T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İLETİŞİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
BİLİŞİM BİLİM DALI

OTOMATİK TANIMLAMA SİSTEMLERİNDEN RFID'NİN TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ KULLANIMI VE BU TEKNOLOJİNİN ETKİSİNİ ÖLÇME AMAÇLI BİR ARAŞTIRMA

Yüksek Lisans Tezi

VALA GASHI

İstanbul, 2010

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İLETİŞİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
BİLİŞİM BİLİM DALI

OTOMATİK TANIMLAMA SİSTEMLERİNDEN RFID'NİN TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ KULLANIMI VE BU TEKNOLOJİNİN ETKİSİNİ ÖLÇME AMAÇLI BİR ARAŞTIRMA

Yüksek Lisans Tezi

VALA GASHI

Danışmanı: YRD. DOÇ.DR. NECMİ EMEL DİLMEN

İstanbul, 2010

Marmara Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Tez Onay Belgesi

İLETİŞİM BİLİMLERİ Anabilim Dalı BİLİŞİM Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi VALA GASHI nın OTOMATİK TANIMLAMA SİSTEMLERİNDEN RFID'NİN TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ KULLANIMI VE BU TEKNOLOJİNİN ETKİSİNİ ÖLÇME AMAÇLI BİR ARAŞTIRMA adlı tez çalışması ,Enstitümüz Yönetim Kurulunun 19.07.2010 tarih ve 2010-14/19 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Öğretim Üyesi Adı Soyadı	**İmzası**
Tez Savunma Tarihi	: 27/07/2010	
1) Tez Danışmanı :	**YRD. DOÇ.DR. NECMİ EMEL DİLMEN**	.....
2) Jüri Üyesi :	**DOÇ. DR. ERHAN AKYAZI**	.....
3) Jüri Üyesi :	**YRD. DOÇ.DR. AYDA UZUNÇARŞILI SOYDAŞ**	.....

GENEL BİLGİLER

İsim ve Soyadı	: Vala Gashi
Anabilim Dalı	: İletişim Bilimleri
Programı	: Bilişim
Tez Danışmanı	: Yrd.Doç.Dr.Necmi Emel Dilmen
Tez Türü ve Tarihi	: Yüksek Lisans- Temmuz 2010-08-10
Anahtar Kelimeler	: RFID, Otomatik Tanımlama Sistemleri, Barkod, OCR, Biyometrikler, Tedarik Zinciri Yönetimi, Yatırımın Geri Dönüşümü (ROI)

ÖZET

OTOMATİK TANIMLAMA SİSTEMLERİNDEN RFID'NİN TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ KULLANIMI VE BU TEKNOLOJİNİN ETKİSİNİ ÖLÇME AMAÇLI BİR ARAŞTIRMA

Radyo dalgalarını kullanarak kişi ve nesnelerin otomatik bir şekilde tanımlanmasını sağlayan RFID (Radyo Frekans Tanıma Sistemi) teknolojisi gün geçtikçe gelişmekte ve başta etiket olmak üzere, sistem maliyetlerinin düşmesiyle uygulama alanları genişlemektedir.
RFID teknolojisinin, nesne ve/veya kişi tanımlamasında kullanılabilecek OCR, Barkod, Biyometrikler gibi diğer otomatik tanımlama sistemlerine kıyasla birçok uygulama alanlarında üstünlükleri olduğu açıkça görülmektedir.

RFID teknolojisinin gelişim sürecinin henüz doyum noktasına ulaşmamasına ve başta etiket olmak üzere yatırım maliyetinin barkod ile rekabet edecek seviyeye düşmemesine rağmen; teknolojinin tedarik zinciri yönetiminde kullanılması durumunda nesne takibini kolay ve güvenli bir şekilde yapmak, doğru ve eş zamanlı veri akışı sağlamak, süreçleri önemli derecede kısaltmak, verimliliği ve müşteri memnuniyetini artırmak, iş gücü maliyetlerini düşürmek, gibi birçok fayda sağlanabilmektedir. Yapılan yatırımın geri dönüşümü de kısa bir süre içerisinde gerçekleşebilmektedir.

RFID teknolojisinin yapısı, özellikleri ve uygulama alanlarından bahsedilerek teknolojinin tedarik zincirinde kullanılmasıyla yapılacak yatırımlar, ona karşılık sağlanacak kolaylıklar ve elde edilebilecek faydalar ortaya çıkartılmaya çalışılmış ve tezde bu amaçla yatırımın geri dönüşümünün hesaplanmasına yönelik bir araştırma çalışmasına da yer verilmiştir.

GENERAL KNOWLEDGE

Name and Surname	: Vala Gashi
Field	: Comunication Sciences
Programme	: Informatics
Supervisor	: Yrd.Doç.Dr.Necmi Emel Dilmen
Degree Awarded and Date	: Master-July 2010
Keywords	: RFID, Automatic Identification Systems, Barcode, OCR, Biometrics, Supply Chain Management, Return on Investment (ROI)

ABSTRACT

THE USAGE OF AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM RFID IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND RESEARCH STUDY TO DETERMINE THE IMPACTS OF THIS TECHNOLOGY

RFID (Radio Frequency Identification System) technology that enables the identification of human and objects using radio frequency waves is being improved day by day, and decreasement of system cost, mainly decreasment cost of transponder leads to the widespread of this technology's applications. It is clearly seen that for many applications RFID technology has many advantages compared with other identification systems such as OCR, Barcode and Biometrics.

Even though RFID technology has not approached it's highest level of development, and the cost of system still is not competitive with barcode technology; many advantages can be reached in case of usage of RFID in supply chain management. Tracking of objects will be in the easier and securer way, enabled on-time data flow, significant decreasement in process time and labor cost, and increasement in efficiency and customer satistification are some of it's advantages. Return of investment can be realized in a short time also.

In this study its mentioned about RFID technology, it's structure, properties and application areas in order to clarify the investment needed to be done and obtainable benefits by using this technology in supply chain management. With the same purpose in thesis takes place the research study containing calculation of return of investment as well.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca, tezimin de tüm aşamalarında, desteğiyle, sabrıyla ve bilgisiyle her zaman yanımda olan danışman hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Necmi Emel Dilmen'e, İstanbul Teknik Üniversitesinde bana yol gösteren değerli hocalarıma, Marmara Üniversitesinde değerli öğretim görevlilerine ve tezimin analiz çalışmasında bilgileri paylaşan değerli kurumlara teşekkürü bir borç bilirim.

Ailem, arkadaşlarım ve iş ortağıma yüksek lisans eğitimim boyunca gösterdikleri anlayış ve esirgemedikleri desteklerden dolayı ayrıca teşekkür ederim.

Temmuz 2010 Vala Gashi

İÇINDEKILER **Sayfa No.**

TABLO LİSTESİ…….. vii
ŞEKİL LİSTESİ…… viii
KISALTMALAR ……. ix

1. GİRİŞ…… 1

2. OTOMATİK TANIMLAMA SİSTEMLERİ…… 4

2.1 Optik karakter tanımlama teknolojisi (OCR) ……. 5
2.2 Biyometrik Sistemler (Göz, parmak izi tanıma) ……. 7
2.2.1 Ses tanımlanması…… 8
2.2.2 Parmak izi tanımlanması…… 8
2.2.3 Göz retina/iris tanımlanması…….. 10
2.3 Barkod Teknolojisi…….. 11
2.3.1 Barkod nedir? Barkod yapısı…….. 12
2.3.2 Barkod Tarihçesi…… 14
2.3.3 Barkod çeşitleri ve uygulama alanları…… 16
2.3.3.1 Linear barkod ……... 17
2.3.3.2 2D kod …….. 17
2.3.4 Barkod sistemin avantajları…… 18
2.4. Çipli kartlar (akıllı kartlar) ……..…….…... 19

3. TEDARİK ZİNCİRİNDE RADYO FREKANSLI TANIMLAMA SİSTEMİ..22

3.1 RFID Teknolojisinin Gelişimi ve Tarihçesi…….……. 22
3.2 Radyo Frekans Terimleri/Kavramları…….…….. 25
3.3 Sistem Bileşenleri/Radyo Frekans Temelleri……... 26
3.3.1 Etiket…….…….…… 26
3.3.1.1 Etiket şekilleri…….……. 33
3.3.1.2 RFID Etiketin üretimi…….……. 37
3.3.2 Okuyucu…….…….…….. 38
3.3.3 Anten…….…….…… 40
3.3.4 Yazıcı …….…….…….. 41
3.3.5 Yazılım…….…….……. 41
3.3.6 Standartlar…….……. 42
3.3.6.1 ANSI Standardı…….…….……. 43
3.3.6.2 AIAG Standardı……. 43
3.3.6.3 EAN.UCC Standardı……. 44
3.3.6.4 EPC Global…… 44
3.3.6.5 ISO Standartları…….…… 48
3.3.7 Güvenlik ve Gizlilik …….……. 48
3.3.8 RFID teknolojisine tehditler…….…….. 50

3.4 RFID'nin çalışma prensibi…… 50
3.5 Otomatik tanımlama sistemlerin birbiriyle genel kıyaslanması……..... 51
3.5.1 OCR Tanımlama Teknolojisi Barkod Teknolojisi ile Farklılıkları. 51
3.5.2 Barkod Teknolojisi ile RFID teknolojisinin kıyaslanması……. 52
3.5.3 Çipli kartların(kontaklı kart) RFID ile kıyaslanması…….. 55
3.5.4 Otomatik Tanımlama sistemlerin beraber karşılaştırılması…… 56
3.6 RFID Pazar ve Sektör Uygulamaları…… 57
3.6.1 RFID'nin Otomotiv Sektöründe uygulamaları……. 58
3.6.2 Sağlık sektöründe RFID…….. 60
3.6.3 Üretimde RFID…… 62
3.6.4 RFID'nin ordu/asker uygulamaları……. 63
3.6.5 Ödeme İşlemlerinde RFID'nin kullanımı…… 63
3.6.6 RFID'nin lojistikteki kullanımı……. 64
3.6.7 RFID'nin diğer uygulamaları……... 66
3.7 Tedarik Zinciri ve RFID Sistemleri …….. 68
3.7.1 Tedarik Zinciri…… 69
3.7.1.1Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi……. 70
3.7.1.2 Tedarik zinciri yönetimin süreçleri…….. 70
3.7.2 Tedarik Zincirinde RFID…….. 71
3.7.3 Tedarik Zincirinde RFID Teknolojisinin Faydaları…….. 73

4 OTOMATİK TANIMLAMA SİSTEMLERİNDEN RFID'NİN TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ KULLANIMI İLE İLGİLİ ARAŞTIRMA…….. 75

4.1 Araştırmanın amacı…… 75
4.2 Araştırmanın metodolojisi……. 76
4.3. Araştırmanın analiz sonuçları……..... 78
4.3.1 Şirketler ve görüşülen kişiler hakkında genel bilgiler…… 78
4.3.1.1 Görüşülen Şirket Bilgileri…….. 79
4.3.1.2 Görüşüken Yöneticiler Hakkında bilgiler……..…… 80
4.3.1.3 Kuruluşların mevcut sistemleri hakkında genel bilgiler….. 80
4.3.2 RFID yatırımında etkin unsurlar…….. 81
4.3.2.1 RFID yatırımında etiket maliyet faktörü…… 82
4.3.2.2 RFID yatırımında personel ve mevcut sisteme Entegrasyon adaptasyon faktörü…… 84
4.3.2.3 RFID yatırımında tedarikçi zinciri faktörü…… 84
4.3.3 Yeni Sistem, RFID'li sistemin bileşenleri…….. 85
4.3.3.1 Kullanılan Etiketler……... 85
4.3.3.2 Kullanılan Okuyucular…… 86
4.3.3.3 Kullanılan yazıcılar……. 88
4.3.3.4 Kullanılan Yazılımlar…….. 89
4.3.4 RFID Sistemin Tedarik Zincirindeki Faydaları…….. 91
4.3.4.1 RFID'nin üretimdeki katkıları……..... 91
4.3.4.2 RFID'nin depo ve dağıtımdaki katkıları…….. 93
4.3.4.3 RFID'nin iade süreçlerindeki katkıları…… 93
4.3.4.4 RFID'nin mağazalar arası transferlerdeki katkıları…..... 94
4.3.4.5 RFID'nin mağazadaki katkıları…… 94
4.3.5 RFID teknolojisinden kaynaklı mliyetler……... 101
4.3.6 RFID yatırımında Yatırım Geri Dönüş (Return On

Investment) hesaplanması…….. 102
4.4 Araştırma Sonucu……. 120

5. SONUÇ…… 122

EKLER…… 125

KAYNAKÇA…….. 132

ÖZGEÇMİŞ…… 136

TABLO LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1 : RFID'nin tarihsel gelişimi (on yıllık bazda)…….. 21

Tablo 2 : RFID Frekans aralıkları ve ISM Frekansları…… 28

Tablo 3 : Farklı RFID Frekansın okuma mesafeleri…… 29

Tablo 4 : EPC Global Sınıfları…… 46

Tablo 5 : Gen2 Gereksinimleri ve özellikleri……. 47

Tablo 6 : Ülkelere göre EPC frekans dağılımı…… 48

Tablo 7 : RFID ve Barkod Karşılaştırma Tablosu…….. 52

Tablo 8 : Otomatik tanımlama sistemlerin birbiri ile kıyaslanması…… 56

Tablo 9 : ROI Analizi -Kuruluş Bilgileri Bölümü…….. 103

Tablo 10 : ROI Analizi-Ürün Kabul Tablosu…….. 105

Tablo 11 : ROI Analizi-Ürün sayımları……... 107

Tablo 12 : ROI Analizi-Ürün İkmali…… 109

Tablo 13 : ROI Analizi – Firenin azalması……... 111

Tablo 14 : ROI Analizi- Satışların artması……..... 112

Tablo 15 : ROI Analizi-RFID sistem maliyeti……... 113

Tablo 16 : ROI Analizi- Üç yıllık bakış……. 115

Tablo 17 : ROI Analizi tablo tamamı……. 117

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1 : Bazı otomatik tanımlama örnekleri (OMR, Barkod, 2Dkod, OCR) ……..... 5

Şekil 2 : En önemli Otomatik tanımlama sistemlerin genel bir bakışı …… 5

Şekil 3 : Parmak izi okuyucuları ….……..... 9

Şekil 4 : Parmak izi eşleştirme örneği ……..……. 10

Şekil 5 : Retina okuyucu……...…… 11

Şekil 6 : Barkod açılım örneği ……...…….. 12

Şekil 7 : Dikey ve Yatay Barkodlar ……...…….. 14

Şekil 8 : Hareketli bantta otomatik barkod okuma……..… 16

Şekil 9 : El barkod okuyucular……. 16

Şekil 10 : Doğrusal barkod ile 2D barkod karşılaştırılması ……... 17

Şekil 11 : Bazı doğrusal ve 2D barkod örnekleri……..... 18

Şekil 12 : Akıllı kart örnekleri Telefon/Sim kartı örneği…… 19

Şekil 13 : Çip kişiselleştirme resmi ……...……. 20

Şekil 14 : Çipli kartın kimlik kart kullanımı……...…… 21

Şekil 15 : Dalga Boyu resmi……...…… 25

Şekil 16 : Alien Technology Gen2 Pasif Etiket……...…… 32

Şekil 17 : Disk etiketlerin farklı yapı format örnekleri……..... 34

Şeki 18 : Cam muhafazalı RFID örneği……...……... 34

Şekil 19 : Farklı RFID uygulamaları ……...……...… 35

Şekil 20 : RFID akıllı kart örnekleri……...…….. 36

Şekil 21 : Akıllı RFID etiket örnekleri……...…….. 36

Şekil 22 : RFID etiket üretimi……...…… 37

Şekil 23 : Mobil RFID Okuyucu……...…… 38

Şekil 24 : RFID okuyucuları……...……..... 39

Şekil 25 : RFID polarizasyonu……...…… 40

Şekil 26 : RFID Yazıcı örneği……...……. 41

Şekil 27 : RFID ve barkod okuyucu okuma alanları……...…… 54

Şekil 28 : Araç imobiliser resmi……...……... 58

Şekil 29 : Montaj departmanından bir görüntü ……..…… 59
Şekil 30 : Hastane süreçleri……...……... 60
Şekil 31 : Hastane uygulaması……...……..... 61
Şekil 32 : Üretim süreçleri……...……..... 62
Şekil 33 : RFID'nin ödeme sistemlerindeki kullanımı……...…. 64
Şekil 34 : RFID anteninin pasaport uygulaması ……..... 66
Şekil 35 : RFID'nin Lojistikte ve kapı giriş kontrolünde kullanımı….……... 67
Şekil 36 : RFID etiketin tekstil uygulamaları ……..... 68
Şekil 37 : Tedarik Zincirinde Konseptional Model ……...…….. 72
Şekil 38 : RFID El terminali okuyucusu, mağaza gösterimi…… 87
Şekil 39 : Uygulamalarda karşılaşılan RFID okuyucuları…… 88
Şekil 40 : RFID okuyucu örneği……...…… 89

KISALTMALAR

AIAG Otomotiv Endüstrisi Aksiyon Grubu(Automotive Industry Action Group)

ANSI Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (A.National Standards Institute)

bk. Bakınız

CEN Avrupa standardizasyon komitesi (Comité Européen Normalisation)

CRM Müşteri ilişkileri Yönetimi (Customer Relationship Management)

CSM Müşteri Hizmet Yönetimi (Customer Service Management)

DM Talep Yönetimi (Demand Management)

EAN Europian Article Numbering System)

EAN.UCC European Article Numbering Association International, Uniform Code Council) -

EPC Elektronik Ürün Kodu

EPCIS EPC Enformasyon Hizmetleri (EPC Information Services)

ERO Avrupa Radyo İletişim Ofisi (European Radiocommunications Office)

ETSI Avrupa Telekomünikasyon Standart Enstitüsü (European Telecomunications Standards Institute)

GEN2 Jenerasyon 2

GHz Giga Hertz

HF Yüksek Frekans (High Frequence)

ISM Endüstriyel Bilimsel Tıbbi (Industrial Scientific Medical)

ISO	Uluslar arası standartlar organizasyonu
ITR	Akıllı Etiket Radar (Intelligent Tag Radar)
JAN	Japon Nesne Numaralandırması (Japanese Article Numbering)
KHz	Kilo Hertz
LF	Düşük Frekans (Low Frequence)
MHz	Mega Hertz
OCR	Otomatik nesne tanımlama (Optic Character Recognition)
ONS	Nesne İsimlendirme Hizmeti (Object Naming Service)
RFID	Radyo frekanslı tanımlama (Radio Frequency Identification)
ROI	Yatırımın geri dönüşü (Return on investment)
s.	Sayfa
UHF	Çok yüksek frekans
UPC	Universal Product Code
UPU	Evrensel Posta Birliği (Universal Postal Union)
WORM	Tek yazma çoklu okuma
yy.	Yüzyıl

1. GİRİŞ

20. yy'da bilgi ve teknoloji yüksek hızla ilerlemenin yanında insan hayatında hemen hemen her alanda yer almakta ve vazgeçilmez bir rahatlık sunmaktadır. Bilgi ve teknolojideki bu gelişmeler iş hayatında rekabet üstünlüğü sağlamakta ve küreselleşmede büyük rol oynamaktadır. Küresel boyutta tedarikçiler arasında hammadde, ara madde ve nihai ürün dolaşımları gerçekleşirken belli standartlara sahip, elle yapılan işlemlere göre hızlı, hatasız nesne takibi ve kontrolü sağlayabilen teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Nesnelerin doğru ve hızlı takibinin yanı sıra doğru ve hızlı veri aktarımı, doğru planlama ve tedarik zincirinin yönetimi bu yeni teknolojiler sayesinde başarılı bir şekilde gerçekleşebilmektedir. Günümüzde, tedarik zinciri yönetiminde, otomatik nesne tanımlamada başarılı bir şekilde kullanılmakta olan barkod teknolojisine kıyasla; maliyet dezavantajı haricinde birçok üstünlükleri bulunan RFID teknolojisinin kullanımıyla daha çok fayda elde edilebileceği, müşteri memnuniyetini arttıracağı ve kuruma rekabet avantajı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Endüstri devriminde, bir anlamda rekabet gücünü belirleyen faktörler, doğal hammadde kaynaklarının fazlalığı, düşük maliyette işçilik gibi temel üretim faktörleriyken, günümüzdeki bilişim devriminde daha nitelikli iş gücü, modern iletişim ağı ve bilişim teknolojilerinin etkin kullanımı gibi katma değerli faktörler belirleyici duruma gelmiştir. Dolayısıyla kurumsal anlamda ürün rekabetinin artık bilişim ve teknoloji kabiliyet rekabetine dönüştüğü söylenebilir.

Küresel pazarda değişken pazar taleplerinin "istenen zamanda, kalitede, mekanda ve koşullarda" karşılanması rekabet üstünlüğü açısından kritik öneme sahiptir. İşletmeler işletme maliyetlerini düşürmeyi hedeflerken aynı anda karlılığın ve verimliliğin artmasını da istemektedirler. Bu da işletmelerin gerçek anlamda rekabet avantajı yaratabilmeleri için mevcut tedarik zincirlerini inceleyerek yönetimsel, mühendislik ve ilişkiler bazında bu zinciri tekrar tanımlamalarını zorunlu kılmaktadır.

Şirketler çoğu zaman ürettikleri ürünleri dünyanın her yerinde dağıtmakta ve üretim yapabilmek için dünyanın her yerinden yarı mamul veya hammadde getirmektedir. En ucuz ancak aynı zamanda en kaliteli malzemeyi hızlı biçimde ve en az

stok seviyesi ile üretime sokarak müşterilerinin beklentilerini karşılamak oldukça önemli hale gelmiştir. Şirketler etkin hizmet sunabilmek için bütün bu değer zincirleri arasındaki bilgi ve malzeme akışını etkin bir şekilde yönetmek zorundadırlar. Müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılayabilecek ürünü, yüksek kalitede ve uzak bir bölgeden de olsa uygun maliyetle getirebilmeleri için iyi ve doğru yönetilen bir tedarik zincirine ve bilişim teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çerçevede verilerin hızlı ve güvenilir bir şekilde toplanması, bilgi ve malzeme akışının etkin bir şekilde yönetilmesi büyük önem kazanmaktadır, böylece kısa zaman içerisinde daha çok veriye ulaşılmakta ve işçiler zamanını bu verilerin ve sonraki süreçlerin işlenmesinde kullanmaktadırlar.

Otomatik tanımlama sistemlerin geliştirilmesindeki ana hedef ham veya işlenmiş verileri/enformasyonu otomatik bir şekilde toplayıp gene aynı şekilde bilgisayar sistemlerine aktarıp bilgi akışının etkin bir şekilde yönetilmesini sağlamaktır. Bu şekilde verimliliğin arttığı, fiziksel ürün akışının hızlandığı, gelir kayıplarının azaldığı, iade/stok/kalite yönetim takibinin etkin bir şekilde yapılabildiği, personelin katma değeri daha yüksek işlere çalıştırılabildiği ve hata oranının minimize edildiği görülmektedir. Bu bağlamda OCR, OMR, Barkod, Biyometrikler, RFID vb. gibi birçok otomatik tanımlama sistemleri geliştirilmiştir ve çeşitli alanlarda kullanılmıştır.

Otomatik tanımlama sistemlerinden RFID teknolojisinin gelişim sürecinin henüz doyum noktasına ulaşmamasına ve gerek etiket gerekse yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına karşın; tedarik zinciri yönetiminde kullanılması durumunda, doğru ve eş zamanlı veri akışının yapılması, iş süreçlerinin kısalması, verimliliğinin artması, iş gücü maliyetlerinin düşmesi, müşteri memnuniyetinin artması gibi birçok faydalar sağlayabildiğinden, yatırımın geri dönüşümü kısa bir süre içerisinde gerçekleşmekte ve bu kazanca dönüşebilmektedir.

Bu çalışmaya tanımlama sistemlerinin literatürde yapılmış genel tanımları, yapı ve özellikleri anlatılarak başlanmıştır. En yaygın olan otomatik tanımlama sistemlerinden OCR, Biyometrikler, Barkod, 2D kod, çipli kartlar gibi teknolojilere ayrı ayrı değinilmiş, her bir teknolojinin özetle gelişim süreci, genel yapısı, kullanım alanları ve piyasadaki uygulamaları anlatılmıştır.

Çalışmanın sonraki kısmında ise RFID sisteminin tanımı ve gelişim sürecinden başlayıp, RFID sistemini oluşturan bileşenler ve çeşitlerinden, beraberinde kullanılan donanımlar ve yazılımlarından ve bunların çalışma prensiplerinden bahsedilmiştir. RFID teknolojisinin kullanımda sağladığı avantajları, maliyet gibi dezavantajları vb. konular ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Ardından konu, bu teknolojinin dünya pazarındaki farklı sektörlerdeki uygulamalarına ilişkin çeşitli örnekleriyle derinleştirilmiştir. Ayrıca RFID ve diğer otomatik tanımlama teknolojilerinin üstünlüklerinden ve zayıf noktalarından da bahsedilmiştir. Yine aynı bölümde tedarik zinciri tanımlanarak, tedarik zinciri gelişimi, yapısı ve zincirdeki temel halkalara değinilmiştir. Bu şekilde geleneksel şekilde veya barkod tanımlama teknolojisi ile tedarik zinciri yönetiminin ne şekilde yapılabildiği ve bunlara karşı RFID teknolojisinin tedarik zincirindeki önemi ve bu teknolojinin getirdiği faydalar ortaya konmaya çalışılmıştır.

Araştırma çalışmasının uygulama bölümünde ise öncelikle çalışmanın amacına ve metodolojisine yer verilmiştir. Ardından yapılan analizler sonucu elde edilen bilgilerden, otomatik tanımlama sistemlerinden ve RFID'nin tedarik zincirindeki ve zincir içerisindeki belli başlı halkalardaki etkilerinden bahsedilmiştir. Türkiye'de RFID teknolojisinin tedarik zincirinde henüz tam anlamıyla bir kullanımının olmamasından dolayı, tedarik zincirinin sadece belli halkalarında bu teknolojiyi kullanmakta olan kurumlar incelenmeye alınmıştır ve bu kurumların RFID teknolojisini ne şekilde entegre ettikleri, elde ettikleri avantajlar ile dezavantajlar incelenerek ileride yapılması düşünülen benzer çalışmalara ışık tutulması amaçlanmıştır.

Araştırma çalışmasının uygulamasının ikinci bölümünde hazır giyim perakende sektöründe tedarik zincirinin yönetilmesinde RFID teknolojisine yatırım yapılması durumunda; elde edilecek faydalar ve ortaya çıkacak maliyet kalemleri ele alınarak yatırımın geri dönüşü (ROI) hesaplanmıştır. Benzer kuruluşların RFID yatırımı kararı verirken örnek alabileceği değer ve sonuçlar sunulmuştur.

Sonuç bölümünde ise sunulan bütün kuramsal bilgilerin ışığında araştırma bölümünden çıkan sonuçlarda birleştirilerek bir senteze ulaşılmaya çalışılmıştır.

2. OTOMATİK TANIMLAMA SİSTEMLERİ

Kimliğin birey ile ilişkilendirilmesi kişisel tanımlama olarak adlandırılmaktadır (Jain ve Bolle ve Pankanti, 1999, s.3). RFID Journal' göre otomatik tanımlama, makinelere nesneleri otomatik olarak tanımlamak üzere geliştirilmiş teknolojilere verilmiş addır. Bir diğer tanımlama; nesne veya öğenin kimliğini/hüviyetini tanımak üzere yapılmış faaliyettir. Kimlik/hüviyet ise öğenin çeşidinin veya kişisel tekil özelliklerinin kişi veya otomatik sistem tarafından tanınması için öğeye eklenmiş harf ve sayı serileridir. (Bill ve Himanshu, 2006, s.26).

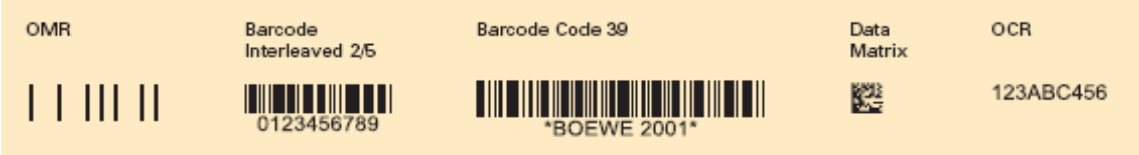
Otomatik tanımlama sistemleri ile kuruluşlar nesneleri tanımlar, onlarla ilgili enformasyonu alır ve bu enformasyonu iş gücüne ihtiyaç duymaksızın bilgisayara iletir. Bu işlemi yapılmasındaki ana amaç verimliliği artırmak, veri giriş hatalarını düşürmek ve iş gücündeki yoğunluğu azaltarak işçileri müşteri hizmetleri gibi katma değeri daha yüksek işlere organize etmesini sağlamaktır.

Günümüzde farklı Otomatik Tanımlama Sistemlerinden bahsedilmektedir, Şekil 2 de de görüldüğü gibi, bunlardan bazıları aşağıda yer almaktadır;

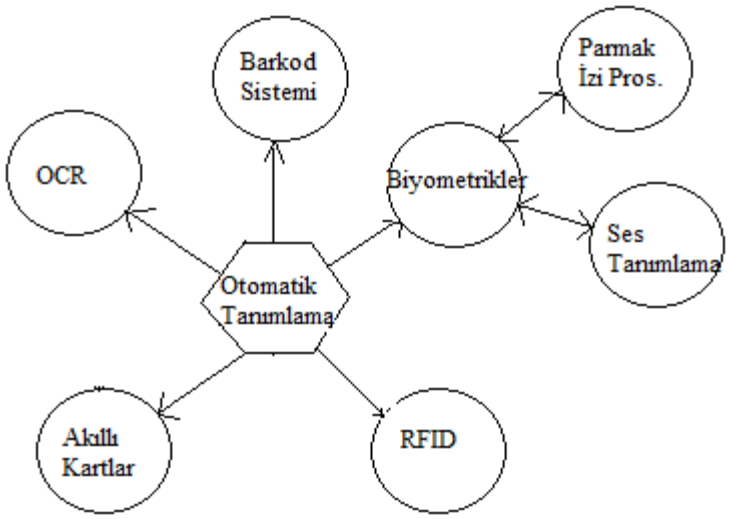
- Optik karakter tanımlama teknolojisi (OCR)
- Biyometrik sistemler (Göz, parmak izi tanımlama)
- Barkod teknolojisi
- Manyetik baskılı kodlar
- Çipli kartlar (akıllı kartlar)
- Radyo frekanslı tanımlama sistemi (RFID)

Otomatik tanımlama teknolojileri arasında barkod teknolojisi en yaygın kullanılan teknoloji olmasına karşın RFID ve sensörler operasyonel iş verimliliğinin

gelişmesinde çok önemli bir yer tutmakta ve işsel objelerin tespit edilmesini artırmaktadırlar. (Yan ve Zhang, ve Yang ve Ning, 2008, s.35)



Şekil 1: Bazı otomatik tanımlama örnekleri (OMR, Barkod, 2Dkod, OCR)
Kaynak: Böwe Ürün Bilgisi (www.boewe.de)



Şekil 2: En önemli Otomatik tanımlama sistemlerin genel bir bakışı
Kaynak: Üstündağ, 2008

2.1. Optik Karakter Tanımlama Teknolojisi (OCR)

OCR, Optical Character Recognition (Optik karakter tanımlama) isminin baş harflerinden oluşmaktadır. Bu teknoloji sayesinde optik mekanizma yardımıyla nesneler otomatik olarak tanımlanmaktadır. (Finkenzeller, 2003, s.4)

Basılmış karakterlerin otomatik tanımlanması konusunda çalışmaların mühendisler tarafından 2. Dünya savaşından itibaren yapıldığı söylenmektedir. Mühendisler, OCR başka bir anlatışla dokümanların insan varlığı dışında okunması, bu dönemde ABD'de doküman suretlerin işlenmesi (o zamanlarda kartların delinerek orijinal dokümanlardan işlenmesi) ve bilgisayarın kendisi ile merkezi çalışma arasındaki kapasite uyuşmazlığını tecrübe etmişlerdir. Görsel çıktıların hazırlanması da çok yavaştı, ancak baskının icat edilmesiyle büyük ölçüde hızlandırılmış bu sorun ortadan kaldırılmıştır. (Robertson, 1971)

1950'lerin başlangıcında Amerika'da bankalar birliği ve finansal hizmet sanayisi tarafından yaptırılan pilot OCR uygulaması ile mevcut uygulamalar değişerek ortak/genel dil ile otomatik olarak çek tanımlamayı/okumayı sağlayabilen bu teknoloji kullanılmaya başlanmıştır.

Optik Karakter tanımlama sistemleri ilk olarak 1960 yılında kullanılmıştır. Bu uygulama için özel fontlar geliştirilmiştir böylece hem insanlar hem de makineler tarafından otomatik bir şekilde okunabilmesi mümkün kılınmıştır. İlerleyen zamanlarda banka çek uygulamalarında OCR teknolojisinin yerini Manyetik Mürekkep Tanımlaması (Magnetic Ink Recognition) almıştır, ancak birkaç uygulamada OCR teknolojisi halen kullanılmaktadır.

Günümüzde OCR teknolojisi üretimde, servis hizmetlerinde ve idari alanlarda ayrıca bankalarda (çeklerin kaydı için) kullanılmaktadır. (Finkenzeller, 2003, s.4)

- **OCR Tanımlama Teknolojisi Temel Özellikleri**

Optik karakter tanımlama sisteminin en avantajlı yanı veri girişinin hem makine hem de insanlar tarafından da yapılabilmesidir. (Yaylı, 2004, s.17) Bir diğer önemli avantajı da bilginin yüksek yoğunluğu ve görsel olarak okunabilmesidir, bu özellik en çok acil durumlarda fayda sağlayabilecek bir unsur olarak görülmektedir. Ancak OCR teknolojisinin yüksek maliyeti ve okuyucuların karmaşıklığı nedeniyle kullanım alanları çok gelişememiştir. (Finkenzeller, 2003, s.4)

2.2 Biyometrik Sistemler

Kişilerin fiziksel ve davranışsal özelliklerini tanıyarak, kimlik belirlemek üzere oluşturulmuş bilgisayar kontrollü otomatik sistemler biyometrikler olarak tanımlanmaktadır. Tanımlama sistemlerinde biyometrikler, aşikar kişisel fiziksel karakteristikleri karşılaştırarak insanları tanımlayan prosedürlerin tamamının genel bir tanımıdır. (Finkenzeller, 2003, s.4) Bir diğer tanım da; fiziksel veya davranışsal özelliklere dayanarak kişileri tanımlamak için kullanılan otomatik yöntemler olarak açıklanmaktadır.

Ölçülebilen özellikler arasında, yüz, parmak izi, el geometrisi, el yazısı, iris, göz retinası ve ses yer almaktadır.

İnsana ait herhangi bir psikolojik veya davranışsal karakteristiğin biyometrik olarak sayılması içi aşağıda yer alan özelliklerin tümüne sahip olması gerekmektedir;

- Evrensellik özelliği: tüm insanların bu özelliğe sahip olunması gerektiği anlamına gelir.

- Tekillik özelliği: karakteristik bakımından iki insanın aynı olmaması gerektiği anlamına gelir.

- Kalıcılık özelliği: karakteristik özelliğin zamana karşı değişken olmaması gerektiği, kalıcı olması gerektiği anlamına gelir;

-Toplanabilirlik özelliği: karakteristiklerin nicel olarak ölçülebileceğini gösterir, ölçülemeyen karakteristik özellikler biyometrik olarak tanımlanmamaktadır. (Jain ve Bolle ve Ruud, 1999, s.29)

Biyometrik teknolojileri yüksek güvenirlikte tanımlama ve kişisel doğrulama sistemlerinin temeli haline gelmektedirler. Güvenirlik seviyesi kırıldıkça ve işlem hileleri arttıkça, daha yüksek güvenilirlikte tanımlama ve kişisel doğrulama teknolojilerine olan ihtiyaç daha çok ortaya çıkmaktadır.

Tanımlama uygulamaları için çeşitli biyometrikler önerilmiştir, araştırılmıştır ve değerlendirilmiştir. Her biri kendi güç ve sınırlamalarına sahiptir, bunlardan var olan ve kullanılan biyometrik teknolojileri; ses, parmak izi ve göz retina okumasıdır.

Bazı durumlarda tanımlama için birden fazla biyometrik karakteristiği bir arada kullanılmaktadır, bunun başlıca nedenleri; tanımlama doğruluk oranının yükseltilmesi, farklı durumlarda farklı karakteristiklerin uygun olması ve müşteri tercihleridir.

2.2.1. Ses Tanımlaması

Günümüzde, konuşmacı sesinin tanımlaması yapılarak kişiyi tanımlayabilen profesyonel sistemler geliştirilmiştir. Bu tür sistemlerde kullanıcı bilgisayara bağlı bir mikrofonda konuşur, konuşulan kelimeler dijital sinyale dönüşür ve ardından tanımlama yazılımı tarafından değerlendirilir. (Finkenzeller, 2003, s.4)

Ses kişisel bir karakteristiktir, ancak geniş veritabanından bireyin tanımlanması için eşi benzeri olmayan bir özellik olarak kullanılması kabul edilmemektedir. (Jain ve Bolle ve Ruud, 1999, s.)

Ses tanımlanması çoğunlukla otomotiv endüstrisinde çeşitli üretim ve denetim uygulamalarında kullanılmaktadır. Depo ve dağıtımda malzeme hareketlerinin eş zamanlı takip edilmesinde, ulaştırma/taşımacılık endüstrisinde gönderilerin alımında ve iletilmesinde, laboratuar işlerinde ve tüm endüstrilerde kalite kontrol, denetim vb. amaçlarla kullanılmaktadır.

2.2.2. Parmak İzi Tanımlanması

Parmak izleri, insan parmakların iç tarafında bulunan grafiksel akış çizgilerdir. Embriyo gelişimindeki koşullara bağlı olarak şekillendirilirler ve her insanda ayrıca her parmakta farklı oldukları düşünülmektedir. Parmak izi en olgunlaşmış biyometrik

teknolojilerden olup dünya çapında suç soruşturmaları için adli bölümlerde kullanılmaktadır.

Parmak izi imajı iki yoldan bir tanesiyle ele geçirilmektedir; (i) mürekkeple basılmış parmak izinin taranmasıyla veya (ii) canlı-tarama parmak izi tarayıcısı kullanarak. (Jain ve Bolle ve Ruud, 1999)

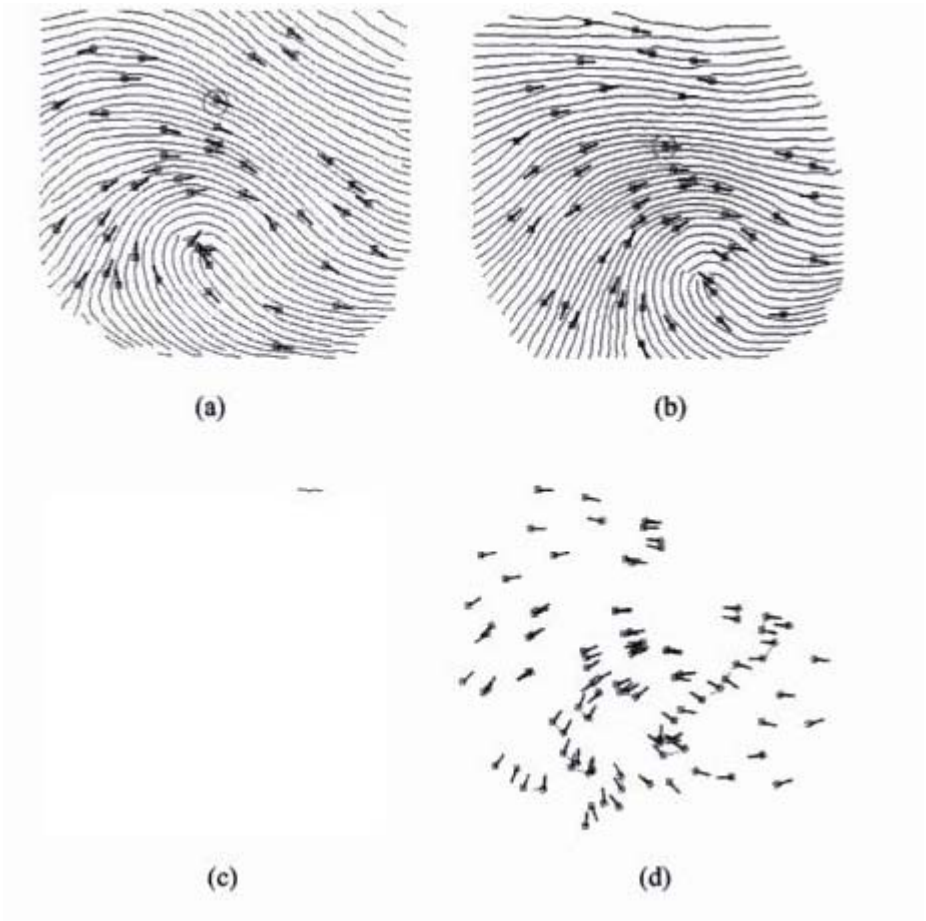


Şekil 3: Parmak izi okuyucuları
Kaynak: http://www.decocelikkapi.com/

Kişi tanımlaması için kapı girişlerinde parmak izi teknolojisi kullanıldığında; parmak tipi özel bir okuyucu üzerine yerleştirilmiştir, sistem okuduğu veri ile veritabanındaki verileri karşılaştırır, uyuşması durumunda gerekli izni sağlar. Günümüzde parmak izi okuma süresi yarım saniye ye kadar düşürülmüştür, ayrıca güvenliği artırıcı bir özellik olarak ta okunan parmağın canlı bir parmak olup olmadığını denetleyen sistem de geliştirilmiştir. (Finkenzeller, 2003, S.4)

Majör parmak gösterimleri görüntünün tamamına, parmak sırtlarına/detaylarına veya sırtlardan/detaylardan türemiş belirgin özelliklere (detaylara/ayrıntılara) dayanmaktadır.

Parmak izin tanımlanması için geçerli olan temel dört yaklaşım mevcuttur, bunlar; (i) parmak izi görüntüsünün gri tonlarındaki profillerindeki sabit özellikler; (ii) parmak izi sınıflamaları olarak ta bilinen küresel parmak sırtı yolları; (iii) parmak sırtı yolları (iv) detaylar/ayrıntılar- parmak sırtların bitişlerinden ve çatallanmalarından kaynaklanan özellikler.



Şekil 4: Parmak izi eşleştirme örneği

Kaynak: (Jain ve Bolle ve Ruud, 1999, s. 29)

*Parmak izi eşleştirici örneği; Eşleşme algoritmasının girdi ve şablon detaylarındaki uygulamanın sonuçları; a) Girdi detay/ayrıntı seti, b) Şablon detay/ayrıntı seti, c) Girdi ve şablon/kalıp parmak izleri gri çemberlerle işaretlenmiş ayrıntılara dayanarak birleştirilmişlerdir ve d) Şablon ayrıntıların ve kendileriyle eşleşen/mutabakat gösteren ayrıntıların gri çizgiler ile bağlanmışlardır. Bu örnekte parmak izi uygunluk skoru 37'dir. Puan aralığı 000-100; puan 100'e yaklaştıkça daha iyi bir eşleşmenin olduğunu gösterir.

2.2.3 Göz Retina Tanımlanması

Kişi göz tanımlanmasında göz retinası kullanılmaktadır. Göz retinası embriyon gelişim sırasındaki kaotik morfogenetik prosesleri ile belirlenmektedir ve her insana özel karakteristikler taşımaktadır, eşsizdir. Dolayısıyla retina taraması zengin bir yapıya sahip ve biyometrikler arasında en güvenilir tanımlama teknolojisi olduğu söylenmektedir, çünkü değişmesi ve yerine başka bir şey konulması mümkün değildir.

Günümüze kadar yapılan uygulamalarda doğruluğu 100% olduğu görülmüştür. Ancak biyometrikler arasında en yüksek maliyetine sahip teknoloji olarak ta sayılmaktadır, askeriyede vb. üst seviyede güvenli giriş talep edildiği yerler başta olmak üzere birçok alanlarda kullanılmaktadır.

Görüntünün elde edilebilmesi için kişinin Şekil 5. te örnek resmi bulunan retina okuyucuna benzer bir okuyucuya yaklaşıp, gözleri gerekli yere yerleştirip ve gene içerde gerekli noktaya bakması gerekmektedir. Dolayısıyla okuma mesafesi çok yakın olup büyük özen gerektiren bir teknolojidir. (Jain ve Bolle ve Ruud, 1999)



Şekil 5: Retina okuyucu
Kaynak: http://flipclan.com/panasonic-bm-et200-biometric-iris-reader/

2.3. Barkod Teknolojisi

Barkod, ilk tanımlanmasından bu yana 25 yıl içerisinde modern dağıtım sistemlerinde global bir birim hale gelmiştir. Ana malzeme tedarikçisinden perakendeciye kadar her kuruluşta tedarik zincirindeki stok kontrolünü sağlamak, müşterileri faturalandırmak ve satışları yönetmek için ürünler üzerinde kullanılmaktadır. (Willman, 1998)

Barkod, bir birim malın hangi ülkenin hangi işletmesinde üretildiğini veya ambalajlandığını, malın cinsini ve çeşitli özelliklerini tanımlamak amacıyla, önceden belirlenmiş kurallara uygun çeşitli kalınlıklarda bir dizi dikey paralel çizgi ve bu çizgiler arasında çeşitli genişlikte boşluklardan oluşan bir işaretleme yöntemidir.

Gennelikle malın ambalajı üzerine basılan barkod, optik okuyuculu bir araç yardımı ile veya bir ışın tarayıcısı ile okunabilen bir şifredir. Barkod sistemleri, ürün veya malzeme tanımlama amacıyla günümüzde en fazla kullanılan otomatik tanımlama sistemleridir. Bu sistemler ucuz olmakla birlikte, RFID sistemleri karşısında yetersizlikleri bulunmaktadır. Günümüzde RFID teknolojisi ile birlikte kullanıldığı birçok uygulama da görülebilmektedir.

Ülke Kodu		Firma Kodu				Üretici ürün kodu						CD
4	0	1	2	3	4	5	0	8	1	5	0	9
TR		Firma Adı 1 Sokak adı 34008 Istanbul				Çikolata 100gr						

Şekil 6: Barkod açılım örneği

Kaynak: (Yaylı, 2004)

2.3.1. Barkod Tanımı ve Yapısı

Barkod, rakam veya karakterlerin çizgi ve boşluklara çevrilerek kağıt üzerine yazılması ve daha sonra gerektiğinde tekrar uygun okuma araçlarıyla okunması şeklinde işleyen bir sistemdir. (Yaylı, 2004, s.1)

İngilizce karşılığı Bar ve Code olan iki ayrı kelimeden Türkçeye geçmiştir. Türkçe de bunun karşılığı olarak Çizgi-kod da denilmektedir.

Barkod, rakam ve karakterlerin dikey çizgi ve boşluklardan oluşan kodlanmış formlardan, otomatik tanımaya müsaade eden optik tercümedir. Bir diğer tanım da malların bilgisayara bağlantılı optik okuyucu cihazlarla yorumlanabilmesi ve malları tanımlanmasını öngören bir sistemdir. (Yaylı, 2004, s.1) Barkodun beş unsuru bulunmaktadır, bunlar da başlangıç/bitiş karakterleri, kontrol karakteri, boş bölgeler ve taşıyıcı çizgileridir. (Yaylı, 2004, s.3)

Barkodta en küçük eleman birimi X boyut olarak adlandırılmaktadır. Bu X boyutu mesajı taşıyan bir barın en küçük birimidir. 5 mil ile 50 mil arasındaki genişliklere kadar seçilebilir (1 mil=1/1000 inch), bir karakter bar ve boşluklardan

oluşmaktadır, bazıları tek x genişliğinde bazıları iki, üç ya da 4 X genişliğinde olabilmektedir. Genellikle 10-20 mil genişliğinde tercih edilmektedir. (Jarrett, 1990, s. 20)

Barkodun okunabilmesi için tarayıcının siyah barlar ve beyaz boşluklar arasında birçok karşıtlık ölçümleri yapması gerekmektedir, bu problemi yenebilmek amacıyla barkodun sağında ve solunda baskının yer almayacağı boşluklar bırakılmıştır, bu boşlukların görevi okuyucu aracının opti-elektronik ölçümlerini yaparken her bir barın kritik genişliğini tespit etmek için ihtiyaç duyduğu zamanı sağlamaktadır. (Jarrett, 1990, s. 21) Boş bölgelerin maksimum kaplayacağı alan sınırlı olmamakla birlikte boyutları belirlenen x boyutunun on katı olması yeterlidir. Her bir barkod çeşidinde farklı boş bölgeler bulunmaktadır. (Yaylı, 2004, s.31)

Çok uzun zamandan beri barkod tasarımcıları tarafından barkodun çift yönlü (bi-directional) olması gerektiği konusunda ısrar edildi, bu özellik barkodun sağdan sola veya ters yönden okunabilmesi anlamına gelmektedir. Bu çift yönlü okumayı sağlayabilmesi için barkodta karakter çizgileri dışında başlangıç ve bitiş karakterleri de bulunmalıdır, yatay barkodta en soldaki karakter başlangıç en sağdaki karakter bitiş karakterini, dikey barkodta alttaki karakter başlangıç en üstteki karakter bitiş karakterlerini temsil eder. (Jarrett, 1990, s.21)



Şekil 7: Dikey ve Yatay Barkodlar

Kaynak: Yaylı, 2004
* (a) Yatay Barkod, Code 39
**(b) Dikey Barkod, Code 39

2.3.2 Barkod Tarihçesi

Barkodun ilk tarihleri 1930'lara dayandığı söylenilmektedir, Harvard Üniversitesi master öğrencilerin geliştirdiği bir proje ile ilk barkod çalışmaları başlamıştır. (Yaylı, 1990, s.7) 20. yüzyılın başlarında bakkal dükkanlarında stok sayımı elle (manüel) iş gücü tarafından yapılıyordu, bire bir insan faktörü ile ilişkili olan bu süreç, maliyeti yüksek, yavaş, zaman alıcı, sıkıcı ve hata oranının yüksek olduğu bir süreçti. Sonuç olarak stoklar gerçeğinden çok farklı olarak hesaplanıyor gittikçe mekanize edilmiş bir sisteme ihtiyaç artıyor ve hızla karşılanması bekleniyordu. Bu ihtiyaca ilk çözüm olarak Amerika sayımları sonucunda kullanılan yöntem sayesinde geliştirilmiştir. (Shepard, 2005, s.12) Herman Hollerith nüfus sayımı verilerinin toplanmasını mekanize eden ve aynı zamanda sayım bürosunun maliyetlerini düşüren aracı, endüstriyel devrimdeki aktif mühendislerinden Jackues Jacquard'ın icat ettiği dikiş makinesini örnek alarak tasarladı. 1880 yıllarda ortaya çıkarttığı bu araç üzerinde delikleri bulunan ve her biri kimlik ile ilgili bilgileri işaret eden, sürekli form ile çalışan bir sistemdi. (Shepard, 2005, s.15-16)

1932 de Wallace Flint, hazırladığı master tezinde Jaquard tarafından tasarlanan ve Hollerith tarafından geliştirilen uygulamaya benzer bir uygulamayı perakende faaliyetleri üzerine çalışmıştı. Ülkenin bulunduğu durumundan dolayı Flint'in çalışmaları kullanılamadı ancak 1948 yıllında Bernard Silver ve Norman Woodland tarafından bu çalışmalara devam edildi. Woodland ilk olarak ultraviyole ışıkları altında görünen özel mürekkepli bir işaret kullanmayı öngördü fakat maliyeti çok yüksek ve uygulanabilirliği yoktu. Çalışmaları geliştirerek doğrusal/çizgisel (linear) barkodu ortaya çıkardı, bu barkod siyah zemin üzerine 4 beyaz çizgilerden oluşuyordu, enformasyon bu çizgilerin varlığından veya yokluğundan kodlanıyordu. Bu modelin zayıflığı tek yönden okunabilmesiydi, bundan dolayı Woodland eş merkezli daire serilerinden oluşan boğa gözü kodu (bull's eye code) olarak tanımlanan modeli geliştirdi. (Shepard, 2005, s.18-19)

1950'lerin ortasında ise dijital bilgisayarların kullanılması ile analiz ve raporlama için verileri daha hızlı ve doğru bir şekilde alabilen yöntemlerin geliştirilmesine yönelik ihtiyaçlar ortaya çıkmıştır. (Jarrett, 1990, s.8) Bu doğrultunda

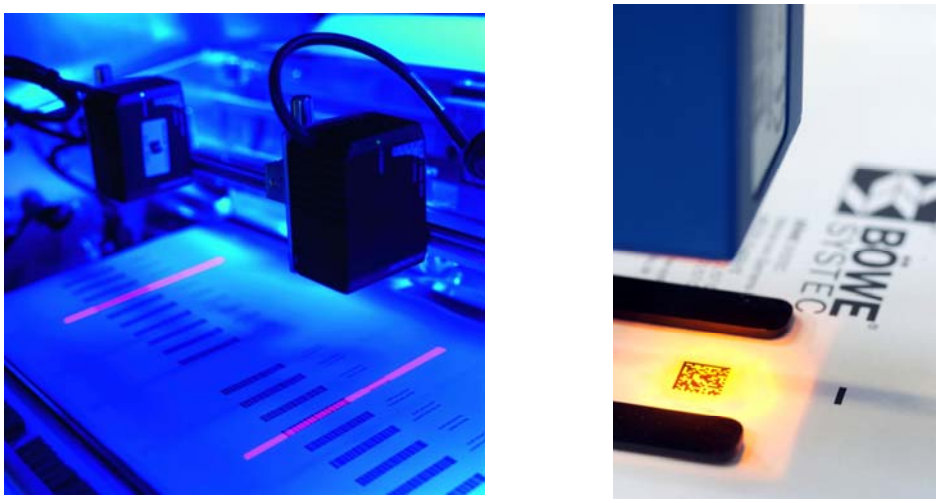
1950'lerin sonunda Amerikan Demir Yolu Kuruluşunda otomatik tanımaya dayalı ilk endüstriyel uygulama gerçekleştirildi. (Yaylı, 2004, s.10) Sylvania/GTE Applied Research Laboratuarda çalışan Collins'ın geliştirdiği bu optik tarama sistemi, yansıtıcı özelliği olmayan siyah bir zemin üzerinde yatay paralel pozisyonunda yansıtıcı özelliği bulunan mavi ve kırmızı alanlar (çizgiler) dan oluşmaktaydı. Bu barkodta araç sahibi ve seri numarası bilgileri yer alabiliyordu. (Jarrett, 1990, s.8)

Barkodun ticari anlamda ilk kullanımı 1970 yıllarında perakende sektöründe görüldü, buradaki kullanım amacı dağıtımda kolilerin izlenmesiydi. (Jarrett, 1990, s.10) Troy, Ohio da 26 Temmuz 1974 yılında perakende sektöründe barkodlu olup barkod tarayıcı ile okunup satılan ilk ürünler sakız kutuları oldular.

Sembollerin standardizasyonu barkod tarihinde büyük bir öneme sahiptir, Amerikada uygulanması için UPC sembolü 1973 yılında geliştirildi. (Jarrett, 1990, s.12) 1974 yılında Code 39 için 11 89 nolu Amerikan Askeri Standardı olarak kabul edildi. (Yaylı, 2004, s.12) 1977'de Avrupa da kullanılması için EAN sembolü geliştirildi, UPC Amerika da EAN ise Amerika dışındaki Japonya dahil, neredeyse tüm ülkelerde kullanılmaya başlandı. (Yaylı, 2004, s.13) 1982 de Savunma da 1984 te sağlık endüstrisi için standartlar geliştirildi (Jarrett, 1990, s.8)

2.3.3 Barkod Çeşitleri ve Uygulama Alanları

UPC (Universal Product Code) başlangıçta perakende endüstrisi için geliştirilmiş ve hızlıca daha geniş bir anlamda ürün tanımlanması için kullanılan bir standart haline gelerek, kabul edilen ilk barkod modeli olmuştur. (Shepard, 2005, s.26). Bunun sonucunda EAN (Europian Article Numbering System) ve JAN (Japanese Article Numbering) sistemlerin gelişmesine öncülük etmiştir.



(a) **(b)**

Şekil 8: Hareketli bantta otomatik barkod okuma
Kaynak: Böwe Ürün Bilgileri, boewe.de
* (a) Hareketli bantta linear barkod okuma, barkod okuyucuları form üzerindeki barkodları okumaktadır
* (b) Hareketli bantta 2D kod okuma



Şekil 9: El Barkod okuyucular
Kaynak: www.mobilteg.com.tr

Günümüzde beş UPC ve iki EAN tanımlama çeşitleri mevcut. UPC ve EAN sembolleri sabit boyutlu ve sadece rakamsal bilgileri içermektedirler. (Shepard, 2005, s.26).

2.3.3.1 Doğrusal (Linear) Barkod

Başarılı doğrusal barkodlardan birisi Dr. David tarafından geliştirilen ve lojistik ile savunma uygulamalarında kullanılan Kod 39 dur. Yeni barkodlara kıyasla

daha az donanımlı olmalarına karşın Kod 39 barkodu halen piyasada kullanılmaktadır. Diğer başarılı örnekler Code 128 ve Interleaved 2 of 5 barkod çeşitleridir. (Jones, ve Chung,2008, s.6)

2.3.3.2 2D Kod

2D barkodları dikey çizgilerin yerine matriks (poligonal) şekillere sahip barkodlardır. Eşsiz bir bilgi yoğunluğu ve büyük bilgi hacmi sağlamaktadırlar, dolayısıyla doğrusal barkod ile kıyasla çok daha küçük bir alanda daha çok bilgi barındırabilmektedir. Şekil 10 da görüldüğü gibi aynı bilgi 2D barkod ile çok küçük bir alan ile gösterilebiliyorken (6,77x6,77 mm lik bir alanda), doğrusal barkod ile bu bilgiyi 32,4 mm lik bir alanda sığabilmektedir.



Şekil 10: Doğrusal barkod ile 2D barkod karşılaştırılması
Kaynak: Böwe Ürün bilgileri
* Doğrusal ve 2d kod ile arasındaki boyut farkları (Örnekteki her iki barkotta aynı bilgi mevcuttur)



Şekil 11: Bazı doğrusal ve 2D barkod örnekleri
Kaynak: Böwe Satış Bilgileri

İlaç sanayisinde kullanımı konusunda Avrupa da birçok ülkede uygulanan, Türkiye de pilot çalışmalar yapılan; özellikle çok bilgi ve az yer gerektiği durumlar için tercih edilmeye başlanan bu barkod şeklidir, yakın gelecekte birçok uygulamada doğrusal barkodun yerini alacağı gözüküyor.

2.3.4 Barkod Sistemin Avantajları

Barkod bilgi kaydını hızlandırıp, zamandan tasarruf sağlayıp işlemlerin hızlı yapılmasını mümkün kılmaktadır, ayrıca barkod ile girilen veriler kesinlik ve doğruluk özelliklerine de sahip olduğundan hatalar ve onunla birlikte maliyetler azalmaktadır. (Yaylı, 2004, s.19-20)

Barkod hızı barkodun boyutuna bağlıdır. Klavye ile yapılan veri girişlerinde 1000 karakter girişinde %1 hata oranıyla ortalama 10 hata olmaktadır, barkod ile baskı çeşidine bağlı olarak 36 trilyonda bir gibi bir oran ortaya çıkmaktadır. (Yaylı, 2004, s.22) Okuma otomatik bir şekilde yapılabildiğinden işçilik gereksinimleri ve maliyetleri düşmektedir, aynı şekilde fazla eğitim veya klavye gibi yetenekler gerektirmediğinden eğitim maliyetleri de düşmektedir. (Jarrett, 1990, s.24)

Barkodun dünya çapında kullanımı için geliştirilmiş standartların var olmasından dolayı üreticinin ürettiği barkod ile ürünlerinin küresel boyutta dolaşımını ve tanımlanmasını mümkün kılmaktadır. Bu da ihracatta ve ithalatta büyük kolaylık sağlamaktadır. Stok takibinde de minimum stok seviyesinin belirlenmesi, tedarikçi ve dağıtıcı tarafından stok takiplerin yapılması gibi avantajlar sağladığından sevkiyatların kolay ve çabuk bir şekilde yapılmasını olanak kılar. (Yaylı, 2004, s.22-23)

2.4. Çipli Kartlar (Akıllı Kartlar)

Akıllı kart, ek hesaplama kapasitesine sahip kredi kartı boyutlarında plastik kart içerisinde yerleştirilmiş elektronik veri saklama sistemidir. İlk akıllı kartlar 1984 yılında ön ödemeli (pre-paid) kontörlü kartlar olarak ortaya çıkmışlardır.

Akıllı kartların en önemli özelliklerinden bir tanesi verilere ulaşımın izinsiz ve istenilmeyen şekilde yapılmasını engellenebilir ve manipülasyona karşı korunabilir olmalarıdır. Akıllı kartlar, bilgi ve finans transfer işlemlerini daha hızlı, güvenli ve düşük maliyetle gerçekleşmesini sağlarlar. Bu özelliklerinden dolayı dünya çapında alınan akıllı kartlar 1992 yılında 200 miliyon iken, 1995 yılında bu sayı 600 milyona çıkmıştır, bunların 500 milyonunu hafıza kartları 100 milyonunu mikro prosesör kartları oluşturmaktadır.



(a) **(b)** **(c)**

Şekil 12: Akıllı kart örnekleri

Kaynak: Böwe Son ürün bilgileri / boewe.de

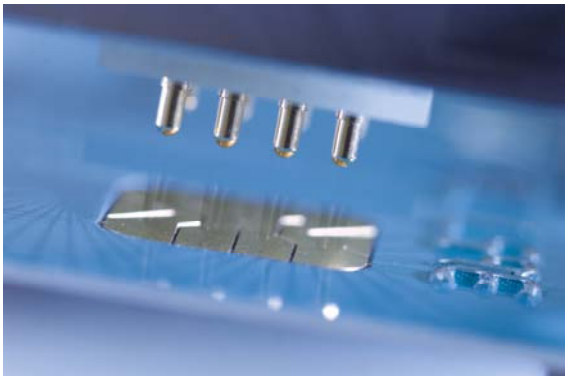
* (a) Telefon/Sim kartı örneği, (b) Kredi kartı örnekleri ve (c) Yakından kartın çip görüntüsü

Akıllı/Çipli kartların dezavantajları, yüksek çip maliyeti, kullanıma bağlı kırılma/incinme, kirlenme ve korozyon olasılığıdır. (Finkenzeller, 2003, s.5) Çipli kartlarda, mikroçip ve okuyucu arasında mekanik temas gerekmekte, zaman içindeki aşınma ve kirlenme, okuyucunun kartı tanımlanmasında sorun çıkarabilmektedir. (Üstündağ, 2008) Günümüzde kullanılan okuyucuların bakımı çok yüksek maliyetlidir, ek olarak halka açık okuyucular (telefon kulübeleri gibi) çok korunmalı değildir. (Finkenzeller, 2003, s.5)

Çipli kartların belli başlı özellikleri; okunması için temas seviyesinde yakınlık gerektirmektedir, optik açıdan okunamamaktadırlar, uygulama alanlarına bağlı olarak

şifrelenmiş özelliğine sahip olabilmektedirler, içerisinde barındırabilecekleri bilgi miktarı yüksek, bununla birlikte birçok farklı fonksiyon da işlenebilmektedir.

Çip, anten ve donanım maliyetinin yüksek olmasından dolayı çipli kartların uygulama alanları katma değeri yüksek ve sürekli kullanımın olduğu durumlar ile sınırlıdır, dolayısıyla tek veya sadece birkaç sefer kullanımlık bir işlem için çipli kartlar tercih edilmemektedir. Başlıca uygulamaları telekomünikasyon, banka/finans, ID, ulaşım gibi sektörlerde görülmektedir. Telekomünikasyon sektöründe sim kart, kontörlü telefon kartı (bunlardan çoğu yeniden doldurulabilir özelliklerdedir), banka/finans sektöründe kredi veya debit kart, ID sektöründe kimlik kartı/ehliyet vb şekillerde kullanılmaktadır. Çok fonksiyonlu uygulamalardan örnek verilecek olur ise kimlik kartı, ehliyet, sağlık sigorta, ulaşım, seyahat kartı, hem de başka fonksiyonları da tek kart içerisinde uygulamak mümkün.



Şekil 13: Çip kişiselleştirme resmi

Kaynak: Böwe Ürün bilgisi

* Kart kişiselleştirme uygulamalarından bir görüntü, kullanılan donanım; Böwe Alpha2 Kart kişiselleştirme makinesi



Şekil 14: Çipli kartın kimlik kart kullanımı

*Soldaki resimde optik kişiselleştirme (Lazer baskı, Termal baskı) uygulamaları yapılmış, sağdaki resimde hem optik hem elektriksel kişiselleştirme uygulamaları mevcut (kartın altındaki yazı lazer, kontaklı çip, sağ üst köşede gözüken RFID anten ve mikroişlemcisi)

3. TEDARİK ZİNCİRİNDE RADYO FREKANSLI TANIMLAMA SİSTEMİ

Radyo Frekanslı Tanımlama, ya da RFID, kişileri ya da nesneleri otomatik bir şekilde tanımlamak için radyo dalgaları kullanan teknolojilere verilen genel addır. Anten üzerine yerleştirilmiş mikroçip ile anten tanımlama bilgisini okuyucuya gönderir, okuyucu radyo dalgaları ile etiketten yansıyan bilgiyi dijital bilgi haline çevirir, ardından bu bilgi sonraki işlemlerde kullanılmak üzere bilgisayara iletilebilir.

Radyo Frekans Tanımlama Sistemi otomatik tanımlama sistemlerinden olup; herhangi bir ürün çeşidine eklenmiş etiketteki (giyislerde, akıllı kartlarda vd. nesnelerde) verileri, çoğunlukta kablosuz bir şekilde bilgisayar ağlarına bağlı okuyuculara iletir, buradan da kullanım ihtiyaçlarına göre verileri işleyen veritabanlarına ve yazılım uygulamalarına transfer eder. (Vimercati ve Gritzalis, Lamrinoudakis, Ascuisti, 2008, s.286)

3.1. RFID Teknolojisinin Gelişimi ve Tarihçesi

Elektromanyetik enerjinin temelleri 1800'lü yıllara dayanmaktadır, 1846 yılında İngiliz bilim adamı Michael Faraday ışık ve radyo dalgalarının elektromanyetik enerji şeklinde olduklarını belirtmiştir. James Clerk Maxwell'in elektromanyetik ile ilgili yayınladığı teoriyi 1864 yılında Alman fizikçi Heinrich Rudolf Hertz onaylamış ve elektromanyetik dalgalar ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Radyo dalga sinyallerini alıp göndermeyi başaran ilk kişi de Hertz olmuştur. Hertz'in çalışmaları Rus bilim adamı Aleksandr Popov tarafından devam edilmiş ve 1896 yılında Marconi Atlantic üzerinde ilk başarılı radyotelegraf iletişimini sağlamıştır. (Landt, 2005, s.9)

Başka bir kaynağa göre de; RFID'nin öncüsü radar olduğu belirtilmiştir, kaynağı dalgalara dayanan radar, radyo doğası üzerine çalışmalar yapan araştırmacı Heinrich Hertz tarafından keşfedildi. (Shepard, 2005, s.42) Radarın tam olarak doğmasına neden olan aslında İkinci Dünya Savaşıdır, savaşla kısa bir süre içerisinde radar birçok ülkede kullanılmaya başlandı (1939). (Shepard, 2005, s.44)

1969 yılında Mario Cardullo'nun bugün RFID dediğimiz teknoloji konusunda konsepti mevcuttu ama ancak 1973 yılında ilgili patenti alabildi. 1970'ten 1979'a kadar araçların elektronik plaka tanımlanmasından, hayvanların otomatik tanımlanmasına kadar çok farklı uygulamalar geliştirilmiştir. 1990 dan 2000 yılına kadar RFID ile ilgili 350 den fazla patent alındı ve otomatik tanımlama teknoloji laboratuarı çalışmaları lojistikte ve tedarik zinciri yönetiminde de kullanılabilecek şekilde yeni bir çağa adım atıldı. (Hedgepeth, 2007, s.4)

Tablo 1.
RFID'nin tarihsel gelişimi (on yıllık bazda)

On yıllık sürelerde RFID gelişmeleri	
Yıllar	**Gelişim**
1940-1950	Radar geliştirildi ve kullanıldı, geliştirilmesinde rol oynayan baş faktör II. Dünya Savaşı. 1948 de RFID icat edildi.
1950-1960	RFID teknolojisinin erken keşifleri, laboratuvar deneyleri.
1960-1970	RFID teorisinin geliştirilmesi. Saha uygulama denemelerin başlangıcı.
1970-1980	RFID gelişimin patlaması. RFID testleri hızlandırıldı, çok erken RFID uygulamaları.
1980-1990	RFID'nin ticari uygulamaları için ana görüşler oluşturuldu.
1990-2000	Standartlara acil ihtiyaçların doğuşu. RFID yaygın olarak yayıldı. RFID günlük hayatın bir parçası haline geldi.
2000 -	RFID patlaması devam ediyor

Kaynak: Landt, J., The History of RFID, *IEEE Potentials*, 2005, Vol. 24, 8-11

RFID'nin gelişim evreleri; uyum evresi, aktive etme evresi, endüstriyel evresi ve internet evresi şeklinde de tanımlanmaktadır.

20. yüzyılın sonunda yarı iletken fiyatların dik düşüşü ve geniş bant ağların yaygınlaşmasıyla uyum dönemi denilen evrenin oluşmasına sebebiyet verdi. Bu evrede DoD, Wal-Mart, Tesco gibi büyük perakende kuruluşları tedarikçilerden ürün paletlerini RFID ile etiketlemesini talep ettiler. Bunun sonucu olarak etiketlerin gelişmekte olan

standartlara uyumlu olmaları gerektiği şartını öne çıkmış oldu. Satın alınması beklenen, talep edilen etiketlerin hacmini karşılamak için mevcut standartları küresel boyuttaki uyuma yakınlaşmasını gerektirmekteydi, sonuç olarak bileşen maliyetlerinin azalmasına kadar varıldı. Bu evrede birçok tedarikçi RFID sistemini yüksek maliyet olarak görmektedir, dolayısıyla iç iş proseslerinde veya partnerler arası bilgi paylaşımı amacıyla kullanımlar görülmemektedir. Bunun yanı sıra etiket üretiminde hatalar olmakta ve standartlara uyumluluk henüz sağlanamamıştır.

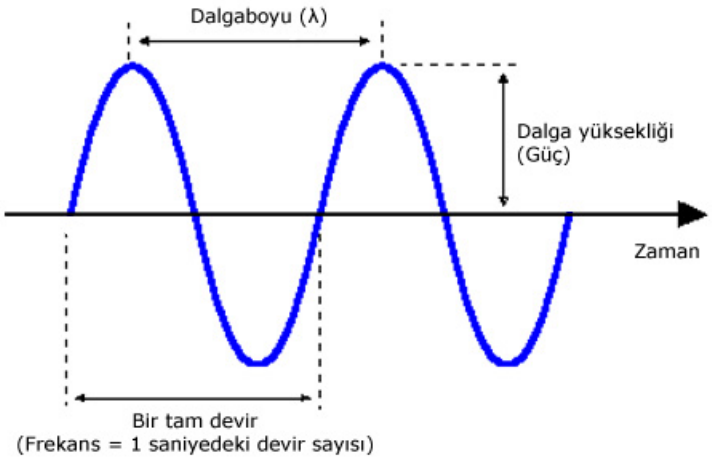
RFID etiketleri aktive etme döneminde ise standartlar daha stabilize edilmiş ürün maliyetleri daha düşürülmüştür, bununla beraber birçok kuruluş RFID uygulamalarını kendi iç proseslerinde uygulamaya başlamıştır. Dağıtım sistemlerindeki malzemelerin, varlıkların ve ürünlerin durumuna ilişkin veriler alınabildiğinden, stok takibi, lokasyon ve geçerlilik süresi ile ilgili süreçler gerçek-zamanlı takip edilmesine olanak sağlamıştır. Bu evredeki maliyetlerin sürekli düşüşünden palet bazındaki takibinden birim bazında takip geçişine olanak sağlandı.

Endüstriyel evrede RFID standartları, RFID bilgi ağları, iş anlaşmaları, kapsamlı güvenlik ve gizlilik politikaları ile sanayileri ve tedarik zincirleri yönetiminde bilgileri güvenli bir şekilde paylaşabilecekleri noktaya getirmektedir. Burada hasas bilgileri yalnızca yetkili kullanıcıların görebileceği bir durum söz konusudur. Neyin nerede ne zaman bulunduğunu bilmek kuruluşlara stok maliyeti, hırsızlık ve hata oranında düşüş sağladığı görülmüştür.

RFID teknolojisinin yaygınlaşması, daha basit yönetim şekli ile ilgili talebin artması, etiket ve donanım maliyetin düşmesi gibi unsurlar son evre olan Internet evresini tetikleyen unsurlar oldu. Bu gelişmeler sonucunda RFID teknolojisini perakende düzeyinde, çiftçilikte hatta evde de uygulanması mümkün kılınmıştır. Bu dönemde artık RFID etiketleri üretimin veya paketlemenin bir parçası haline gelecek ve üretimin ilk aşamalarında ürüne dahil edilecek hale gelecektir. Bu evrede ayrıca fiziksel nesneler de dijital tanımlama teknolojileri üzerinden internete bağlı olacakları düşünülüyor, bu da markette telefonu içeceğe yaklaştırarak içeceğin ne zaman nerede ne koşullarda üretildiği ne zaman tüketilmesi gerektiği gibi bilgilere ulaşılabilmek anlamına gelmektedir. (Bill ve Himanshu, 2006)

3.2 Radyo Frekans Terimleri/Kavramları

Dalga tanımından başlayacak olur isek; enerjiyi bir noktadan diğerine aktaran bir bozukluk olarak tanımlanabilir. Elektromanyetik dalgalar ise birçok farklı malzemelerden geçebilen, elektrik ve manyetik alanlarına sahip elektronlardan oluşmaktadırlar. Dalganın en yüksek noktasına tepe noktası en alçak noktasına da oluk denilir. Ardışık iki tepe veya oluk noktası arasındaki mesafe dalga boyunu oluşturur. Dalga boyunun bir tam salınımı çevrim olarak adlandırılmaktadır. Dalganın bir çevrimi tamamlamak için gerekli duyulan zaman da salınım periyodu olarak tanımlanmaktadır. Şekil 15'te dalga boyu ve frekansı ile ilgili çizim yer almaktadır.



Şekil 15: Dalga Boyu resmi

Kaynak: Lahiri, 2005

Saniyedeki çevrim sayısı dalganın frekansını oluşturur. Dalganın frekans birimi Alman Fizikçi Heinrich Rudolf Hertz anısına Hertz olarak kullanılmaktadır. Dalga frekansın 1 Hz olması, dalganın saniyede bir çevrim salınım yaptığını göstermektedir. Hertz frekansın değerleri; KHz-Kilohertz (1.000 Hz), MHz-Megahertz (1.000.000 Hz) veya GHz-Gigahertz (1.000.000.000 Hz) olarak kullanılmaktadır.

Radyo veya Radyo Frekans dalgaları 0.1 cm ile 1.000 km arasındaki dalga boyutlarına sahip elektromanyetik dalgalardır veya eşdeğer bir diğer tanıma göre radyo frekans dalgaları 30 Hz ten 300GHz'e kadar frekansa sahip elektromanyetik dalgalardır.

Diğer elektromanyetik dalga çeşitleri, infrared (kızılötesi), görünür ışık dalgası, ultraviyole, Gamma-ışını, x-ışını ve kozmik –ışını dır. RFID teknolojisi 30 KHz ve 5.8 GHz frekans aralığındaki radyo dalgalarını kullanmaktadır.

Radyo dalgaları içerisinde yayıldığı malzemelerden etkilenen dalga çeşitleri mevcuttur, ciddi bir miktar enerji kaybına uğratmadan radyo dalgalarının geçişini sağlayan malzemeler RF-dostu olarak adlandırılmaktadır, radyo dalga geçişine izin vermeyen, yansımasına sebep olan malzemeler de RF-Saydamsız malzemeler olarak tanımlanmaktadır. Bu malzemeler radyo dalgaların geçişine izin verirken önemli bir miktardaki enerji kaybına uğratır. Bu malzeme çeşitleri RF-emici malzemeler olarak ta adlandırılmaktadır ve bu özellik göreceli olup frekansa göre değişiklik göstermektedir. Belli frekansta RF saydamsızlık özelliği gösteren malzeme belli frekanslarda RF-dost özelliği gösterebilmektedir. (Lahiri, 2005, s.10)

3.3 Sistem Bileşenleri/ Radyo Frekans Temelleri

RFID sistemi basitçe temel üç bileşenlerden oluşmaktadır, bunlar da etiket, anten ve alıcı/okuyucu. Veriler barkod uygulamalarında olduğu gibi alınıp bilgisayar ortamında saklanmaktadırlar.

3.3.1 Etiket

RFID etiketleri aynı zamanda transponder veya daha geniş anlamda kontaksız veri taşıyıcıları olarak adlandırılmaktadır. RFID etiketleri iki ana bileşenlerinden oluşturulmuştur, anten ve EPC içeren mikroçip işlemcinden. (Kumar, 2007, s.162)

Transponder sözcüğü ingilizcede verici (transmitter) ve cevap veren (responder) kelimelerinden oluşmaktadır. Transponder/Etiket tanımlanacak nesne içinde gömülmüş veya eklenmiş/yapıştırılmış haldedir. Birçok etiketler bir bağlantı elemanı içerir böylece okuyucular ve veriyi işletecek ve saklayacak entegre devreler ile iletişim sağlayabilmektedirler. (Vimercati ve Gritzalis ve Lamrinoudakis ve Ascuisti, 2008, s.286)

İlk RFID etiketlerin boyutları neredeyse bir mikrodalga fırın boyutlarındaydı, ilk okuyucular da gene aynı şekilde ebatları büyük olup büyük antenlerden oluşmaktaydı. (Bill ve Himanshu, 2006, s.2)

RFID Etiketlerin bazı temel özellikleri aşağıdaki gibi iki gruba ayrılabilir, tüm etiketler için geçerli olması gereken özellikler ve bazı etiketlerde mümkün olabilen özellikler şeklinde.

- **Tüm etiketler için geçerli olması gereken özellikler**

Aşağıda sayılan özellikler RFID teknolojisine sahip tüm etiketlerin sahip olması gereken özelliklerdir aksi durumda uygulama başarısız olmaktadır.

-RFID etiketi ürün üzerine/içerisinde herhangi bir şekilde yapıştırılabilir/dahil edilebilir olmalıdır

-RFID etiketleri radyo frekans alanı içerisinde iletişim kurabilir, okunabilir olmalıdır.

- **Bazı etiketler için geçerli olan özellikler;**

Aşağıda yer alan özellikler tüm etiketler için geçerli olmayıp bazı etiketlerde bulunabilen özelliklerdir.

-Öldürme kodu (Kill code) özelliği; bazı etiketlerde bulunabilen öldürme kodu özelliği ile okuyucudan öldürme emrini alan etiketler ölmüş olur ve artık başka bir daha okuyucuya yanıt vermezler.

-Tek seferlik kodlama özelliği; birçok etiketlerin bilgi yüklenmesi üretimde yapılmaktadır, ancak kullanıcı tarafından yapılan kodlamalar da mevcut. Tek seferlik kodlama özelliğine sahip etiketler kodlama sonrasında içerisindeki bilgiler değiştirilememektedir, tek sefere mahsus yapılmaktadır.

-Çok seferli kodlama özelliği; Bazı etiket çeşitlerinde üzerindeki bilgi birçok kez yazılabilmektedir.

-Çarpışmaya karşı (Anti-Collision) özelliği; birbirine yakın birçok etiket bulunduğunda okuyucu hangi etiketin yanıtının bittiğini, diğerinin nerede başladığını ayırt etmesinde zorluk çekebilir, çarpışmaya karşı özelliğine sahip etiketler okuyucuya yanıt vermek için kendi sırasını beklemesini bilen etiketlerdir.

-Güvenlik ve Şifreleme; bazı etiketler şifrelenmiş iletişimlerin bulunduğu durumlara katılabilmektedir, bazıları da sadece şifreyi sunabilen okuyucuya yanıt verebilmektedir.

- Standart uyumu; etiketler birden fazla standart ile uyumluluk gösterebilir, aynı şekilde bu standartlara uyumlu okuyucular ile iletişime geçebilir; ya da sadece fiziksel karakteristikleri ile ilgili bir standard ile uyumluluk göstermektedir. (Bill ve Himanshu, 2006, s. 57)

İşlem frekansı, etiketin iletişime geçtiği veya güç sağlayabildiği elektromanyetik frekans olarak tanımlanmaktadır. RFID sistemleri acil hizmet radyoları veya televizyon yayınları gibi korunmalı diğer uygulamalar ile karışmamalıdır, onların yayınına müdahale etmemelidir. Pratikte uygulanan gerçek RFID frekansları Endüstriyel Bilimsel Tıbbi (Industrial Scientific Medical-ISM) frekansları ile sınırlıdır. Örneğin, Tablo 2 de de belirtildği gibi 135 kHz altında olan frekanslar ISM frekansları olarak sayılmamaktadır, ancak belirtilen aralıktaki sistemler genellikle güçlü manyetik alanları kullanmaktadır ve kısa aralıklarda işlem görmektedirler, bundan dolayı diğer sistemlere karışamamaktadırlar, müdahaleleri engellenmektedir. Tablo 2 de görüldüğü

gibi dört frekans aralığı belirlenmiştir, düşük frekans, yüksek frekans, çok yüksek frekans ve mikrodalga. (Bill ve Himanshu, 2006, s. 59-60)

Tablo 2. RFID Frekans aralıkları ve ISM Frekansları

Frekans Tipi	Frekans Aralığı	ISM Frekansları
LF	30-300 kHz	< 135 kHz
HF	3-30 MHz	6.78 MHz, 13.56 MHz, 27,125MHz, 40,680MHz
UHF	300 MHz-3GHz	433.920 MHz, 869 MHz, 915 MHz
Mikrodalga	>3GHz	2.45 GHz, 5.8 GHz, 24.125 GHz

Kaynak: Bill ve Himanshu, 2006, s.59

Sistemin aralığı etiket ve işletim frekansına bağlıdır. Düşük frekanslı sistemler daha düşük okuma mesafesine ve düşük sistem maliyetine sahip, yüksek frekanslı sistemler yüksek tarama hız ve mesafeye ama daha yüksek maliyete de sahiptir. (Rundh, 2008, s.98).

- **Düşük frekanslı RF sistemleri**

30 KHz ve 300 KHz arasındaki frekanslar düşük frekans olarak sayılmaktadır, Tipik düşük frekans RFID sistemi 125 KHz-134,2 KHz aralığındaki frekansları kullanmaktadır. Bu frekanstaki sistemler genellikle pasiftirler ve okuyucu ile etiket arasında düşük veri transfer oranlarına sahiptirler, ancak aktif olanlar da mevcuttur. (Lahiri, 2005) Okuma mesafesi 1-2 metre arasındadır, üretimde, montajda, lojistikte ve ulaşım kontrolde başarılı örnekleri görülmüştür. (Günther ved Kletti ve Kubach, 2008) Düşük frekanslı etiketlerin çok önemli bir özelliği metal, sıvı, kir, kar veya çamur gibi ortamlarda da çalışabilmeleridir. Düşük frekanslı etiket gelişimin olgunlaşma safhasında olmasından dolayı en geniş kullanım alana sahip olduğu ve dünya çapında kabul edildiği söylenebilmektedir. (Lahiri, 2005) Etiket maliyetleri düşüktür ve metal

malzemelerde de çalışabilmektedirler. Ancak bu etiketler çarpışmaya karşı korunamamaktadır, toplu okuma tek seferde yapılamamaktadır.

Tablo 3. Farklı RFID Frekansın okuma mesafeleri

Frekans	**Pasif etiketler için ortalama okuma mesafesi**	**Bazı uygulamaları**
LF	50 santimetre	Hayvan tanımlama ve nesnelerin yakın okuma mesafesi, yüksek su içeriği
HF	3 metre	Bina giriş kontrolü
UHF	9 metre	Kutu ve Paletler
Mikrodalga	> 10 metre	Tüm araç çeşitlerin tanımlanması

Kaynak: Bill ve Himanshu, 2006, s.60

- **Yüksek frekanslı RF sistemleri**

3MHz – 30 MHz aralığında ve genellikle 13,56 MHz frekansa sahip RFID sistemleri yüksek frekanslı sistemler olarak tanımlanmaktadır. Mevcut kullanımda bulunan yüksek frekanslı etiketler genellikle pasif etiketlerdir ve uluslar arası kabul edilmişlerdir. (RFID Resourcebook) Yüksek frekanslı RF sistemleri ince ve düşük maliyetteki okunabilir/yazılabilir etiketleri anticollizion teknolojisi ile sunar, böylece tek seferde çoklu okuma yapılabilmektedir. Ancak bu etiketler ısı koşullarına karşı dayanıklı olmayıp, metal çoğunluğu olan ortamlarda iyi çalışamamaktadırlar. (Günther ved Kletti ve Kubach, 2008, s.8-9)

Bundan sonraki frekans aralığı çok yüksek frekans olarak adlandırılmaktadır (VHF-Very High Frequence) ve 30-300MHz aralığına sahiptir. Ancak günümüzde hiçbir RFID sistemi bu aralıkta çalışmamaktadır bundan dolayı bu çeşitten bahsedilmemektedir. (Lahiri, 2005)

- **Ultra yüksek frekanslı RF sistemleri**

Ultra yüksek frekans RF sistemleri 300 MHz-1GHz frekans aralığına sahipler. Pasif UHF RFID sistemi ABD'de 915 MHz, Avrupa da 868 MHz frekans aralığında çalışmaktadır. Tipik aktif UHF RFID sistemi 315 MHz-433MHz frekans aralığında çalışmaktadır. Bu şekilde UHF sistemi hem aktive hem pasif etiketleri okuyucu ve etiket arasında hızlı veri transferi olarak kullanılmaktadır. Ancak metal ve sıvılarda zayıflılık göstermektedir, halbuki 315-433 MHz düşük frekanslarında doğru değildir.

Aktiv ultra yüksek frekans etiketlerin frekansları 868 MHz'e kadar olup, okuma mesafesi 100 metreye kadar varabilmektedir. Anticollision/çarpışma özelliğine sahip olup aynı anda 2.000 etiket okunabilmektedir. Bu etiketlerin dezavantajları olarak yüksek etiket ve okuyucu fiyatları, pil nedeniyle kaynaklanan ısı aralığındaki sınırlama sayılabilir.

Pasif Ultra Yüksek Frekans etiketlerin frekansları 868MHz'e kadar çıkmaktadır, bu etiketlerin en büyük avantajı; anticollision/çarpışma ve okuma/yazma özelliklerini barındırmalarına karşın uygun maliyete sahip olmalarıdır. Bu etiketler yapışkanlı etiket ve karton uygulamaları için daha uygundur, 6 metre uzaklığına kadar okuma mesafesine sahip olabilmektedirler. Dezavantajları olarak ısı ve metal çevrelere karşı dayanıksızlığı sayılabilir. (Günther ved Kletti ve Kubach, 2008, s.8-9)

UHF RFID sistemleri US Savunma Departmanı gibi birçok kamu ve özel, yerli ve uluslar arası perakendeciler tarafından kullanılmaya başlamasıyla berabaer geniş çapta bir gelişim söz konusu olduğu söylenebilmektedir.

- **Mikro dalga RFID frekansı**

Mikrodalga frekans aralığı 1 GHz'ten başlar. Tipik mikrodalga RFID sistemi 2.45 GHz veya 5.8 GHz frekanslarda çalışmaktadır, etiket ve okuyucu arasındaki en hızlı veri iletişimine sahiptir, ancak sıvı ve metallerde performansı düşüktür. 2.4 GHz frekans aralığı genellikle bilimde ve tıpta kullanılmaktadır, dünya çapında da kabul

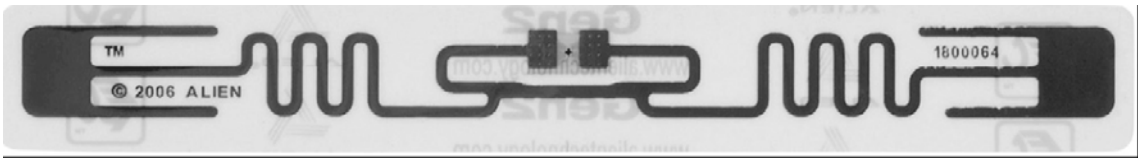
görmüştür. Uluslar arası sınırlamalarından dolayı RFID frekansların hepsi her zaman uluslar arası bir anlamda geçerli olmamaktadır.

Otomatik ödeme sistemleri için plastik kartlara yerleştirilebilir, araç anahtarlarında güvenlik için kullanılabilir, tekstil ürünleri için dikilebilir özelliğe sahip olabilir.

RFID etiketleri bilginin saklanabileceği entegre edilmiş bir devreyi içerir. Etiketler aktiv veya pasif formatta olabilirler. (Rundh, 2008, s.98) Dolayısıyla RFID etiketleri, kullandıkları enerji açısından aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılır. Pasif etiketlerin kendileri sahip olduğu bir enerji kaynağı yoktur. Okuyucunun oluşturduğu elektromanyetik alan içerisinde etiket aktive edilir ve etikette saklanan veriler okuyucuya gönderilir, ancak okuyucu ile etiket arasındaki mesafe daha azdır. Bu sınırlı aralık etiketin istenilmediği şekilde okunmasını önlemektedir, örneğin benzin istasyonun önünden geçerken ödemenin istem dışı alınması gibi durumlar olmamaktadır. (Shepard, 2005, s.57)

Pasif etiketler sadece okunabilir özelliğinden dolayı basit bir bakış açısıyla barkod gibi sayılabilirler. Düşük hafıza kapasitesi ve operasyon mesafesine sahipler ancak aktif etiketlere kıyasla daha düşük maliyetli daha dayanıklı ve küçükler. (Rundh, 2008, s.99)

Pasif etiketler pil barındırmadığından aktif etiketlere kıyasla daha küçük ve hafif boyutlarda olmaktadırlar, bazı durumlarda barkod etiketlerden bile daha hafif oldukları görülmüştür. (Myerson, 2007, s.30)



Şekil 16: Alien Technology Gen2 Pasif Etiket
Kaynak: Alien Technology www.alientechnology.com

Aktif etiketlerde etiketin kendi enerjisini üretebileceği şekilde destek bir pil bulunmaktadır. Aktif RFID etiketleri daha farklı amaçlar için de kullanılabilmektedir, örneğin bulunduğu ortamların ısısını zamana göre hafızasına alabilmektedir, bu şekilde ürünün ne kadar süre ne çeşit ortamlarda kaldığı tespit edilebilmektedir.

Aktif etiketlerde okuma-yazma özellikleri bulunabilmektedir, pasif etiketlere kıyasla daha yüksek kapasiteye ve daha yüksek okunma aralığına sahiptirler. Diğer taraftan aktif etiketler pasif etiketlere kıyasla boyut olarak daha büyük ve daha yüksek maliyetlidirler ve ömürleri daha sınırlıdır. (Rundh, 2008, s.98)

RFID etiketleri farklı uygulamalarında kullanılabilmesi için farklı şekil ve boyutlarda olabilirler. Günümüze kadar en çok kullanılan şekil disk, küçük enjeksyon-eritmeli küçük çaplı bir plastik disk. Ortasında monte edilmesini sağlayacak deliği bulunmaktadır böylece diğer palet veya ulaşım konteynerine iliştirilebilir. (Shepard, 2005, s.64)

3.3.1.1 Etiket Şekilleri

Etiketler farklı formlardadır ve genellikle uygulamaya özeldirler. Muhafaza edilme şekline göre başlıca etiket şekilleri; disk, cam muhafazalı, plastik muhafazalı, akıllı etiketler, bobin veya anahtar ve anahtarlıklar, saatler, ID formatlarında kontaksız akıllı kartlar vb. gibi ürün içerisinde gömülmüş şeklinde olabilmektedir. (Shepard, 2005, s.57)

RFID etiketlerin bulunabileceği fiziksel özellikler aşağıdaki gibi sayılmaktadır;

-PVC veya plastik düğme, disk şeklinde, bağlanması için ortası delik olan etiketler (bu etiketler daha dayanıklı olup geri dönüşümlü olarak kullanılmaktadır).

-Kredi kartı şeklinde RFID etiketleri, kontaksız akıllı kart olarak adlandırılmaktadır

-Kağıt/Etiket içerisinde yerleştirilmiş “akıllı etiket” olarak adlandırılan etiketler. Bu etiketler barkod etiketlere benzer uygulamalar için kullanılmaktadır.

-Küçük etiketler, saat, giyim vb eşyalara dahil edilebilen etiketler. Bu tür etiketler anahtarlık vb formlarda da olabilmektedir.

-Cam kapsül formatındaki etiketler ise sıvı ortamlarda da faaliyet gösterebilen etiket çeşitleridir. Özetle; disk şeklinde, cam muhafazalı, plastik muhafazalı, araç ve gaz şişesi tanımlaması için kullanılan etiketler, anahtar ve anahtarlıklar, kimlik ve kontaksı akıllı kartlar, akıllı etiketler vb formlarda RFID etiketleri mevcut. (Bill ve Himanshu, 2006, s.57)

- **Disk ve madeni para şekli**

En çok rastlanılan yapı formatı disk (coin) formatıdır, etiket enjeksiyon kalıplı 10 santimetreye varan farklı çaplarda döner bir disk formatındadır. Vidayı sıkabilmek için genellikle ortasında bir delik bulunmaktadır.



Şekil: 17 Disk etiketlerin farklı yapı format örnekleri

- **Cam muhafazalı**

Cam muhafazalı etiketler genellikle canlılarda kullanılıp hayvan derilerin içerisinde gömülüp hayvanların takibi ve tanımlanması yapılabilmektedir. Cam tüpleri 12-32 mm arasındaki boyutlarda olup üst tarafında mikroçip bulunmaktadır.





Şeki 18: Cam muhafazalı RFID örneği
* RFID etiketin sahip olabileceği küçük boyutu daha net açıklamak amacıyla pirinç taneleri ile beraber çekilmiş resim

- **Araç ve gaz şişesi tanımlaması**

Metal yüzeylerde kullanılabilmesi için özel tasarımlı etiketler kullanılmaktadır. Bu şekilde metallerin sebebiyet verebileceği enerji kaybı önlenmektedir. Şekil 19.a da RFID'nin metal uygulamasına ilişkin resim yer almaktadır.

- **Anahtar ve anahtarlıklar**

Etiketler yüksek güvenlik önlemleri amacıyla kapı kilit veya çeşitli araç anahtarlarında da kullanılmaktadır. Bunlar genellikle anahtar kösteği içerisinde gömülmüş plastik kaplamalı bir etikete bağlıdırlar. Ofis ve işyeri alanlarında ayrıca ulaşımda da çok popüler olan bir teknolojidir. Şekil 19.b'de RFID antenine sahip anahtarlıklar yer almaktadır.

- **Saatler**

Saat etiketlerin ilk yapı formatı Avusturya firması Ski-Data tarafından 1990 yılların başlangıcında kayak geçişlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Saat, anten çerçevesi üzerinde ince bir devre tabelası üzerinde basılmış olan küçük sayıdaki tomarları içermektedir.



(a) **(b)** **(c)**

Şekil 19: Farklı RFID uygulamaları
* (a) Metallerde uygulanabilen etiket örneği, (b) anahtarlık görünümlü etiketler ve (c) kapı girişinde kullanılan saat RFID örneği

- **Kimlik format, kontaksız akıllı kartlar**

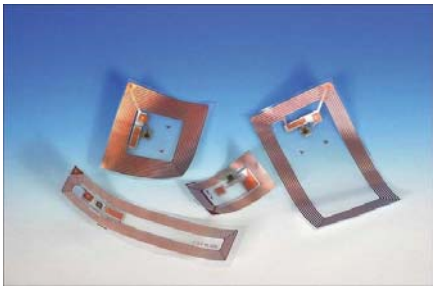
RFID sistemlerindeki kontaksız akıllı kartlar 85.72mm x 54.03mm boyutlatlarında olup, bu geniş boyutta olabilmelerinden faydalanılmaktadırlar. Kontaksız akıllı kartlar genellikle etiketin dört PVC folyoları arasında lamine edilmesinden oluşur, iki PVC katmanı arasında veya ABS enjeksyon modül prosedürü ile de oluşabilir. (RFID Handbook s.19)



Şekil 20: RFID akıllı kart örnekleri

- **Akıllı etiket**

Akıllı etiket, etiketin ince bir kağıt içerisinde gömülmesi anlamına gelir. Etiketler kendinden yapışkanlı rulolarda veya sürekli formlarda uygulanabilmektedirler, incedirler ve bavul, kutular ve birçok çeşit ürün üzerine yerleşebilirler. Yapışkan etiketin üzerine baskı yapılabildiğinden mevcut verileri etiket önünde ek bir barkod ile eşleştirmek olasıdır.



(a)



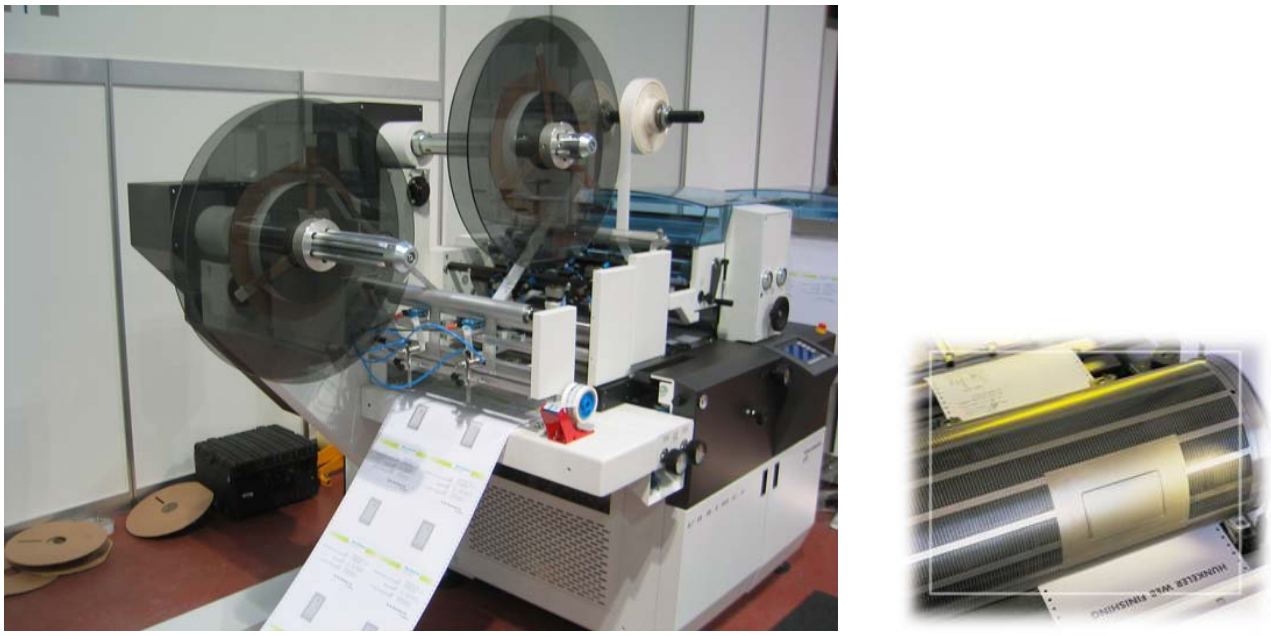
(b)

Şekil 21: Akıllı RFID etiket örnekleri
Kaynak: Hunkeler RFID Solutions
* (a) Akıllı etiket RFID Etiketleri/Antenleri, (b) RFID entegre edilmiş form

3.3.1.2 RFID Etiketin Üretimi

Günümüzde, etiketlerin nesneye yerleştirilmesi genellikle dağıtım merkezlerinde dağıtımdan önce üretimden sonra yapılmaktadır. Etiket maliyetini yükselten sebep etiketlerin yapışkanlı etiket, anti-statik/durağan olmayan kaplama sahip ve baskı yapılabilir şekle dönüşmesi gerekmesidir. (Miles ve Sarma ve Sanjay, 2008, 23) Şekil 22. de RFID antenin etiket içerisinde gömme işlemini yapan donanım mevcuttur, sürekli form prensibi ile çalışmakta ve RFID etiketlerini kişiselleştirmeye kadarki sürece hazır hale getirmektedir.

Gelecekte etiketler malzeme paketlerinde gömüleceği düşünülüyor, ancak bunun için enjeksiyon vb üretim operasyonlara ne şekilde entegre edilebilir net olarak emin olunması lazım. (Miles ve Sarma ve Sanjay, 2008, 23)



(a) (b)

Şekil 22: RFID etiket üretimi
Kaynak: Hunkeler RFID Solutions /www.hunkeler.ch
* (a), (b) RFID anteni yapışkanlı form etiket içerisinde gömülmesini sağlayan sistem. Marka: Hunkeler, (b)

3.3.2 Okuyucu

Okuyucu, etiketler ile iletişim sağlayabilen ve etiketleri okuyup yazabilen özelliklere sahip bir araçtır. Okuyucu, bir anteni ve verileri işlemek için kontrol ünitesini içerir, etiketi tanımlamak ve verileri merkez sisteme transfer etmek için iletişim ağına bağlı dır.

RFID etiketleri ile doğrudan iletişimde olan araçlardır, birçok durumda okuyucu, bazı durumlarda da yazıcı fonksiyonu da görebilmektedirler. Ek olarak okuma işlemlerini filtreleme, RFID etiketleri geçici (kilitleme ile) veya kalıcı olarak (kill) kilitleme fonsiyonları da sağlayabilirler. (Günther ve Kletti ve Wolfhard, 2008, s.7)

Etiketleri yönetmek için okuyucular seçme (select), stok (inventory) ve giriş (Access) komutlarını kullanmaktadırlar. Seçme komutu ile hangi grup etiketlerin cevap vermesi gerektiği belirlenir. Stok komutu ile belirli bir grupta yer alan etiketlerin ayrıştırılması ve tekil numara bilgilerinin tanınması sağlanır. Giriş komutu, belirli bir etiketin üzerinde işlem yapılmasını sağlar. Giriş komutuna bağlı "oku", "yaz", "öldür" ve "şifrele" olmak üzere dört temel komut ile etiketin üzerinde farklı işlemler gerçekleştirilebilir. (Üstündağ, 2008, s.26)



Şekil 23: Mobil RFID Okuyucu
Kaynak: allientechnologies.com
***Mağaza ürün sayımlarında kullanılan okuyuculardan bir örnek

Okuyucular, elde taşınabilir, araca monte edilmiş, sabit bir yerde monte edilmiş ve karma/hybrid olarak dört çeşide ayrılabilir. İlk üç okuyucu aktif veya pasif etiketlerin okunması için kullanılmaktadır, karma okuyucular ise aktif etiketi okumasından sonra pasif etiketi okumaya geçebilir ve tersi de mümkündür. El ve karma okuyucular sabit okuyuculara kıyasla daha yüksek maliyete sahiptir. Pasif okuyucular açık olduklarında radyo frekans alan yaymaktadırlar, ortamda pasif etiket bulunması durumunda zaten içinde enerji barındırmayan bu etiketler okuyucunun yaymış olduğu radyo frekans alanından kendi enerjisini çekerek aktive olmaktadır.(Myerson, 2007, s30) Aktif etiketler enerjileri ile okuyucu alanına girerler, okuyucu okuma moduna geçer ve etiketi sorgular. Elde taşınabilir okuyuculardan bazı mobil okuyucular ve el terminalleri resimleri Şekil 24 te yer almaktadır.



(a) **(b)** **(c)** **(d)**

Şekil 24: RFID Okuyucular
Kaynaklar: www.rfidtagsource.com, www.barcoding.com
* (a) El Terminal okuyucusu, (b) Sabit okuyucu, (c) El barkod ve RFID okuyucusu, (d) Bluetooth okuyucusu

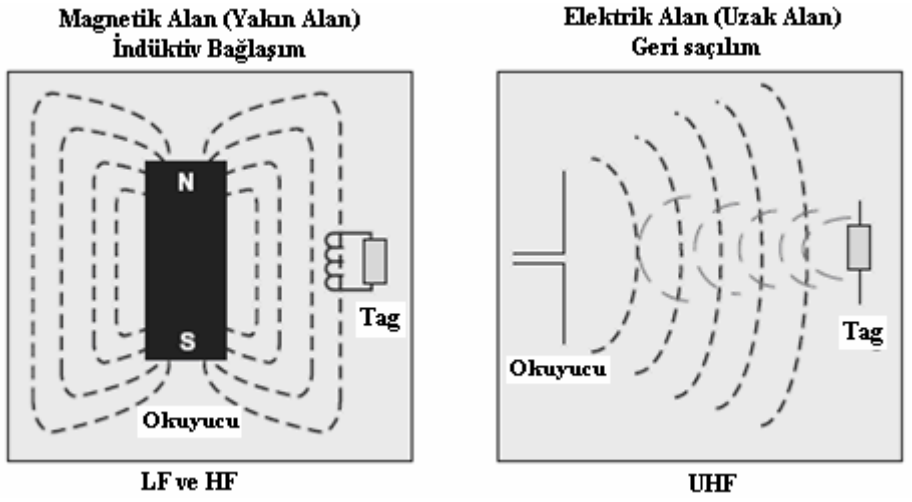
Günümüzdeki okuyucuların çoğu genel kapsamlı okuyucular olup, “tek boyut hepsine uygundur” paradigmasına sahipler. Bu bir dezavantaj olarak yorumlanmalıdır çünkü okuyucular bilinmeyen fonksiyonlara hizmet edecek gerekli gereksiz birçok özellikler ile donatılmıştır, maliyetinin yüksek olmasının bir nedeni de bundan kaynaklanmaktadır. (Miles ve Sarma ve Sanjay, 2008, s.24)

3.3.3 Anten

"RFID Antenler, elektromanyetik dalgaları bir sistemden alıp çevreye veren ya da çevresindeki elektromanyetik dalgalardan aldığı işaretlerle bir sistemi besleyen kablosuz haberleşme sistemlerinin performanslarını artırmak için kullanılan teknolojik cihazlardır." (Yüksel ve Zaim, 2009) Anten hem alıcı hem de verici olarak fonksiyon görebilmektedir, her iki fonksiyona sahip antenler de mevcuttur.

Anten, manyetik alan oluşturarak manyetik etiketi aktifleştirir ve etiket ile iletişimi sağlar. (Rundh, 2008)

Radyo dalgasının antenden yayılma şekli anten polarizasyonu olarak açıklanmaktadır . (Üstündağ, 2008, s.29) Düzlem ve dairesel yayınım olmak üzere iki çeşittir. Düzlem yayınım anteni, yalnız bir hedefe odaklandığından daha uzak okuma mesafesine sahiptir, dairesel yayınım ise okuyucunun ürettiği UHF enerjiyi eşit bir şekilde dağıtır ve o çevrede bulunan tüm etiketlerin okunması sağlanır.



Şekil 25: RFID polarizasyonu
Kaynak: Yüksel ve Zaim, 2009, s.

Anten okuyucular arasında ve okuyucu ile etiket arasında iletişimi sağlamaktadırlar ve bu iletişimde bulunmalaru için aynı polarizasyona sahip olmaları gerekmektedir, aksi durumda sinyal ve okuma mesafesi kaybına sebebiyet olabilmektedir. (Yüksel ve Zaim, 2009)

3.3.4 Yazıcı

RFID yazıcı, akıllı etiketlerde bulunan RFID çiplerine bilgi yazmak üzere özel olarak tasarlanmış etiket yazıcısıdır. Yazıcı, çipi test eder; çipin üzerine yazar; daha sonra da, barkod ve diğer verileri içeren etiketi basar. Yazıcının hareketli süreçlerde (örn. Konveyör sistemleri) adapte edilmesi için otomatik etiketleme otomasyon sistemleri kullanılmaktadır.



Şekil 26: RFID Yazıcı örneği

Kaynak: www.imsrfid.com

3.3.5 Yazılım

Etiket ile okuyucu arasındaki iletişimi sağlayan; etiket okuma/yazma, belirli bir zaman aralığında çok sayıda etiketin okunması, hatalı verinin tespiti veya düzeltilmesi ile okuyucu-etiket arasında güvenlik amaçlı doğrulama işlemlerini gerçekleştiren yazılım sistem yazılımı olarak tanımlanmaktadır. Genelde sistem yazılımları, RFID donanımı içinde hazır bulunmaktadır. (Üstündağ, 2008, s.31)

Ara katman yazılımı okuyucu, etiket, yazıcı vb. cihazlardan gelen verileri yöneterek ağ içerisinde veri tabanı sistemlerine aktarır ve sistem içerisinde veri akışını yönetir. Veri toplama, dönüştürme, birleştirme, kümeleme, filtreleme, izleme okuyucu keşfi, cihaz entegrasyonu ve kontrolü, ön tedarik hazırlığı, yönetim ve analiz işlemlerini gerçekleştirebilir, ağ içerisinde seçilerek iletilir ve gerçek zamanlı olarak yönetilebilir. (Yüksel ve Zaim, 2009)

Ara katman yazılımı RFID donanımları ile kaynak planlama, tedearik zinciri gibi uygulama yazılımları arasındaki bağlantıyı sağlar. (Üstündağ, 2008, s.32)

3.3.6 Standartlar

RFID teknolojisi anlatılırken standartlar olmaz olmazları oluşturmaktadır, standartların gerekliliği de devamındaki gibi açıklanabilir; Hata ve eksikliklere eğilimli sıfırdan uygun bir sistem oluşturmak için kaynakları harcamak yerine, standartlar uygun olup ve birçok kez tekrarlanmış ve geliştirilmiş çözümü üretebilmektedir bu da iyi tanımlanmış, dayanıklı, denenmiş, gerçek uygulamalarda test edilmiş bir çözüm üretmemizi sağlar. Buna istinaden standartların kullanılmasıyla daha az kaynak ve efor harcanarak bir çözümü diğer sistemler ile entegre edilmesi de mümkün olmaktadır.

RFID ile ilgili dünyada birçok organizasyondan farklı standartlar geliştirilmiştir. Standartların doğasının değişmesinden dolayı durağan/statik bir anlatım yapılması mümkün olmamaktadır, yayından önce bile güncelliğini kaybedebilmektedirler.

Bazı RFID uygulamaları tek kuruma ait prosedür ve sistemleri ile çalışmaları gerekirken bazı uygulamalarda enformasyonu partnerlerin küresel konsorosyumu ile paylaşmaları gerekmektedir. Nerede olduğundan bağımsız bu yelpazede bir bireysel uygulama düştüğünde/başarısız olduğunda, standartlar o uygulama için etiketlerin seçimini etkileyecektir. Büyük hacimli veya seri üretim için belli bir standart ile etiketleri üretmek maliyeti düşürmektedir, ilerde de daha basitçe tasarlanabilmektedir.

RFID sistemleri ile ilgili standartları veya ilgili fonksiyon kurallarını oluşturan kuruluş listesi aşağıda yer almaktadır, bunlardan önemli olan birkaçına daha detaylı değinilecektir.

•ANSI (American National Standards Institute)- Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü

•AIAG (Automotive Industry Action Group)- Otomotiv Endüstrisi Aksiyon Grubu

•EAN.UCC (European Article Numbering Association International, Uniform Code Council) -

•EPCglobal

•ISO (International Organization for Standardization)- Uluslar arası Standart Organizasyonu

•CEN (Comité Européen Normalisation (European Committee for Standardization))- Avrupa standardizasyon komitesi

•ETSI (European Telecommunications Standards Institute)- Avrupa Telekomünikasyon Standart Enstitüsü

•ERO (European Radiocommunications Office)- Avrupa Radyokomünikasyon Ofisi

•UPU (Universal Postal Union)- Evrensel Posta Birliği

•ASTM (American Society for Testing and Materials)- Amerika Test ve Malzeme Topluluğu

Yüksek frekans için tamamlanmış Standard ISO 14443 ve ISO 15693. Ultra yüksek frekans için çalışmalara devam eden standart ISO 18000 ve EPC Sınıf 0, Sınıf1 ve Gen2 olarak belirlenmiştir. (Ünlü, 2007, s.85)

3.3.6.1 ANSI Standardı

ANSI, ABD gönüllü standardizasyon ve uygunluk değerlendirme sistemi yönetiminde herhangi bir kazanç hedeflemeyen özel bir kuruluştur. Kuruluşun misyonu gönüllü uzlaşma standartlar ve uygunluk değerlendirme sistemlerini teşvik ederek ABD iş ve ticaretin küresel rekabet gücünü ve yaşam kalitesini artırmak ve kendi bütünlüğünü korumak.

3.3.6.2 AIAG

Kar amacı gütmeyen AIAG kuruluşun ana amacı otomotiv tedarik zincirinde maliyetleri ve karmaşıklığı düşürmek ve piyasa hızını, ürün kalitesini, işçi sağlık ve güvenliğini ve çevreyi geliştirmek.

3.2.6.3 EAN.UCC Standardı

EAN * UCC Sistemi co-Uniform Code Council, Inc ve GS1 (eski adı EAN International) tarafından yönetilmektedir. EAN * UCC Sistemi, tanımlama numaraları, EDI işlem setleri, XML şemaları ve daha verimli iş süreçleri sağlayan diğer tedarik zinciri çözümlerin standartlaşmasını sağlar. Günümüzde EAN*UCC standartlarını kullanan 155 ülkede milyonlarca üye kuruluş bulunmaktadır, bunlar da günde 5 milyara yakın işlem anlamına gelmektedir.

EAN * UCC Sistemi tarafından sunulan tedarik zinciri çözümleri, küresel eşsiz/tekil benzersiz kimlik/tanımlama kodlarını, veri iletişim aracını, elektronik ticaretini ve iletişim standartlarını içerir.

3.2.6.4 EPCglobal

EPCglobal, Inc UCC ve EAN International arasında ortak girişimdir. EPCglobal'ın amacı, Elektronik Ürün Kodu (EPC) ve EPCglobal Ağı tasarlamak, kurmak ve uygulamak için dünya çapında geçerli olacak standartları oluşturmaktır.

EPC Global RFID ve EPC teknolojilerini birleştiren yeni bir küresel standartlar sistemidir. Dünyada en yaygın kullanılan tedarik zinciri standardı GS1 sisteminin bir parçasıdır. TOBB bünyesindeki GS1 Türkiye ülkemizde GS1 sistemleri konusunda tek yetkili merkezdir.

EPCglobal Ağı otomatik, gerçek zamanlı tanımlama işletmenin hem içinde hem dışında öğeye ait akıllı veri paylaşımı sağlayan teknoloji toplamıdır. EPC global Ağı beş temel teknoloji bileşeninden oluşur, bunlar da;

• Elektronik Ürün Kodu (Electronic Product Code- EPC)

•Veri-toplama donanımı (Data-collection hardware)- EPC etiket ve okuyucuları içeren veri toplama donanımı. ID Sistemi olarak ta tanımlanmaktadır.

•EPCglobal middleware.

•Keşif Hizmetleri- (Discovery Services-DS) –Nesne isimlendirme hizmetinden oluşmaktadır. Object Naming Service (ONS)

• EPC Enformasyon Hizmetleri (EPC Information Services-EPCIS)

Buna göre EPCglobal Ağı "eşitliği" aşağıdaki gibi özetlenebilir;

EPCglobal Ağı = ID Sistemi + EPC + Middleware + DS + EPCIS (1.1)

- **Elektronik Ürün Kodu (Electronic Product Code (EPC)**

Elektronik Ürün Kodu (EPC) tedarik zincirinde herhangi bir öğeyi kişisel olarak tanımlayabilen lisans-plaka tipi tanımlamadır. Bu son derecede büyük miktarlardaki benzersiz/kişisel/(unique) tanımlayıcıları oluşturabilen basit ve kompakt bir şemadır. Aynı zamanda farklı mirasi kodlarda ve standartlarda da düzeni sağlayabilmektedir. EPC kodu; kullanılan EPC çeşidini içeren başlık, üretici adını veya alanı tanımlayan yönetici numarası, etiketlenmiş nesnenin sınıf çeşidini temsil eden nesne sınıfı ve nesnenin kişisel seri numarası gibi ürünle ilgili değişik tanımlamaları için kullanılabilir. En çok kullanılan EPC boyutları 64 bit ve 96 bit (tedarik zinciri operasyonlarında 96 bit kullanılır) tir, 128 bit boyutları piyasada yer yer kullanılmaya başlandı, 256 bit boyutundaki ise henüz prototip aşamasındadır.

96 bit kullanarak 80.000 trilyon trilyon hepsi birbirinden farklı tekil/eşsiz numaralar oluşturulabilir bu da 268 milyon firma için her birinin 16 milyon nesne sınıflandırması yapıp ve her nesne sınıfı için 68 bilyon tekil seri numaraları sunabilmektedir.

- **EPC Sınıf Etiketi**

EPCglobal farklı fiyat noktalarında geniş bir araç yelpazesi sunmak için EPC RFID etiketleri Sınıf 0,/Sınıf 1, Sınıf 2, Sınıf 3, Sınıf 4 olarak dört sınıf tanımlamıştır.

Sınıf 0 + ve Sınıf 1 etiketleri kullanma aşamasında müşteri tarafından veri yazmasına izin veren WORM etiketleridir. Sınıf0 UHF 900 MHz Sınıf 1 ise hem UHF (860–930 MHz) hem de HF (13.56 MHz) frekansına sahip olabilmektedir.

Tablo 4
EPC Global Sınıfları

EPC Global 'Sınıfları'		
EPC Sınıfı	**Açıklama**	**Programlama**
Sınıf 0	"Yalnız okuma" pasif taglar	Yarı iletken üretim işleminin bir parçası olarak programlanır
Sınıf 1	"Bir defa yazma, çoklu okuma" pasif tagları	Müşteri tarafından 1 defa programlanır sonra kilitlenir
Sınıf 1 – Nesil 2	**Küresel birlikte çalışabilirlik, çoklu okuma/yazma ve arttırılmış veri iletim hızı sağlar**	**Bir çok defa programlanabilir**
Sınıf 2	Tekrar yazılabilir pasif taglar	Bir çok defa programlanabilir
Sınıf 3	Yarı pasif taglar	
Sınıf 4	Aktif taglar	
Sınıf 5	Okuyucular	Mümkün değil

Kaynak: By Bill Glover, Himanshu Bhatt s.72

UHF Nesil 2 etiketi (genellikle EPC Gen 2 olarak adlandırılan veya sadece Gen 2 etiketi) EPC WORM etiketlerinin yeni nesli olup, Sınıf 0 ve Sınıf 1 etiketlerin yerini alacak UHF Nesil 2 Vakfı Protokolüne dayanmaktadır. Gen 2 etiket UHF (860-930 MHz) için tanımlanmış, 96 bit EPC veri için ayrılmış ve hata düzeltme ve öldürmek komut için 32 bit ile 128-bit RW etiketi oluşur.

EPC Sınıf 2 etiketi pasif etiket olup, 224 bit kapasitesine sahiptir, Sınıf0 ve Sınıf1 den sonra en düşük maliyete sahip etiketlerdir.

EPC Sınıf 3 etiketleri aktif etiketlerdir, maliyet açısından Sınıf 2 etiketlerden sonra gelirler.

EPC Sınıf 4 etiketleri yüksek kapasiteli aktif etiketleridir. En düşük okuma mesafesi 90 metre civarındadır. Maliyeti en yüksek etiket çeşitleridir.

Tablo 5.
Gen2 Gereksinimleri ve özellikleri

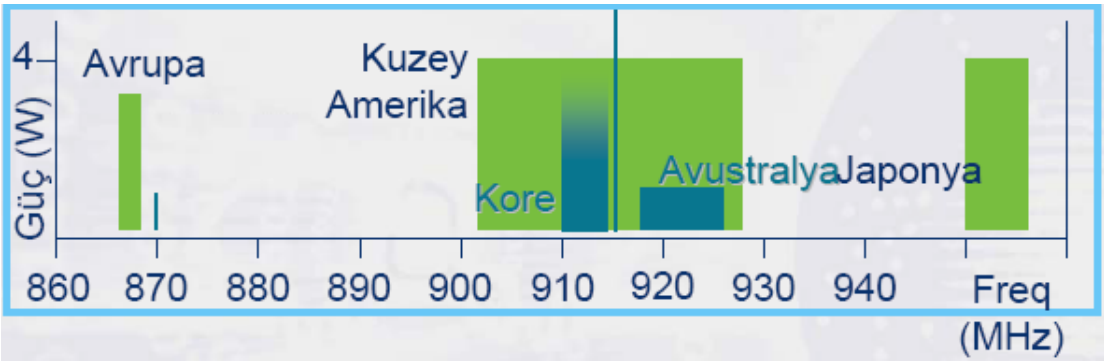
Gereksinim / Özellik	Gen2 yetisi
Küresel düzenleme uyumluluğu	Avrupa, Kuzey Amerika, diğerleri
Bellek Erişim Kontrolü	32-bit erişim şifresi, bellek kilitleme
Hızlı okuma	> 1000 etiket/sn
Yoğun-okuyucu çalışması	Yoğun-okuyucu çalışma modu/kipi
Öldürme ? (kill) güvenliği	32-bit kill password
Bellek yazım yetisi	> 7 etiket/sn yazım hızı
Düşük maliyet	Çoğul Satıcı mevcut
Endüstri sertifika planı	EPCglobal™ sertifikası
Sertifikalı Ürünler	Alien,Intermec,Symbol, Impinj,AWID,Philips……

Kaynak: TOBB Sunum 7. Slayt

EPC Sınıf-1 Nesil-2 UHF RFID Protokolü, Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (ETSI) EN 302 208 standardı olarak kabul edilmiştir. Aynı protoko, 11 Temmuz 2006'da uluslar arası Standardizasyon Teşkilatının ISO/IEC 18000-6C standardında da kabul edilmiştir.

Ülkemizdeki EPC Global çözüm ortağı üyeleri, Siemens, Philips, IBM, Oracle, Intermec, STS Emniyet ve Bilişim, Alvin Bilişim, Altis Teknoloji. Üyelik işlemlerini gerçekleştirerek TOBB-GS1 Türkiye EPC Global son kullanıcı üyeliğin sunmuş olduğu avantajlardan yararlanmaya başlayan ilk firma Tema Mağazacılık Hizmetleri Tic. A.Ş. olmuştur (10.06.2008)

Tablo 6
Ülkelere göre EPC frekans dağılımı



Kaynak: TOBB, 8. Sayfa

Ülkelere göre EPC frekans dağılımına bakıldığında; Amerika'da 902-928 MHz, Japonya'da 952-955MHz kullanılmaktadır. Avrupa için ise Class 1 Gen 2 protokolünde 865.6-867.6 MHz aralığı belirlenmiştir.

3.3.6.5 ISO Standartları

ISO 146 ülkenin oluşturduğu bir ulusal standart enstitüleri ağı olup, ülke başına 1 üye temeline dayanır, sistemi koordine eden Merkez Sekreterliği Cenevre, İsviçre de bulunmaktadır. ISO bir sivil toplum örgütüdür.

3.3.7 Güvenlik ve Gizlilik

Tedarik zincirinde RFID altyapılarının çerçevesi üretici, dağıtıcı ve zincirin içerisinde internet üzerinden haberleşme ve veri iletimde bulunmaları için yetki verilen diğer tüm ticari partnerleri içerdiğinden çok büyüktür. Ticari partnerler dijital sertifika onaylamalarından geçmelerine rağmen internetten gönderildiğinde tüm transaksyonlar ve veriler enkripte /şifrelenmiş edilmiş olması gerekir. (Miles, ve Sarma ve Williams, 2008, s.21)

Kodlama, dijital veriyi temsil etmek için etiket ve okuyucunun analog taşıyıcıdaki değişiklikleri yorumlayan yolu belirler. Böylece, kodlama gönderici ve alıcı arasında bir anlaşma olup, şifrelenmiş değişikliklerin ne anlama geldiğini içermektedir. (Bill ve Himanshu, 2006, s.61)

EPC GenII kriptografiyi desteklememektedir ve birkaç mevcut ürünlerinde kriptografik fonksiyonlar bulunmaktadır. Günümüzde tüm ulaşım kontrolleri şifrelenmiştir, şifreler zor yönetilmektedir, halka açılan şifreler geri alınamaz ve geçiş için şifreler tanımlı olduklarından şifre ye dayalı güvenlik garanti olamamaktadır. Şampuan vb. tüketim malzemeleri uygulamaları için bu bir sorun oluşturmamaktadır ama daha dayanıklı bir senaryo için güvenliğin gerekli olduğu RFID teknolojisi uygulamaları istenilmektedir.

Feldhofer ve Poschman tarafından Geliştirilmiş Şifreleme Standardı (AES) ve Dijital Şifreleme Standardı (DES) birçok güvenlik sorununu ortadan kaldırmaktadır. Bu anahtar özellikleri kullanarak aşağıdaki özelliklere sahip yeni RFID etiketler üretilebilir:

- Etiket authentication/doğrulama- Okuyucu, etiketin gerçekten istenilen etiket olup olmadığını kontrol edebilir, bu sayede sahteciliğe karşı savaşan hızlı bir onaylama sağlanmış olur.

- Okuyucu authentication/doğrulama- Etiket, okuyucunun gerçekten istenilen okuyucu olup olmadığını kontrol edebilir, bu sayede etiketler ayrım gözetmeyen durumunda olma sorunundan kurtulmuş olacaklar, kendi kimliklerini tanımada yetkilendirilmiş okuyuculara kendi kimlikleri ile yanıt verirler.

Duruma-dayanan güvenlik-Foley, kaybolabileceği şifrelerin bulunmadığı bir güvenlik sisteminden bahsediyor, etiketler komuta için sınırlı bir periyot için açık kalması mantığına dayanmaktadır. Bu daha sonra etiketleri yasa dışı operasyonlardan koruyacaktır. (Miles, ve Sarma ve Williams, 2008, s.21)

RFID güvenlilik stratejisi belirlenirken, üst yönetimin sadece kendi ülkelerinde değil ticari partnerlerin ülkelerindeki kanunları, düzenleri ve diğer konuları da çok iyi anlamaları gerekmektedir. (Myerson, 2007, s.165)

3.3.8 RFID Teknolojisine Tehditler

Pasif RFID etiketleri düşük işletim hızı ve hafızası dolayısıyla içerisindeki bilgi değiştirilmeye, kanunsuz olarak elde edilmeye, bozulmaya ve silmeye karşı savunmasızdır/kırılgandır. (Myerson, 2007, s.170)

RFID altyapısına ait saldırılar/tehditlerin başına özellikle uzaktan okunabilme özelliğinden kaynaklanabilen izinsiz olarak etiket içerisindeki bilginin okunması/silinmesi/değiştirilmesi ve orada alınan bilgilerin başka amaçlar ile kullanılması geliyor. Örnek olarak kimlik verilecek olur ise, kimlik kartının içerisinde RFID anteni yer aldığı var sayılırsa, oradaki bilgilerin (kişinin kişisel bilgileri, parmak izi, bazı durumlarda göz retinası bilgileri de dahil olmak üzere birçok gizli ve özel bilgiler) izinsiz olarak elde edilmesi ve bunların başka yerde kullanılması (o kişi yerine işlem görmek vb.) büyük bir tehdit olduğu görülmektedir. Ancak bu tehditlere karşı da çeşitli savunma ve güvenlik mekanizmaları geliştirilmiştir, çip kart benzerinde olduğu gibi çok kullanılan kriptolama, şifreleme vb metotlar mevcut. Bu metotlar ile yüksek derecede RFID etiketi içerisindeki bilgiler korunmakta ve ancak güvenli ve şifreleri çözebilen bir okuyucu ile temasa geçildiğinde bilgilerin okunması sağlanmaktadır.

3.4 RFID'nin Çalışma Prensibi

RFID, mikroçip ve antenden oluşan bir etiketi ve antenli okuyucuyu içerir. Ürün, paket veya tanımlanmak istenen herhangi bir nesne üzerine etiket yerleştirilmektedir. (uygulamaya bağlı olarak yapıştırılmaktadır veya farklı bir şekilde nesneden ayrılamayacağı/düşmeyeceği şekilde eklenmektedir.) (RFID Metrics s. 10) Etiket ile ilgili tekil/(nesneye özel kod) veriler bu etikette saklanmıştır. (Lahiri, 2005)

Bu etiket kendisi gibi anten içeren okuyucu ile iletişime geçmektedir. Okuyucu elektromanyetik dalgalar yayarak RFID etiketini etkileyen manyetik alan oluşturmaktadır. Pasif etiket okuyucunun enerjisinden yararlanarak mikroçip devresine güç gönderir, çip bu dalgaları modüle eder ve okuyucuya geri gönderir, okuyucu da bu yeni dalgaları dijital verilere dönüştürür. Okuyucu etiket verilerini tefsir eder ve bu

verileri seri bağlantı gibi uygun iletişim kanalı aracılığıyla bilgisayarda çalışmakta olan uygulama yazılımına ağ aktarır. (Lahiri, 2005) Bilgisayar ara yazılımı da bu verileri tefsir etmede kullanılmaktadır. Bu uygulama tekil verileri nesne tanımlamada kullanabilmektedir ayrıca veritabanında nesnenin bulunduğu yer ile ilgili bilgilerini güncelleyebilir, kattaki personele uyarı gönderebilir veya çift okuma durumlarda tamamen reddedebilir. (Lahiri, 2005) Bu veriler daha sonra işlenmek veya başka envanter yazılım sistemi ya da analiz sistemleri ile iletişime geçmek için bilgisayar hafızasında/belleğinde saklanır. (RFID Metrics s. 10)

Bu tanımlardan anlaşılacağı gibi RFID aynı zamanda veri-toplama teknolojisidir, ayrıca barkod gibi geleneksel veri toplama teknolojilerinden üstünlükleri de bulunmaktadır.

3.5 Otomatik Tanımlama Sistemlerinin Birbiriyle Genel Kıyaslanması

Buraya kadar ki kısımda barkod, OCR, biyometrikler, çipli (kontaklı) kart ve RFID otomatik tanımlama sistemlerinden bahsedilmiştir, bu bölümde belirtilen otomatik tanımlama sistemlerin birbiri ile kıyaslaması yapılarak, avantajları ve dezavantajları incelenmiştir. Devamında sırasıyla RFID teknolojisine kullanım açısından çok benzeyen barkod ve yapı açısından RFID teknolojisine en çok benzeyen kontaklı çip ile kıyaslanması yapılacaktır. Sonraki kısımda ise tüm sistemlerin teknik özelliklerinin kıyaslanmasının yapıldığı tablo yer almaktadır.

3.5.1 OCR Tanımlama Teknolojisi Barkod Teknolojisi ile Farklılıkları

OCR teknolojisinin barkod kıyasla dezavantajlarına gelince, esnekliği düşüktür, daha yakın mesafeden ve daha sabit okuma gerektirir, bu da maliyeti artırır. (Yaylı, 2004, s.10-11). OCR en ufak lekelerden etkilenmektedir, hareketli bantlarda vb. dinamik yerlerde kullanılamamaktadır, ilk seferde okuma oranı düşük, hata oranı yüksek dolayısıyla prosesi yavaşlatmakta ve kullanıcılar tarafından kabullenirliği zorlamaktadır. OCR kıyasla barkod daha düşük hata oranına sahiptir ayrıca OCR ile

mümkün olmayan bir özellik olan barkod etiketlerin kontaksız araçlar tarafından da okunabilmesidir. Barkod etiketlerin tek boyutlu olması baskı hatalarından ve fiziksel bozukluklarından etkilenme oranı çok düşüktür, içerisinde barındıracağı bilgi daha yüksektir ve barkod okunması için kullanılan ekipmanlar/donanımlar daha düşük maliyetlidir. (Jarrett, 1990, s.17-18)

3.5.2 Barkod Teknolojisinin RFID Teknolojisi ile Kıyaslanması

RFID etiketlerinin barkod ile yapı anlamda başlıca fark etiketin içerisinde gömülü radyo-gücüne sahip mikroçip bulunmaktadır, barkod etiketleri ise farklı kalınlık ve siyah çizgilerden oluşan kağıt parçalarıdır. (Myerson, 2007, s.2)

RFID, okuyucunun okuyabildiği alan içerisinde bulunduğu sürece bağımsız olarak herhangi bir yerde yerleştirilebilinir, bu da paket yönünün önemsiz olduğunu gösterir. Barkodda ise okuma sağlanması için okuyucu ile belirli açıda ve mesafede bulunması gerekmektedir. Bu özellik sayesinde RFID kullanıldığı durumlarda personelin ürünleri doğru yöne çevirmesi esnasında oluşacak maliyet ortadan kalkmaktadır.

RFID etiketleri kire, sıcaklığa, boyalara, kimyasal çözücülere, mide asidine vb. faktörlere karşı dayanıklıdırlar, barkod ise bu tür faktörler ile karşı karşıya kalındığında okunamaz duruma gelmektedir.

RFID etiketleri, barkod etiketlerinin yaptığı gibi sadece arza bağlı enformasyonu iletmekle kalmazlar, enformasyonu toplayabilmekte ve daha sonra izlenebilmesi için saklayabilmektedirler. (Shepard, 2005, s.131)

Tablo 7
RFID ve Barkod Karşılaştırma Tablosu

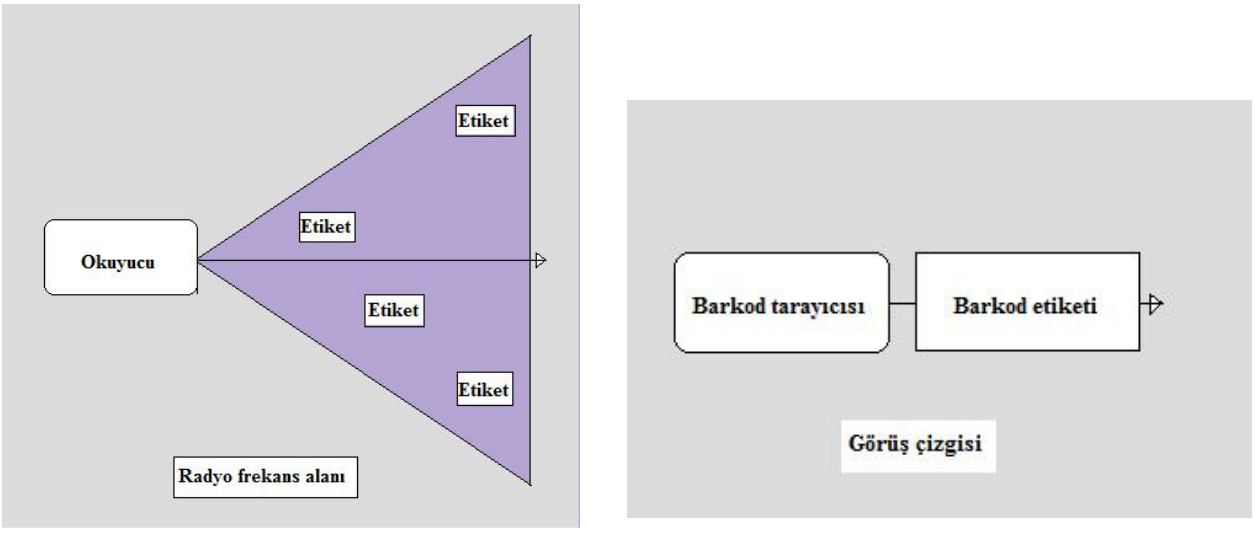
RFID	Barkod
Etiket ve okuyucu arasındaki veri değişimi hatasız olarak gerçekleşmektedir.	İlk okuma sırasında hata olasılığı her zaman vardır.
Etiket içinde tutulan bilgi değişebilmektedir	Bilgiyi değiştirmek için etiketi değiştirmek gerekmektedir.
Etiketleri içinde saklanabilen bilgi miktarı yüksektir.	Barkod etiketlerinde tutulan bilgi çok daha sınırlıdır
Etiketleri içindeki bilgilerin okunabilmesi için, etiketin okuyucunun görüş alanı içinde olması gerekmektedir.	Barkod: barkod sistemlerinde etiket üzerindeki kodların lazer okuyucu tarafından okunabilmesi için, etiket kesinlikle okuyucunun görüş alanı içinde yer almalıdır.
RFID: Etiketleri, kirli ve nemli ortamlar içinde etkilenmemektedir.	Barkod: Barkod sistemlerinde ise kirlenme ve yıpranma önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.
RFID: sistemlerinde etiketler toplu şekilde okunabilmektedir.	Barkod: sistemlerinde ise etiketlerin tek tek okunması gerekmektedir.
RFID: etiketlerinin okuma hızı yüksektir	Barkod: Sistemlerinde okuma hızı düşüktür
RFID: okuma uzaklığı çeşitli RFID sistemleri için çok yüksek olabilmektedir.	Barkod: okuma uzaklığı düşüktür
RFID: etiketlerin kopyalanması ve içeriğinin gözle okunabilmesi imkansızdır.	Barkod: Kolaylıkla kopyalanıp değiştirilebilmektedir
RFID: Etiket okuma işi otomatik bir şekilde gerçekleşmekte ve işçilik maliyeti oluşmamaktadır.	Barkod: Etiket okuma işi manüel bir şekilde gerçekleşmekte ve işçilik maliyeti oluşmaktadır.

Kaynak: Üstündağ, 2008

RFID etiketleri Barkod ile kıyasla çok daha uzun bir mesafeden okunabilmektedir. Okuyucu açısından bakıldığında da RFID okuyucuların barkod okuyucuları kıyasla etiketleri dört farklı yolda okumaktadırlar:

- İlk fark barkod okuyucunun ürün, kutu veya palet ile ilgili tanımlama bilgilerini içeren baskılı etiketleri okumaktadır.

- İkinci fark RFID okuyucusu birçok pasif etiketi aktive etmek veya birçok aktif etiketi sorgulamak için radyo frekanslı alan oluşturmaktadır, barkod tarayıcıları ise tekli barkotlu etiketi ile bir çizgi iletişimi sağlar.



(a) (b)

Şekil 27: RFID ve barkod okuyucu okuma alanları
Kaynak: Myerson, 2007, s.2
* (a) RFID okuyucunun okuma alanı, (b) Barkod okuyucusunun okuma alanı

- Birden fazla RFID etiketleri hepsi tek seferde okunabilmektedir, buna karşı olarak barkod etiketleri tek seferde tek etiket okunabilmektedir.

- Bazı RFID etiketleri madde yeniden paketlendiğinde verileri otomatik olarak değiştirmektedir, barkod kodlu etiketler verileri değişememektedir. (Myerson, 2007, s.2)

Özellikle üretim alanında RFID teknolojisi verimli okuma süreci oluşturarak büyük kolaylık sağlamaktadır. İşletmelerde tanımlanacak nesnelerin bir çoğunun şekli/boyutu barkod etiketin yapıştırılmasına olanak vermeyen şekilde olabilir veya (örneğin bisiklet gibi bir üründe bisikletin selesinde veya tekerleğin bir kısmında etiket yapıştırılmış ise tekerleği barkodun olduğu kısmına döndürmeden ve okuyucuyu aynı hizaya getirmeden ürün tanımlanamamaktadır.) okumasını engelleyen optik bariyer durumlar söz konusu olabilmektedir. Bu da her zaman manüel bir müdahaleyi gerektirir. RFID teknoloji sayesinde bu tamamen otomatik bir şekilde yapılabilmektedir. Ayrıca üretim alanları genellikle ekstrem koşullara sahip çevreleridir, kir, ısı, metal varlığı, yer darlığı bazen barkod ve ağa dayalı çözümler ile eşleşmesi imkansız olmaktadır. RFID'nin bir avantajı koruyucu kaplamaları ile çevrilebiliyor olmasıdır ve barkodlara kıyasla daha sağlam olmaktadır. Daha fazlası yazılabilir etiketler ağa bağlı değiller. (Günther, ve Kletti ve Kubach, 2008, s.16)

- Barkod tan farklı olarak RFID etiketleri paketlerin, ürünlerin ve paletlerin tedarik zinciri içerisindeki her noktada fiziksel olarak nereye hareket ettirilmiştir, nasıl takip edilmiştir ve takip edilme nerede yer almıştır. (Myerson, 2007, s.3)

Daha iyi takip üretim durumu için daha doğru gerçek-zamanlı takip garanti etmektedir. RFID geliştirilmiş takip (izleme) proses analizi için daha çok şey sağlamaktadır; üretim hatalarını azaltmaya ürün kalitesini geliştirmeye ve süreçleri daha iyi inceleyerek potansiyel iyileştirmeleri belirlenmesine yardımcı olabilmektedir. (Günther, ve Kletti ve Kubach, 2008, s.18)

-RFID etiketleri paletlerden düşmediği sürece çalışmaktadırlar, malzemelerin incinmesinden etkilenmemektedirler ve taşıma esnasında görünür durumdalar.

-Barkod etiketleri programlanabilir değillerdir, bilgi bir kez basıldığında artık değişmesi, üzerine bilgi yazılması veya eklenmesi mümkün değildir, bundan dolayı üründe fiziksel olarak tedarik zinciri içerisinde hangi noktadan nereye taşındığının

bilgisini veremezler, ürün ve üretici hakkında bilgileri içerir sadece. (RFID in supply chain 3)

- RFID etiketinin daha geliştirilmiş özelliklerinden yetkilendirme özelliğidir, bu özellik sayesinde etiket hangi okuyucu tarafından bilginin hangi kısımları okunabilir, veya yeni bilgi yazılabilir yetkileri tanımlanmıştır.

3.5.3 Çipli Kartların RFID ile Kıyaslanması

Çipli kartlar ile RFID arasında yapısal anlamda birçok benzerlikler olmasına karşın çipli kartların maliyetinin çok yüksek olması, temas niteliğinde çok yakın okuma mesafesi gerektirmesi ve benzer özellikler çipli kartların tedarik zincirindeki kullanımına izin vermemektedir. Ancak ulaşım, kimlik kartı vb uygulamalarda gene uygulamaya bağlı olarak birbiri yerine kullanılabilir durumdalar.

3.5.4 Otomatik Tanımlama Sistemlerinin Birbiri ile Kıyaslanması

Otomatik tanımlama sistemlerini karşılaştırıldığımızda Tablo 6 da görüldüğü gibi; Veri yoğunluğu en yüksek RFID ve çipte bulunmakta, okuma hızı ve uzaklığı en yüksek RFID de bulunmaktadır. Kir/nemden de en çok barkod ve OCR etkilenmekte, onu çip takip etmekte ve en az etkilenen RFID olduğu görülmektedir. Okuma donanım maliyetleri açısından bakıldığında da ses tanımlanması ve biyometrikler en yüksek maliyetli olup, diğer tanımlama sistemleri orta maliyetli olduğu görülmektedir.

Satın alma maliyeti açısından bakıldığından da gene ses tanımlanması ve biyometriklerin en yüksek maliyetli olduğu gözlenir, OCR ve RFID sistemleri orta maliyetle oldukları, barkod ve çip satın alma maliyetlerin ise en düşük olduğu söylenmektedir.

Tablo 8
Otomatik tanımlama sistemlerin birbiri ile kıyaslanması

Sistem Parametreleri	Barkod	OCR	Ses Tanım.	Biometrikler	Akıllı kart	RFID Sist.
Tipik veri miktarı (bytes)	1-100	1-100			16-64k	16-64k
Veri yoğunluğu	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek
Makine okunabilirliği	İyi	İyi	Maliyetli	Maliyetli	İyi	İyi
İnsanlar taraf. Okunabilirliği	Sınırlı	Basit	Basit	Zor	İmkansız	İmkansız
Kir/nem den etkilenmesi	Çok Yüksek	Çok yüksek			Mümkün	İmkansız
Kaplayıcıdan etkilenmesi	Facia	Facia		Mümkün		Etkisi yok
Yön ve pozisyondan etkilenmesi	Düşük	Düşük			Yönsüz	Etkisi yok
degradation/wear	Sınırlı	Sınırlı			Kişiler	Etkisi yok
satın alma maliyeti/okuma elektr.	Çok Düşük	Orta	çok yüksek	çok yüksek	Düşük	Orta
İşletme maliyetleri (printer)	Düşük	Düşük	hiçbiri	Hiçbiri	Orta	Hiçbiri
Yetkisiz kopyalama/değiştirme	Slight	Slight	mümkün	İmkansız	İmkansız	İmkansız
Okuma hızı	Düşük-4s	Düşük-3s	çok düşük<5s	çok düşük<5-10s	Düşük- 4s	Çok hızlı-0.5s
Maksimum uzaklık	0-50cm	<1cm	0-50cm	Direk kontak	Direk kontak	0-5m
(veri taşıyıcı ile okuyucu arasında)		Tarayıcı		Kontak		mikrodalga

Kaynak: Finkenzeller, 2003, s.7

*Tablo 4'te RFID teknolojisinin okuyabileceği maksimum uzaklık 0-5 m arası olarak yer almaktadır ancak diğer kaynaklara göre bu değerin 100 metreye kadar çıkabileceği belirtilmiştir.

3.6 RFID Pazar ve Sektör Uygulamaları

Tedarik zinciri bakımından bakıldığında RFID uygulamalarını lojistik ve yönetim olarak ikiye ayırabiliriz. Lojistik kısmı üretilebilen, yönetilebilen ve tedarik zinciri içerisinde bir noktadan diğerine dağıtılabilen herhangi bir tedariki içerir. Örneğin hastane tedarikleri, ilaç/eczacılık tedarikleri, yedek parça tedarikleri, giyim ayakkabı tedarikleri, ofis tedarikleri, vb.

İkinci kısım olan yönetim kısmı ise ERP Sistemleri, Web servisleri, loyality/gift kartları, akıllı raflar ve POS terminalleri gibi sistemler ile entegrasyonu içerir. (Myerson, 2007, s.75)

RFID uygulamaları okuma mesafelerine göre kısa mesafeli ve uzun mesafeli olarak ayırabiliriz. Kısa Mesafeli RFID uygulamaları etiketin okuyucu ile arasındaki mesafenin kısa olmasını işaret etmektedir. Bu uygulamalar etiketi okuyucu aracına yakın tutması gerektiğini veya kartı kart okuyucu içerisinde yerleştirmesi gerektiğini ifade eder. (Shepard, 2005, s.133)

Günümüzde birçok uygulamada RFID barkod ile beraber de kullanılmaktadır. Örneğin hava alanı uygulamalarında içerisinde RFID etiketin gömülü olduğu üzerine barkodun basıldığı birçok uygulama görülmüştür. Barkod teknolojisine olan tecrübeye ve güvene bakıldığından tedarik zincirinin tüm halkalarında barkottan hemen vazgeçilmesi RFID teknolojisine tamamıyla geçilmesi zor olduğu bir süre daha ikisinin bir arada kullanılmaya devam edileceği görülüyor. (Hedgepeth, 2007, s.11)

Giriş kontrol, ulaşım/konser vb biletler, kişisel tanımlama, kan/tükürük/organ tanımlanması, takipte olunan kişilerin (akıl hastası, hapis mahkumları vb.) tanımlama, araba şase üretiminde şase ve parça tanımlama, gibi uygulamaları mevcut. Sonraki başlıklarda; RFID'nin otomotiv, sağlık vb. bazı sektörlerde kullanımlarına değinilmiştir.

3.6.1 RFID'nin Otomotiv Sektöründe Uygulamaları

Otomotiv sektöründe RFID 20 yılı aşkın süredir kullanılmakta olduğu biliniyor, ancak çok sınırlı uygulamalarla. Temel uygulamaları araç tanımlanması ve korunmasında/güvenlikte yatmaktadır. General Motors, Volkswagen, and Johnson Controls firmaları RFID etiket ve okuyucularını montaj operasyonlarında kullanmaktadır. TNT Logistics firması ise otomotiv üretici müşterilerine ait parça sıralamasının Just in time prosesi ile yapmak amacıyla RFID teknolojisinden yararlanılmaktadır.

RFID temelli hırsızlığa karşı araç imboliser birçok arabada kurulmuş bir koruyucu araçtır. Günümüzde otomotiv sektöründe kullanılan RFID etiketlerin yarısından fazlası alarm ve güvenlik için kullanılmaktadır. Tipik bir hırsızlığa karşı sistem uygunsuzluk durumunda ışık yakacak ve ses çıkartacaktır.

Araç imboliser ise hırsızlığı engelleyici bir anlam taşır, yakıtı keser, elektriği durdurur veya başka hareket eden parçaları durdurur. Bu şekilde aracın izinsiz olarak çalıştırılmasını ve kullanılmasını önler. Yeni jenerasyon immobiliser sistemleri diğer özelliklerinin yanı sıra kapı kilidinde RFID donanımlı okuyucular yerleştirilmiştir ve bunlar doğru anahtarın doğru araca yerleştirip yerleştirilmediğini kontrol eder, eşleşmemesi durumunda aracı etkisiz hale getirir ve araç sahibine wireless aracılığıyla aracın kurcalandığını bildirir.

Arabaların montaj ve üretiminde de üretim planlamada, yedek parça da ve stok yönetiminde kullanılmaktadır. Teknoloji tüm montaj sürecine yardım etmekle ve maliyetlerde oldukça büyük bir düşüşe sebebiyet vermekte kalmaz aynı zamanda satış sonrası hizmetleri ve bakımdan kurumların bu alanda gelişmelerine büyük katkı sağlamıştır.

Otomotiv sektöründe yedek parça maliyetlerinin belli bir değerde olmasından dolayı parçaların stok yönetimi önemli bir unsur olmaktadır, ne stok fazlalığı yaratmak ne de eksikliği, optimum stok miktarını ayarlayabilmek gerekmektedir. Bunları

ayarlayabilmek için de üretim miktarlarına, eldeki stoklara ve in-transit parçalarına dayanan dikkatli bir planlama gerektirir. RFID sistemi ile makine, işçilik, mevcut iş, hammaddeler, ara maddeler ve montaj departmanındaki benzer işler izlenebilmekte, eş zamanlı durum ve seviye miktarları öğrenilebilmektedir. Bu bilgiler ile üretim planlama, programlama ve kalite kontrol zaman açısından daha efektif bir biçimde gerçekleştirebilmektedir.

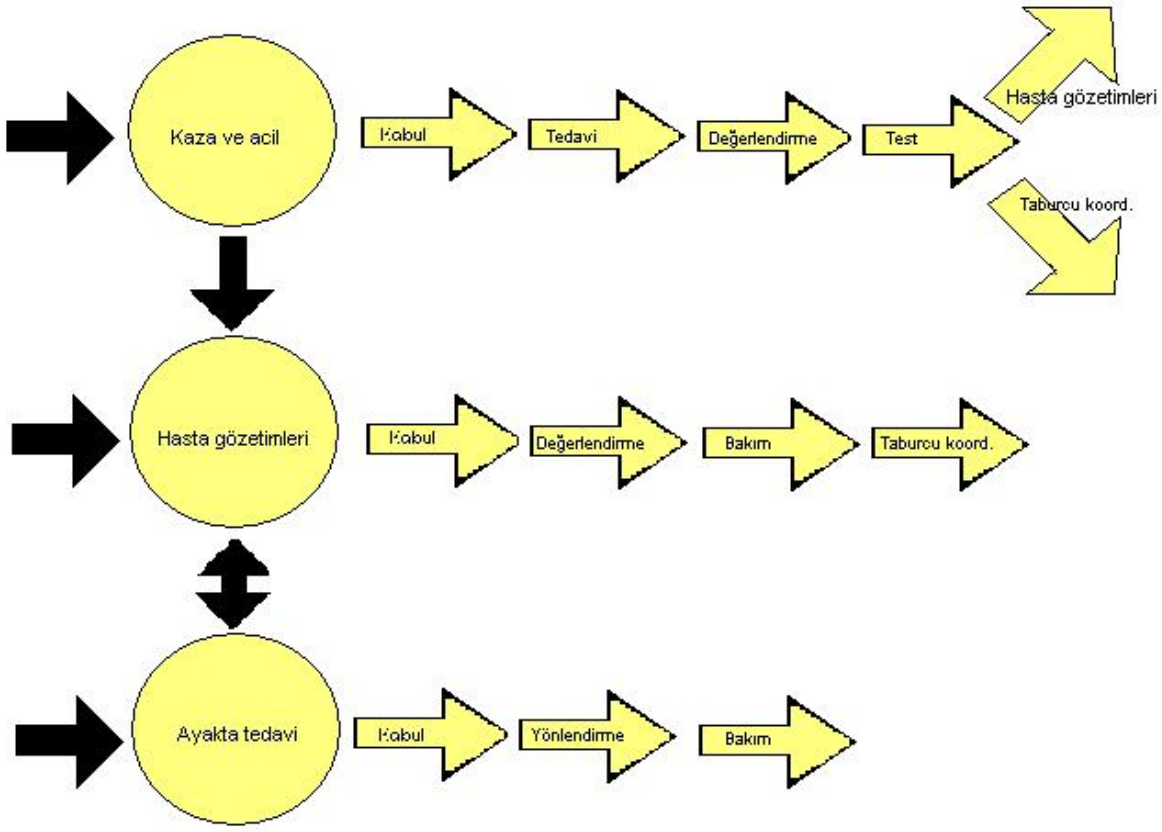


Şekil 29: Montaj departmanından bir görüntü

RFID teknolojisi otomotiv sektöründe ayrıca hızlı ve esnek üretim sağlayabilmektedir. Montaj sırasında parça tanımlanması ve doğru parçanın doğru yerde kullanılmasını sağlanması için kullanılmaktadır, bu özelliği ile otomatikleştirilmiş üretim sistemine kolaylık sağlamaktadır. İnsan yerine robotların montaj yapması durumunda parça seçiminde RFID teknolojisi sayesinde uygun parçayı okuyarak seçebilmektedir.

3.6.2 Sağlık Sektöründe RFID

Sağlık sisteminde hastane boyutundaki kuruluşlarda hizmetler üç ana grup altına toplanabilir, kaza ve acil bölümü, hasta gözetimleri ve ayakta tedavi. Şekil xx te ilgili şema yer almaktadır. Acil servisine gelen bir hasta önce kabulden geçmektedir ardından tedavi edilmektedir, değerlendirme ve testlerin sonrasında hasta gözetimlere



Şekil 30: Hastane süreçleri
Kaynak: Banks, 2007, s.320

gönderilmekte veya taburcu olmaktadır. Hastanın gözetime alınması gerekiyor ise gözetimde yer olup olmadığını sorgulamak zaman almaktadır.

RFID temelli sistemler ile tüm hasta, ziyaretçi ve çalışanlara RFID çip entegre kartlar verilmektedir ve hastanenin çeşitli bölümlerinde; bekleme salonu, ameliyathane, acil vb bölümlerde RFID okuyucular bulunmaktadır. Bu kartlar ve okuyucular sayesinde kişilerin hareket ettikleri alanlarda kayıtlar alınmaktadır, hastanın hastaneye

gelişinin tam zamanı, bekleme süresi, tedavi zamanı vb işlemler net olarak kayıt edilmektedir bu şekilde hasta tedavisinde geç mi kalınmış veya bir hastada bulaşıcı bir hastalık çıkması durumunda onun yanında olan diğer tüm hastalar da bilindiğinden onlar da incelenmeye alınabilir, hastalığın yayılması önlenebilir. Bu teknoloji sayesinde hastaların bekleme süreleri de kısalmış olup, müdahaleye başlangıç süreleri de azalmıştır, elde edilen fayda da artmıştır.

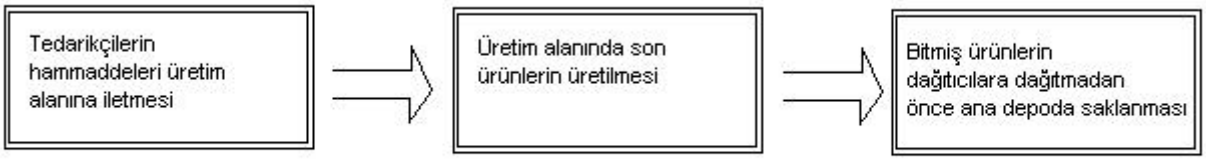


Şekil 31: Hastane uygulaması örneği
Kaynak: www.siemens.com
*RFID okuyucu ile hastanın elindeki RFID etiket bant okunmaktadır

RFID'nin hastane uygulamalarına bir diğer örnek ise el kelepçeleri, özellikle ameliyatlarda veya doğumlarda kullanılan bilek bantları. Bunların bir tarafında baskı ile isim vb hasta bilgileri yazılmakta, çipin içerisinde ise hastalığı, tedavisi vb şeylerle ilgili detaylı bilgiler yer almaktadır. Ameliyat öncesinde hangi hastanın hangi doktor tarafından ameliyat edileceği vb bilgiler kısa sürede anlaşılabilmekte karışıklıklar olmamaktadır. Deri altına yerleştirilen çipler ise şeker, Alzheimer vb daimi/kronik hastalıkları bulunan hastalar için hızlı tanımlama için kullanılmaktadır, bu hastalar genellikle ayakta tedavi edilmektedir. Benzer şekilde aklı dengesi yerinde olmayan hastalar için de kullanılmaktadır, çıkmamaları gerektiği yerlerde çıkmaları durumunda bakıcılar uyarılmaktadır ve hastanın hastanenin dışına çıkması veya uygun olmayan başka bir yerde kalması, kaybolması ortadan kaldırılmaktadır.

3.6.3 Üretimde RFID

Üretim faaliyetleri üç adımda açıklanabilir, hammaddelerin fabrikaya girişi, ürünlerin üretimi ve dağıtıcılara ürünlerin teslimi. (Banks, 2007, s.321)



Şekil 32: Üretim süreçleri
Kaynak: Banks, 2007, s.321

Hammadde tedarikçilerin ürünü teslim ederken paletler üzerinde RFID etiketi eklemesi durumunda, paletler üretim alanına geldiğinde otomatik olarak algılanmaktadır, faturalama, stok ve envanter girişi otomatik olarak yapılmaktadır ve alınan bilgiler gene eş zamanlı olarak WMS veya ERP sistemine yönlendirilmektedir. Bu bilgileri kullanarak forklift operatörlerine anında paletleri bırakacakları yer emri gönderilmektedir, bu da malzeme akışının verimini yükseltir, malzeme işleme prosesini daha işlevsel hale getirir, insandan kaynaklanan hataları minimize eder, üretim tedarik zincirinde bilgi akışını kolaylaştırır ve verimliliği artırır.

Üretim aşamasında ise RFID etiketleri sayesinde tüm üretim geçmiş aşamaları kontrol edilebilir ve kayıt altına alınabilir. Bu bilgi kalite kontrol, ürün izleme, üretim yönetimi ve kontrolü vb amaçlar için kullanılabilmekle beraber, ürün iyileştirmeleri, bakımı ve geri alınması gibi reverse/geri tepme lojistik operasyonlarda da büyük fayda sağlamaktadır. Ürün kalitesi çoğunlukla fabrikadaki makine ve donanımlara bağlı olduğundan doğru bir bakım programı/zamanlaması temeldir. (RFID Aplied s.322) Makine ve donanımlar üzerine yerleştirilen RFID etiketleri sayesinde makine ile ilgili detaylı bilgiler elde edilebilir, yeni bilgiler eklenebilir ve bu şekilde mühendisler/teknisyenler makine özgeçmişini bilerek gerekli teknik müdahaleye bulunabilirler. Dağıtıcı aşamasında da gene ürün kabulünde, stok sayımda, dağıtımda, faturalamada büyük kolaylık sağlamaktadır, yanlış sipariş ve yüklemeleri engellemektedir.

3.6.4 RFID'nin Ordu/Asker Uygulamaları

Ordu ve savunmada RFID, lojistik ve savaşa/mücadeleye dayalı uygulamalar olmak üzere iki farklı şekilde kullanılabilmektedir. RFID'nin askeri lojistikteki kullanımı yıllar öncesinde dayanmaktadır, ulusal güvenlikte de RFID uygulamaları büyük önem teşkil etmektedir.

Askeri lojistik tedarik zinciri uygulamalarında RFID, nesne görünürlüğünü ve takibini tedarik ağın her noktasında yapmaktadır ve bu şekilde ilgili birimlerin malzeme hareketlerini izleyebilmesine olanak sağlamaktadır. Amerika Savunma Departmanı Irakta RFID sistemlerin kullanılmasıyla 300 milyon $ tasarruf ettiklerini tahmin etmektedirler. Ulusal güvenlik uygulamalarına örnek olarak ise limandaki konteynerlerin kontrolü sayılabilmektedir, izinli ve beklenen konteynırların gelişi kolay sağlanabilmekte diğerleri ise daha farklı güvenlik uygulamalara tabi tutulabilmektedir. Bu şekilde istemsiz bir şekilde ulusal güvenliği tehtit edecek unsurlar içeren konteynerlerin kontrolü sağlanmış olacak. (Jerry and Hanny, Manues, Les, 2007, s.334-336)

3.6.5 Ödeme İşlemlerinde RFID'nin Kullanımı

Ödeme işlemlerinde kullanılan RFID plastik kart içerisinde gömülmüş durumda olup, geleneksel olarak kullanılan nakit paraya alternatif veya onun yerine kullanılması tercih edilmektedir. Bu uygulama hem müşteri hem de firma/banka/ilgili kuruluşa avantajlar sağlamaktadır. (Banks, 2007, s.341)

Kontaksız kart uygulaması olan bu RFID kart ödeme sistemleri ile kart belli bir mesafeden okunabilmekte, manyetik kartlar veya kontaklı çip kartları gibi temas gerektirmemektedir, bu şekilde hızlı ve kolay bir ödeme sağlanmaktadır. Müşterilerin veya mağaza sahibinin bozuk para bulundurma veya bulundurmama, işletmeci için onları sayma vb işlem ve dertlerinden kurtulur her iki taraf açısından kolaylık sağlamaktadır. Örneğin bir benzin istasyonunda bu kartlar ile yapılan ödemeler sayesinde benzin istasyonu sahibi müşteri ziyaret frekansları, ortalama satın almaları ve

satın alma çeşitleri (yakıt, şeker gazete vd.) hakkında izlenebilirlik sağlar. Ödeme kartların ulaşımda da kullanıldığı uygulamalar mevcuttur, Türkiye de Bank Asya müşterilerine böyle bir uygulama sunmaktadır.

RFID'nin farklı şekillerde olabilmesi ve temas gerektirmeme imkanlarından yararlanarak ödeme işlemleri sadece karta ve onun şekline bağlı kalmamaktadır, yapışkanlı etiket şeklinde; Ipod arkasında yapışabilen, küçük çip halinde; saat içerisinde gömülebilen, cep telefonunda vb. şekillerde olduğu görülmüştür. Ülkemizde Garanti Bankası ilk saat ve mobil telefon ile ödeme sistemini geliştirmiş kullanıcılarına sunmuştur.





Şekil 33: RFID'nin ödeme sistemlerindeki kullanımı
* (a) RFID Telefon ödeme uygulaması, telefon arkasında RFID etiketi yapıştırılmıştır (b) Garanti Bankası RFID Saat ödeme uygulaması, saat içerisinde RFID anteni yerleştirilmiştir.

3.6.6 RFID'nin Lojistikte Kullanımı

RFID teknolojisinin lojistikte uygulaması çeşitli safhalarda yapılabilmektedir, bunlardan demirbaşların yönetimi (RFID teknolojisi sayesinde nesnelerin lokasyonları ve hareketleri 100% doğrulukla takip edilebilmektedir), envanter seviye ve lokasyonların takibi, envanter kontrolü sayılabilmektedir. RFID'nin doğru, gerçek zamanlı ve yüksek gözlem kapasitesiyle ham maddelerin, işlenmekte olan malzemelerin ve son ürünlerin gözlemlenebilirliğini artırarak işgücü maliyetleri ve emniyet stokları azaltmaktadır.

Arkansas Üniversitesi tarafından 24 pilot mağazada yapılan araştırmalara göre Wal Mart depolarında stokta bulunmayan ürünlerin miktarında %16lik bir düşüş sağlandığı ve stokta biten ürünlerin tekrar yerine konmasının standart barkod

teknolojisine göre üç kat daha hızlı olduğu, manüel olarak takip edilen sipariş seviyesinin yaklaşık %10 azaldığı belirlenmiştir.

Ürünlerin nakliyesi ve kabulünde parçalar ve paletler hakkında bilgiler bir müşterinin tüm yüklemesi yapıldığında okuma işlemi gerçekleştirildikten sonra alınabilmekte, uygulama üzerinden gerekli yükleme evrakları hazırlanabilmektedir. RFID teknolojisinin kullanılması durumunda gelen yükler arasında acil ihtiyaç duyulup duyulmadığı, duyuluyor ise malzemenin lokasyonu RFID ile tespit edilebilir.

Taşımacılıkta ise RFID sipariş bilgisinin hazırlanmasında ve konteynır takibinde kullanılmaktadır. Depo yönetiminde, sevkiyat kapısı ve ana kapılardaki okuma, palet bazında okuma, forklift seviyesinde okuma, konveyör bazında okuma, depoya giriş çıkış yapan araç ve konteynırlar bazında okuma ile ürün hareketlerinin gözlemlenmesinde, ürünlerin güvenliğinin korunmasında, envanter yönetiminin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Hizmet ve teminat yetkisindeki kullanımı da; ürünlerle ilgili onarım işlemlerine bağı olarak RFID etiketlerinde bu onarım işlemlerinin tarihçesi tutulmakta ve RFID etiketlerinde tutulan bu veriler doğrultusunda müşteriler bilgilendirilmektedir. RFID teknolojisinin iade yönetimindeki kullanımı ise; ürünlerde iade olması durumunda işletmeler spesifik müşteriler için spesifik şekilde takip gerçekleştirerek iade ürün yönetimini daha etkin şekilde gerçekleştirebilirler.

3.6.7 RFID'nin Diğer Uygulamaları

Günümüzde gittikçe artan bir RFID uygulaması da kimlik/ehliyet vb kişi tanımlama belgelerinde kullanılmaya başlayan uygulamadır. Avrupa standartlarına uyumlu hazırlanan pasaportlar biyometrik özellikli pasaportlar olmakla beraber elektronik çip olarak RFID içermektedir (Bazı durumlarda hem kontaklı hem kontaksız çiplerin ikisi kullanılmaktadır). Benzer şekilde yeni elektronik kimlik/ehliyet, sağlık kartları vb kişi tanımlama evrakların birçoğunda RFID etiketi bulunmaktadır. Pasaport uygulamasında ilk zamanlarda hayal edilen uygulama, pasaportların RFID okuyucuları

ile kapı geçişte insan faktörü olmadan oktomatik bir şekilde okunması. Ancak güvenlik açısından tehdit içerdiğinden henüz böyle bir uygulamaya geçilmemiştir. Pasaport içerisinde yerleştirilen RFID etiketin frekansının da maksimum yüksek frekans (HF) olması uygun görülmüştür. RFID içerisinde kişisel bilgilerin yanı sıra, vize bilgileri, geçerlilik tarihleri, giriş çıkış bilgileri vb bilgiler de barınabilecektir, pasaport kontrolünde RFID okuyucu ile tüm bu bilgiler alınabilecek, ancak mevcut uygulamada hala eski yöntem olan personelin göz ile inceleme yöntemi kullanılmaktadır.



Şekil 34: RFID anteninin pasaport uygulaması
Kaynak: www.mjvs.com

Giriş kontrol, kredi kartı gibi kullanımlarda, kart okuyucu içerisinde yerleştirerek veya temas ettirerek tanımlama yapılmaktadır. Giriş kartı örneğin, kart kullanıcı ile ilgili bilgileri içerir ve onun belirli güvenli yerlere girişi mümkün kılar.

Ulaşım biletleri, tren, otobüs ve halka açık diğer toplu taşıma araçlarında da RFID teknolojisi kullanılabilmektedir. Ulaşımın yanı sıra konserlerde, ülke parklarında, spor faaliyetlerine, kayak merkezlerinde ve toplu kullanım gerektiren birçok yerde de kullanılabilmektedir. (Shepard, 2005, s.135)

RFID teknolojisi ulaşımda ayrıca; elektronik oyuncak toplaması (ETC), elektronik taşıt kaydı (EVR), otomatik taşıt tanımlama (AVI), taşıt araçları toplu sigortası yönetimi, trafik yönetimi, taşıt yerleştirme, araba parkı, giriş kontrolü ve elektronik geçit kontrolü gibi yerlerde de kullanılmaktadır. (Shepard, 2005, s.357)



(a) (b)

Şekil 35: RFID'nin Lojistikte ve kapı giriş kontrolünde kullanımı
*(a) RFID'nin lojistikte kullanımı, RFID okuyucusu ve kutularda RFID etiketleri mevcut, (b) RFID kapı giriş kontrolü, RFID okuyucular.

Toptancılarda/dağıtıcılarda RFID teknolojisi sayesinde tüm manüel prosesler otomatikleşebilmektedir, bundan dolayı toptancılarda maliyetlerin çoğunluğunu oluşturan işçilik maliyeti düşmektedir. İnsanlardan kaynaklanan hatalar düştükçe, veri doğruluğu artmaktadır. İşleme prosesi hızlanabilmektedir, total çıktı artmaktadır. Tedarik zinciri içerisindeki herhangi bir noktada bilginin etiket içerisinde yüklenebiliyor veya etiketten okunabiliyor olması daha dinamik karar verici süreç merkezi bilgi kontrol sistemi olmadan mümkün olmaktadır.

RFID teknolojisi ile mal/yüklerin lokasyonu ve hareket halinde olan mallar veya kaynakların durumu (örneğin, forklift, konteynır ve operatörler) ile ilgili gerçek zamanlı veriler alınabilmektedir. Yan ve Zhang, ve Laurence, 2008, s. 364)



Şekil 36: RFID etiketin tekstil uygulamaları

3.7 Tedarik Zinciri ve RFID Sistemleri

Çalışmanın buraya kadar ki bölümünde RFID teknolojisinin terimlerinden, tarihçesinden, bileşenlerinden, uygulama alanlarından vb. konulara değinildi, devamında tedarik zinciri ve yönetimin tanımı yapılacak, tedarik zincirinin gelişimden ve süreçlerinden bahsedilecek. Ardından RFID teknolojisini tedarik zincirinde kullanımından ve elde edilecek faydalar ortaya çıkartılacak.

3.7.1 Tedarik Zinciri

İş dünyası pazarında herhangi bir firmanın başarısı müşteri ve tedarikçiler ile geliştirdiği iyi ilişkilere dayanmaktadır. Bir çok kuruluşta bu ilişkiler zamanla geliştirilmiştir. Farklı firmalar arasındaki ilişki saf muhasebesel ilişkiden ortak ilişki veya işbirliğine devam eden bir bütünlüğe dönüştürülmüştür.

İş ağı, birbirine bağlı iki veya daha fazla işletmenin ilişkileri olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma bağlı olarak bir ilişki kapsamındaki değişim diğer ilişki kapsamındaki değişimine (veya değişmemesine) bağlıdır. (Rundh, 2008, s.101)

"Tedarik" kelimesi Amerikan Heritage Sözlüğüne göre "kullanıma uygun hale getirmek" olarak açıklanmaktadır. Diğer taraftan "Zincir" kelimesi bağlantılı veya yakın şeylerin serisi olarak tanımlanmaktadır.

Buna göre tedarik zinciri; ürün teslim etme veya hizmeti sunma süreci ile ilgili yakın ilişkili faaliyetler veya fonksiyonlardır. Daha detaylı tedarik zinciri tanımı; teslimat prosesindeki ürün veya hizmetin istenilen alıcıya kullanılır hale getirebilmek amacıyla birbiriyle yakın ilişkili aktivite veya fonksiyon serilerdir. Bu tanıma göre tedarik zincirin tek yönlü olduğu anlaşılıyor halbuki tedarik zinciri çift yönlü bir prosestir.

Tedarik zinciri yönetimi enstitüsü tanımına göre; tedarik zinciri yönetimi ile ilgili bir diğer tanım ise; son kullanıcının gerçek ihtiyaçlarını karşılamak için organizasyonel sınır çevresindeki kesintisiz/sorunsuz, katma değer proseslerin tasarımı ve yönetimidir.

Şirketler bu dört konu ile ilgilenmektedirler: öz sermaye ve işletme harcamaları düşürmek, kazançları/gelirleri yükseltmek; stabil veya geliştirilmiş rekabet pozisyonu ve azaltılmış risk. (Shepard, 2005, s.2-6) Kazançlar oluşacak müşteri bağlılığından dolayı artacaktır, etkili bir tedarik zincir yönetimi ile doğru ürün doğru müşteriye doğru yerde doğru fiyatta ve doğru zamanda iletildiğinde müşteri bundan etkilenir, hatırlar ve tekrar gelir. Etkili bir tedarik zincir yönetimi ile işletme rakiplere kıyasla daha efektif bir maliyet ile işletilebilir veya hizmeti ölçülebilir derecede daha iyi seviyede sunabilmektedir. (Shepard, 2005, s.11-12)

3.7.1.1 Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi

Geleneksel yönetim düşüncesine göre kuruluşlar kendilerini müşteri ve tedarikçilere sahip işletmeler olarak görmekteydi. Geçmişte tedarikçi veya müşteri ile partner ilişkileri içerisinde bulunmayı düşünülmüyordu ve işletmeler kendi tedarikçi ile müşterileri arasında ciddi bir rekabet içerisinde bulunuyorlardı.

1960ların sonlarında 1970 başlarında kuruluşlar kendilerini tedarikçilerle ortak amacı olan müşteri hizmetini ön planda alarak, birbirini yakın derecede bağlı fonksiyonlar olarak görmeye başladılar. (Fredendall, 2001, s.5) Dolayısıyla tedarik zinciri yönetimi geçmişinin 1960 yıllara dayandığı söylenmektedir, fiziksel dağıtım düşüncesindeki akımları inceleyen Bowersox, dağıtım fonksiyonunun firma dışında, kanal-içi entegrasyonla rekabetçi bir avantaj sağlayacağını öne sürmüştür. 1970 yıllarında MRP (Malzeme İhtiyaç Planlaması) sistemlerinin ortaya çıkmasıyla üretim maliyetleri, proses içi çalışmalar, kalite, yeni ürün geliştirme ve teslimde tedarik zamanı gibi hususların değerin farkındanlığı ortaya çıkmakla beraber, sistemin lojistik yönetiminin birleştirilmesine ön görülmüştür. Bunun sonucunda Tedarik Zinciri yönetimin ilk safhası olan malzeme yönetimi ve fiziksel dağıtım safhasına geçilmiştir. (Özdemir, 2004, s.89-90)

1980 ve 1990 yıllarında ise firmalar malzeme yönetimi fonksiyonlarını daha da entegre etmeye devam ettiler, çünkü artık açıktı ki bu entegrasyona liderlik eden kuruluşlar karlarını yükseltebilmekteydi ve daha çok kuruluş tedarik zinciri yönetim deneyleri kurmaya başladı. (Fredendall, 2001, s.5)

3.7.1.2 Tedarik Zinciri Yönetiminin süreçleri

Tedarik zinciri yönetimi süreçleri ile ilgili literatürde birçok tanım olmakla birlikte genel kapsamda aşağıdaki tanımlar sayılabilir; **C**ustomer **R**elationship **M**anagement (Müşteri ilişkileri Yönetimi), **C**ustomer **S**ervice **M**anagement (Müşteri Hizmet Yönetimi), **D**emand **M**anagement (Talep Yönetimi), **O**rder **F**ulfillment (Sipariş İşleme), **M**anufacturing **F**low **M**anagement (İmalat Akış Yönetimi), Procurement (Satın alma), Product Developement and Commercialization (Ürün geliştirme ve Ticaretleştirme), Returns (İadeler).

Geçmişte tüm bu süreçler tedarik zincirinde hepsi kendi başına birer ayrı uzman birimler olarak görülmekteydi, satın alma, planlama, organizasyon, üretim ve dağıtım gibi. Tedarik zinciri yönetimi ile bu geleneksel fonksiyon sınırları arasındaki malzeme ve bilgi akışı tek bir süreç olarak görülmektedir.

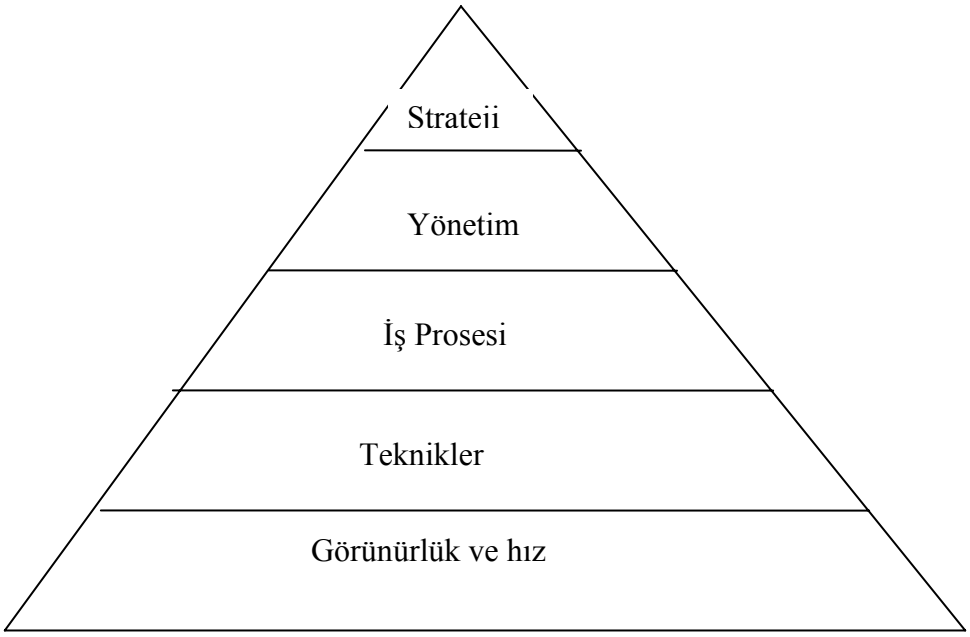
3.7.2 Tedarik Zincirinde RFID

Tedarik zincirinde RFID teknolojisinin bulunmadığı günlerde Tedarik Zinciri Planlaması (Supply Chain Planning), Tedarik Zinciri Execution (Supply Chain Execution) ve Tedarik Zinciri Optimizasyonu (Supply Chain Optimisation) gibi kavramlar gelişmekteydi, bu kavramlar ile tedarik zinciri küresel ağlarda tartışılmakta ve kullanılmaktaydı.

Tedarik zinciri içerisindeki her bir oyuncunun malzemeleri fiziksel olarak bir noktadan diğerine hareket ettirme görevine sahiptir. Tedarik zinciri bir bütün olarak ürünün üretilmesinden, RFID etikette temel bilgileri kodlamasından, RFID ana yapısı içerisinde ürün ile ilgili gerçek zamanlı takip aktivitelerinde okuma ve yazmasından ve siparişi veren müşteriye ürünü teslim edilmesine kadar ki tüm faaliyet, fonksiyon ve aktiviteleri içerir. (Myerson, 2007, s.9) Dolayısıyla RFID teknolojisine sahip tedarik zinciri ana ve ara malzemelerden üretilmiş içerisinde RFID entegre edilmiş son ürünleri birden fazla kaynaklardan birden fazla yönlere üreten, takip eden ve ileten tedarikçileri ve müşterileri birbirine entegre eden/ bağlayan bir küresel ağdır.

Tedarikçiler ve müşteriler arasındaki karmaşık etkileşimi kaldırabilmek için tedarik zinciri etkileşimlerine ait iş süreçleri yönetmek gerekir. Bu da iş süreçlerinin planlanması, koordine edilmesi, entegre edilmesi, yönetilmesi, programlanması, kontrol edilmesi, üretilmesi, takip edilmesi ve ürünün RFID altyapısı çerçevesinde iletilmesi/dağıtılması prosesleri içeren tedarik zinciri yönetiminden sağlanabilir.

Tedarik zinciri yönetimi görselleştirmek adına konsept bir model oluşturulmuştur. Bu modele göre tedarik zinciri yönetimi görünebilirlik ve hızdan başlar ve bunlar modelin temelleridir. Temel işi yapabilmek için bir sonraki katmana, RFID teknolojisinin ana yapısında kullanılan teknolojilerine odaklanmış katmana geçilir. Bu tekniklerin nasıl seçildiği de bir sonraki katman olan iş süreci katmanından belirlenir. Kullanılan ve kurulacak iş süreçleri de tedarik zincirini işletmek için kullanılan yönetim felsefesine ve tarzına bağlıdır.



Şekil 37: Tedarik zincirinde bir konsept model
Kaynak: Myerson, 2007, s.10

RFID teknolojisi sayesinde ürünlerin tedarik zinciri hareketleri sırasında okunabilir ve yazılabilir takip sistemi oluşturulması mümkün kılınmaktadır. Teknoloji ayrıca tedarik zincirindeki enformasyonu otomatik şekilde besleyebilmesine olanak sağlamaktadır. (Rundh, 2008, s.98)

Gerçek-zamanlı RFID takip aktiviteleri takip edilen ürünlerin görünürlüğünün artmasında faydalı olabildiğinden, RFID alt yapı kurulması tedarik Zinciri Stok Görünürlük sistemin yerini alma imkanı da vardır.

3.7.3 Tedarik Zincirinde RFID Teknolojisinin Faydaları

Devamlı ve koruyucu bir avantaj sağlamak uluslararası pazarda faaliyet gösteren kuruluşlar için bir öncellik haline gelmiştir. Rekabet edici avantaj kaynağı şirketin kendini rakiplere karşı farklı kıldığında bulunabilmektedir. Firmaların rekabet

edici avantaj kazanmaları için bir diğer stratejik yön ise daha düşük maliyetle operasyonları yürütmek ve bu şekilde rakiplere kıyasla daha çok kazanmak. Lojistik yönetimini destekleyen yeni teknoloji kurumu tedarik zincirindeki hem maliyet hem de değer avantaj kazancı sağlayabilecek desteği verebilecek potansiyele sahiptir. (Rundh, 2008, s.98)

RFID etiketleri tedarik zincirinin her aşamasında verimli bir şekilde kullanılabilmektedir. İşçilik ve operasyon maliyetlerini düşürür, operasyonu otomatikleştirerek stok ve diğer tüm manüel işlemlerde ciddi bir düşüş sağlamaktadır. (Kapoor, s. 59)

EPC (Elektronik Ürün Kodu) ürüne ait tanımlamamaları bir kum tanesinden büyük olmayan bir çip içerisinde saklayıp, sonra bu çipleri antenlere yerleştirerek, ardından objelere eklenir ve bu şekilde objeler tek/yegane/eşsiz olmaktadır. (Sabbaghi, ve Vaidyanathan, 2008)

Üreticiler ve diğer oyuncular (perakendeci vb.) tedarik zincirinde lojistik sistemi içerisindeki ürünlerin takip ve kontrolünü sağlamak için geleneksel olarak barkodu kullanmışlardır.

Manüel işlemden kıyasla veri doğruluğu, veri iletim hızı ve esnekliği açısından barkodun birçok avantajları bulunmaktadır. Barkodun temel dezavantajı her ürünün hatta ürün içerisindeki her birimin taranması gerekmesidir, grup veya yük manüel olarak taranması gerekmektedir. Diğer dezavantajı da barkodun sınırlı bilgi içerebiliyor olmasıdır. Bir diğer dezavantajı da etiketin basılan etiket olduğundan barındırdığı bilgiyi değiştirmek mümkün değildir, yeni bilgi ancak yeni etikete ihtiyaç duyar. Sonra dış koşullardan dolayı etiketin kirlenmesi durumunda etiket okunmaz hale gelebilir.

RFID teknolojisi tedarik zincirindeki oyuncular için birçok avantaj sağlayabilir. Bunlardan birisi RFID teknolojisinin uygun şekilde işleyebilmesi için direk veya görsel kontağa ihtiyaç duymamasıdır. Etiketler değişik ortamlarda ve kötü/haşin koşullarda da okunabilmektedir.

Okuyucuların yeni modellerinde kullanıcıyla etiketleri çok hızlı okuma olanağı sağlar (100 milisaniyeden daha az bir sürede) ve eş zamanlı olarak birçok etiketi okuyabilmektedir. Bu özellik sayesinde her bir üniteyi teker teker taramak yerine stok envanterindeki tüm bölgeyi bir anda taramayı mümkün kılar. RFID sistemlerin önemli avantajlarından birisi tedarik zincirindeki envanterin herhangi bir noktası izlenebildiğinden, ürün gözetimini mümkün kılmasıdır. Tedarik zincirindeki her ürün için her bir noktada arz talep iletişimi yerine, RFID teknolojisi oyuncuların birbiriyle haberleşmesini sağlayan ağı mümkün kılmaktadır. Ürünler makineler ve diğer ürün veya raflar ile haberleşebilmektedir, kendi envanter seviyesini kontrol edebilirler ve yeniden doldurulması gerektiğinde ilgili sinyali gönderecektir. (Rundh, 2008, s.99)

Tedarik Zinciri Yönetiminde günümüzde mümkün olan uygulama RFID etiketlerin nihai ürünlerde eklendiği uygulamadır, ancak üretim makine ve araçlarında da dahil edilerek daha geniş bir stok kontrolü yapılabilir, hatta operatörler de etiketlenebilir ve onların hareketleri de izlenebilir. (RFID in Manufacturing-Oliver s.2)

4. OTOMATİK TANIMLAMA SİSTEMLERİNDEN RFID'NİN TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ KULLANIMI İLE İLGİLİ BİR ARAŞTIRMA

4.1. Araştırmanın Amacı

Çalışmanın buraya kadarki kısmında bilişim teknolojilerinden yararlanarak verilerin otomatik bir şekilde toplanması, işlenmesi ve istenildiği şekilde kullanılması/paylaşılması konusunda yardımcı olan Otomatik Tanımlama Sistemlerinden bahsedilmiştir. Bu teknolojilerinden RFID'nin tedarik zincirindeki uygulaması hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Araştırmanın amaçları aşağıdaki gibi sayılabilir;

- Günümüze kadar gelişen barkod, OCR, biyometrikler, RFID gibi nesneleri otomatik bir şekilde tanımlamasını sağlayan sistemleri, gelişimleri ile beraber tanımlamak, teknolojilerin getirebileceği faydalar ile kullanım alanlarını belirtmek ve birbiri ile karşılaştırmasını yapmaktır.

- Otomatik Tanımlama Sistemlerinin en son gelişen teknolojisi olan RFID teknolojisinin tedarik zincirinde kullanılmasıyla sağlanacak kolaylıklar, elde edilebilecek faydaların ortaya çıkartılmasıdır.

- Çalışmanın bir diğer amacı da literatür araştırmasında bu denli faydalı olduğu gözüken bir teknolojinin neden yeteri kadar uygulanmadığının tespit edilmesi ve bu anlamda RFID sistem yatırımında etkili olan faktörlerin ortaya çıkartılmasıdır, bu faktörler arasında RFID sisteminin tedarik zincirinde entegrasyonu yapılırken maliyet/fayda analizinde etkili olan faktörlerin yani; maliyet, tedarik zinciri optimizasyonu, müşteri gizlilik konuları, güvenlik konuları, operasyonel ve IT konuları/değişiklikler, lojistik konuları/değişiklikler, eğitim ve öğretim, standart uygulama konuları/değişiklikleri de incelenmesi hedeflenmiştir.

Maliyet çalışmaları kapsamında tedarik zincirinde RFID teknolojisinde önemli bir unsur olan ilk yatırım ve kullanım maliyeti hesaplanması ve barkod teknolojisi ile kıyaslanmasının da yapılması hedeflenmiştir. Aynı şekilde tedarik zincirinde RFID teknolojisi ile sağlanan fayda kalemlerinin belirlenmesi ve yatırımın geri dönüşümünün hesaplanarak, bu alanda yatırım yapmayı düşünen kuruluşların dikkat etmesi gereken hususların belirlenmesine çalışılmıştır.

4.2 Araştırmanın Metodolojisi

Araştırma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama kalitatif bir araştırmadan, ikinci aşama ise kalitatif araştırmanın bulgularından yararlanarak ve mevcut örnek bir modeli temel alarak geliştirilen yeni bir modelden oluşmaktadır.

Çalışmanın birinci aşaması olan kalitatif araştırmada RFID teknolojisinin tedarik zinciri yönetimindeki etkisini ölçebilmek için derinlemesine mülakat yönteminden faydalanılmıştır. Derinlemesine mülakat yönteminin tercih edilmesinin temel nedeni, RFID teknolojisini tedarik zincirinde tam anlamıyla kullanan şirketlerin sayısının çok düşük olmasından ve bunların çoğunun hala test ve pilot deneme aşamalarında olmalarından kaynaklanmaktadır, dolayısıyla örneklem sayısının azlığından dolayı anket gibi veri toplama yöntemleri ve sonrasında değerlendirmede kullanılabilecek istatistiki hesaplamalar yapılamamıştır.

Derinlemesine mülakat soruları hazırlanırken yapılan literatür araştırmalarından yararlanılmıştır, RFID teknolojisinin altyapısı, teknolojik araçları, kullanımı, faydaları ve dezavantajları gibi gruplar halinde sorular sorulmuştur. Mülakatlar firma yetkilileri ile bire bir görüşülerek gerçekleştirilmiştir, görüşme sırasında ses kaydı, detaylı notlar alınmış olup, resimler de çekilmiş ve numune ürünler de incelenmiştir ve/veya alınmıştır. Bu yöntem neticesinde toplam 4 kuruluş ile görüşülmüş ve veriler toplanılmıştır.

İkisi tekstil sektöründen olan bu kuruluşların seçilmesindeki nedenler aşağıdaki gibi sayılabilir;

- RFID öncesindeki çalışmalarında barkod teknolojisini kullanıyor olmaları,
- Tam anlamıyla bir tedarik zinciri yapısına sahip ve belli bir ciro ve ürün sirkülasyonuna sahip olmaları,
- Türkiye'de tedarik zincirinde RFID uygulamasına başlayan ilk sektörler arasında olmaları
- Üretim yerlerinin Türkiye'de olmaları dır.

Türkiye'deki kuruluşların tercih edilmesindeki neden, üretim ve tedarik zincirinde yer alan diğer halkaların yerinde de incelenebilme kolaylığının bulunmasından dolayıdır. Önem verilen bir diğer nokta da bu kuruluşların mağaza sayısının belli bir değer üzerinde olmasıdır, bu şekilde RFID sisteminin faydaları, mağazalar ve birbirleri arasındaki ilişkilerin de incelenmesi düşünülmüştür.

İncelemeye alınan kuruluşların tedarik zinciri yapısı incelendiğinde kimisinin zincirinin tamamının Türkiye'de bulunmasına, kimisinin de yurt dışı bazlı da olmasına dikkat edilmiştir, zincirin tüm halkalarının veya büyük kısmının Türkiye sınırlarında olmasının RFID yatırımında herhangi bir etkisinin olup olmadığı, oluyor ise ne şekilde olduğunun gözlenmesi hedeflenmiştir. RFID sistemini tedarik zincirinde kullanan firmalar dışında sistem kurulumunu yapan firmalar ile de görüşülmüştür, dolayısıyla sadece sistem kullanıcıları ile değil, sistem kurucuları/tedarikçileri ile de görüşülmüş, bu sayede RFID yatırımına karar verilirken dikkat edilen unsurlar, maliyet faktörleri vd. unsurların farklı bir açıdan da incelenmesi hedeflenmiştir.

Görüşülen kişilerin yönetici vasıflarında olup tedarik zinciri, lojistik veya RFID sistemi kuruluşunda bire bir görev almış kişiler olmasına dikkat edilmiştir. Bu şekilde şirketlerinin sahip olduğu mevcut tedarik zinciri ve onun yönetimi için kullanılan yöntemleri, araçları, sağlanan faydaları, zorlukları iyi bilip ardından yeni sisteme geçilmesiyle sağlanan farklılıkları daha net bir şekilde görebilen kişiler ile görüşme yapılmıştır. Lojistik sorumlularından da aynı şekilde lojistikte ve süreçlerinde RFID entegrasyonu ile yönetimlerinde oluşan değişiklikler hakkında bilgiler alınmıştır. Kimi yöneticiler RFID sistemi entegrasyonunda da bire bir bulunup, görev aldıkları

için, bu yöneticilerden daha çok yapılan donanım ve yazılım yatırımları, karşılaştıkları zorluklar vb. konular ile ilgili bilgi alınması hedeflenmiştir. İlgili kişinin teknik ya da içerik ile ilgili konularda bilgisinin yetmediği durumlarda bu konularla ilgilenen yetkili ile görüşme gerçekleştirilerek bilgilerin tamamlanması sağlanmıştır.

Çalışmanın ikinci kısmında ise RFID Journal dergisinde yayınlanan bir örnek modelden yola çıkılarak ve bu modeli geliştirerek, RFID'nin Mağaza Yönetimi Kullanımında ROI (Return on Investment- Yatırımın Geri Dönüş) analizi yapılmıştır. Bu analizde derinlemesine mülakat sırasında kuruluşlardan alınan veriler kullanılmıştır, bunlara ek olarak RFID uygulamasına sahip olmayan, barkod teknolojisini kullanan fakat aynı sektörde faaliyet gösteren kurumların verileri de dikkate alınmıştır. Bu kurumların değerlendirmeye alınmasındaki amaç örneklem kümesini daha genişletmek ana kütleye daha yakın hale getirmektir. Bu şekilde çalışma RFID teknolojisini henüz kurmamış kurumlara da hitap edecek ve böylelikle kendilerine örnek alabileceklerdir. Hesaplamada belirtilmesi gereken ancak kurumların elinde henüz net olarak hesaplanmamış veriler konusunda da teorik kaynaklardan yararlanarak ve olasılık hesapları yapılarak tahmini değerler yazılmıştır. Sonuç olarak değerlendirmeye alınan kuruluşlar ve onlara benzer kurumların RFID teknolojisinin Mağaza yönetiminde kullanılmasıyla elde edilecek yatırım geri dönüşü hesaplanmıştır.

4.3 Araştırmanın Analiz Sonuçları

Yapılan çalışmanın analiz sonuçların bir kısmı (ROI Hesaplamasına kadarki kısım) kalitatif araştırma bulguları değerlendirilerek yazılmıştır, sonraki kısım ise gene kalitatif araştırma bulgularından yararlanarak mevcut örnek bir modeli temel alarak geliştirilen yeni bir modelde yapılan hesaplamaların sonuçları ile yazılmıştır.

4.3.1 Şirketler ve Görüşülen Kişiler Hakkında Genel Bilgiler

Araştırma çalışması için görüşülen şirket ve yöneticileri ile derinlemesine mülakat sırasında başta şirket cirosu, mağaza sayısı vb. şirket ile ilgili bilgiler ayrıca

yöneticilerin kurum içerisindeki görevleri, RFID kurulmasında hangi aşamalarda hangi görevlerde yer aldıkları gibi soruların cevapları da alınmıştır. Bu cevaplar aşağıda detaylı bir şekilde incelenerek kategorize edilmişlerdir.

4.3.1.1 Görüşülen Şirket Bilgileri

Görüşülen şirketlerin isimleri gizlilik talepleri nedeniyle açıklanmayacaktır, ancak şirketlerin ve sistemlerin yapısı ile ilgili bilgiler verilecektir.

**Mevcut Teknoloji;* Derinlemesine mülakat yöntemi ile görüşülen şirketlerin RFID teknolojisini kullanmadan önce barkod teknolojisini kullanmakta oldukları görülmüştür, hatta RFID kullanıldığı durumlarda halen barkodların da kullanıldığı gözlemlenmiştir. Kuruluşlar RFID teknolojisini henüz tüm mağazalarında ve tedarik zincirinin tüm halkalarında uygulamadıklarından (diğer halkalar ile iletişimde gerekli olacağından) ve test kısımlarını henüz aşmadıklarından barkod teknolojisinden vazgeçemedikleri ifade edilmiştir.

**Tedarik Zinciri ve Sermaye Yapısı;* İncelenen şirketler üretimi, depolamayı, dağıtımı, perakende satışını da dahil kendileri yapmaktadır, ürünlerinin çoğu kendi mağazalarında sergileniyor olup tedarik zincirinin ürünün üretiminden müşteriye teslim edilmesine kadar tüm halkaların yönetimine sahip oldukları görülmüştür.

Şirketler yerli sermayeli olup, üretim yerleri depoları ve mağazaları da Türkiye'de yer almaktadır.

**Ciro, mağaza bilgileri;* Şirketlerin ciroları incelendiğinde 25.000.000 $ - 800.000.000 $ arasında farklılık gösterdiği görülmektedir. Mağaza sayılarının 80-230, mağazadaki ürün sayısının ise 6.000 - 30.000 arasında olduğu gözlenmiştir, ancak RFID teknolojisinin en fazla 5-6 mağazada uygulandığı görülmüştür.

Kantitatif araştırma için ek olarak görüşülen ve RFID teknolojisini uygulamayan kuruluşların da yukarıda belirtilen aralıklardaki değerlere sahip oldukları görülmüştür. Sistem tedarikçileri ise bu değerlerden muaftır.

4.3.1.2 Görüşülen Yöneticiler Hakkında bilgiler

Görüşülen kişiler yönetici vasıflarında olup tedarik zinciri, lojistik veya RFID sistemi kuruluşunda bire bir görev almış kişilerdir. RFID sistemi entegrasyonunda bire bir bulunmuş veya görev alan yöneticilerden, yapılan donanım ve yazılım yatırımları, kurulumda karşılaştıkları zorluklar vb. konular ile ilgili görüşler alınmıştır.

İlgili kişinin teknik ya da içerik ile ilgili konularda bilgisinin yetmediği durumlarda bu konularla ilgilenen yetkili ile görüşme gerçekleştirilerek bilgilerin tamamlanması sağlanmıştır.

RFID sisteminin kurulumunu yapan entegrasyon şirketlerinden gene pazarlama satış yetkilileri başta olmak üzere, teknik departmanından yetkililer ile de görüşme sağlanmıştır.

4.3.1.3 Kuruluşların Mevcut Sistemleri Hakkında Genel Bilgiler

RFID teknolojisinin kullanılmadan önceki teknoloji barkod teknolojisi olup kuruluşların bu teknolojiyi yıllardır kullanmakta oldukları görülmüştür. Barkod teknolojisine sahip sistemler ile tedarik zinciri yönetimi yapılabildiği ve doğruluk oranının yüksek, etiket maliyetlerin ise düşük oldukları görülmüştür.

Barkod teknolojisinin en büyük avantajı sistem maliyetinin uygunluğu ve standardizasyonda belli bir seviyeye ulaşmış olması olarak görülmektedir. Barkod teknolojisinde kullanılan donanımlar/yazılımlar RFID teknolojisinde kullanılan donanımlar/yazılımlar ile benzerlik göstermekle beraber, maliyetlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. (Okuyucu, yazıcı, etiket vb. araçlar Barkod sisteminde de kullanılmaktadır.) RFID teknolojisinde en büyük maliyeti oluşturan etiketlerin de, barkod teknolojisinde daha düşük maliyetli oldukları görülmüştür. Kullanılan malzemede çip veya anten gibi bir bileşen içermediğinden sadece baskı yapılabilecek alanın (kimi zaman kağıt veya yapışkanlı kağıt/etiket üzerinde, kimi zaman ürünün kendisinde basılabilmektedir) olması yeterli olduğundan barkod etiketlerinin maliyetleri daha düşüktür.

Barkod teknolojisinin hemen hemen tüm firmalar tarafından kullanılmasından ortaya çıkan avantajlarına karşılık, yapılabileceklerin sınırlı olması yüzünden günümüzde hızla gelişen kuruluşlar ile rekabet avantajı yakalanamamaktadır. RFID uygulamasına ilgi duyulmasının ana sebeplerinden birisi olarak, rekabet unsurunun öneminin altı ısrarla çizilmiştir. Barkod teknolojisinden RFID teknolojisine geçişte etkili olan diğer nedenler aşağıdaki gibi belirtilmiştir;

- Barkod teknolojisinin insan işgücüne çok bağlı olması; barkod teknolojisi okuma mesafesi çok kısa olan bir otomatik tanımlama teknolojisidir bundan dolayı okuyucu nesnelere iş gücü tarafından yaklaştırılıp okunması gerekmektedir, iş gücünden kaynaklanan hatalar önlenememekte ve işlemlerin süresi uzun sürmektedir.

- Bazı uygulamalarda barkod teknolojisinde kullanılan etiketin çevresel faktörlerden etkilenmesi kuruluşları farklı bir tanımlama teknolojisi arayışına itmiştir, örnek olarak bazı ürünler taşınırken vb. fiziksel yer değişikliklerinde barkodları çizilebilmekte, bazıları ısı veya nemden etkilenmekte ve deformasyona uğramaktadır. Bu da kullanıcıları daha dayanıklı olan farklı bir teknoloji arayışına itmiştir.

- Barkod etiketlerin tekillik özelliğine sahip olmamasından dolayı birim bazında ürün takibinin yapılması mümkün olmadığından, gerekse üretimde gerekse diğer aşamalarında hem dış hem de iç fire miktarı yüksek olabilmektedir. RFID teknolojisi ile birim bazında ürün takibi yapılabildiğinden ve tekillik özelliği sayesinde bir ürünün etiketi değiştirilememektedir veya yok edilse bile firenin verildiği bölüm, departman birimi, ilgili operatöre kadar detaylı bilgiler alınabilmektedir.

4.3.2 RFID Yatırımında Etkin Unsurlar

RFID Teknolojisi gün geçtikçe geliştirilmekte ve yararlanılabilecek faaliyetler alanı genişlemektedir ancak barkod teknolojisinde olduğu gibi henüz en üst seviyeye ulaşılmamıştır, buna karşılık mevcut kabiliyetlerinden de yeteri kadar yararlanılmadığı görülmektedir.

Yapılan çalışmada bu denli olumlu faydaları bulunan RFID'ye henüz yeteri kadar yatırımın olmamasının nedeni olarak yatırım geri dönüş faktörü (Return On Investment), etiket maliyeti, mevcut sisteme entegrasyon, tedarikçi zinciri gibi faktörler ön plana çıkmaktadır. Bunların yanı sıra kurumlar tarafından net olarak belirtilmemesine karşın, RFID sisteminin henüz bu kadar yaygın olmamasının asıl sebebi, kuruluşların konu ile ilgili yeteri kadar bilinçli olmaması, teknolojinin sürekli gelişiyor olması ve henüz en üst gelişim seviyesine ulaşmaması olarak gösterilmektedir. UHF RFID teknolojisini Türkiye'ye getiren öncü firmalarından STS-Teknolojileri Teknopark Müdürü; Türkiye'deki kurumlar RFID konusunda henüz yeteri ölçüde bilinçlenmiş değiller, dolayısıyla beklentiler gerçek olabildiğinden çok farklı olabiliyor, hayal ettikleri RFID teknolojisinin yapısı dışında bambaşka bir şey talep edilebiliyor, yapılabilecekler anlatıldıkça yatırım yapmaktan uzaklaşmalarına neden olabiliyor gibi yorumlarda bulunuştur. Halbuki mevcut süreçlerin ve hedeflerin dikkatli incelenmesi ile RFID sisteminden yararlanarak kurum ne kadar ileri götürülebilir konusunun fizibilitesi kolayca çıkartılabilmektedir.

4.3.2.1 RFID Yatırımında Etiket Maliyet Faktörü

RFID yatırımında en etkili faktörlerden bir tanesi etiket maliyeti olarak gösterilmektedir. RFID etiket çeşitleri gün geçtikçe artmakta, maliyeti düşmektedir, daha küçük/ince antende daha fazla bilgi saklanabilmekte vb. gelişmeler olmaktadır, ancak birçok sektörde maliyeti henüz uygulanabilir derecede düşmediği görülmüştür. Birçok ürün (özellikle hızlı tüketim ürünleri göz önüne alındığında) için etiket maliyeti ürün maliyetini oldukça etkileyebilir düzeyde olduğundan kuruluşlara önderlik sağlamak yerine pazarda fiyat rekabet gücünü yitirmesine yol açabilmektedir bundan dolayı henüz birçok ürünlerde tercih edilmemektedir. RFID'nin kullanılması için etiket maliyetinin uygulanacağı ürünün bedeli içerisinde gömülebilir nitelikte olması gerektiği belirtilmiştir. Bunun için ürün fiyatının belli bir değerin üzerinde olması durumunda RFID etiketi kullanılması uygun görülmemektedir. Etiket fiyatını yatırımı etkileyen bir unsur olmaktan çıkartmak için Türkiye'deki uygulamalarda aşağıdaki yöntemin tercih edildiği görülmüştür;

Geri dönüşümlü etiket kullanımı; RFID etiket maliyeti, sistem yatırımını engelleyen bir unsurdur. Bunun ortadan kaldırılması için uygulanan bir çözüm ise RFID etiketini geri dönüşümlü olarak kullanmaktır. Bu aynı zamanda tam anlamıyla bir tedarik zinciri uygulanamayacağı anlamına gelmektedir. Örneğin; plastik güvenlik etiketleri ile ürünlerin mağazada sunulduğu bir uygulamada, ürünün plastik güvenlik etiketinin içerisinde akustik manyetik ve RFID etiketi yerleştirilmekte, ürün satılırken kasada plastik güvenlik etiketi alınmakta, belirli bir yerde toplanmaktadır. Ardından tüm bu etiketler başka ürünlerde kullanılmak üzere yeniden kişiselleştirilmektedir. Bu şekilde tek seferde satın alınan RFID etiketleri birden fazla üründe kullanılabilecek hale getirilmektedir. Bu da RFID etiket maliyetinin satılan ürünün değerine bağımlılığını ortadan kaldırmaktadır veya genel olarak etiket maliyetini yatırımda önemli bir unsur olmaktan çıkarmaktadır. Yalnız bu uygulamanın aşağıdaki gibi eksiklikleri bulunmaktadır:

- RFID güvenlik etiketi mağaza içerisinde yerleştirilmektedir. Dolayısıyla, RFID etiketi de ürünün mağaza içerisine girmesiyle ürün ile ilişkilendirilmektedir ve bir tedarik zinciri yönetimi yapılamamakta, mağaza yönetimi ile sınırlı kalmaktadır.

- İade ürünler için RFID etiketten yararlanılamamaktadır ve barkod ihtiyacı doğurmaktadır. Etiket, ürün satılırken çıkartıldığından ve deaktive edildiğinden ürünlerin iade edilmesi durumunda bilgi alınması ile ilgili RFID den herhangi bir şekilde yararlanılamamaktadır, bu durumda ürünü tanımlamak için üzerinde barkodun bulunması gerekmektedir.

Geri dönüşümlü etikete örnek olarak çamaşırhanelerde kullanılan geri dönüşümlü etiket uygulaması da verilebilir. Türkiye'de de örnekleri bulunan bu uygulamada; Isıya dayanıklı özelliklere sahip RFID etiketi, havlulara düşmeyecek şekilde dikilmektedir ve hangi havlunun ne ısıda ne kadar sürede ne sıklıkta yıkanmış olduğu gibi veriler alınmaktadır. Burada havlunun dolaşımı takip edilmektedir ve aynı etiketin 5.000 den fazla kez kullanımı mümkün olduğundan RFID etiket maliyeti önemli bir unsur olmaktan çıkmaktadır.

RFID etiket maliyetlerinin çeşidine göre 5$ /sent'ten 40$/sent'e kadar değişiklik gösterdiği görülmüştür. Etiket kaplamasına ve şekline göre bu fiyat aralığı daha da artmaktadır.

RFID etiket maliyetinin yatırım içerisinde önemli bir unsur olarak ortadan kaldırmanın bir diğer yolu da etiket maliyetinin tedarikçiler arasında paylaşılması olacağı belirtilmektedir.

4.3.2.2 RFID Yatırımında Personel ve Mevcut Sisteme Entegrasyon Adaptasyonu Faktörü

Kuruluşlar RFID yatırımına girerken çekindikleri bir diğer konu personelin yeni sisteme ayak uydurmakta çektiği güçlük ve diğer tüm yeniliklerde olduğu gibi direnç gösterme durumudur. Barkod sistemine kıyasla RFID sistemi daha farklı bir çalışma gerektirmektedir. Birçok departmanda kolaylık sağlamakla beraber özellikle kodlama, hatalı ürünleri yeniden oluşturma vb. departmanlarındaki personelin eğitilmesinde sıkıntılar yaşanabilmekte ve ayrıca maliyetli olabilmektedir. Ayrıca mevcut SAP vb. sistemler ile entegrasyon, ara yazılım geliştirilmesi vb. değişikliklerin yapılmasını gerektirebilmektedir. Böyle bir değişikliğe tedirginlikle karşılanabilmekte, maliyetli görülebilmektedir veya çok nadir olmakla beraber yeni sistemin karmaşık ve güvenilir gözükmediği durumlar da söz konusu olabilmektedir. İncelenen kuruluşlarda personel ve mevcut sisteme entegrasyon adaptasyonu konusunda çok sıkıntı yaşanmadığı görülmüştür. Ara yazılımı bazıları kendi bilişim departmanlarıyla çözebilirken bazılarının ise tedarikçi firmadan talep ettiği görülmüştür. Ancak her iki durumda da bunun büyük bir maliyet oluşturmadığı yönünde yanıtlar alınmıştır.

4.3.2.3 RFID Yatırımında Tedarikçi Zinciri Faktörü

RFID sistem yatırımında önemli bir unsur tedarik zincirindeki diğer halkalardır. Standart bir tedarik zincirinin, ham ve ara malzeme üreticilerinden ana üreticiye, dağıtıcısından mağazaya vb. birçok halkadan oluştuğu varsayılırsa; tüm bu

kuruluşların RFID yatırımına karar vermelerini sağlamak, karar vermeleri durumunda da doğru ve birbiriyle uyumlu şekilde sistemi kurmak ve doğru işletmek günümüzün koşullarında oldukça zor gözükmektedir.

RFID etiketlerinin, tedarik zincirindeki kullanımında tedarik zinciri açısından en kolay entegrasyon şeklinin, kuruluşun üretimi ve dağıtımının kendilerine ait olması veya kendilerinin organize etmesi durumunda mümkün olduğu görülmüştür. Fabrikada bir ürün üretildikten sonra RFID etiketi eklenebilmektedir ve fabrika çıkışından dağıtıcı depo girişine, depo çıkışından mağaza girişine, mağaza çıkışından müşteri iadesine kadar zincirin her aşamasında takip edilebilmektedir. Ancak dağıtıcı ile satıcının veya üretici ile dağıtıcının farklı kuruluşlar olması durumunda, RFID uygulamasının zor olduğu ve Türkiye'de tam anlamıyla uygulaması olmadığı görülmüştür.

4.3.3 RFID'li Sistemin Bileşenleri

RFID teknolojisini kuran ve uygulayan şirketlerin kullandıkları etiketler, donanımlar, yazılımlar ve diğer gerekli araçlar incelenmiştir. Derinlemesine mülakat sırasında alınan bu bilgiler içerisinde, bu donanım ve yazılımlar arasından neye göre tercih yaptıkları, elde ettikleri avantajlar ve var ise dezavantajların neler olduğu yer aldı.

4.3.3.1 Kullanılan Etiketler

İncelemeye alınan şirketlerde genelde pasif etiketlerin kullanıldığı görülmüştür. Bunun nedeni de, pasif etiketlerin kuruluşların talep ettiği kadarıyla enformasyonu barındırabilmesi ve aktif etiketlere kıyasla daha uygun maliyete sahip olması olarak belirtilmiştir.

Frekans tipine bakıldığında ise uygulamaya bağlı olarak HF ve UHF (Ultra High Frekans) etiketler kullanıldığı görülmüştür. Tedarik zincirinde vb. uzaktan okuma talep edildiği durumlarda UFH etiketleri, güvenliğin daha önem teşkil ettiği durumlar ve akıllı kart/banka kartları gibi uygulamalarda HF etiketleri kullanılmıştır.

Plastik güvenlik etiketleri içerisinde yerleştirilen etiket tipi ise UHF/EPC Gen 2 Squiggle-Short Inlay'dır. Yüksek frekanslı bir etiket tipi olup, pasiftir ve Jenerasyon 2 olarak adlandırılan Gen 2 modelinde EPC standardına sahip bir etikettir.

İncelemeye alınan başka bir tekstil firmasında kullanılan etiket çeşitlerinin ise Alien Higgs 2 M olduğu görülmüştür. Bu etiket çeşitleri kuruluşun tüm ürünlerine üretim aşamasında yerleştirilmektedir. Üretimi başka yerde olan diğer markalarda ise 2 x 2 etiketler kullanılmaktadır. Farklı etiket kullanılmasının nedeni farklı ürünlerin sahip olduğu farklı etiket ve askı şekillerden kaynaklanmaktadır, dolayısıyla tamamen fiziksel özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Alien Technology Squiggle etiket 860 MHz - 960 MHz frekans spektrumunda küresel işletmelerde kullanılmaktadır. Buna Amerika, Avrupa, Asya ve Afrika sayılabilmektedir. Squiggle apparel ve uçak bagajları için uygundur.

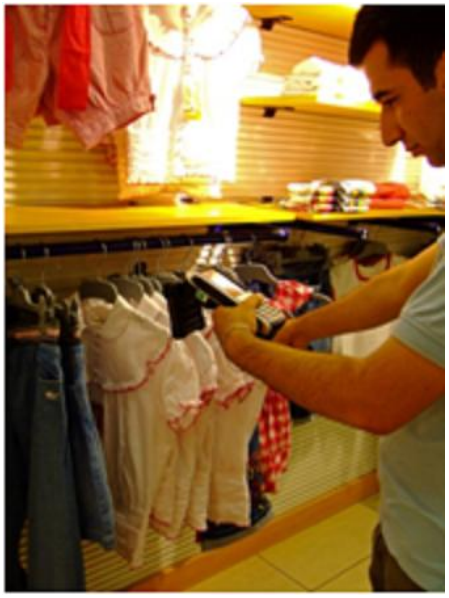
4.3.3.2 Kullanılan Okuyucular

Okuyucu tiplerine bakıldığında ise hem fabrika hem dağıtıcılarda, aynı şekilde mağazalarda da en çok sepet okuyucularının kullanıldığı gözlemlenmiştir. Sepet okuyucularının güvenilir, ergonomik ve kullanıcı dostu, ayrıca kendi operasyonları için uygun oldukları belirtilmiştir. Kullanılan bir diğer okuyucu tipi ise kasa okuyucuları, ürün satışında ürün değerini belirlemek için kullanılan okuyuculardır. Bir diğerinin de el terminalleri olduğu gözlenmiştir.

Kullanılan okuyucuların RF gücü incelendiğinde 1 Watt ile 2 Watt arasında olduğu gözlenmektedir (Türkiye de izin verilen RF gücü maksimum 2 Wattır).

Kullanılan okuyucuların birkaçının yerli üretim olduğu gözlenmiştir, bazı modellerinde bazı antenler dışarıdan satın alınmakla beraber montajı ve birçok parçaların üretimi yerli olarak yapılabilmektedir. Yerli üreticilere örnek olarak STS Teknolojileri firması verilebilir. Bu firma ultra yüksek frekans konusunda araştırma yapan ve tedarik zinciri, depo yönetimi, duran varlık/demirbaş yönetimi, konfigürasyon

yönetimi, satış yönetimi, üretim yönetimi, hasta ve ilaç takip otomasyonu, yedek parça yönetimi, bakım yönetimi uygulamalarıyla değer katan çözümler sunmaktadır.



Şekil 38: RFID El terminali okuyucusu, mağaza gösterimi

Görüşülen kuruluşlardan bir tanesi üretim sahasını terk ettiklerinde üretilmiş ürünleri taramak için yüksek performanslı ALR-8800 okuyucularının Akıllı Etiket Radar (Intelligent Tag Radar-ITR) özelliğini kullanmaktadır. Şekil 39. da görülen ALR8800 modelindeki okuyucudur. Özellikle ürün sayımında çok faydalı olduğu görülmüştür. Okuyucunun anteni ürünlerin olduğu tarafa doğrultmakta ve çevresindeki ürünlerin sayımını otomatik olarak yapılmaktadır. Doğruluğu çok yüksek olan bu okuyucu ile kullanıcının ürünler önünde birkaç saniye durması gerekmektedir, böylece tüm ürünler hatasız okunabilecektir. Kullanıcının dikkatsizliği ve hızlıca hareket etmesi düşük ihtimal de olsa okuma hatası oluşturabilmektedir. Barkod teknolojisindeki doğrusal okuma açısı ve bir seferde bir etiketi okuyabilme teknolojisine kıyasla, RFID teknolojisindeki çok daha geniş bir okuma alanı ve alan içerisinde yer alan tüm etiketleri bir anda okuyabilme özellikleri ile üstünlük sağlanabildiği görülmüştür.

Akıllı sepet olarak tanımlanan okuyucular ise gene okuyucu anteninden ve sepet şeklinde muhafazasından oluşmaktadırlar. İhtiyaca göre farklı şekil ve kapasitelerde şekillendirildiği görülen bu okuyucuların, incelenen kuruluşlarda 500 ürün

kapasitesinde oldukları görülmüştür. 500 ürünü anında okuyabilme özelliğinden büyük işçilik ve zaman tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca barkod teknolojisinde olduğu gibi paketlerin teker teker açılıp teker teker okunması da gerekmemektedir, paketlenmiş ürünler toplu halde birden okunabilmektedir.



(a) **(b)**

Şekil 39: Uygulamalarda karşılaşılan RFID okuyucuları

* (a) Sayımlarda kullanılan RFID okuyucusu, kullanım için iki kişiye ihtiyaç duyulmaktadır, (b) RFID kasa okuyucusu

4.3.3.3 Kullanılan Yazıcılar

Kullanılan yazıcılar incelendiğinde, barkod yazıcılarının kasasına benzer kasalara sahip yazıcılar görülmektedir. Bu yazıcılar hem barkod yani inkjet/mürekkep baskı yapmakta, hem etiket üzerinde gerekli bilgileri gerekirse barkod olarak basabilmekte, hem de RFID antenini kişiselleştirebilmektedir. Etiketler barkod yazıcısında olduğu gibi rulo halinde de yerleştirilmektedir ancak kağıt rulonun içerisinde etiketin gömülü olduğu gözükmektedir. Yazıcılar etiketi kişiselleştirdikten

sonra doğru kişiselleştirilip kişiselleştirilmediğini kontrol etmekte ve hatalı etiketlere karşı uyarmaktadır.

Etiketleri rulo kağıt içerisinde gömen sistemler mevcuttur ancak Türkiye'de böyle bir yatırımın çok olmadığı gözükmektedir. Çok yüksek maliyetli sistemler olmamasına karşın (RFID etiketin kağıt içerisinde gömme işlemini gören ve ruloyu yazıcı tarafından istenilen formatta getiren sistemlerin fiyatları 500.000-700.000€ arasındadır.) bu yatırımın yapılmamasının nedeni RFID talebinin ülkemizde yeteri kadar olmamasıdır.

Yazıcıların kişiselleştirebilme şekilleri çip çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Bazıları 1. Jenerasyon etiketleri kişiselleştirebilirken, bazıları 2. Jenerasyon veya diğer etiket çeşitlerini de kişiselleştirebilmektedir. Performans açısından da modele ve markaya göre farklılıklar gözlenmektedir. Dünyanın en büyük RFID yazıcılarından olan Zebra yazıcıları örnek olarak verilebilir.

Yazıcıların çok fonksiyonlu oldukları ve belirli bir işe yönelik oluşturulmuş yazıcılar olmadıkları görülmüştür.



Şekil 40: RFID okuyucu örneği

4.3.3.4 Kullanılan Yazılımlar

Tedarik zincirinde RFID Teknolojisinin hayata geçirilmesi ile beraber birkaç farklı yazılımdan bahsedilmektedir. Bunlardan sistem yazılımı olarak adlandırılan, yazıcı veya kodlayıcı makinelerinde olan yazılımın yazıcı makineleri ile beraber geldiği görülmüştür. Yazılımın işlevi, yazıcı ile etiket arasındaki iletişimi sağlamak, dolayısıyla etiketi kişiselleştirmek veya çalışabilirliğini test etmek veya iptal etmektir. Kullanıcılar bu yazılımları ve donanımları tedarik ettikleri kuruluştan almaktadır ve bakımı ile personel eğitimini de genelde sistemin tedarikçi kuruluşunun üstlendiği görülmektedir.

İncelemeye alınan kurumlarda bu yazılımın, etiket kişiselleştirmesi/kodlamasında, hatalı verinin tespitinde ve düzeltilmesinde de kullanıldığı görülmüştür. Sistem yazılımı donanım içerisinde yüklü olduğundan donanımın bulunduğu fabrika ve mağazalarda kullanılmaktadır.

Tedarik zinciri uygulaması için kuruluşlar çeşitli ürün/mamul/stok/envanter vb. uygulama yazılımları kullanmaktadırlar. İncelenen kuruluşlarda en çok rastlanan ERP ve SAP sistemleri gelmektedir. SAP yazılımı ile üretim planlama, kalite yönetimi, depo yönetimi, stok yönetimi vb. uygulamalar gerçekleştirilebilmektedir. Uygulama yazılımları, verilen bilgi ile orantılı çıktı alabilen yazılımlardır. Dolayısıyla bilgilerin doğru, zamanında, hızlı ve detaylı olarak verilmesiyle sistemden maksimum derecede yararlanılacaktır. Bu aşamada kuruluşların düşünceleri, RFID teknolojisinin çok yardımcı olduğu yönündedir.

Uygulama ve sistem yazılımı arasında iletişimi sağlayacak ara yazılımın gereksinimi konusunda; incelenen kuruluşlardan bazılarında bu yazılımın kendi bilgi ve teknoloji departmanı tarafından oluşturulduğu, bazılarında ise dış kaynaktan alındığı (outsource) görülmüştür. Dolayısıyla belirli ölçüde BT grubuna sahip olan kuruluşların, bu ara yazılımı kendilerinin oluşturabileceği gözükmektedir. Barkod uygulamasından RFID uygulamasına geçerken farklı olarak kurulması gereken yazılım ara yazılım olduğundan (Sistem yazılımı donanım ile beraber gelmektedir, SAP gibi yazılımlar kullanılan tanımlama teknolojilerinden bağımsız olarak kurulup kullanılmaktadır) RFID sistemin büyük bir maliyet oluşturmadığı söylenebilir.

RFID ve barkod sistemlerinin büyük bir faydası, kurumların kullanmakta oldukları veya kullanacakları ERP vb. sistemlerine verileri otomatik bir şekilde aktarmada büyük kolaylık, hız ve doğruluk sağlaması olduğu ifade edilmiştir. Barkod ile de benzer işlevler görülebilmesine karşın, RFID teknolojisi ile otomatikleşme konusu bir üst safhaya çıkmış, süreler kısalmış, işçilik azalmış ve böyle konularda kolaylık sağlandığı belirtilmiştir. Dolayısıyla öncellikle barkod teknolojisini kullanmış olan kurumların RFID teknolojisine geçişlerinin daha kolay olduğu gözükmektedir. Veri tanımlanmasının manüel olarak yapıldığı bir tedarik zinciri sisteminden RFID sistemine direkt geçiş görünmemektedir. Kuruluşlar manüel veri tanımlamasından otomatik veri tanımlamasına geçerken; yıllardır bilinen ve gelişiminin tamamlandığı söylenebilecek olan barkod teknolojisini tercih ettikleri görülmüştür.

4.3.4 RFID Sistemin Tedarik Zincirindeki Faydaları

Derinlemesine mülakat sırasında RFID teknolojisini kullanan/test eden firmalarının yöneticilerinden bu teknolojinin tedarik zincirinde sağladığı faydalar ile ilgili görüşleri alınmıştır. Bununla beraber RFID kullanımıyla birlikte yapılan ölçüm ve değerlendirme bilgileri de toplanmıştır.

Derinlemesine mülakat görüşmesinin gerçekleştirildiği firmalardan, tekstil sektöründe yer alanları ele alındığında, bir kuruluşun tedarik zincir yapısının, üretim, depo, dağıtım, iade, mağazalar arası transfer ve mağaza yönetimi gibi gruplardan oluştuğu görülmüştür. Sırasıyla bu departmanlardaki RFID'nin etkileri incelenmiştir;

4.3.4.1 RFID'nin Üretimdeki Katkıları

Tekstil-Hazır giyim sektöründeki üretim departmanının kendi içerisinde planlama, kesim, düzenleme, dikim, yıkama, ütüleme, kalite kontrol, etiketleme-paketleme, müşteri bazında ayırma, sevke hazırlama gibi bölümlerden oluştuğu görülmüştür. Bu süreçlerin akışlarından başlayarak RFID teknolojisinin sağladığı faydalardan bahsedilecektir.

Mevcut uygulamada RFID etiketlerinin ürün üretimi bittikten ve kalite kontrolü yapıldıktan sonraki aşamalarda, ürünler ile eşleştirildiği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla kesim, düzenleme, dikim, yıkama ve ütüleme üretim bölümleri arasında ürün takibi yapılamamaktadır. RFID etiketi, ürün tamamlanıp kalite kontrol onayından geçtikten sonra üretim departmanında uygulanmaktadır. Ardından paketlenen ürünler müşteri/dağıtıcı bazında ayrım ve sevke hazırlanırken bu etiketlerden yararlanılmaktadır. Barkod teknolojisinin kullanıldığı durumlarda olduğu gibi, sadece koli veya kutu bazında değil, RFID sayesinde birim ürün bazında da üretim kontrolü yapılabilmektedir. Envanter hareketlerinin de birim ve koli bazında takip edilebildiği, stok ve sevk kontrolünün de aynı şekilde yapılabildiği belirtilmiştir.

RFID etiketlerinin ürün ile eşleştirildikten sonra fabrika çıkışında, akıllı sepetler ile çıkartıldığı görülmüştür. Akıllı sepet/kutu içerisinde yerleştirilen ürünlerin çıkışı otomatik olarak sağlanmakta, faturalama işlemleri de otomatik yapılmaktadır. Genel hatlarıyla üretim aşamasında sağlanan faydalar aşağıdaki gibi belirtilmiştir;

- Daha önce barkod teknolojisinde teker teker ürünler okunması gerekiyordu, RFID teknolojisi ile ürünler grup halinde, eş zamanlı, bir saniyeden kısa bir sürede okunmakta ve sisteme işlenmektedir. Bunun da operasyon zamanından büyük tasarruf, sevkiyatta hız ve işçilikte kolaylık sağladığı görülmüştür. Manüel süreçleri azalttığı için de insan gücünden kaynaklanabilecek hataları önlemekte, hatalı sevkiyat oranını düşürmektedir.

- RFID etiketi, ürüne ait özel kod barındırabildiğinden barkod'dan farklı olarak, ürün ile ilgili üretim tarihi, parti bilgileri, ara malzemelerin nereden alındığı vb. birçok detayı barındırabilmektedir.

- Fabrika çıkış aşamasında faturalama işleminde de büyük hız sağladığı görülmüştür. Faturalama işleminde barkod teknolojisi kullanıldığında 1 koli ürün 15 dakikada okunup faturalandırması yapılabilirken, RFID teknolojisi ile 1 koli 10 saniye gibi kısa bir sürede yapılabilmektedir. Bu da ürün sevkiyatında büyük verimlilik ve operasyonda kolaylık sağladığını göstermektedir.

Üretim departmanında RFID teknolojisi sayesinde sağlanabilecek önemli bir fayda da, üretimde departmanlar arası geçişlerde gerçekleşen fire yüzdesini

düşürtmektir. RFID etiketinin kalite kontrol sonrasında değil, dikiş bölümünden hemen sonra eklenmesi durumunda, dikiş departmanından sonra yıkama, ütüleme vb. departmanlar arasındaki geçişlerinde kontrolü sağlanabilecektir ve iç firede azalma sağlanacaktır. Bu tür bir uygulamanın kuruluşların projelendirme aşamasında yer aldığı görülmektedir. Bunun ana sebebi de üretim departmanındaki farklı koşullara (ısı, nem, vb.) dayanıklı etiketlerin maliyetinin yüksek olmasıdır. Doğru bir yatırım, geri dönüş hesaplaması gibi ön fizibilite çalışmaları ile yüksek iç fire oranına sahip kuruluşlar için yatırıma karar verilebilir.

4.3.4.2 RFID'nin Depo ve Dağıtımdaki Katkıları

Ürünler müşteri bazında ayrılıp sevke hazırlandıktan sonra dağıtım için ana depoya veya uygulamaya bağlı olarak direkt mağazaya gönderilmektedir. Burada ürün bazında sayım, sevk kontrolü, envanter hareketlerin takibi yine her aşamada yapılabilmektedir. Ürünlerin üretimden ana depoya, ana depodan dağıtım merkezine, oradan da mağazaya ulaştığı durumlarda belirtilen üç yerden ürün giriş ve çıkışı yapılması gerekmektedir. Barkod teknolojisi kullanılması durumunda tüm bu kapılarda ürün giriş ve çıkışları manüel olarak teker teker barkodların okunup yapılması gerekmektedir. RFID teknolojisi ile ise toplu olarak okunabilme özelliğinden dolayı tüm süreçler kısalmaktadır.

4.3.4.3 RFID'nin İade Süreçlerindeki Katkıları

Müşteri tarafından ürün iadesi olması durumunda, müşteriler ürünlerini aldıkları mağazaya veya başka bir mağazaya iade etmektedir. Buradan iade ürünler dağıtım merkezlerine toplanmakta ve oradan ana depoya iletilmektedir. İade ürünlerde de RFID etiketinin bulunmasından dolayı her adımda ürün bazında sayım, sevk kontrolü güvenli bir şekilde gerçekleştirilmektedir. RFID etiketi okunarak ilgili ürünün detayları; ürünün ne zaman nerede kim tarafından üretildiği, mağazaya ne zaman geldiği, ne zaman kim tarafından satıldığı/satın alındığı vb. görülebilmektedir.

RFID teknolojisi sayesinde ürün iadesi ile yapılan hırsızlıklar önlenmektedir. Öyle ki barkod teknolojisi kullanılması durumunda, ürüne ait tekil kod olmadığından belli kategoride/boyda/renkte tüm ürünler bir sayılmaktadır. Bir mağazada bir ürün çalıp başka bir mağazaya iade edip ödemesinin geri alınmasının talep edildiği durumlarda ürünün hangi mağazadan olduğu ve satılıp satılmadığı anlaşılamamaktadır. Çözüm olarak ürün iadeleri fatura ile beraber yapılması ön görülmüştür, ancak bir ürünü fatura ile satın alıp aynısı olan diğer bir ürünü çalması durumunda fatura bir çözüm olmaktan çıkmaktadır. RFID teknolojisinin tekillik özelliği sayesinde iade şeklinde ürün mağazaya getirildiğinde; ürünün hangi mağazadan alındığı, fatura kesilip kesilmediği, stok çıkışının yapılıp yapılmadığı gibi birçok detaylar görülebilmektedir ve ürünün çalıntı olup olmadığı hemen anlaşılabilmektedir.

4.3.4.4 RFID'nin Mağazalar Arası Transferlerdeki Katkıları

Tekstil sektöründe RFID sistemi sayesinde sağlanan önemli bir fayda sayımların hızlı yapılabilmesi, sayım işlemini sık sık yapabilme imkanı sağlaması olduğu belirtilmiştir. Ayrıca el terminalleri veya benzer el RFID okuyucuları ile belli bir ürünün varlığı ve miktarı çok kısa bir zaman içerisinde öğrenilebilmektedir. Mağaza içerisindeki ürünler ile ilgili birim bazında bilgiler alınabilmektedir ve tüm bu sayımlar ana depoda veya fabrikadaki lojistik departmanında da incelenebilmektedir ve hangi ürünün hangi mağazada ne kadar satıldığı vb. bilgiler elde edilebilmektedir. Bunların başta üretim planlama, lojistik ve pazarlamada çok ihtiyaç duyulan bilgiler oldukları belirtilmiştir. Mağazalardaki ürün stoklarının ve seviyesinin takip edilmesinden dolayı mağazalar arası ürün transferleri de çok sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Gene mağazalar arasındaki transfer işlemlerinde ürün sayımında, sevk kontrolünde, faturalamada, envanter hareketlerinde vb. aşamalarda RFID teknolojisinden faydalanıldığı görülmüştür.

4.3.4.5 RFID'nin Mağaza Yönetimindeki Katkıları

Mağaza içerisinde RFID'den istenen ürünün kısa süre içerisinde bulunabilmesi özelliğidir. Bu özellik genelde kalabalık ve müşterilerin ürünlerini kendilerinin seçtiği ve denediği mağazalarda önem kazanmaktadır. 30.000 ürüne sahip bir mağazayı inceleyecek olursak, her bir üründen en az 3-5 takımın olduğu ve müşterilerin özgürce ürün alıp denediği ve ürünleri denedikten sonra bazen bir reyondan aldığı bir ürünü başka bir reyona veya ortalıkta bırakılabildiği bir ortam düşünelim. Ortalıkta bulunan ürünler gün sonunda yerlerine yerleştirilse bile yanlış rafa konulanlar renk benzerliği de var ise tespiti bazen yapılamamaktadır. Gene de gün içerisinde bir müşterinin gelip de o ürünü istediğinde önceki teknoloji olan barkod ile onu bulmak bazen zaman alıcı bazen müşterinin bekleyebileceği süreyi göz önüne aldığımızda mümkün olmamaktadır. RFID el okuyucusu sayesinde istenilen ürünün birkaç saniye içerisinde bulunabildiği gözlenmiştir. Okuyucu bir el terminali ise; el terminalinde istenen ürün bilgileri girilir ve mağaza içerisinde dolaşmaya başlanır, ürüne yaklaştıkça okuyucudan ses çıkmaya başlar ve yaklaştıkça bu ses yükselmeye devam eder. Bu şekilde kolaylıkla istenilen ürün bulunabilmektedir. Bu özellik sayesinde mağazada yerleri karışan ürünler dolayısıyla yaşanabilecek satış kayıpları oluşmadığı ve müşteri memnuniyetin artırılabileceği düşünülmektedir. RFID teknolojisi sayesinde mümkün olan eşsiz kodlama sayesinde bunun gibi birçok farklı fayda sağlanmaktadır. Barkodtan farklı olarak her ürün için farklı bir kimlik söz konusu olduğundan, ilgili ürün ile ilgili hayat döngüsü detayıyla gözlenebilmektedir.

RFID'nin doğruluğuna bakıldığında herhangi bir hataya rastlanmadığı sistemin tam doğruluk ile çalıştığı görülmektedir. Ancak etiketin üründen koparılmış olması veya yanlış etiketin yanlış ürüne uygulanması vb. operatör hataları ve RFID dışındaki faktörlerden hata olması durumunda her sistemde olduğu gibi bu sistemden de doğru yararlanılamamaktadır.

Mağaza faaliyetleri incelendiğinde; ürün kabulü, depo faaliyetleri, reyonlarda ürün tamamlama, sayım, kasa işlemleri, müşteri iade durumları, fiyat değişimleri, tadilatlar, kabin yönetimi, hırsızlığı önleme gibi faaliyetler tanımlanabilmektedir. RFID'nin faydaları sırasıyla sayılan faaliyetlerde aşağıdaki gibi incelenmiştir;

- Ürün kabulü

Uygulamada incelenen hazır giyim satan, perakendeci kuruluşlarda ürünler mağaza girişinde otomatik olarak sayılmakta ve sisteme kayıt edilmektedir. Ancak bunun için kapıdaki okuyucuları kullanmak yerine, kullanılan donanımlar kısmında anlatılan akıllı ürün sepetlerini kullandıkları görülmüştür. Belli sayıdaki ürünleri içerebilen tekerlekli sepetlerde RFID okuyucular yerleştirilmiştir. Üzerine ürünler konulduğunda toplu olarak okunmaktadır ve ürünlerin mağazaya girişi bu şekilde yapılmaktadır.

İncelenen bir uygulamada akıllı sepetler ile saniyede 70 ürün sayılabildiği görülmüştür (Sepette 70 ürün sığdığından dolayı böyle bir sınırlama olmaktadır, RFID'nin okunma hızı ile ilgili bir unsur değildir, ayrıca sepet farklı tasarlandığında bu sayı artırılabilmektedir). Barkod teknolojisi kullanılması durumunda 10 saniye de en fazla 1 ürün okunmaktaydı, dolayısıyla ürünlerin mağaza girişinde okunmasında ve ürün kabulünde büyük fayda sağladığı belirtilmiştir. Ürün kabulde zaman tasarrufa, operasyonda verimliliğe, mağaza çalışanları için kolaylığa ve dolayısıyla müşteri memnuniyetindeki artışa katkı sağladığı belirtilmiştir.

Ürünlerin mağaza girişinde/ürün kabülde kapı girişi yerine akıllı sepetler ile okunmasının nedenleri şu şekilde açıklanmıştır:

- Birçok mağazada ürünler belli gruplar halinde gelmektedir, kapı girişinde topluca bir okuma sağlansa ardından depo veya mağaza raflarında yerleştirilirken tekrar ürünleri ayırt etmek gerekecektir. Bu adımı ortadan kaldırmak için akıllı sepetler kullanılmaktadır. Sepetin içerisinde dağıtıcıdan geldiği şekilde ürün grupları yerleştirilmekte ayrıca grup bazında sayım ve kontrol yapılabilmektedir.

- Kapı okuyucuların kullanılmamasındaki neden, etiketlerin UHF özelliklerine sahip pasif etiketler olması üst üstte karmaşık bir hale geldiklerinde bazı etiketlerin okunmama durumuna yol açmasıdır.

- Ayrıca kapı okuyucularında ürünün okunması yapılabilir ancak bunun giriş mi çıkış mı olduğu ayrıca tanımlanması gerekmektedir. Mevcut teknoloji ile bu konuda zorlanıldığı görülmüştür.

- Akıllı sepetler mağaza içerisinde birçok bölümde birçok farklı amaçlar için kullanılabilmektedir. Tercih edilmesindeki bir diğer neden de budur.

- Mağaza Depo Faaliyetleri

RFID teknolojisi ile tedarik zinciri ve mağazada sağlanabilen diğer bir fayda, depo ve mağaza yönetimi yapılabiliyor olmasıdır. Mağaza depo girişinde RFID okuyucu yerleştirerek, depo ve mağaza ürün hareketleri ince detayları ile incelenebilmektedir. Bu takip tedarik zincirindeki belirlenen birimler tarafından incelenebilmektedir. Örneğin, fabrikadan hangi ürünün ne sıklıkta depodan mağazaya çıkartıldığı, depoda hangi ürünlerin bulunduğu, mağazada hangi ürünlerin olduğu gibi bilgiler edinebilmektedir. Bu özelliğin katkılarından yaşanmış bir örnek verilecek olur ise; uzaktan mağaza izlenebileceğinden yönetim bir mağazada bir ürünün hiç satılmadığını fark edip bunun nedenini mağaza yöneticisine sorduğunda yanıt olarak müşteriler tarafından ilgi gösterilmediği şeklinde oluyor. Ancak RFID teknolojisi sayesinde fabrikadan depo ve mağaza içerisindeki ürün ve hareketler incelendiğinde ilgili ürünün depodan mağazaya geçmediği görülmektedir. Dolayısıyla ürünün mağaza reyonlarına/vitrine hiç konulmadığı anlaşılmaktadır ve sonuç olarak ilgili mağaza yöneticisi uyarılarak ürün vitrine yerleştirilmektedir. Bu şekilde mağaza takibinin uzaktan da yapılabilme olanağı olduğu görülmüştür.

Aynı şekilde mağaza ve depo içerisinde stok bilgileri de takip edilebilmektedir, depo/dağıtıcı tarafından mağazadaki ürünler, fabrika tarafından dağıtıcıda/depoda ve gene mağazadaki stok takibini gerçekleşebilmektedir. Ayrıca mağazalardaki stok seviyesi takip edilebilmekte bir mağazada bir ürünün belli bir seviye altında düşmesi ve diğer mağazada aynı üründen stok fazlalığı olması durumunda mağazalar arasında ürün değişim planları yapılabilmektedir. Bu şekilde stok eksikliği veya stok fazlalığı oluşmamaktadır, doğru stok takibi ve yönetimi sağlanmaktadır.

- Reyonlarda ürün yerleştirme/tamamlama

RFID teknolojisinin ürün tamamlama sürecinde büyük katkısı olduğu gözlemlenmiştir. Barkod teknolojisi kullanıldığı durumda ürün yerleştirmede ortalama 20 saat harcandığı görülmüştür. RFID teknolojisinin kullanılması durumunda bu sürenin ayda sadece 3 saat olduğu görülmektedir. Sağlanan verimliliğin yanı sıra iş gücünde azalmaya neden olabileceği görülmektedir.

- Sayım

Toplu okuma özelliği sayesinde RFID sistemi ile daha hızlı sayım yapılmakta ve hata oranı düşmektedir. Barkod sistemi ile aynı ürüne ait 100 birim alındığında bir tanesinin okunup, 100 olarak sayılmaktadır. Aralarında olası bir farklılık vb. bir şey tespit edilememektedir, aynı ürüne ait kodlamalar aynıdır. RFID teknolojisi ile her ürün birim olarak kontrol edilebilmekte, sayılabilmekte ve arada bir eksiklik olması durumunda tespit edilebilmektedir. Sayımda elde edilen diğer kolaylıklar da gene süreç sürelerin kısaltılması ve işçilikte kolaylık sağlaması şeklinde belirtilmektedir. Bir mağaza da ürün sayımı barkod teknolojisi kullanılması durumunda 5-6 saat sürerken RFID teknolojisi ile bu süre 1-1.5 saate kadar düşmektedir.

Sayım sırasında genellikle el okuyucularının kullanıldığı gözlemlenmiştir. Ancak bir eksiklik olması durumunda (örneğin etiketi olmayan bir ürünün olması gibi) el terminali ile eksikliği, yeri belirlenemediğinde akıllı sepetler yardımıyla ürünler belli gruplar ile alınıp sepete konulmakta, 50 ürün konulduysa sepetin de 50 olarak sayması gerekmektedir. Çelişki olması durumunda ilgili grup kontrol edilip eksiklik tespit edilmektedir. Akıllı sepetin olmadığı durumda ürünlerdeki etiketlerini teker teker incelemek gerekmektedir. Bu da bir mağazada binlerce ürün olduğu göz önüne alınırsa çok büyük bir vakit kaybı anlamına gelmektedir.

- Kasa işlemleri

RFID'nin kasa ödeme kısmında müşterilerin ödemelerini nakit yapmaları durumunda oldukça yüksek bir hız kazandırdığı belirtilmiştir. Ancak kredi kartı ile ödeme yapılması durumunda ödeme süreci pos cihazının hızına bağlı olduğundan önemli derecede hız artışı ve müşteri memnuniyetinde fayda sağladığı söylenememektedir. Çünkü zaten pos cihazını bekleyecek olan müşteri kasada zaten bir süre beklemektedir. Kasada RFID'nin sağladığı önemli bir fayda da birden fazla ürünün aynı anda okunabilmesinden dolayı oluşacak verimlilik artışıdır. Barkod teknolojisiyle ürünlerin barkotları bulunup teker teker okunması gerekmektedir, RFID teknolojisi sayesinde ürünler bir grup halinde kasadaki RFID okuyucu üzerine tek seferde yerleştirilmektedir ve böylece eş zamanlı tüm ürünlerin bilgileri okunmuş olmaktadır. Tüm durumlar için özellikle satış personeline kolaylık sağladığı belirtilmiştir.

- Fiyat değişimleri

Üzerindeki bilgiyi değiştirebilme özelliği; RFID etiketlerde içerisindeki bilgi ile ilgili istenilen değişiklikler yapılabildiğinden, örneğin tüm bilgileri olduğu gibi bırakıp sadece fiyat değişikliği yapılabilmektedir ve fiyat değişimi yeni fiyatlara göre kolaylıkla tanımlanabilmektedir. Barkod teknolojisinde ise tanımlama elektronik değil görsel/optik olduğundan böyle bir değişikliğin yapılabilme ihtimali yoktur. Yeni barkod düzenlenmesi gerekmektedir veya üzerine yeni fiyatın yazılı olduğu ayrı bir etiket yapıştırılabilmektedir. RFID'nin reyonlarda elektronik fiyatların kullanıldığı durumlarda daha önem kazanacağı görülmektedir.

- Tadilatlar

RFID teknolojisinden yararlanarak tadilat için bırakılan ürünlerin takibi için de büyük katkılar elde edilebilmektedir. Ancak görüşülen kuruluşlarda tadilatlar için henüz RFID teknolojisinden çok yararlanılmadığı görülmüştür.

- Kabin yönetimi

RFID teknolojisinden yararlanarak güvenli ve etkili bir kabin yönetimi yapılabilmektedir. Fire (hırsızlık) olaylarına kabinlerde çok rastlanmaktadır. Deneme amaçlı ürünlerin kabine alınıp orada güvenlik etiketini etkisiz hale getirip ürünü çalabilmektedirler. Deneme kabinlerine RFID okuyucu yerleştirilerek kabine giren ile çıkan ürünler arasında kontrol yapılıp eksiklik olması durumunda uyarı yapılabilmektedir.

Mağaza faaliyetleri arasında yer alan kabin faaliyetleri için RFID teknolojisi ile elde edilebilen farklı uygulamalar düşünülmektedir. Bunlardan bir tanesi "sihirli ayna" olarak tanımlanan güzel bir ürün pazarlama aracıdır. Sihirli ayna, müşteri bir ürünü denemek üzere kabine girdiğinde, orada yer alan LCD ekrandan aldığı ürünü ve onunla beraber uyumlu diğer ürünleri ve mağazada olan takı, kemer vb. ile oluşturulabilecek kombinasyonları görmesini sağlayan RFID teknolojisinden yararlanarak gerçekleşebilen bir teknolojidir. Etiket içerisinde ürün ile ilgili her detay yer aldığından (renk, beden, kumaş, çeşit vs.) küçük bedene sahip bir müşteriye kendisine uygun kıyafet tarzı daha kilolu birine daha farklı tarzdaki kıyafetler önerilmektedir. Gömleği deneyen birisi, kabinde o gömlek ile tavsiye edilen pantolon, ceket, kravatlar, ayakkabı, kemer vb. ve aksesuar önerilerini de görmektedir. İstenildiği durumda birim fiyatlar, kombinasyon durumunda indirimler vb. promosyonlar da müşterilere sunulabilmektedir. Bunlara ek olarak müşterinin müşteri kartı kullanması durumunda, kartında daha önce yaptığı alışverişler var ise onlara uygun kombinasyon önerileri de yapılabilmektedir. Sihirli ayna sistemi Türkiye de henüz projelendirme aşamasında olup, yakın gelecekte uygulamaya geçebileceği belirtilmiştir.

- Hırsızlığı önleme

RFID teknolojisini tedarik zincirinde daha geniş anlamda kullanan kuruluşlarda etiketleme, kişiselleştirme ve ürün ile eşleştirilme üretim anında yapılabilmektedir.

RFID uygulamasını mağaza yönetimi ile sınırlı olan kuruluş örneğinde ise ürünler mağazaya girdikten sonra etiketler eklenmekte ve o aşamadan itibaren takip edilmektedir. RFID teknolojisi ile etiketin ürün ile eşleştirildiği andan itibaren güvenli bir kontrol sağlanabildiği daha önce belirtilmiştir. Dolayısıyla ne kadar erken süreçte RFID etiketi ile takibe başlanırsa o kadar güvenli bir sistem oluşturulacağı belirtilmiştir. Üretim departmanları arasındaki fire düşüşü sağlayabildiğinden, gene mağaza içerisinde fire oranını düşüreceği (ürünlerin tekillik özelliği sayesinde her ürünün bir kimliği olduğundan bir ürünün kaybolması durumunda hangi mağazadan hangi zaman çalındığı vb. bilgiler elde edilebilmektedir), kabin içi hırsızlığı önleyeceği belirtilmiştir.

4.3.5 RFID Teknolojisinden Kaynaklı Maliyetler

RFID sisteminin maliyet kalemleri incelendiğinde barkod sistemine kıyasla daha yüksek oldukları görülmüştür. Donanım maliyetlerinin barkod donanımlarına kıyasla hemen hemen iki katı oldukları, ancak donanımların bedeli yüksek olmadığından ve tek seferlik alındığından maliyet değerlendirmede çok büyük etkisi olmadığı gözlenmiştir. Sürekli harcanan malzeme olarak etiketler sayıldığından maliyeti belirleyen temel unsurlar olarak gösterilmiştir ve barkod sistemine kıyasla maliyet farkında en büyük katkısı olduğu belirtilmiştir.

Bileşen maliyetleri kıyaslandığında RFID bileşenlerinin daha yüksek maliyete sahip olduğu gözlenmiştir. Örneğin okuyucular arasında bir kıyaslanma yapılacak olur ise, barkod okuyucu fiyatları 500-1.000 $ arasındayken, RFID okuyucuları 2.000-8.000 $ arasında maliyete sahipler.

Personel açısından değerlendirildiğinde personel sayısında geçerli bir düşüşün olmadığı gözlenmiştir. Lojistik departmanında ve sevkiyatta personel sayısı düşüşü olduğu gözlenmiştir, sayımda da büyük bir zaman tasarrufu sağlamasına karşın personelde herhangi bir düşüş yapılmadığı görülmüştür, çünkü bu şekilde daha sık zamanlarda sayım yapabiliyor hale geldikleri belirtilmiştir. Ancak personel işlerini kolaylaştırdığı, zaman tasarrufu sağladığı ve bu şekilde personelin performansında artış olduğu belirtilmiştir.

4.3.7 RFID Yatırımında Yatırımın Geri Dönüşümünün (Return On Investment) Hesaplanması

Çalışmanın bu bölümünde perakende tekstil sektöründeki kuruluşların mağaza uygulamalarında RFID teknolojisine yatırım yapması durumunda yapılan yatırımın geri dönüş hesaplaması yapılmıştır. Türkiye'de perakende tekstil sektöründe RFID teknolojisini tedarik zinciri yönetiminde tam anlamıyla kullanan kurum olmadığından mağazada sağlanabilecek faydalar ve maliyetler dikkate alınarak yatırımın geri dönüşünün hesaplanması hedeflenmiştir. Dolayısıyla çalışma, kurum hakkındaki bilgilerden, ürün kabul, ürün sayım, depodan mağazaya ürünlerin getirilmesi, firenin azalması, satışların yükselmesi, mağaza başına RFID maliyetinin hesaplanması ve bunlardan yararlanarak yapılan yatırımın geri dönüş hesabından oluşmaktadır. Aşağıdaki paragraflar çalışmada belirtilen başlıklara göre ayrılmış olup çalışma ile ilgili açıklama bilgileri içermektedirler. Çalışmanın RFID uygulaması bulunmayan firmaları da temsil edebilmesi açısından mağaza, ürün, çalışan sayısı vb. verileri belirtmek için derinlemesine mülakat yapılan kurumlar dışındaki kurumların verileri de dikkate alınmıştır.

- **Kuruluş Bilgileri**

Kurum adı Türkiye'de herhangi bir kurumu temsil etmemek adına, sadece hesaplamaya örnek olacak şekilde: "LEVMA Perakende Örneği" olarak yazılmıştır.

İncelemeye alınan kuruluşlarda kurumun ürün ve yapısına bağlı olarak mağaza reyonlardaki ürün sayısı değişiklik göstermektedir, bazı kurumların mağaza reyonlarında 20.000-30.000 civarında ürün bulunuyorken bazılarında bu sayı 6.000'i geçmemektedir. Ortalamasını temsil etmesi açısından mağazadaki ürün sayı adedi farklı değerlerdeki üç firmanın aritmetik ortalaması hesaplanarak; 15.000 olarak alınmıştır. ((9.190+30.000+6.000) /3= 15.063)

Mağaza deposundaki ürün miktarı kimi kurumlarda vitrindeki sayı ile eşit iken, yani vitrindeki ürünlerin birer fazlası depoda bulunduğu, veya mağazada her bir üründen

Tablo 9
ROI Hesaplaması -Kuruluş Bilgileri Bölümü

Kuruluş Bilgileri	
Kurum Adı	LEVMA Perakende Örneği
Mağazadaki ürün sayısı	15.000
Mağaza deposundaki ürün sayısı	6.000
Yıllık stok dönüşleri	5
Ürün ortalama satış bedeli	$30
Mağaza başına yıllık gelir	$3.150.000
Mağaza sayısı	150
Toplam gelir	$472.500.000
Vergi oranı (Gelir üzerine vergi oranı)	20%
Sermaye maliyeti (veya geri dönüş oranı)	10%

sadece birer tane olduğu, diğerlerinin depoda bulunduğu durumlarda, ki bu durumda ürün talep edildiğinde ilgili ürün depodan çıkartılıp getirilmektedir. Bunun tersi olarak aynı üründen en az 3-4 tanesinin mağaza reyonunda bulunduğu, ancak %10-20'sinin depoda bulunduğu durumlar da mevcut olduğu görülmüştür. Üç kuruluş örneğinin değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak ((10.000+1.500+6.000=5.833) depo ürün sayısı 6.000 olarak belirlenmiştir.

Yıllık stok dönüşlerine bakıldığında da gene kurumlar arasında büyük farklar görülmektedir, bazı kurumlarda ayda bir kez stok dönüşümleri yapılırken bazılarında 3 hatta 4 ayda bir yapılmaktadır. Ortalamayı daha iyi temsil etmesi açısından ve 15.000+6.000=21.000 adet ürüne sahip temsili bir mağazayı göstermek adına yıllık stok dönüş oranı yaklaşık olarak iki-iki buçuk ayda bir olacak şekilde 5 olarak alınmıştır.

Ürün birim fiyatı yazılırken gene kurumlardan alınan değerlerin ortalaması hesaplanmıştır. 20-70 $ arasında değişen bu fiyatların aritmetik ortalaması olan 30$ değeri alınmıştır.

Bu verilere istinaden kurumların mağaza başı ve toplam olarak kazançları hesaplanmıştır. Mağazadaki toplam ürün sayısı (Mağazadaki ürünler+Mağaza deposundaki ürünler) yıllık 5 stok oranı ile döndürüldüğü varsayılarak, bir önceki paragrafta da açıklandığı gibi birim ürün maliyet ortalaması da 30 $ alınarak çarpımından bir mağazaya ait ortalama gelir hesaplanmıştır (3.150.000 $).

Mağaza sayısı 90-224 arasında değişiklik gösterip, aritmetik ortalaması olan 150 değeri alınmıştır, bu değer de mağaza başında elde edilen gelir ile çarpılarak toplam gelir hesaplanmış, 472.500.000 $ değeri elde edilmiştir. Elde edilen bu değerin gerçek değere kıyasla doğruluğunun ispat edilmesi için kurumların gerçek gelir durumları incelenmiştir. Geçen yıl gerçek ciroları sırasıyla 800.000.000$, 376.000.000$, 25.000.000$ düzeylerinde olup, bu rakamların aritmetik ortalaması alındığında ortaya çıkan değer 400.330.000 $ olduğundan, alınan temsili ürün birim fiyatı ile mağaza sayısı oranının gerçek değerden çok uzak olmadığı görülmüştür.

Gelir üzerinden vergi oranı ise Türkiye'deki kurumlar için geçerli olan %20 olarak alınmıştır.

- **Ürün Kabulde**

Mağazada ürün kabulünde RFID teknolojisi ile sağlanabilen faydalar arasında, doğruluk ve işçilikte sağlayacağı maliyet düşüşü sayılabilir. İncelemeye alınan kuruluşlarda barkod teknolojisi kullanılmakta olup, ürün kabul aşamasında ürünlerin faturalı olup, barkod taramasından geçerek herhangi bir hatanın yapılmadığı tespit edilmiştir. Bundan dolayı RFID teknolojisi ile sağlanabilecek fayda harcanan saat ve işçilik maliyetin çarpımından oluşmaktadır. Yıllık stok dönüş oranı 5 (72 gün), mağazadaki ürün sayısı 21.000 olduğu varsayıldığında, yıllık 105.000, aylık 8.750 ürün kabulü anlamına gelmektedir. Bir kişi tarafından 8-9 sn.de 1 adet ürün girişi yapıldığı varsayıldığında (barkod okuma hızı daha yüksek olmasına karşın barkod etiketin bulunması okuyucu ile hizaya getirilmesi vb. operasyonel işlemlerden dolayı gerçeğe yakın operasyonel değer alınmıştır.) barkod teknolojisi kullanıldığı durumlarda ayda ortalama 20 saat harcandığı söylenmektedir. Saatlik işçilik maliyeti ise ortalama 10 $

olduğu düşünülmüştür, (asgari ücret baz alınarak yazılmıştır), bunlardan yararlanarak barkod teknolojisi kullanılması durumunda mağaza başına aylık 200 $'lık bir maliyetin olduğu ortaya çıkmaktadır.

En sağ sütununda ise RFID teknolojisinin kullanılması durumunda oluşacak maliyet hesaplanmıştır, RFID teknolojisi sayesinde ayda 8.751 ürün kabulü yapılması düşünüldüğünde aylık toplam 3 saatlik gibi kısa bir süre harcanmaktadır. Burada da değerlendirmeye alınan değer RFID okuyucusunun bire bir okuma hızı olmayıp, kurumun kullandığı RFID okuyucusuna bağlı olarak operasyonel faktörler değerlendirmeye alınarak hesaplanmıştır. Örneğin ürün kabulde sepet okuyucu kullanılması durumunda okuyucu saniyede 50-70 ürünü bir arada okumaktır, ancak operasyonel olarak personelin ürün grubunu alıp sepet içerisinde yerleştirip ardından çıkartması gerekmektedir. Ürün kabulü için kapı okuyucuların kullanılması durumunda okuma hızı 10 katından fazlasına çıkacağı aşikârdır, ancak ürün kabul için güvenlik vb. nedenlerden dolayı kapı okuyucuları çok kullanılmamaktadır.

Tablo 10
ROI Analizi-Ürün Kabul Tablosu

Ürün Kabulde	Barkod Tek. İle	Ek İşçilik ile	RFID Tek. İle
Mağaza başına aylık harcanan saat	20	23	3
Saatlik işçilik maliyeti	$10	$10	$10
Mağaza başına aylık ürün kabul maliyeti	$200	$230	$30

Barkod teknolojisine kıyasla ürün kabul için harcanan işçilik saatlerde %85 düşüş olduğu görülmektedir, dolayısıyla mağaza başına aylık 30$ gibi çok düşük bir maliyet oluşmaktadır. Tablonun ikinci sütununda yer alan değer ise ürün kabul uygulamasını iyileştirmek için ek işçilik yolunun tercih edilmesiyle oluşacak maliyetin hesaplanması yapılmıştır.

20 * (20*0,15)= 23 saat

RFID teknolojisi ile %85 verimlilik kaydedilirken, ek işçilik ile bu verimliliğin sağlanması için aylık 23 saat harcanacağı ve bunun maliyetinin de 230$ olduğu

görülmektedir. RFID teknolojisi ile aynı fayda 30$'lık bir maliyet ile elde edilebilmektedir.

- **Ürün sayımlarda**

İncelemeye alınan kuruluşlarda ürün sayımlarda daha önce kullanılan barkod teknolojisi ile teknolojiden kaynaklı herhangi bir hata olmadığı görülmüştür, ancak operasyonel anlamda personelin barkod okuyucusunu yaklaştırmadığı, okumadan geçtiği durumlar söz konusu olabilmekte bunlar çok nadir durumlarda göz ardı edilmekte, çoğunlukta sayımın tekrarlanmasıyla sonuçlanmaktadır. Bu kısmın ölçülmesi zor olduğundan RFID teknolojisinin kullanımında ürün sayımında doğruluk açısından herhangi bir katkısı olmadığı sağlanan katkının sayım süresinde olduğu düşünülmüştür.

Ürün sayımının daha hızlı bir şekilde yapılmasının gerek verimlilikte gerekse işgücünde büyük rahatlık sağlayabildiği görülmüştür. Ürün sayımları incelenirken; barkod uygulaması durumunda ürünlerin barkodlarının teker teker okuyucuya yakın mesafeden tutularak okunması gerektiğinden sayımların daha uzun süre sürdüğü görülmektedir. 30.000 ürünün bulunduğu bir mağazada sayımlar 13-15 kişi ile ortalama 5-6 saat sürmekte olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla bir kişi tarafından ortalama 375 ürün sayılmaktadır. Aynı kuruluşta RFID teknolojisi ile bu sayımlar 2 kişi tarafından 1 saat gibi kısa bir sürede tamamlanmaktadır, dolayısıyla bir kişi tarafından saate 15.000 ürün sayılabildiği gözlenmiştir.

İncelenen bir diğer kuruluşta ise gene benzer durumun söz konusu olduğu görülmüştür; 6.000 ürüne sahip bir mağazada barkod teknolojisi ile sayımlar 2 kişi ile 6 saatlik süre aldığı gözlenmiştir. Burada iki kişi olmasının nedeni okuyucunun iki kişi tarafından kullanılıyor olmasından kaynaklanmaktadır, dolayısıyla iki kişi tarafından bir saate 1.000 ürün sayıldığı gözlenmiştir. Hesaplamamıza uyması açısından kişi başına 500 ürün okunduğu varsayılmıştır. Bir önceki kuruluş ile arasında neredeyse 2 katına kadar varan performans farkı olmasının nedenleri aşağıdaki gibi sayılabilmektedir;

- İlk mağazada ürün sayısı çok daha fazla, mağaza alanı daha büyük, vitrinleri daha çok, sayım için personelin yürüyeceği mesafe daha fazladır.

-Ürünlerin çok düzenli olmayan bir şekilde birçok farklı yerlerde farklı katlama biçimlerinde olması gene işgücü çalışmalarını artıran bir özellik olmaktadır.

-Diğer mağazada ise ürün azlığının yanı sıra ürünlerin yerleri ve yerleştirme şekilleri benzerlik göstermektedir (askıda çok elbisenin olmaması vb.).

- Müşteriler, ürünleri alıp denemeyip, müşteri temsilcisi ürünleri çıkartıp verdiğinden ürünlerin düzeni bozulmamaktadır ve barkod okuyucu ile barkoda ulaşma süresi çok daha kolay olmaktadır.

6.000 ürüne sahip mağazada RFID teknolojisi ile sayımların 1 kişi tarafından 45 dakikalık bir sürede yapıldığı gözlenmiştir, dolayısıyla bir kişi tarafından 1 saatte 8.000 ürün sayılabildiği gözlenmiştir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması alınarak Barkod teknolojisi kullanıldığında bir kişi tarafından 1 saate 437 ürün, RFID teknolojisi ile ise 11.500 ürün sayılabildiği varsayılmıştır. Çok yüksek bir verimlilik artışı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Örneğimize göre barkod teknolojisi kullanıldığı durumda kişi başına aylık 34,3 saat, RFID teknolojisi ile ise sadece 1,3 saat harcanmaktadır. Barkod teknolojisine sahip kurumlar sayımı yılda en fazla birkaç kez, aylık yapmaktadırlar. Çünkü bu süreç çok vakit alıcı ve maliyetli bir süreçtir. RFID teknolojisi ile aylık 1,3 saat gibi çok kısa bir süre aldığından rahatlıkla yapılabilmektedir. Örneğimizde işlemi optimize etmek için bu süre haftalık baza düşürüldü. Bu şekilde, çalışmamızın hesaplamasında yer almayan ancak güncel stok takibi, kaynakların doğru planlanması vb. süreçlerde fayda sağlanabilmektedir.

Tablo 11
ROI Analizi-Ürün sayımları

Ürün Sayımlarında	Barkod Tek. İle	Ek İşçilik ile	RFID Tek. İle
Mağazadaki ürün sayısı	15.000	15.000	15.000
Bir mağazada bir saate bir kişi taraf. sayılan ürün sayısı	437	437	11.500
Toplam sayım için kişi/saat sayısı	34,3	34,3	1,3
Aylık toplam sayım sayısı		4	4
Mağaza başına aylık kişi-saat toplamı	34,3	137	5,2
Saatlik işçilik maliyeti	$10	$10	$10
Aylık mağaza başına maliyet	$343	$1.373	$52

Yukarıda sayılan faydaları elde edebilmek, dolayısıyla sayımları haftalık olarak yapabilmek için RFID teknolojisi yerine barkod teknolojisi kullanılacak olur ise aylık toplam 137 iş saatine ihtiyaç duymaktadır, bu da ciddi bir işçilik artışı demektir. Maliyetlere olacak etkisi hesaplandığında aylık mağaza başına maliyet 1.373 $ olduğu ortaya çıkmaktadır. RFID teknolojisi ile aynı fayda aylık 52 $ gibi düşük bir maliyet ile elde edilebilmektedir, ya da tersi düşünüldüğünde ilgili faydayı sağlamak için RFID teknolojisi ile sağlanan kazanç 1.321 $'dır. Diğer yandan barkod teknolojisi kullanılarak stok sayımlarının ayda bir kez yapılması düşünüldüğünde aylık 343 $'lık bir maliyet oluşturmaktadır, RFID teknolojisi ile ayda bir kez sayım yapılması durumunda 13 $'lık bir maliyet oluşacaktır, sağlanacak maliyet tasarrufu mağaza başına aylık 343-13= 330 $'dır.

Sayımlarda dikkate alınmamış unsurlar; bazı kuruluşlarda mağazada çalışan personel sayımları da yapmakta bazılarında ise sayım için ek personel alınmaktadır, bazılarında her mağazada birer okuyucu bulunmaktadır bazılarında ise bir veya iki okuyucu ile mağazaları dolaşıp sayımlar yapılmaktadır. Kurumdan kuruma değişen bu özellikler çalışmada örnek temsili değerler alınarak yapılmıştır.

- **Ürün Yerleştirmede**

Ürünlerin mağaza deposundan mağaza reyonlarına geçişindeki faaliyetler incelendiğinde, yıllık stok devir oranının 5 olduğu düşünülerek ürün kabulde olduğu gibi benzer değerler olduğu varsayılmıştır; barkod teknolojisi ile aylık ortalama 20 saat, RFID teknolojisi ile ise aylık ortalama 3 saat harcandığı görülmektedir. Ürünler tükendikçe yerine depodan yeni ürünlerin alınıp yerleştirilmesi yapılmaktadır, dolayısıyla bu satışlara bağlı olarak günün herhangi bir zaman diliminde gerçekleşmektedir, standart bir şey söylenemediğinden net bir ölçüm yapılması mümkün değildir. Bundan dolayı ürün kabulü ile benzer veriler değerlendirmeye alınmıştır.

Ürün yerleştirmede tablodaki hesaplamaya dâhil edilmeyen önemli bir verimlilik artışı da eksik ürünlerin belirlenmesinde sağlanmaktadır. Depoda bir ürünün olup olmadığını barkod teknolojisi ile belirlemek neredeyse mümkün değildir, teker teker ürün barkodların okunması ve sayılması gerekmektedir. RFID teknolojisi ile ise uzaktan ve toplu okuyabilme özelliğinden dolayı bir dakikadan az kısa bir sürede ilgili ürünün depoda olup olmadığı, var ise ne miktarda olduğu görülebilmektedir, bu hem ürün yerleştirmede hem bir müşteri tarafından mağaza reyonlarında olmayan, depoda bulunan bir ürün talep edildiğinde RFID teknolojisi ile bulunması çok daha kolay olup, tekillik/uniqe özelliği sayesinde ürünler arasında benzerlik olmasına rağmen spesifik ürün ile ilgili bilgi verebilmektedir. Örneğin hazır giyim mağazasını ele alacak olur isek, Erkek Siyah XX Modeli M bedenindeki gömlek talep edildiğinde ve depo içerisinde erkek siyah modelleri ve bedenleri çok ise istenen ürünü bulmak zaman alabilmektedir. RFID teknolojisi sayesinde istenen ürünün yeri bile kolaylıkla bulunabildiği belirtilmektedir. Aynı şekilde mağaza içerisinde müşteri tarafından bir ürün denendikten sonra farklı bir yere bırakıldığında sonradan gelen müşteri o ürünü talep ettiğinde ürünü bulmada sıkıntı çekilebilir, yeni sayım zamanına kadar ürünün bulunamamasından kaynaklı satışların kaçırılmasına sebebiyet verebilir. Ardından bu gibi durumlarda ürünlerin eksik olduğu düşüncesiyle fazla ürün alınabilir, stok fazlalığı ve stok maliyeti oluşabilir.

Tablo 12
ROI Analizi-Ürün İkmali

Ürün ikmali	Barkod Tek. İle	Ek İşçilik ile	RFID Tek. İle
Mağaza başına aylık işçilik saati miktarı	20	34,3	3
Saatlik İşçilik Maliyeti	$10	$10	$10
Aylık mağaza başına maliyet	$200	$343	$30
Mağaza başına aylık toplam işçilik maliyeti	$743	$1.946	$112
İşçilik maliyet tasarrufları		($1.203)	$631

RFID teknolojisi ile sağlanan bu hız artışı ve verimliliği gene barkod teknolojisi ile ancak iş gücünü artırarak elde edilmesi düşünüldüğünde, mağazadaki ürün bulunurluğu doğruluğu için kimi durumlarda ek olarak sayımlar yapılması veya ek personel gerekmektedir. 34,3 saatlik bir işçilik ile 343 $ maliyet olduğu hesaplanmıştır. RFID teknolojisi ile bu maliyet 30 $'a düşmekte ve yukarıda sayılan diğer faydalar ek olarak sağlanmaktadır.

Xx tablonun en alt satırlarında toplam işçilik maliyetleri ve tasarrufları incelendiğinde RFID teknolojisi ile barkod teknolojisine kıyasla elde edilen tasarruf 631 $ olup, ek işçilik ile sağlanacak tasarrufun 1.203 $ olduğu görülmektedir.

Firenin azalması

Yapılan teorik incelemelerde RFID teknolojisinin fire azalmasına büyük destek sağladığı belirtilmektedir. İncelenen kuruluşlarda ise RFID teknolojisinin bu faydası net olarak ölçülememiştir, nedenleri aşağıdaki gibi sayılabilir;

- Kuruluşların bu teknolojiyi bir pilot çalışma olarak uygulamakta olmaları
- Kısa sürede kullanıyor olmalarından, teknolojiden faydalanabilecekleri konuları önem derecesine göre sırayla ölçmekte olduklarından fire konusu bazı kuruluşlar için sonraki aşamalarda değerlendirmeye alacakları bir konu olmasından
- Kuruluşların iç fire ile ilgili net bilgi paylaşmak istememelerinden

- Bir diğer önemli faktör de RFID teknolojisini güvenlik için kullanmadıkları görülmüştür, ürün bazında yapılan etiketlemelerde henüz bu şekilde bir uygulama kullanılmamaktadır çünkü ürün bazında etiket maliyetlerinin daha düşük olması tercih edilmektedir, dolayısıyla pasif etiketler kullanılmaktadır ki bu etiketler mağazada güvenlik açısından tercih edilmemektedir.

Alınan bilgilere göre fire yüzdesi kuruluşlarca ortalama %1 olarak hesaplanmıştır (%0.01, %2, %0,7 gibi değerler alınmıştır).

Tablo 13
ROI Analizi – Firenin azalması

Firenin azalması	**RFID Tek. İle**
Satışların yüzdesinden; toplam fire	1%
İç fire, toplam firenin yüzdeliği olarak	10%
Aylık mağaza başına iç fire	$263
RFID sayesinde düşüş %si	10%
Mağaza başına aylık fire düşüşün değeri	$26
Fire düşüşünden net kazanç	$13

Burada iç fire oranı ile ilgili gene net bir bilgi verilmemiştir ancak toplam fire içerisinde %10 değerini geçmediği belirtilmiştir. Bu değerlere göre mağaza başına aylık iç fire değeri 263 $ olduğu görülmektedir. Teorik çalışmalarda RFID teknolojisinin kullanılmasıyla firenin de çok yüksek bir düşüş göstereceği belirtilmesine karşın gerçek uygulamalarda kuruluşların bu konuda henüz yeteri kadar faydalanmadıklarından bu değer %10-%15'i geçmemektedir. Tablosu 14 bakarak, fire düşüşünden elde edilen net kazancın 13 $ olduğu görülmektedir.

İç firenin azalması için dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, personelin RFID teknolojisinden bilinçlendirilmesidir, öyle ki günün herhangi bir anında herhangi bir ürün bulunabildiğinden veya eksiklik tespit edilebildiğinden bununla ilgili sorumlular daha kolay bulunabilir ve personel bunu bildiğinden daha dikkatli davranacaktır. İç fire durumlarının mağaza dışında dağıtım departmanında, üretimde ve zincirin diğer halkalarında da yaşandığı görülmüştür. RFID teknolojisi ile zincirin tüm

halkalarında iç fire düşüşünde fayda sağlanabilmektedir, bu alandaki çalışmalar henüz projelendirme aşamasında olduklarından çalışmaya dâhil edilmemiştir.

•Satışların Artırılması

RFID teknolojisinin uygulanması durumunda fire azalmasında belirtilen önemli bir husus stok eksikliklerinden veya ilgili ürünü mağaza içerisinde bulamamaktan dolayı oluşabilecek satış kayıplarıydı, bu satış fırsatlarına işçiliğin düşmesiyle personelin müşterilere daha fazla zaman ayrılması ile artan müşteri memnuniyeti vb. hususlar da eklendiğinde satışlar yönünde büyük kazanç sağlayabildiği belirtilmektedir. "IHL pazarlama araştırması şirketine göre; perakende tekstil şirketleri stok eksikliklerini kaldırarak satışları %7 artırabilmektedirler."(RFID Journal's fachion Retail, s.10)

Türkiye'de incelemeye alınan kuruluşlarda geçen yıllara oranla satışlarda büyük artışlar olduğu görülmektedir ancak bu satış artışlarında RFID teknolojisinin rolü olup olmadığı bilinmemektedir.

Satış artışlarının RFID kaynaklı olarak bilinmemesinin nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Kurumun mağaza sayısını artırmak için büyük yatırımlarda bulunmuş olabilir ve satış cirosunun artışının en büyük sebebinin bu olduğu söylenebilir.

- Kurumun yıllık belli bir satış büyüme hedefi vardır, hedefe ulaşılmıştır veya izlenen satış/pazarlama politikasından dolayı gelir artışı sağlanmıştır

- RFID teknolojisi henüz pilot olarak bakıldığından RFID teknolojisinin kurulumu ile elde edilen faydalar net olarak tespit edilmemiş, doğru veriler alınamamıştır.

Tablo 14
ROI Analizi- Satışların artması

Satışların artması	Barkod Tek. İle	Ek İşçilik ile	RFID Tek. İle
Aylık mağaza başına satışlar	$262.500		
Gelir artış yüzdesi (%)		2%	3%
Satışların artış yüzdesinden gelir artışı		$5.250	$7.875
Satış artışından kaynaklanan gelir artışının yüzdesi		0,20%	0,50%
Artan satışlarından gelir artışı		$525	$1.313
Perakende marjı		52%	52%
RFID'nin satıştaki artışların katkısıyla kazanç		$273	$683
Aylık mağaza başı brüt kar		$5.933	$8.558
Mağaza başına aylık yoplam kazanç		$4.730	$9.201
Mağaza başına toplam kazanç		$56.754	$110.411

Bir önceki paragrafın başında yer alan nedenler dolayısıyla satışların artırılması ile ilgili net hesaplamalar yapılamamıştır, belirlenmiş oranlar mevcut ancak bunların RFID teknolojiden kaynaklı olduklarını söylemek zor olduğundan RFID Journal makalesinde yer alan oranlara dayanarak (%5-%10, %14) daha tedbirli olmak ve gerçeklerden sapmamak adına %4 olarak alınmıştır. Bu hesaplamalara göre RFID'nin satıştaki artışların katkısıyla elde edilebilecek ortalama kazanç 1.365 $, mağaza başı brüt artış 11.865 $, mağaza başına aylık toplam kazanç 12.508 $, toplam (yıllık) kazanç ise 150.101 $'dır. Çalışma içerisinde yer almayan ancak RFID teknolojisinin pazarlama ve müşteri memnuniyetini artırarak satışlarda yaratacağı artışlar da söz konusu olmaktadır, örneğin içerisinde RFID anteni olan müşteri kartı ile müşteriyi tanımlayarak, önceki satın alma alışkanlıklarına göre müşteriye davranılması.

- **RFID Sistemin Maliyeti**

RFID teknolojisi yatırımında incelenen diğer kalem mağaza başına sistem yatırım maliyetleridir. Sistem maliyetlerinde kullanılan veriler derinlemesine mülakat sırasında görüşülen firmalardan ve dünyaca ünlü belli kuruluşların internette yayınladığı

fiyat listelerinden esinlenerek hazırlanmıştır. Derinlemesine mülakat yapılan firmalar arasında hem son kullanıcı hem de sistem/çözüm satışı yapan kuruluşlardan veriler toplanmıştır. Böylece gerçeğe en yakın veriler değerlendirilebilecektir.

Tablo 15
ROI Analizi-RFID sistem maliyeti

Mağaza başına RFID sistemin Maliyeti	Birim Maliyet	Birim	Toplam
RFID etiketlerin kullanımıyla artan maliyet	0,125	105.000	$13.125
Yazılım			$5.000
Mağaza başına yazılım entegrasyonu			$4.000
Profesyonel Hizmetler			$5.000
Ürün kabulde/Etiketleme istasyonu	$4.000	1	$4.000
Giriş kapısında	$4.500	1	$4.500
Satış Noktası	$3.500	2	$7.000
El okuyucular	$3.000	2	$6.000
Toplam donanım maliyeti			$21.500
Mağaza başına toplam RFID yatırımı			$48.625

Geri ödeme periyodu (aylık)	5

Maliyet kalemleri arasında en yüksek maliyeti etiketlerin oluşturduğu gözlenmiştir. Etiket maliyetlerinin 0,10 - 0,15 $/sent arasında olduğu varsayılarak ortalaması 0,125 olarak alınmıştır. Bazı mağazalarda etiketler tek seferlik kullanıldığı bazılarında geri dönüşümlü kullanıldığı gözlenmiştir. Geri dönüşümlü etiketler çalışmanın önceki bölümlerinde belirtildiği gibi mağaza uygulama kapsamı dışına çıkamamaktadır, çalışmamızı daha iyi temsil etmesi açısından tedarik zincirinde bir bütünlük yaratabilecek tek seferde kullanılan etiketlerin kullanıldığı varsayılmıştır. Bu etiketleri kullanma durumunda etiket maliyetin her yıl olacağı anlamına gelmektedir, dolayısıyla daha yüksek bir maliyet ortaya çıkmaktadır.

İkinci maliyet kalemi olan yazılım kaleminin ise mağaza başına 14.000 $'lık bir maliyet oluşturduğu var sayılmıştır (yazılım bedeli 5.000 $, yazılım kurulum bedeli 4.000 $ profesyonel hizmetler de 5.000 $ olarak alınmıştır). Üçüncü maliyet kalemlerini donanımlar oluşturmaktadır, donanımlar arasında etiketleme istasyonu (4.000$), giriş istasyonu (4.500$), satış noktası (3.500$x2=7.000$), el okuyucular (3.000$x2=6.000$)

gibi gruplara ayrılmıştır. Dolayısıyla toplam donanım maliyeti 21.500$, yazılım ile donanım toplamı maliyeti ise 48.625$ olduğu gözlenmiştir.

Yapılan RFID yatırımının ödeme periyodu mağaza başına toplam kazançtan mağaza başına toplam RFID yatırım maliyeti çıkartılarak hesaplanmıştır, ortaya çıkan değer 5 aydır. Dolayısıyla belirtilen RFID yatırımının yapılması durumunda 5 ay içerisinde sistem kendi kendini ödeyebildiği görülmektedir.

- **Yatırımın Geri Dönüşü (Üç yıllık bakış)**

Yatırımın geri dönüşünü hesaplama kısmında ise satışların artmasıyla elde edilen gelir, firedeki düşüş, fiziksel envanter sayımlarının kaldırılmasıyla elde edilen tasarruf, RFID katkılarıyla işçilik maliyetinden elde edilen tasarruf gibi kalemler ele alınmıştır. 3 yıllık bir hesaplama yapılmış ve donanımların 3 yıllık amortismanı da hesaplanmıştır. Bunlardan 1. yıl 102.690$, 2. yıl 104.744$ ve 3.yıl 106.839$ kazanç elde edilebildiği hesaplanmıştır.

Firedeki düşüş 1. Yıl için 151 $, 2. Yıl için 152 $, 4. Yıl için 153 $, fiziksel sayımların düşürülmesiyle ise her yıl 961 $, RFID katkılarıyla işçilik maliyet tasarrufları ile yıllık 7.570 $'lık bir maliyet düşüşü ortaya çıkmaktadır.

Tablo 16-1
ROI Analizi- Üç yıllık bakış

Üç Yıllık Bakış			
Amortisman (Yıllar)	3	Yeniden satış değ.	$3.300
Yatırımın geri dönüşmesi	**1. Yıl**	**2. Yıl**	**3. Yıl**
Artan satışlardan elde edilen kar	$102.690	$104.744	$106.839
Firedeki düşüş	$151	$152	$153
Fiziksel sayımların kaldırılmasıyla	$961	$961	$961
RFID katkılarıyla İşçilik maliyetlerin tasarrufu	$7.570	$7.570	$7.570
RFID den kaynaklı faydalar	$111.372	$113.427	$115.522

Elde edilen bu kazançlardan RFID yatırımından kaynaklanan maliyetlerin çıkarılmasıyla mağaza başına brüt kazanç elde edilmiştir (67.472$, 85.569$, 90.987$), burada vergilerin düşürülmesiyle (53.978$, 68.455$, 72.790$) mağaza başına net kazanç ortaya çıkmıştır.

Tablo 16-2
ROI Analizi- Üç yıllık bakış devamı

RFID den kaynaklanan toplam maliyetler	$43.900	$27.858	$24.535
Mağaza başına Brüt Kazanç	$67.472	$85.569	$90.987
Vergiler	($13.494)	($17.114)	($18.197)
Mağaza başına net kazançlar	$53.978	$68.455	$72.790
Tedarik zincirinde net kazançlar	$8.096.695	$10.268.226	$10.918.498
Net mevcut değer			$24.049.998

Tedarik zincirindeki net kazançlar ise her yıl sırasıyla $8.096.695, $10.268.226, $10.918.498 olduğu hesaplanılmaktadır. Net mevcut değer 24.049.998 $

Tablo 15
ROI Analizi tablo tamamı

Kuruluş Bilgileri	
Kurum Adı	LEVMA Perakende Örneği
Mağazadaki ürün sayısı	15.000
Mağaza deposundaki ürün sayısı	6.000
Yıllık stok dönüşleri	5
Ürün ortalama satış bedeli	$30
Mağaza başına yıllık gelir	$3.150.000
Mağaza sayısı	150
Toplam gelir	$472.500.000
Vergi oranı (Gelir üzerine vergi oranı)	20%
Sermaye maliyeti (veya geri dönüş oranı)	10%

Ürün Kabulde	**Barkod Tek. İle**	**Ek İşçilik ile**	**RFID Tek. İle**
Mağaza başına aylık harcanan saat	20	23	3
Saatlik işçilik maliyeti	$10	$10	$10
Mağaza başına aylık ürün kabul maliyeti	$200	$230	$30

Ürün Sayımlarında	**Barkod Tek. İle**	**Ek İşçilik ile**	**RFID Tek. İle**
Mağazadaki ürün sayısı	15.000	15.000	15.000
Bir mağazada bir saate bir kişi taraf. sayılan ürün sayısı	437	437	11.500
Toplam sayım için kişi/saat sayısı	34,3	34,3	1,3
Aylık toplam sayım sayısı		4	4
Mağaza başına aylık kişi-saat toplamı	34,3	137	5,2
Saatlik işçilik maliyeti	$10	$10	$10
Aylık mağaza başına maliyet	$343	$1.373	$52

Ürün ikmali	**Barkod Tek. İle**	**Ek İşçilik ile**	**RFID Tek. İle**
Mağaza başına aylık işçilik saati miktarı	20	34,3	3
Saatlik İşçilik Maliyeti	$10	$10	$10
Aylık mağaza başına maliyet	$200	$343	$30

Mağaza başına aylık toplam işçilik maliyeti	$743	$1.946	$112
İşçilik maliyet tasarrufları		($1.203)	$631

Firenin azalması	**RFID Tek. İle**
Satışların yüzdesinden; toplam fire	1%

İç fire, toplam firenin yüzdeliği olarak	10%
Aylık mağaza başına iç fire	$263
RFID sayesinde düşüş %si	10%
Mağaza başına aylık fire düşüşün değeri	$26
Fire düşüşünden net kazanç	$13

Satışların artması	**Barkod Tek. İle**	**Ek İşçilik ile**	**RFID Tek. İle**
Aylık mağaza başına satışlar	$262.500		
Gelir artış yüzdesi (%)		2%	3%
Satışların artış yüzdesinden gelir artışı		$5.250	$7.875
Satış artışından kaynaklanan gelir artışının yüzdesi		0,20%	0,50%
Artan satışlarından gelir artışı		$525	$1.313
Perakende marjı		52%	52%
RFID'nin satıştaki artışların katkısıyla kazanç		$273	$683
Aylık mağaza başı brüt kar		$5.933	$8.558

Mağaza başına aylık toplam kazanç	$4.730	$9.201
Mağaza başına toplam kazanç	$56.754	$110.411

Mağaza başına RFID sistemin Maliyeti	**Birim Maliyet**	**Birim**	**Toplam**
RFID etiketlerin kullanımıyla artan maliyet	0,125	105.000	$13.125
Yazılım			$5.000
Mağaza başına yazılım entegrasyonu			$4.000
Profesyonel Hizmetler			$5.000
Ürün kabulde/Etiketleme istasyonu	$4.000	1	$4.000
Giriş kapısında	$4.500	1	$4.500
Satış Noktası	$3.500	2	$7.000
El okuyucular	$3.000	2	$6.000
Toplam donanım maliyeti			$21.500
Mağaza başına toplam RFID yatırımı			$48.625

Geri ödeme periyodu (aylık)	5

Üç Yıllık Bakış			
Amortisman (Yıllar)	3	Yeniden satış değ.	$3.300
Yatırımın geri dönüşmesi	**1. Yıl**	**2. Yıl**	**3. Yıl**
Artan satışlardan elde edilen kar	$102.690	$104.744	$106.839
Firedeki düşüş	$151	$152	$153
Fiziksel sayımların kaldırılmasıyla	$961	$961	$961
RFID katkılarıyla İşçilik maliyetlerin tasarrufu	$7.570	$7.570	$7.570

RFID den kaynaklı faydalar	$111.372	$113.427	$115.522
Maliyetler			
Etiketlerin yıllık maliyeti	$13.125	$13.191	$13.257
Yazılım Lisansı	$2.000		
Yazılım bakım ve destek	$0	$1.000	$400
Yazılım entegrasyonu	$4.000		
Profesyonel Hizmetler	$5.000		
Donanım maliyeti (amortize edilmiş)	$9.998	$5.349	$2.862
Donanım bakım maliyeti	$2.150	$2.150	$2.150
Corporate overhead (IT and other)	$4.000	$4.000	$4.000
Sermaye Maliyeti	$3.627	$2.169	$1.867
RFID den kaynaklanan toplam maliyetler	$43.900	$27.858	$24.535
Mağaza başına Brüt Kazanç	$67.472	$85.569	$90.987
Vergiler	($13.494)	($17.114)	($18.197)
Mağaza başına net kazançlar	$53.978	$68.455	$72.790
Tedarik zincirinde net kazançlar	$8.096.695	$10.268.226	$10.918.498
Net mevcut değer			$24.049.998

5.4. Araştırma Sonuçları

Bu çalışma kapsamında Türkiye'deki kuruluşların tedarik zinciri yönetimlerinde yararlandıkları otomatik tanımlama teknolojileri, RFID teknolojisini ne şekilde kullandıkları ve bu teknolojiden elde edilen faydalar incelendi. RFID teknolojisi öncesinde kullanılmakta olan barkod teknolojisi ile farklılıkları da ortaya çıkartıldı. Ardından yapılan teknoloji yatırımının geri dönüşü hesaplandı yorumlar da katılarak çalışma tamamlandı.

RFID teknolojisinin birçok kulanım alanı olmasına karşın Türkiye'de tedarik zinciri yönetiminde tam anlamıyla bir kullanımının olmadığı görülmüştür. İncelemeye alınan kuruluşlarda mağaza yönetimi, stok sayımı, sevkiyat kontrolü gibi ayrı ayrı birkaç departmanda RFID teknolojisinin uygulandığı görülmekle beraber üreticiden son kullanıcıya kadar takip edilmediği, her adımda tedarik zinciri yönetimi yapılmadığı gözlemlenmiştir.

Şirketler RFID yatırımına karar verirken başlangıç olarak pilot denemeler yapmayı tercih ettikleri görülmüştür. Bu şekilde büyük bir yatırıma girmeden sistemin faydalarını anlamaya ve sistem bütününe entegre edilmesi durumunda karşılaşacakları olumlu ve olumsuz noktaları tahmin etmeye çalıştıkları görülmüştür. Örneğin birçok farklı ürün üreten bir üretici RFID etiketlerini sadece belli bir üründe uygulamayı tercih etmekte veya birçok mağazası olan bir kuruluş sadece belli pilot mağaza/mağazalarında RFID teknolojisini uygulamakta ve gözlemektedir. Bu şekilde daha düşük bir maliyet ile sistemi test etmeye çalıştıkları görülmüştür.

RFID sayesinde sadece koli bazında değil birim ürün bazında da üretim kontrolü yapılabilmektedir. Envanter hareketleri de birim ve koli bazında takip edilebildiği, stok ve sevk kontrolü de aynı şekilde yapılabildiği görülmüştür. Operasyon zamanında büyük tasarruf, sevkiyatta hız ve işçilikte kolaylık sağladığı, manüel süreçleri azalttığı için de insan gücünden kaynaklanabilecek hataları önlediği, hatalı sevkiyat oranını düşürdüğü gözlemlenmiştir. Sevkiyatlarda özellikle faturalama işlemlerinde büyük hız sağladığı görülmüştür. RFID teknolojisi sayesinde üretimde, ana depoda, dağıtıcıda, mağazalar arası transferlerde ve iade işlemlerinde ürün bazında

sayım, sevk kontrolü, envanter hareketlerinin takibi her aşamada yapılabilmektedir. Depo/dağıtıcı tarafından mağazadaki ürünler, fabrika tarafından dağıtıcıda/depoda ve gene mağazadaki stok takibi gerçekleşebilmektedir. Ayrıca mağazalardaki stok seviyesi takip edilebilmekte, mağazalar arasında ürün değişim planları yapılabilmekte bu şekilde stok eksikliği veya stok fazlalığı oluşmasını engellemektedir.

Mağaza yönetiminde RFID teknolojisini uygulayan kuruluşlarda en çok sayımlarda fayda sağladıkları görülmüştür. Barkod teknolojisi ile uzun süre alan ve daha çok işgücü isteyen stok sayımları, RFID teknolojisi ile çok daha kısa sürede ve fazla işgücüne ihtiyaç duymadan hatasız bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. İşgücünde bir düşüş ile sonuçlandırılması beklenen bu gelişme, incelenen kuruluşlarda böyle bir sonuca rastlanmadığı, bunu verimlilik artışına, sayım sıklığı artışına ve işgücünü daha nitelikli işlere yönlendirerek müşteri memnuniyeti artışına yönlendirildiği görülmüştür. RFID teknolojisinin mağaza yönetiminde görülen diğer avantajları hızlı ve verimli ürün kabulü, ürün yerleştirilmesi ve istenen ürünün hızlı bulunmasıdır. Doğru stok yönetimi, süreç kolaylaşması ve stok eksikliğinden kaynaklı satış kayıplarının minimize edildiği görülmüştür.

İncelenen hazır giyim perakende şirketlerinin tedarik zinciri yönetiminde kullandıkları RFID etiketlerden mağaza güvenliği için yararlanılmadığı görülmüştür.

RFID'nin doğruluğuna bakıldığında herhangi bir hataya rastlanmadığını, sistemin tam doğruluk ile çalıştığı görülmektedir.

RFID teknolojisi yatırım maliyetlerinin barkod teknolojisine kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür, buna karşılık elde edilen faydalar değerlendirildiğinde yapılan maliyetin aslında çok önemli olmadığı ortaya çıkmaktadır. Yapılan maliyetler ve elde edilebilecek faydalar göz önüne alınarak yapılan ROI (Yatırımın geri dönüşü) hesaplamasına istinaden 5 ay içerisinde sistemin kendisini ödediği ve 3 yılda büyük kazanç sağlayabileceği gösterilmiştir. RFID teknolojisi kullanılması durumunda barkod teknolojisi ile verilmesi mümkün olmayan hizmetler de verilebilecek olup müşteri memnuniyetini artıracağı düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Bu araştırma çalışması içinde, özellikle de gerçekleştirilmiş uygulamanın gösterdiği sonuçlar sayesinde RFID teknolojisinin gelişim sürecinin henüz doyum noktasına ulaşmamasına ve başta etiket olmak üzere yatırım maliyetinin barkod ile rekabet edecek seviyeye düşmemesine rağmen; teknolojinin tedarik zinciri yönetiminde kullanılması durumunda nesne takibinin kolay ve güvenli bir şekilde yapılabildiği, doğru ve eş zamanlı veri akışı sağlanabildiği, süreçleri önemli derecede kısalttığı, verimliliği artırdığı, iş gücü maliyetlerini düşürdüğü, müşteri memnuniyetini artırdığı gibi birçok faydanın sağlanabildiği açıkça ortaya konulmuştur. Bu şekilde yatırımın geri dönüşümünün de kısa bir süre içerisinde gerçekleştiği ve kar elde edilebildiği de hesaplanmıştır, özetle barkod teknolojisi ile elde edilemeyen verimlilik ve avantaj farklılığı yaratabilmektedir.

Önceki paragrafta belirtilen RFID faydalarının başında sistemlerinin ve nesnelerin takibinin kolay, doğru ve güvenli bir şekilde yapılabilmesi gelmektedir. Barkod teknolojisi ile çok sınırlı olan nesne takip faaliyetleri, RFID teknolojisi ile günümüzün imkânlarıyla hemen hemen eş zamanlı yapılabildiğinden durum ile ilgili en güncel bilgiler doğru bir şekilde alınmakta ve güvenli bir şekilde ilgili birimler ile paylaşılmaktadır. Burada dikkat edilecek unsur ihtiyaca göre kullanılması gereken doğru RFID araçlarının tespit edilmesidir ve sistemin doğru kurulmasıdır. Yanlış ihtiyaç tespitinden ve RFID teknolojisinin iyi anlaşılmamasından dolayı bazı durumlarda maliyet olduğundan çok hesaplanabiliyor ve fizibilitesi uygun bir yatırım olmaktan çıkabiliyor.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre tedarik zincirinde RFID teknolojisinin kullanılmasıyla stok seviyelerinin hemen hemen eş zamanlı ve doğru bir şekilde takip edilebildiği, doğru bilgi akışı, doğru ihtiyaç tespiti yapılabildiği, aynı şekilde doğru planlama ve üretim kararlarının da verilebildiği gözlemlenmiştir. Bunların sonucunda özellikle stok seviyelerinin ürün bazında güncel bir şekilde izlenebilmesi, stok eksikliğinden oluşan satış kayıpları önleyecek satışların artmasını sağlayacaktır. İstediği ürüne her zaman ulaşabilen müşterinin memnuniyetinde de artış olabileceği düşünülmektedir. Doğru stok yönetiminden sağlanan bir diğer fayda da stok fazlalığını

önlemek, stok fazlalığından oluşan maliyetleri ortadan kaldırmaktadır. Stok eksikliğinden oluşan satış kayıp miktarı (genelde tespit edilmesi kolay olmayan ancak doğru olmayan stok tespitinden dolayı stok fazlalığı olan mağazalarda bile rastlanabilir) ve/veya stok fazlalığından dolayı yüksek maliyetlere sahip kuruluşlar için RFID yatırımını değerlendirmeye almalarında önemli bir neden oluşturmaktadır.

Çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç RFID'nin mağaza yönetimindeki faydalarıdır. Mağaza yönetiminde başta ürün sayımında, ürün kabulünde, ürün yerleştirmesinde, istenen ürünün kolaylıkla bulunmasında, mağaza depo yönetiminde ve kasa ödemelerinde de büyük hız artışı ve sayılan tüm mağaza süreçlerindeki verimlilikte olumlu yönde etki yaptığı görülmüştür. Mağaza içerisinde müşteri tarafından talep edilen ürünün bulunamamasından dolayı oluşan satış fırsat kayıpları önlenmekte, müşteri memnuniyeti sağlanmaktadır. Mağaza deposu yönetimi ile hem depo içerisindeki ürünler bilinmekte, hem depodan mağazaya geçişindeki ürünler takip edilmektedir. Uzaktan izleme imkânıyla yönetim veya planlamadan mağaza içi hareketler eş zamanlı incelenebilmekte, stok takibi yapılabilmektedir. Mağazada müşteri memnuniyetini artıracağı yönde yukarıda sayılmayan RFID'nin birçok faydaları da olmaktadır, tamamen hayal gücüne bağlı olan bu faydalardan birisi RFID'li müşteri kartları uygulamasıdır. Müşteri mağaza kapısından girerken müşteri ile ilgili bilgiler satış temsilcisinin el terminaline veya bilgisayarına iletilir ve müşteri adıyla karşılanabilir, ardından satış temsilcisi müşterinin önceki alışveriş alışkanlıklarına bağlı olarak öneriler sunabilir veya müşterinin özel bir isteği veya siparişi önceden var ise onu görebilir. Müşteri memnuniyet artışını sağlayabilecek bu tür bir uygulama müşterilere iyi anlatıldıktan sonra ancak onların kabul etmesi durumunda uygulanabilir, aksi halde kişi özeline saldırı olarak algılanabilir. Mağazada bir diğer uygulama "sihirli ayna" uygulamasıdır, bu uygulama da gene uygun araçlar seçilerek müşteri memnuniyetini ve satışları artırmak amacıyla kullanılabilen bir diğer çözümdür.

Yapılan yatırım geri dönüş ve hesaplama çalışmasının tespit edilen bazı eksik yönleri devamındaki gibidir; çalışma mağaza yönetimi ile sınırlı olup tedarik zincirinin diğer halkaları dâhil edilememiştir. Maliyet kalemlerinden çoğu dâhil edilmekle beraber teorik olarak gözükmeyen ek işçilik, yeni teknolojiyi öğrenmedeki sıkıntılar, etiketlerin

hasarlı olması vb. gibi ancak uygulama sırasında ortaya çıkabilen önceden tespit edilemeyen maliyetler dâhil edilmemiştir. Buna karşılık olarak yazılım gibi tedarik zincirinin tüm halkalarında kullanılabilen maliyet kalemleri de sadece mağaza maliyetine dâhil edilmiştir, zincirin diğer halkalarında da kullanılması düşünüldüğünden uygulamaya bağlı olarak çoğu durumda yazılımsal olarak ek bir maliyet oluşturmamaktadır. Kurumların satışlarındaki artış nedenleri ile ilgili net verilere ulaşılamamıştır, yerine tahmini veriler kullanılmıştır. RFID teknolojisinden doğru şekilde yararlanmak, sistemi doğru anlamak, personeli iyi şekilde eğitmek ve doğru yazılım ile donanım yatırımı yapmak yüksek karlılık ve verimliliğe dönüşebilen bir sistem ortaya çıkartabilmektedir.

EKLER

EK1. DERİNLEMESİNE MÜLAKAT SORULARI

Konu: **RFID Sistemin Tedarik Zincirindeki Kullanımı üzerine Mülakat**
Mülakatı yapan: **Vala Gashi**
Cevaplayan:
Tarih:

Derinlemesine Mülakat Soruları

1. Şirket Hakkında Genel Bilgiler

1.1 Şirket yapısı, sektörü, ortakları, cirosu

1.2 Mağaza sayısı, koordinasyonu, ürün grupları

1.3 Şirketin tedarik zinciri yapısı/tedarik zinciri ağı

2. Görüşülen kişi/ler hakkında genel bilgiler, mesleği/görevi, kişisel bilgiler

3. Mevcut (RFID teknolojisi henüz uygulanmadıysa ise) / Eski sistem hakkında bilgiler

3.1 Mevcut/eski uygulama ne şekilde? (barkod/manüel?)

3.2 Mevcut uygulamayı değiştirmek istemelerindeki nedenler?

4. Yeni (Eski sistem değiştiyse sorulacak) sistemden beklenen ve elde edilen faydalar

Yeni sistemin getireceği düşünülen Yeni sistemin getirdiği faydalar nelerdir?

*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*

5. Yeni sistem bileşenleri nelerdir?

5.1 RFID teknolojisi nerede uygulanıyor? Üretim/Depo/Mağaza… / Kaç tanesinde?

5.2 Kullanılan çip/etiket çeşidi nedir?
Çipler/etiketler nerede alınıyor? Üretilen kısım var mı? Var ise nedir?

5.3 Neden ilgili etiket tercih edildi? Avantajları nelerdir?
Hangi çip/çipler nerede kullanılıyor? Avantajları nelerdir?

Düşük frekans Yüksek frekans Ultra Yüksek frekans Mikrodalga	Mikroçip bulunuyor mu?	Aktif? Pasif?

5.4 Kullanılan okuyucu çeşidi nedir? Miktarı? Lokasyonu? Nerede kullanıldığı? Fabrika/Depo/Dağıtım/Mağaza vd..

Lokasyon	Kullanımı	Çeşit	Miktarı	Notlar

5.5 RFID etiket kişiselleştirilmesi nerede yapılıyor? Yazıcı mevcut mu? Modeli? Miktarı?
Hangi aşamada yapılıyor? Ek özellikleri nelerdir?-Barkod kişiselleştirme de yapıyor mu?

Lokasyon	Kullanımı	Çeşidi, Açıklaması	Miktarı	Notlar

5.6 Kullanılan yazılımlar nedir? Fonksiyonları nelerdir?

Yazılım	Kullanım Alanı

6. Hangi standart yapısında? Standartta sorun karşılaşılıyor mu? Yurt dışı ile standardizasyon sağlanmış durumda mı?

7. Güvenlik ve gizlilik nasıl sağlanıyor? RFID'den yararlanılıyor mu?

8. Sistem Fayda ve maliyetleri

8.1 Önceki sistem kıyasla toplam maliyetler?	
8.2 İlk yatırım maliyeti karşılaştırılması	

8.3 Bileşen maliyetleri: Etiket maliyeti, Okuyucu maliyeti, yazıcı maliyeti, yazılım maliyeti, standart maliyeti?

Etiket	Okuyucu	Yazıcı	Yazılım	Standart	Diğer Maliyetler

8.4 Personel maliyeti? Personel sayısı artışı/azalışı. Personel bilgi düzeyi gerekliliği

9. Tedarik Zincirinde sağladığı faydalar nelerdir?

Verimlilik	Doğruluk	Görünürlük	Güvenlik	Diğer

RFID Teknolojisi ile sağlanabilecek faydaların detaylı soruları

- RFID, okuyucunun okuyabildiği alan içerisinde bulunduğu sürece bağımsız olarak herhangi bir yerde yerleştirilebilir, bu da nesne yönün önemsiz olduğunu gösterir. Bu özellik sayesinde RFID kullanıldığı durumlarda personelin ürünleri doğru yöne çevirmekle oluşacak maliyet ortadan kaldırılmaktadır.- Böyle bir fayda elde edildi mi?

- RFID etiketleri kire, sıcaklığa, boyalara, kimyasal çözücülere, mide asitine vb faktörlere karşı dayanıklıdırlar, bu faydasından yararlanıyorlar mı?

- RFID etiketleri Barkod etiketlerin yaptığı gibi sadece arza bağlı enformasyonu iletmekte kalmazlar enformasyon toplayabilir ve daha sonra izlenebilmesi için saklayabilmektedirler.

Bu faydasından yaralanıyorlar mı?

- RFID etiketleri Barkod ile kıyasla çok daha uzun bir mesafeden okunabilmektedir. Kullandıkları etiketlerin okunma mesafesi nedir? Bu okuma uzaklığı herhangi bir fayda sağladı mı?

- Etiket ve okuyucu arasındaki veri değişimi hatasız olarak gerçekleşmektedir. Etiket ile okuyucu arasındaki veri değişim hata oranı nedir?

- RFID: Etiket içinde tutulan bilgi değişebilmektedir. Buna ihtiyaç duyuluyor mu? Mevcut kullanılan etiket bu özelliği destekliyor mu?

- RFID: Etiketleri içinde saklanabilen bilgi miktarı yüksektir. Ne kadar'lık bilgi saklanıyor? Kullanılan çiplerin kapasitesi nedir? Kapasite tam olarak kullanılıyor mu?

- RFID: sistemlerinde etiketler toplu şekilde okunabilmektedir. Bu özellik kullanılıyor mu? Herhangi bir fayda sağlandı mı? personel de zamanda vs..

-RFID: etiketlerinin okuma hızı yüksektir. Ne kadar hızlıdır ? barkod kıyasla?

- RFID: etiketlerin kopyalanması ve içeriğinin gözle okunabilmesi imkânsızdır. Bu özellik mevcut mu? Yararlanılıyor mu?

- RFID: Etiket okuma işi otomatik bir şekilde gerçekleşmekte ve işçilik maliyeti oluşmamaktadır. Böyle bir işçilik maliyeti düşüşü söz konusu mudur?

10.RFID sistemin dezavantajları/eksiklikleri

*Maliyet? *Güvenlik- kişisel bilgilere müdahale ? *Standardizasyon problemleri ? * * *	

KAYNAKÇA

Banks, Jerry and Hanny, David, Pachano A. Manues, Thompson, G. Les. **RFID Applied,** USA: John Wiley&Sons, inc, 2007.

Bill Glover & Himanshu Bhatt. **RFID Essentials**. Mary O'Brien Edited, 2006.

Basu, Ron & Wright J. Nevan. **Total Supply Chain Management**. UK: Elsevier 2008.

Finkenzeller, Klaus. **RFID Handbook**. Rachel Waddington (Çev.), 2'nd Edition, Germany: Wiley Pres, 2003.

Fredendall Lawrence & Hill Ed. **Basics of Supply Chain Management**, USA; St. Lucie Press/Apics Series on Resource Management, 2001.

Günther, Oliver and Kletti, Wolfhard, Kubach, Uwe. **RFID in Manufacturing**. Germany: Springer, 2008

Hedgepeth ,W. Oliver. **RFID Metrics Decision Making Tools for Today's** Supply Chains. CRS Press Taylor and Francis Group, 2007.

Heinrich, Claus. **RFID and Beyond-Growing Your Business Through Real World Awarness**. USA: Whiley Publishing, Inc. 2005.

Jain, Anil and Bolle, Ruud, Pankanti, Sharath. **Biometrics Personal Identification in Networked Society.** Kluwer Academic Publishers, 1999.

Jarrett, D. Collins **Using bar code: why it' s taking over**. Massachusetts: Data Capture Institute,1990.

Jones, C. Erick and A.Chung, Christopher. **RFID in logistics**, CRC Press, 2008.

Kumar, Sameer. **Connective Technologies in the Supply Chain**. Auerbach Publications, 2007.

Lahiri, Sandip. **RFID Resourcebook**. USA; IBM Press, 2005 (Ulaşım 31.05.2010 www.library.itu.edu.tr)

Miles, B. Stephen, Sarma, E. Sanjay and Williams, R. John. **RFID Technology and Applications.** UK: Cambridge University Press, 2008.

Myerson, M. Judith. **RFID in Supply Chain: A guide to selection and implementation.** USA: Auerbach Publications, 2007.

Shepard, Steven. **RFID Radio Frequency Indentification,** USA: MacAllister Publishing Services, LLC, 2005.

Ünlü, Zehra, Filiz. **Tedarik Zinciri Yönetimi, Lojistik ve Taşımacılıkta Bilişim Teknolojileri Ve Uygulamaları.** – Yüksek lisans Tezi, İstanbul; İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği 2007

Üstündağ, Alp. **Radyo Frekans Tanıma Teknolojisi ve Tedarik Zinciri.** İstanbul 2008

Yaylı, Ali. **İşletmelerde Barkod Uygulamaları**. Ankara: Detay Yayıncılık, 2004.

Pala, Zeydin. **RFID Teknolojisi İle Otomasyon Bir Uygulama Olarak: Otopark Takibi.** Yüksek Lisans Tezi, Elektrik-Elektronik Mühendisligi Anabilim Dalı NANÇ Subat 2007, 33 Sayfa

Thornton, Frank ve Brad Haines, Anand M. Das, Hersh Bhargava, Anita Campbell, John Kleinschmidt. **RFID Security**. Canada: Syngress Publishing, Inc., 2006.

Yan, Lu ve Zhang, Yan. Yang, T. Laurence. Ning, Huansheng. **The Internet of Things; From RFID to the Next-Generation Pervasive Networked Systems.** Auerbach Publications, 2008.

Vimercati, S.D.Capitani ve Gritzalis, Stefanos. Lamrinoudakis, Costas. Ascuisti, Alessandro. **Digital Privacy; Theory, Technologies, and Practices.** Auerbach Publications, 2008.

Süreli Yayınlar

Angeles, Rebecca. RFID Technologıes: "Supply-chain Applications and Implementation issues". *Information Systems Management* (2005): 51-65

Bayrak Meydanoğlu, E. Sibel. "Perakendeci piyasalarında RFID Sistemleri" *Ege Akademik Bakış,* 9.1 (2009) 141-157

Cannon, R. Alan and Reyes, M. Pedro, Frazier, V. Gregory, Prater, L. Edmund. "RFID im the conteprorary supply chain: multiple perspectives on its benefits and risks", *Emerald International Journal of Operations & Production Management,* 2008, Vol. 28, No. 5, http:// www.emeraldinsight.com/0144-3577.htm

Cliff, Saran. "Costs set tor ise as RFID and barcodes battle", *Computer Weekly* (02.08.2005)

Coltman, T., Gadh, R., and Michael, K., 2008. RFID and Supply Management: Introduction to the Special Issue, *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, VOL3/Issue1 / April 2008/III-VI

Gaukler, M. Gary, Seifert, W. Ralf, Hausman, H. Warren., 2007. Item-Level RFID in the Retail Supply Chain , Production and Operations Management Society, VOL. 16, No 1 pp. 65-76

Imburgia, J. Michael. The role of RFID within EDI: "Building a competitive advantage in the supply chain" *Proceedings of 2006 IEEE International Conference on Service Operations and logistics, and informatics*, P.1047-1052 China 2006

Jea, Kuen-Fang and Wang, Jen-Ya. "An RFID Encoding Method for Supply Chain Management" *Proceedings of the 2008 IEEE Asia-Pasific Services Computing Conference,* Taiwan 2008

Kapoor, G., Zhou, W., and Selwyn Piramuthu, S., RFID and Information Security in Supply Chains, *Proceedings of the 4th International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks,*

Landt, J., The History of RFID, *IEEE Potentials*, 2005, Vol. 24, 8-11

Lee, Dongmyung and Park, Jinwoo. "RFID-based traceability in the supply chain" *Emerald International Journal of Operations & Production Management,* 2008, Vol. 108, No. 6, http:// www.emeraldinsight.com/0263-5577.htm

Özdemir, Ali İhsan. "Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları" *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2004, Sayı 23, 87-96

Peradovic, Stevan and Balbin, Isaac, Karmakar C. Nemai, Swiegers, Gerry. " A Novel Chipless RFID System Based on Planar Multiresonators for Barcode Replacement" *Proceedings of 2008 IEEE International Conference on RFID,* USA 16-17 April 2008

Robertson, Andrew. "Optical Character Recognition: A study of success and failure in innovation". *Management Decision Journal*, 1971 Vol.9, No.3, 213-223 http://www.emeraldinsight.com/10.1108/eb000971

Rundh, Bo. "Radio Frequency Identification (RFID) Invaluable technology or a new obstacle in the marketing process?" *Emerald International Journal of Operations & Production Management,* 2008, Vol. 26, No. 1, http:// www.emeraldinsight.com/0263-4503.htm

Saatçıoğlu, Y. Ömür. "RFID Teknolojisi: Fırsatlar, Engeller ve Örnek Uygulamalar" Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz İşletmeciliği ve Yönetimi Yüksek Okulu

Sabbaghi, A. and Vaidyanathan, G., 2008. Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply Chain Management: Strategic values and Challenges, *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research,* 0718-1876 Electronic Versio VOL3/Issue2 /

Visich, K. John ve Suhong Li, Basheer M. Khumawala, Pedro M. Reyes. "Empirical evidence of RFID impacts on supply chain performance" *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29, No. 12, pp. 1290-1315, 2009

Ward, Andrew. "Don't dismiss barcodes but watch for RFID", Manufacturing Computer Solutions, 11.5 (2005):28-29

Will, Hadfield. " RFID overtake barcodes in M&S food business supply chain", Computer Weekly (28.03.2008) p5-5

Willman, John. "Advantages slip through a crack in the barcode: Marketing Barcodes: Companies have suffered from the absence of a universal coding system" *Financial Times,* UK London 1998

Yüksel, M. Erkan ve Zaim, A.Halim. "Otomatik Nesne Tanımlama ve Takibinde, veri yönetimi ve analiz sistemlerinde RFID üstünlükleri" *5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09*), Karabük, Türkiye 2009

www.alientechnology.com

www.barcoding.com

www.boewe.de

http://www.epcglobaltr.org/

www.epic.org

http://flipclan.com/

www.hunkeler.ch

http://www.intermec.com/

www.mobilteg.com.tr

www.mjvs.com

www.rfidjournal.com

www.rfidtagsource.com

www.rfidturkey.com

www.rfid.zebra.com

www.rfid.itu.edu.tr

http://www.sts-rfid.com/

www.siemens.com/RFID

http://www.tagsysrfid.com/

http://www.ti.com/rfid

ÖZGEÇMİŞ

1984 Kosova doğumlu Vala Gashi, ilköğretimi Kosova da 1990-1998 yılları arasında tamamladı, ardından Türkiye İstanbul da 2001 yılında Vefa Poyraz Lisesinden mezun oldu, 2006 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Mühendisliği Bölümün'de lisans eğitimini tamamladı. Takibindeki yıl içerisinde özel bir şirkette Pazarlama Müdürü ve Dış Ticaret sorumlusu olarak çalışmaya başladı. Çalışma hayatı devam ederken Marmara Üniversitesi Bilişim Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı.