

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
LOJİSTİK YÖNETİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

RFID SİSTEMLERDE KAZANIMLAR VE ENGELLERİN
LOJİSTİK SÜREÇLERDE İNCELENMESİNE YÖNELİK BİR
UYGULAMA

OĞUZ YAPRAK

Danışman
Prof. Dr. Ömür Yaşar SAATÇIOĞLU

İZMİR-2018

YÜKSEK LİSANS
TEZ ONAY SAYFASI

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : Oğuz YAPRAK
Öğrenci No : 2011801424
Tez Başlığı : RFID Sistemlerde Fayda ve Engellerin Lojistik Süreçlerde Değerlendirilmesine Yönelik Bir Uygulama
Savunma Tarihi : 24.07.2018
Danışmanı : Prof.Dr.Ömür YAŞAR SAATÇIOĞLU

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Prof.Dr.Ömür YAŞAR SAATÇIOĞLU	Dokuz Eylül Üniversitesi	
Prof.Dr.Mustafa KALKAN	Dokuz Eylül Üniversitesi	
Dr.Öğr.Üyesi Aysu ARMAN GÖÇER	İzmir Ekonomi Üniversitesi	

Oğuz YAPRAK tarafından hazırlanmış ve sunulmuş olan bu tez savunmada başarılı bulunarak oy birliği() / oy çokluğu() ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Metin ARIKAN
Müdür

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “RFID Sistemlerde Kazanımlar ve Engellerin Lojistik Süreçlerde İncelenmesine Yönelik Bir Uygulama” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

.../.../.....

Oğuz YAPRAK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

RFID Sistemlerde Kazanımlar Ve Engellerin Lojistik Süreçlerde İncelenmesine

Yönelik Bir Uygulama

Oğuz YAPRAK

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı

Lojistik Yönetimi Programı

RFID (Radyo Frekanslı Tanımlama) Sistemleri, kablosuz iletişim teknolojilerinde gelişmekte olan ve öncelikle lojistik olmak üzere birçok sahada uygulama açısından çok yaygın olan bir teknolojidir. RFID Sistemlerinin temel elemanları okuyucu, etiket ve antenlerdir. Radyo frekansı aracılığı ile etiketten alınması talep edilen veri cinsi alınır, eklenmek istenilen veri yazılır veya depolanır. Takip edilmesi edilmesi istenen ürün, araç yada canlı üzerine eklenen veya bünyesine sabitlenen taşınabilir etiketler sayesinde birçok sahada veri toplama, depolama, kontrol etme ve izlem gerçekleştirilerek etkin bir envanter kontrolü elde edilmektedir. RFID Sistemleri günümüz şartlarında kendine has teknolojisiyle kablosuz teknolojilerle entegre çalışabilme özelliği bulunan bir yapısı vardır. Üzerine yapılan akademik ve ticari çalışmalarla geline son nokta; gelecekteki RFID uygulamalarının özellikle lojistik sektörde olmak üzere birçok kolaylığı sağlayacağı beklentisini yaratmaktadır. RFID teknolojisi başta tedarik zinciri yönetiminin her aşaması olmak üzere kütüphane, sağlık, eğitim, güvenlik, hayvancılık, otoyol sistemleri, personel takip sistemleri, ilaç takip sistemleri vb. daha birçok platformda uygulanabilir bir yapıya sahip teknolojidir. Bu çalışma ile, RFID teknolojisinin yapısı yanı sıra tarihsel gelişimi, kullanım alanları, güvenliği, kazanım ve engelleri hakkında bilgi verilmek istenmiştir. Buna ek olarak RFID sisteminin lojistik bir süreç açısından incelemesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: RFID, Kablosuz Teknolojiler, RFID Kullanım Alanları

ABSTRACT
Master's Thesis
An Application on the Evaluation of the Benefits and Barriers to
RFID in Logistics Processes
Oğuz YAPRAK

Dokuz Eylül University
Graduate School of Social Sciences
Department of Maritime Business Administration
Logistics Management Program

RFID (Radio Frequency Identification) Systems is a developing technology in wireless communication technologies and is very common in applications in many areas, primarily logistics. The three basic elements of RFID systems are readers, labels, and antennas. The data requested from the label is received via radio frequency, and the data to be added is written or stored. An efficient inventory control is achieved by carrying out data collection, storage, control and follow-up on multiple sites on the product being tracked, using portable stickers attached to or fixed on the vehicle body. The latest RFID Systems technology has evolved into a structure that is capable of being integrated with wireless technologies. Recent academic and commercial studies point to great the potential for RFID applications especially in the logistics sector. RFID technology is a technology that has a structure that is applicable to many platforms and can be used in all stages of supply chain management, including library, health, education, security, animal husbandry, highway systems, personnel tracking systems. This study aims to give information about the structure of RFID technology, as well as its historical development, usage areas, security, advantages and disadvantages. In particular, the RFID system is examined from the logistical process perspective.

Keywords: RFID, Wireless Technologies, RFID Usage Areas

RFID SİSTEMLERDE KAZANIMLAR VE ENGELLERİN LOJİSTİK SÜREÇLERDE İNCELENMESİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
EKLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM RFID’NİN TARİHSEL GELİŞİMİ

1.1. Tarihte RFID	3
1.1.1. Tarihte İlk RFID Fikrinin Doğuşu	4
1.1.2. 1960 – 1980 Yılları Arası RFID	5
1.1.3. 1990’lı Yıllarda RFID	7
1.1.4. 21.Yüzyıla Doğru RFID	9
1.1.5. RFID Patentleri	11

İKİNCİ BÖLÜM RFID TEKNOLOJİSİNİN TEMELLERİ

2.1. FİZİKSEL VE ELEKTRONİK TEMELLERİ	13
2.1.1. Sistem Elemanları	13
2.1.2. Etikete Enerji Sağlanması	14
2.1.3. RFID Terminolojisi	14

2.1.4. Sistem Uyumu	16
2.1.5. RFID Çalışma Çerçeveleri	16
2.1.6. Elektronik Ürün Kodu (EPC)	18
2.1.7. EPCglobal ve RFID Ağı	19
2.2. RFID ETİKET TİPLERİ	19
2.2.1. Pasif RFID Etiketleri	20
2.2.2. Aktif RFID Etiketleri	20
2.2.3. Yarı Aktif Etiketler	21
2.2.4. Aktif ve Pasif Etiketlerin Kıyaslamaları	21
2.3. BARKOD SİSTEMLERİ	22
2.3.1. Barkodların Tarihsel Gelişimi	22
2.3.2. Barkod Teknolojisi	23
2.3.3. RFID Etiketler ve Barkodlar	25
2.3.4. RFID ve Barkod Arasındaki Temel Farklar	25
2.4. RFID FREKANSLARI VE ÇALIŞMA PRENSİPLERİ	29
2.4.1. RFID Frekanslarına Göre Etiketler	29
2.4.1.1. Düşük (Low Frequency-LF) Frekanslı Etiketler	29
2.4.1.2. Yüksek Frekanslı (High Frequency-HF) Etiketler	29
2.4.1.3. Çok Yüksek Frekanslı (Ultra High Frequency-UHF) Etiketler	30
2.4.1.4. Süper Yüksek Frekanslı (Super High Frequency-SHF) Etiketler	31
2.4.1.5. Ultra Geniş Bant Frekanslı (Ultra Wide Band Frequency-UWB) Etiketler	31
2.4.2. RFID Çalışma Prensipleri	32
2.5. TEDARİK ZİNCİRİ VE RFID	34
2.5.1. Tedarik Zincirinde RFID Sistemlerinin Yeri	34
2.5.2. Tedarik Zincirine Entegrasyonu	36
2.5.3. Tedarik Zincirinde RFID Sistemlerinin Sağladığı Faydalar	37

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
RFID UYGULAMALARINDA FAYDA MALİYET ANALİZİ, AVANTAJ VE
DEZAVANTAJLARI İLE VERİ GÜVENLİĞİ

3.1. RFID UYGULAMALARINDA FAYDA MALİYET ANALİZİ	40
3.1.1. RFID Sistemi Uygulama Maliyetine Örnek	42
3.2. RFID SİSTEMİNİN AVANTAJLARI	43
3.2.1. Gerçek Zamanlı Görünürlük	44
3.2.1.1. Hırsızlığı önlemek	45
3.2.1.2. Yanlış Yerleşim ve Kayıp Ürünleri Engellemek	45
3.2.1.3. Mağazalar Arasındaki Farklıkları Engellemek	46
3.2.2. Stok Tükenmesini Önleme	47
3.2.3. Fiziksel Ürün Akış Hızının İvmelenmesi	48
3.2.4. Daha Düşük Stok Seviyesi	49
3.2.4.1. Sermaye Maliyeti	49
3.2.4.2. Depolama Maliyeti	49
3.2.4.3. Envanter Riski Maliyeti	50
3.2.4.4. Envanter Servis Maliyeti	50
3.2.5. Sahteciliği Önleme	51
3.2.6. İşçilik Maliyetinin Azalması	51
3.3. RFID SİSTEMİNİN ENGELLERİ	52
3.3.1. Uygulamada Yüksek Maliyet	54
3.3.2. Başabaş Noktasına Ulaşmanın Zaman Alması	54
3.3.3. Teknik Riskler	55
3.3.4. RFID Standartlarındaki Uyumsuzluk	56
3.3.5. Özel Malzemeler Gereksinimi	56
3.3.6. Alternatif Teknolojilerin Verimliliği	56
3.3.7. Kurulum ve Uygulanmasında Zorluklar	57
3.3.8. Gizlilik Endişeleri	57
3.4. VERİ GÜVENLİĞİ VE RFID SİSTEMİ	58
3.4.1. Veri Güvenliği	58
3.4.2. RFID Sistem Güvenliği	59

3.4.3. RFID Uygulamalarında Bilgi Güvenliğine Tehdit Saldırıları	61
3.4.4. Güvenlik Önlemleri	63
3.4.5. Güvenlik Önlemi Seçimi	65

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

RFID SİSTEMİNİN LOJİSTİK SÜREÇLERDE İNCELENMESİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

4.1. ARAŞTIRMANIN SORUSU	67
4.2. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ	67
4.3. ÖRNEK OLAY YÖNTEMİ	69
4.4. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ	70
4.4.1. Literatür Taraması	70
4.4.2. Veri Toplama	74
4.4.2.1. Görüşmelerin Uygulanması	74
4.4.3. Araştırmanın Modeli	75
4.5. ARAŞTIRMANIN BULGULARI	75
4.5.1. Analiz	75
4.5.2. İşletmenin RFID Sistemlerine Geçiş Kararı Engelleri	76
4.5.3. Demografik Bilgiler	76
4.5.4. Görüşme Verilerinin Analizi	78
4.5.5. Çalışma Sonuçlarının Değerlendirilmesi	78
4.5.5.1 Süreçlerin Üretim Bölümlerine Etkisi	80
4.5.5.2 Anahtar Performans Göstergeleri (KPI)	82
4.5.5.3 RFID Sistemi Entegre Örnek Üretim Süreci	84
4.5.5.4 RFID Sisteminin Firmada Öne Çıkan Kazanımları	87
SONUÇ VE ÖNERİLER	93
KAYNAKÇA	98

KISALTMALAR

CASPIAN	Cosumers Against Supermarket Privacy İnvation and Numbering
CEN	Avrupa Standartlar Komitesi
CMOS	Entegre Üretim Transistorü
CPV	Common Procurement Vocabulary
EAS	Electronic Article Surveillance
EDI	Elektronik Veri Değişimi (Electronic Data Interchange)
EEPROM	Elektrikle silinebilir ROM
IBTTA	International Bridge Tunnel and Turnpike Association
IFF	Identification: Freind or Foe
ISO	International Organization for Standardization
KPI	Anahtar Performans Göstergesi (Key Performance Insturement)
MRAM	Magnetic RAM
NAFC	National Association of Food Chain
OGS	Otomatik Geçiş Sistemi
PC	Personel Computer
RF	Radyo Frekansı
RFID	Radyo Frekansıyla Kimlik Tanımlama
ROI	Başabaş Noktası
TDMA	Time Division Multiple Access
TI	Texas Instruments
TIRIS	Texas Instruments'in Araçlarda Kullandığı Araç Motorunu Çalıştırma Sistemi
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
UPC	Uniform Product Coding
USPO	United State Patent Office
XML	Genişletilebilir İşaretleme Dili (Extensible Markup Language)

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. RFID Sisteminin Yıllara Göre Gelişimi	12
Tablo 2.1. Aktif ve Pasif Etiketlerin Kıyaslamaları	22
Tablo 2.2. RFID ve Barkod Uygulamalarının Karşılaştırılması	26
Tablo 2.3. RFID ve Barkod Sistemlerinin Özellikleri Açısından Karşılaştırılması.	27
Tablo 2.4. RFID Frekansları.	32
Tablo 2.5. RFID Tedarik Zinciri Üzerindeki Etkileri.	39
Tablo 3.1. RFID Uygulamaları Örnek Maliyet Tablosu	42
Tablo 4.1. RFID Sisteminin Avantajları Kaynak Tablosu	73
Tablo 4.2. RFID Sisteminin Dezavantajları Kaynak Tablosu	73
Tablo 4.3. Katılımcı İşletmelerde Görüşülenlerin Görevi	77
Tablo 4.4. Katılımcı İşletmede Görüşülenlerin Eğitim Durumları	77
Tablo 4.5. Anahtar Performans Göstergeleri	83
Tablo 4.6. RFID Sistemleri Kullanılan Anahtar Performans Göstergeleri	83

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	RFID Sistemleri Etiket Gelişimini Bir Cent ile Kıyaslama	8
Şekil 2.1.	RFID Etiket	13
Şekil 2.2.	96 Bitlik bir EPC içeriği	19
Şekil 2.3.	Aktif-Pasif Etiket Karşılaştırma	21
Şekil 2.4.	Örnek bir Barkodun görünüşü	24
Şekil 2.5.	Tek Boyutlu ve İki Boyutlu Barkod Sistemi	24
Şekil 2.6.	RFID Frekanslarına Göre Etiketler	30
Şekil 2.7.	RFID Etiket Yapısı	33
Şekil 2.8.	Tedarik Zinciri ve RFID	36
Şekil 2.9.	Faktör İlişki Diagramı	38
Şekil 3.1.	RFID Uygulama Seviyeleri	41
Şekil 3.2.	RF Alt Sistemi	59
Şekil 3.3.	Kurumsal Alt Sistem	60
Şekil 3.4.	Kurumlar Arası Alt Sistemin Mimarisi	61
Şekil 4.1.	RFID Sistem Engelleri	72
Şekil 4.2.	Firmanın Yönetim Süreçleri	79
Şekil 4.3.	İşletme Süreçlerinin Üretim Departmanlarıyla Etkileşimi	81
Şekil 4.4.	Üretim Süreci 1	84
Şekil 4.5.	Üretim Süreci 2	85
Şekil 4.6.	Üretim Süreci 3 ve Üretim Süreci 4	86
Şekil 4.7.	RFID Sisteminin Avantajlarının KPI'lar ile Karşılaştırılması	91

EKLER LİSTESİ

EK 1: Araştırmada Kullanılan Görüşme Formu

102



GİRİŞ

RFID (Radio Frequency Identification) “Radyo Frekans ile Tanımlama” olarak Türkçeye çevrilmektedir. RFID sistemlerde cinsine göre yazılabilir/okunabilir RFID etiket(Tag) ve okuyucu elemanları kullanılmaktadır. ID Etiketler çeşitli safhalarda kodlanarak üzerlerindeki verileri gerekli yerlere transfer edebilirler. Üzerine veri kodlanmış ve izlenebilir olan ürüne, canlıya, araca bir şekilde monte edilirler. RFID Etiket okuyucuları da verinin gönderilmek istendiği alana monte edilirler. Sabit ve taşınabilir okuyucular olmak üzere iki çeşit okuyucu kullanılmaktadır.

RFID sistemleri tasarlanırken amaçlarına göre insan faktörü olmaksızın verinin oluşturulması ve toplanması amaçlanır. Bir diğer alternatif barkod teknolojisine göre daha yeni ve kapsamlı bir teknolojidir. Elbetteki avantajları barkod sistemlerine göre oldukça fazladır. Dünyada kullanımı sürekli artmaktadır. İhtiyaçların çok geniş olduğu ve gereksinimlerin bu aşamada belirlendiği düşünülürse kullanım alanı hayal gücü ile ölçülmektedir. Tüm işletmeler takip etmek istedikleri ürün, canlı, araç, hasta, ilaç vb. şeylere uygun elemanları kullanarak üzerine veri eklenebilir ve bu veri kullanılan sistem elemanlarının kalitesine göre çok uzun mesafelerden okunabilmektedir. Bu mesefelerin genişletilmesi ile ilgili çalışmalar sürmekte olup önemli mesafede yol katedildiği bilinmektedir. RFID Sistemleri teknolojisi çok yeni bir teknoloji olmamakla birlikte, günümüz şartlarında yarı iletken teknolojinin sağladığı etkili ve bir o kadar da pratik bir teknolojidir.

RFID Sistemleri teknolojisi ilk defa 2. Dünya savaşında askeri havacılık sahasında dost ve düşman uçaklarını ayırt etmek için kullanılmıştır. 1980’li yıllarda günlük hayatımızda kullandığımız ürünlerin içerisinde, 1990’lı yıllarda ticari platformda önümüze çıkmıştır. RFID etiketleri kullanılan ürüne ve amacına göre farklılıklar göstermektedir. Kullanım amacına göre bu etiketler içinde (ürün tanıtıcı numarası, üretici kodu, seri numarası, üretim tarihi, lot numarası vb.) veri depolayan çip ve küçük birer anten barındırmaktadırlar.

Genel olarak etiket tipleri Aktif, Pasif ve Yarı-Aktif Etiketlerdir. Pasif etiketler sadece kendi sisteminin parçası olan bir RFID okuyucu sayesinde uyarıldıklarında sinyal verir ve bilgi transferi sağlarlar. RFID sistemine bağlı

okuyucular belli bir mesafede etkili bir elektromanyetik alan oluşturur. Pasif etiketler bu alan içerisinde olduklarında etkin hale gelir ve sinyal yayarlar. RFID okuyucu sinyali toplar ve ilgili veri tabanını yöneten bilgisayara iletir. Örneğin, markette bulunan bir okuyucu kapıdan çıkan her ürünü, raf tamamlama amacıyla satın alma ve depo envanter programlarına bildirebilir. Bu sayede ürün bulundurmama maliyetlerinin önüne insan faktörü olmaksızın geçilebilmektedir.

Gelecekte RFID sistemlerinin kaderini belirleyecek unsur pasif etiketlerde yapılacak geliştirmelerdir. Bu sayede işletmeler maliyet faktöründe göz önüne alarak RFID Sistemlere geçiş kararlarını daha net şekilde verebileceklerdir.

Aktif RFID etiketleri çalışmak için bir enerji kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Bünyesinde ise boyutuna oranla küçük pil bulunur. Pasif etiketlere göre daha pahalı olmalarına karşın pasif etiketlere göre veri transfer mesafesi çok daha geniştir. Belli süreler içerisinde bakım gereksinimleri vardır.

Yarı-aktif etiketler ise taşıdıkları veri için bir pil bulundururlar. Aktif etiketler kadar kapsamlı bir enerji kaynağı olmamakla beraber okuma işlemi okuyucunun yaydığı elektromanyetik alan yoluyla yapılır. RFID uygulamaları en geniş lojistik sektöründe görülecektir.

Market sektöründe otomatik kasa sistemleri vasıtasıyla ürün geçiş ve güvenlik uygulamaları RFID sistemleri kullanımı ile birlikte gerçekleşecektir. Bunun yanında alış-veriş yaparken sepetin içindeki ürünleri tanıyarak depodan raftaki ürünleri bütünlemek amaçlı ürün sipariş edecek sistemler bulunmaktadır. Havalimanında bagaj takibinde, kurumların kütüphanelerinde envanter takibi yapılmasında, hastanelerde hasta takibi yapılmasında, madencilik sektöründe konum takibinin yapılmasında, otobanlarda otomatik geçiş sistemlerinde vb. hayatımızı kolaylaştıracak birçok sahada uygulanmakta ve geliştirilmesi çalışmalarına da devam edilmektedir.

Yapmış olduğum bu çalışmada yapılandırılmış mülakat tekniği ile nitel veri toplama yöntemi benimsenmiştir. Elde ettiğim veriler ile günümüz şartlarında RFID Uygulamalarını kullanma kararı almakta çekimser kalmış özellikle KOBİ'ler açısından yönlendirici olacağı değerlendirilmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

RFID’NİN TARİHSEL GELİŞİMİ

1.1. Tarihte RFID

RF Sistemlerinin başlangıcı dünyanın oluşum yıllarına kadar gitmektedir. Tarihte yapılmış bilimsel araştırmalar, evrenin oluşumunda elektro manyetik enerjinin varlığını göstermektedir. Popüler bir bilimsel düşünceye göre evren Big Bang adı verilen büyük patlama sonucu oluşmuştur. Bilim insanlarına göre big bang sonucu olarak dört temel kuvvet meydana gelmiştir. Bunlar yerçekimi, elektromanyetizma, güçlü ve zayıf nükleer güçlerdir. Evrenin ilk halinin elektromanyetik enerji olduğu bir diğer düşüncedir. Birkaç saniye hatta daha düşük zaman dilimleri içerisinde elektromanyetik enerjinin fotonların çarpışmayla ortaya çıkan enerjinin maddeye dönüşmesiyle proton, nötron ve elektronun oluşumu başlamaktadır. Büyük Patlamanın elektromanyetik açıdan kalıntıları günümüzde halen doğada mikrodalga etkisi yaratmaktadır. Bu enerji ise RFID sistemlerinin kaynağı olarak kabul edilmektedir. Ondört milyar yıl öncesinden bu zamana bu enerjinin evrende olduğu ve radyo dalgaları sayesinde ise varlığı keşfedilmiştir (Chiesa, Lozza, Malandrino, Romano, & Piccolo, 2008).

M.Ö. I. yüzyılda mıknatıs yardımıyla elektro manyetik alanı ilk izleyenlerin ve kullananların çinliler olduklarına dair görüşler vardır. Bu alanda bilimsel çalışmalar 1600’lü yıllara kadar yavaş ilerleyerek (1600-1800’lü yıllarda elektrik, manyetizma ve optik gibi alanlarında çalışmalar yapılmıştır. Matematikğin gelişmesi ile de bu çalışmalar popüler hale gelmiştir. Yine bu yıllarda elektromanyetik çalışmaların ilk bilinen ismi Benjamin Franklin olmuştur. Tanınmış biri olan İngiliz bilim insanı Michael Faraday 1846’lı yıllarda elektromanyetik enerjinin ışık ve radyo dalgalarından oluşan bir bileşenden meydana geldiği tezini ortaya koymuştur. Bir İskoçyalı bilim insanı olan James Clark Maxwell yine bu yıllarda elektrik ve manyetik enerjinin yatay dalgalar halinde ve ışık hızında yayıldığını ortaya koyan çalışmasını yapmıştır. Almanyalı bilim insanı Heinrich Rudolf Hertz 1887’de, Maxwell’in teorisini doğrulamış ve uzun dalganın ışık gibi yansıtılabilmesinin mümkün olduğunu, ışık gibi kırılabilceğini ve odaklanabileceği gibi konularında

bilimsel çalışmalar yapmıştır. Hertz ilk radyo dalgalarını yollayıp tekrar almayı başarmıştır. Rus bilim insanı Aleksander Popov Hertz'in çalışmalarına benzer bilimsel araştırmalar yapmış ve kendi bulguları sayesinde Hertz'in çalışmalarını bir kez daha ispatlamıştır(Kocamaz, 2008).

1.1.1. Tarihte İlk RFID Fikrinin Doğuşu

Ernest F.W Alexanderson 1906 yılında yapmış olduğu bilimsel çalışmalar sayesinde radyo sinyallerinin dalgalar halinde yayıldığını ispat etmiştir. Radyo sinyaller üzerine elde edilen bu başarı sayesinde modern radyo iletişiminin temelleri atılmıştır. Yirminci yüzyılın başları, radarın doğumu olarak kabul görmüştür. İlk defa Radar II. Dünya savaşında “Manhattan projesi” adı altında kullanılmış önemli bir buluştur. Bu sistem, radyo sinyalleri yollayarak tekrar geri alınma prensibiyle etki alanındaki nesneleri algılamak amacıyla kullanılmaktadır. Geri algılanan sinyaller sayesinde etki alanındaki nesnelerin mesafe ve hız bilgisini ölçebilmektedir. Radarın özellikle askeri sahadaki etkinliğinin anlaşılmasının sonra çalışmalar ülkeler arasında gizlilik içerisinde yapılmıştır.

RFID Sistemleri açısından ilk çalışma Harry Stockman tarafından yapılmış olup, 1948’de “Communication By Means of Reflected Power” adlı makaleyi yayınlamıştır. Stockman çalışmasında, Ar-ge yapılmadan önce yansımali güç ile sağlanan iletişimin birtakım temel problemlerinin çözülmesi gerektiğini vurgulamıştır. H.Stockman’ın çalışmasından verim almaya başlanması 30 yıl kadar sürmüştür. İletişim ağ araçları, entegre devreler, mikro işlemciler vs gibi elemanların gelişmelerine de ihtiyaç olmaktadır. H.Stockman’ın çalışmasından 50 yıl kadar sonra bu alanda birçok gelişmeler yaşanmıştır (Stockman, 1948). 1930 ve 1940 yıllarındaki radar ve radyo teknolojisinde yaşanan gelişmelerin ardından 1950’li yıllarda RFID sistemleri alanında önemli gelişmeler olmuştur. Özellikle Havacılık alanında RFID sistemleri, dost ve düşman tanıma(identification, friend or foe “IFF”) sistemleriyle dost ve düşman ülke uçaklarını belirlemeyi sağlayan uygulamalar ve radarın gelişimiyle birçok teknolojik gelişmeler yaşanmaya başlanmıştır. 1950’li yıllarda Vernon’un “mikrodalga homodyne” uygulaması ve Harris’in modüler pasif verici

bazı “radyo verici sistemleri” gibi bazı çalışmaları RFID sistemleri teknolojisinin ana temellerini oluşturur(Kocamaz, 2008).

1.1.2. 1960 – 1980 Yılları Arası RFID

RFID Sistemleri teknolojisi ile ilgili 1960 ve 1970’li yıllardaki “Aktif dağıtıcıları kullanarak elektromanyetik alan ölçümü” ve “Teory of loaded Scatters” adı geçen makaleler yayınlanmıştır. 1963’de R.Richard’ın “Radyo frekans gücüyle uzaktan kontrol edilen araçlar”, 1969’da O.Rittenback’in “Radar ışınlarıyla haberleşme”, 1968’de Vogelman’ın “Radar ışınlarını kullanarak pasif veri transferi”, 1967’de Vinding’in “Sorgu-cevap tanımlama sistemi” gibi çalışmalar RFID sistemleri hakkında yaşanan gelişmelere yön gösterecek önemli çalışmalardan olmuşlardır(Dickey, 1970; Landt, 2005). Bütün bunlardan sonra RFID uygulamalarının önemi fark edilmeye başlanmıştır. RFID sistem uygulamalarının başta lojistik sektör olmak üzere yerini sabitlemek amacıyla bu çalışmalar gelecekteki yapılacak çalışmalara ışık tutmuştur.

1960’lı yıllarda ticari sahada hareketlilik görülmeye başlanmıştır. Sensörmatik ve Checkpoint 1960’lı yılların sonuna doğru kurulmuştur. KNOGO gibi şirketler EAS(Electronic Article Surveillanve) sistemini araçları hırsızlığa karşı koruyabilmek için geliştirilmişlerdir. Bu etiketlerin çalışma mantığı bir bitlik “var” yada “yok” şeklinde algılama prensibidir. Ancak bu sistem çok maliyetli ve sadece hırsızlığa karşı korunma amaçlı üretilmiş olup başka alanda kullanılmamıştır. EAS sistemi, RFID sistemini çok yaygın olarak kullanmış ve ilk ticari ürün olma özelliğini barındırmıştır. Çok parçalı bu etiketler, diğer alanlarda deneysel maksatlı olarak kullanılmıştır. Tek parça şeklinde olan etiketler küçük yapıya sahipken, çok parça barındıran etiketler farklı ve birçok parçanın biraraya gelmesinden oluşmaktadır.

1970’lerde RFID sistemleri üzerine çalışmalar; işletmeler, akademik ve resmi kurumlar tarafından etkin olarak yapılmaya başlandı. Los Alamos Scientific Laboratory, North Western Univercity ve İsviçre’deki Microwave Institute Foundation gibi akademik enstitüler önemli gelişmeleri kayda geçirmeyi başardı. Bu anlamda ilk önemli 1975’de Los Alamus’tan A.Koelle, S.Depp ve R.Freyman tarafından Elektronik tanımlama için “Backscatter modülasyonunu” kullanarak “Kısa

mesafe radyo telemetrisi çalışması olarak kayda geçmiştir. Araştırma onlarca metreden veri transferi yapabilen pasif etiketlerin fikirlerinden oluşmuştur.

Raytheon's Rayetiket 1973 yılında ve Richard Rlensch'in 1975 yılında yaptığı çalışmayla elektronik tanımlama sistemi sayesinde büyük şirketlerde de RFID sistemleri teknolojisi geliştirilmeye başlanmıştır. Philipsin üretmiş olduğu sistemler Newyork ve bazı liman otoriteleri tarafından test edilmiş ve başarılı bulunmuştur. Ancak RFID'nin ilk ticari taşımacılık denemesi başarılı olmasına rağmen geliştirilmeye ihtiyaç duyulmaktadı. Hayvan taşımacılığı, araç taşımacılığı üzerine modelleme çalışmaları yapıldı(Kocamaz, 2008).

Hayvan taşıma sistemlerine yönelik mikrodalga sistemleri Avrupa'da tasarlanmıştır. Taşımacılıkla ilgili uygulamalar Birleşmiş Milletler Federal Karayolları İdaresi (IBTTA ve United States Federal Aighway Administration) tarafından yapılmıştır. 1970'li yılların ardından elektronik araç taşımacılığıyla ilgili sürdürülen araştırmaların, ulusal manada çıkar sağlamadığına karar verildiğinden RFID sistemleri açısından bir takım gelişmelere neden olmuştur.

King'in yayınladığı "mikrodalga yayılım teknikleri" isimli kitabı bu teorenin ilk defa bahsedilen özeti sayılmaktaydı ve Backscatter RFID sistemlerini uygulamalı kullanmıştır. RFID sistem elemanlarından olan etiket yapısı, boyutların küçültülmesine ve özelliklerinin amacı doğrultusunda artırılmasına yardımcı olmuştur. Bu alandaki gelişmelerin önemli olan konusu, düşük gerilim ve güce sahip CMOS kapı devreleriydi. Bu dönemde etiket(tag) veri depolama kapasiteleri, anahtardan yada kablo bağlantıları sayesinde ve yanabilen diyotlarla bağlantılı sistemlerle yapılmıştır(Kocamaz, 2008).

RFID sistemleri teknolojisinin uygulamalarının geliştirildiği dönem 1980'ler olmuştur. Bu sahada Amerikadaki önemli çalışmalar geçiş sistemleri ve taşımacılık gibi sınırlı faaliyet sahalarında olmuştur. Avrupada ise hayvan takip sistemlerinde, sınırlı mesafe sistemlerinde ve bazı iş sahalarında olmuştur. Bunun yanında Portekiz, Fransa, İtalya, Norveç ve İspanyada paralı geçiş sistemlerinde ücret tahsilatı amacıyla RFID uygulamalarını kullanmışlardır. RFID uygulamalarının bu denli hızlı gelişmesinin sebebi, veri yönetiminin ve depolanmasının en etkin ve en ekonomik olduğu bilgisayarların kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Amerikada,

Demiryollarında ve Konteyner Taşımacılık Kooperatifi RFID uygulamalarını kullanma kararı almıştır.

Ticari manada ilk çalışma Norveçte 1987 yıllarında başlamış ve ilk yapılan çalışma Dallas Otobanında başlatılmıştır.

1.1.3. 1990'lı Yıllarda RFID

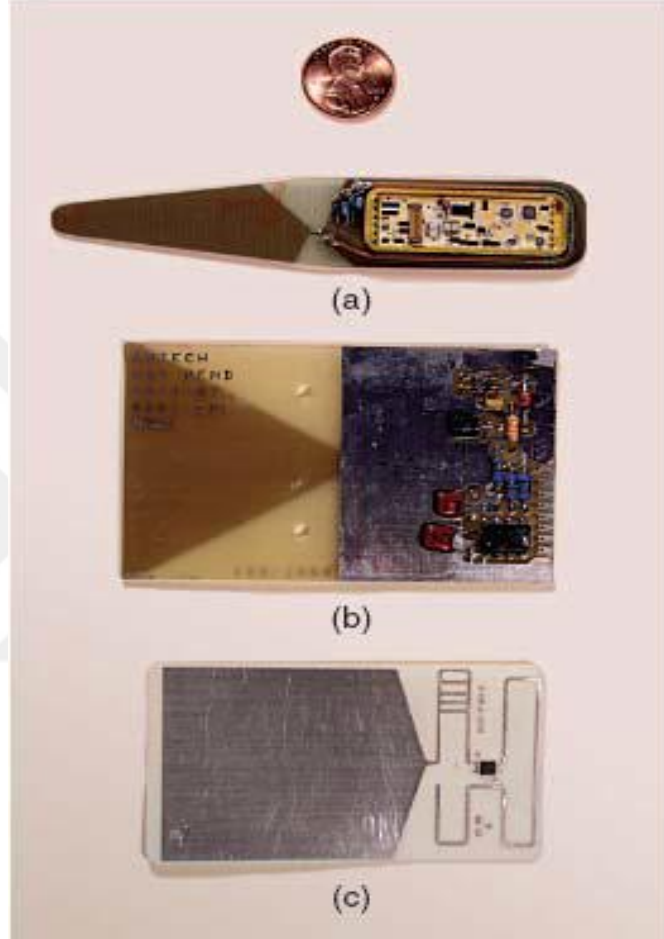
1990'lı yıllar RFID uygulamalarının gelişimi açısından önem arz etmektedir. Otoban geçiş sistemlerinde kullanılmış olan RFID etiket sayısı üç milyonu geçmiştir. Dünyanın ilk RFID sistemli otobanı Oklahomada 1991 yılında açılmış olduğu kayıtlara geçmiştir. Bu sistem sayesinde araçlar ödeme noktalarında duraklama yapmadan hızlı şekilde geçiş yaparken ücret ödeyebilmekteydiler. Trafik yönetim uygulamaları ve hızlı geçiş sistemlerinin birleştirilmiş olduğu ilk yer 1992 yılında Houston bölgesine yapılmıştır.

Avrupada da RFID sistemleri alanında çok önemli adımlar atılmıştır. Mikrodalga teknolojileri ücretli geçiş sistemlerinde ve bu sahada daha birçok uygulamada Avrupada da ticari amaçlarla kullanılmıştır. Bir diğer girişim Texas Instruments'in (TI) araçlarda motor çalıştırma kontrolünü sağlamak amacıyla kullanmış olduğu TIRIS sistemi olmuştur. TIRIS sistemi akaryakıt takip sistemlerinde, araç geçişlerinde ve kontrollerinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir.

Avrupada faaliyet gösteren bazı şirketler Bosch, Mikrodesing, Philips, CGA, Alcatel, Baumer gibi RFID sistemleri kullanma yarışına başladılar. Ücret tahsilinde standart bir uygulamaya ihtiyaç duyulmakta olduğundan bu işletmeler elektronik tahsilat amacıyla CEN Standartları üzerinde çalışmışlardır. Otoyol geçiş sistemleri ve para tahsilat sistemleri Japonya, Kanada, Avustralya, HongKong, Çin, Filipinler, Arjantin, Singapur, Brezilya, Güney Kore, Meksika, Malezya, Güney Afrika, Tayland ve Avrupada bazı ülkelerde kullanılmaya başlanmıştır.

E-ödemedeki bu başarı, RFID sistem etiketlerinin birçok alanda kullanılmasına da neden olmuştur. Sadece etiket sayesinde ücret ödenebilmekte ve yerleşkeye giriş-çıkış kontrolleri yapılabilmekteydi. 1990 yılında yaşanan teknolojik gelişmeler beraberinde RFID sistemleri açısından gelişmeleri de beraberinde getirdi. İlk defa CMOS entegre devrelerinde mikrodalga diyotları kullanılmaya başlanmıştır.

Böylece mikrodalga sayesinde RFID uygulamaları geliştirilerek üretime geçmesine olanak sağlamıştır. RFID sistemlerinde yaşanan gelişmeler sayesinde barkod sistemlerini kullanan birçok işletme bu yıllarda RFID uygulamaları kullanmaya karar vermiştir.



Şekil 1.1. RFID sistemleri etiket gelişimini bir cent ile kıyaslama(Technical brief, 2006).

(a) A 12-b CMOS lojik devre çipleri üstüne kurulmuş hibrit inc ve filme monte, okunabilir etiket(yazılamaz), tahminen 1976 yılında üretilmiştir. Üzerindeki devre elemanları etiket alanının yarısını kaplamaktadır.

(b) A 128-b CMOS lojik devre çiplerine “off-chip” elemanlı okunabilir(yazılamaz) etiket, tahminen 1987 yıllarında üretilmiştir.

(c) A 1024-b Hem okunabilir hem yazılabilir bir CMOS entegre devreye monte edilmiş, tahminen 1999 yıllarında üretilmiş etiket. Entegre devre etikette çok az bir alanı kaplamaktadır.

1.1.4. 21.Yüzyıla Doğru RFID

Birçok sektörde kullanılabilen Radyo Frekanslı Tanıma Sistemleri (Radio Frequency Identification, RFID), günümüz teknolojilerinin en yaygın temel taşlarından olan taşınabilir bilgisayarlar, tabletler ve cep telefonları ile birleştirilmesiyle, öğrenme sürecine sosyal anlamda çevresel farkındalık, çağa ayak uydurma ve gelişmelere tepki verebilme yeteneğinin kazandırılmasına büyük ölçüde yardımcı olacak ve öğretim sisteminde gereksinimlere göre ayrı ayrı müfredat içeriklerine ulaşabilmesi daha kolay hale gelecektir.

Radyo Frekanslı Tanıma (RFID) Sistemleri gelişimini sürdürmekte olan bir teknoloji olduğundan uygulamaları, buna bağlı olarak kullanım sahaları ve sistem mimarisi sürekli gelişmektedir. RFID Sistemleri süratli bir şekilde geleceğe hazırlanmakta; yapılan akademik çalışmalar, teknolojiye olan değişimler, pazar standartlarındaki değişimler ve bu alana duyulan ilgi neticesinde yapılan yatırımlar da RFID Sistemlerinin gelecekteki önemini işaret etmektedir.

Günümüzdeki negatif etkenlerden bir tanesi; birbiriyle uyumlu olmayan RFID standartlarıdır. Bu konuda tam anlamıyla bir standart geliştirilmiş olmaması RF teknolojisinin büyümesinde negatif etki yaratacaktır. Önde gelen birçok RFID üreticisi sistemini farklı frekanslar ve protokoller kullanarak üretmektedir. Buna rağmen hem Amerikada hem de Avrupada bazı işletmeler RFID teknolojisinin kullanımı için standartları geliştirmeye çalışmaktadırlar(Kış, 2006).

RFID uygulamaları kullanım aşamasında küresellik öngörülmesi, RFID sistem ve elemanları standartlara uygun olarak kullanılmalıdır. Standartların kullanılmasıyla okuyucu ve etiketlerdeki fiyat düşmeleri olacağı gibi bu alanda inovasyonlarında önü açılacaktır. Günümüzde RFID uygulamalarında kullanılan en yaygın standart “Electronic Product Code (EPC)” olarak bilinen elektronik ürün kodudur(Junwei, 2004).

RFID sistemlerine ait çalışmalar, radyo vericilerinin daha iyi seviyede yayın yapmasına yardımcı olabilecek Nano teknoloji kullanmaya hedeflenmiştir(Loh, 2008).

RFID sistemlerinin sahip olduğu teknoloji, akıllı telefonlar başta olmakla birlikte sonrasında hızlı gelişim sağlayacak teknoloji olarak beklenmektedir. RFID

uygulamaları kullanımı artışında gelecekte önemli gelişmeler kaçınılmazdır. RFID uygulamalarının kullanımında artış sağlanması için gerekli olan 0,5-10 Dolar maliyeti olan pasif etiket fiyatlarındaki düşmedir. Nano teknoloji sayesinde yaşanacak olan bu gelişme RFID uygulamalarının kullanımının artmasında önemli bir etken olacaktır.

RFID etiket tiplerinin bir çoğunda bakır yada alüminyum bazlı anten sistemleri bulunmaktadır. Nano teknolojiyi kullanan üreticiler RFID antenleri nano ebatlarda mürekkep bazlı baskı sayesinde yaparak başarmak amacıyla uğraşmışlardır. Kağıt zemin üzerine RFID anten basarak daha seri ve maliyetsiz üretim yapılabilecektir.

RFID sistemlerde etiket maliyetlerinin çoğu kısmını üzerlerine monte edilen çipler oluşturmaktadır. Araştırmalar çip kullanım yöntemlerinin nano boyutta çözümlenmesi üzerinedir. RFID mikro çiplerin kapasite arttırımı konusunda ise MİCROMEM firması “Magnetic RAM” veya MRAM üzerinde çalışmaktadır. MRAM, RFID teknolojisine büyük yenilikler ve fırsatlar getirecektir. Elektrik enerjisini saklamak mantığına dayalı olan bilgisayar belleklerinin aksine, MRAM’ ın görevi nano boyuttaki manyetik bit diziler vasıtasıyla bilgiyi saklamaktır. MRAM üzerine yazma işlemi yapılırken her bir bit’in manyetik kutupları değiştirilir ve elde edilen değer elektrik gereksinimi duyulmaksızın saklanabilir(Kış, 2006).

Gelecek vaat eden nanoteknoloji uygulamaları, RFID devrelerinin mürekkep tabanlı olması ile silikon çip gereksinimini ortadan kaldıracaktır. Buna en güzel örnek tamamiyle mürekkepten geliştirilen bir prototip olan “Organic ID” ‘ nin maliyeti de 0.01 doların altında olmakla birlikte, Organic ID’nin 5-10 yıl içinde yaygınlaşması da beklenmektedir.

RFID uygulamaları insanlar açısından satın almış oldukları ürünleri belirli bir mesafeden ve müşterinin haberi olmadan izlenmesine olanak sağladığı için müşterilerin özel hayatları açısından negatif olarak değerlendirmelerine yol açacaktır. Bu durumu önleyecek yine teknolojik gelişmelerin getirmiş olduğu RFID etiketlerin güvenlik önlemlerinin kullanılmasıdır.

1.1.5. RFID Patentleri

RFID sistemleri hakkında verilen ilk 10 patent aşağıda verilmiş ve bu patentlerin özet bilgileri USPO'de (United State Patent Office) bulunmaktadır.

- 1970: Şifre çözen cihaz ve sistemi
- 1971: Uzaktan kumanda edilebilen şifre çözücü
- 1973: Dipol antene sahip uzaktan kumanda edilebilen şifre çözücü
- 1974: Elektronik plakaya sahip motorlu araç
- 1976: Pasif şifreleme yapılabilen mikrodalgalı şifre çözücü
- 1977: Pasif şifre çözücüleri olan tanımlama sistemi
- 1978: Soru soran/cevaplayan sistemler için pasif şifre çözücü
- 1978: Elektronik tespit etme ve tanımlama sistemleri
- 1982: Elektronik tanımlama aracı ve metodu, hareket tespit ve kayıt sistemi(Landt, J, "Shrouds of Time The History of RFID", 2001)

Aşağıda tablo 1.1'de yıllara sari RFID Sistemlerinin gelişimi ve RFID Sistemlerinin 2.Dünya savaşı sırasında askeri havacılık sektörü ile başlayan macerası görülmektedir.

Tablo 1.1. RFID Sisteminin Yıllara Göre Gelişimi(Üstündağ, 2008)

1940–1950	2. Dünya savaşı sırasında radarlar geliştirilerek kullanılmıştır. RFID sistemleri 1948’de ilk olarak bulunmuştur.
1950–1960	RFID olarak ilk kez deneme çalışmaları laboratuvar ortamında yapılmıştır.
1960–1970	RFID sistemleri teorisi geliştirilmiş, RFID uygulama denemeleri başlatılmıştır.
1970–1980	RFID sistemleri gelişiminde patlama yaşanmış, hızlandırma amaçlı testler yapıldı.
1980–1990	İlk kez ticari sahada kullanılacak ürünler üretildi.
1990–2000	RFID sistemleri için standartlar belirlenmiştir. Geniş uygulama sahalarına yayılmış ve artık günlük hayatta kullanılmaya başlanmıştır.
200 -2010	RFID sistemlerine ait standartlar ürün bazında uygulamaya başlanmış ve EPC (Electronic Product Code) sistemi yaygınlaşmaya başlamıştır.
2010-2018	RFID Sistemlerinin kablosuz diğer sistemlere entegre edilmiş, frekans iyileştirme amaçlı çalışmalar ve güvenlik geliştirme çalışmaları yapılmıştır.
2018	RFID gelişimi devam etmektedir

İKİNCİ BÖLÜM

RFID TEKNOLOJİSİNİN TEMELLERİ

2.1. FİZİKSEL VE ELEKTRONİK TEMELLERİ

Bu bölümde RFID sistemlerinin fiziksel ve elektronik altyapısı açıklanacak olup, sistem elemanlarına yer verilecektir.

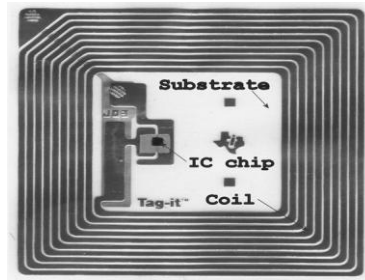
2.1.1. Sistem Elemanları

RFID sistemleri aşağıdaki temel elemanlara sahiptir. Bunlar;

- Etiket
- Anten İçeren Bir Okuyucu
- Ağ (Okuyucu ve Etiket Arası)

Anten Barındıran Okuyucu: Genel olarak mikrokontrolör tabanlı olmaktadır. Anten bir etikette bulunan elektromanyetik bir alana enerji göndermek ve dönen enerjiyi algılayarak okumak, bu sayede veriyi tespit etmek amacıyla kullanılır.

Etiket: RFID sistem elemanı olup, hafıza çipi ve ayar kondansatöründen oluşmaktadır. İzlenilmek istenen unsura veya ürüne monte edilen bilgi unsurudur.



Şekil 2.1. RFID Etiket

RFID Etiket görünüşü Şekil 2.1.'de olduğu gibidir. RFID çip ve etrafında çevrelenen anten manyetik dalgaları enerjiye çevirebilmektedir. En altta ise yapışkan yüzey bulunmaktadır.

Ağ (Okuyucu ve Etiket Arası): Okuyucu tarafından gönderilen RF sinyalinin sağladığı enerji sayesinde etiket üzerinde barındırılan veri, taşıyıcının RF sinyali sayesinde sağlanan enerji ile tekrardan geri transfer edilir. Sistemde bir verici bulunur. Pasif etiketlerin verici yada şifre çözücü özelliği bulunmamaktadır. RF alanı bir etiket okuyucu sayesinde oluşturulur.

2.1.2. Etikete Enerji Sağlanması

Pasif etiketler bünyesinde batarya yada başka bir enerji kaynağı bulundurmazlar. Bu sebeple sahip oldukları enerjiyi okuyucunun sağladığı RF sinyallerini enerjiye çevirmek suretiyle elde ederler. 125 KHz ve 13,56 MHz frekanslı etiket tasarımları sayesinde çok yakın mesafelerden uzak mesafelere kadar çalıştırılabilmektedirler.

Etiketlerin senkronizesini sağlamak için birçok sistem etiketi durum kontrolü yaparak, okuyucular için istenen sinyali taşıyıcının frekansını ayırarak üretmektedir. Bunun yanında birtakım etiketler üzerinde var olan sistemi sayesinde gerekli frekansı üretmektedirler.

2.1.3. RFID Terminolojisi

RFID sistemlerin kullandığı terimler şöyle özetlenebilir.

Anten: RF sisteminde anten yaydığı enerji ile yongayı hareketlendirir ve yonga içerisinde yüklenmiş olan bilgiyi iletir.

Çarpışma Önleyici (Anti-collision): Okuma sistemimiz içerisinde aynı anda birden fazla yonganın hatasız okunmasını sağlayan güvenlik sistemidir.

Verilerin Şifrelenmesi (Encryption of data): Bu sistem her yongaya girilen bilginin ve sistemde bulunan bilginin sadece yetki sahibi personel tarafından okunmasını sağlayan sistemdir.

Frekans: Her yonganın yaydığı radyo dalgası ölçü birimi.

Çoklayıcı (Multiplexer): Bu bileşen, yazıcı ve okuyucuları destekleyip sayılan mal veya bilgiyi önemlilik sırasına göre düzenler.

Çoklu Protokol Oyucu (Multi-protocol reader): Aynı anda iki veya daha fazla tipteki yongayı okuyabilen okuyucu.

Çoklu Frekans Okuyucu (Multi-frequency reader): Aynı anda iki veya daha fazla radyo sinyali okuyabilen ve gönderebilen okuyucu.

Oryantasyon: Yonganın, okuyucu anten ile mesafe ve konumunun ayarlanması.

Okuma mesafesi: Anten ve yonga arasındaki sağlıklı okumayı sağlayacak maksimum mesafe.

Çip (Etiket): Tanımlanması gerekli olan nesne yada ürünün üzerine yerleştirilmiş radyo sinyali ile içindeki bilgiyi aktaran devre.

Uid: Her yonga içerisinde yazılı olan ve her yongaya has olan yonga tanımlama numarası.

Radyo Frekanslı (RF) sistemler, bilgi toplanan konumun değişken ve ana bilgisayardan mesafeli olduğu pozisyonlar için en uygun çözümü sağlamaktadırlar. RF uygulamalar kullanıldığı faaliyet sahasından gerçek zamanlı işlem yapabilme avantajı sağladığından, depolama başta olma üzere, sipariş alma, transfer için yükleme, boşaltma vb. lojistik faaliyetlerinde yaygın olarak kullanılabilmektedir. RF

sistemler sayesinde operasyonel sahada verimlilik artışı elde ederken, personelin takibi kolaylaşır(Sincan, 2004).

Pazardaki ticari ürünlerden, canlı takibine kadar her türlü tanımlanmış nesneye uygun etiketi monte ederek kullanılabilecek RFID uygulamalar, izlenmesi istenilen bu nesnelerin tamamını takip ederek talep edilen veriyi toplayacağı önemli bir teknolojidir. Bu etiketler sayesinde, elektronik ürün kodunun (Electronic Product Code - EPC) yanında tanımlanmış nesneye dair tüm verilere ve belli oranda pazardaki ürünlere getirilen standartlardan biri olan ortak tedarik sözlüğü kodu (Common Procurement Vocabulary - CPV) gibi ek veriler de sağlanabilmektedir.

2.1.4. Sistem Uyumu

Bir etiket ve okuyucunun uyuşması aşağıdaki gibi olmaktadır:

Okuyucu sürekli olarak bir RF sinyali yayar. Belirli bir elektromanyetik alan bir etiketin varlığını tespit edecektir.

Etiket, okuyucu tarafından oluşturulmuş olan tam olarak çalışabileceği yeterli bir elektromanyetik alana girdiğinde taşıyıcı frekansını ayırır. Saat palsi denilmekte olan bir frekans yaymaya başlarak bir antene bağlanmış çıkış transistörleriyle veriyi elde eder. Etikete bağlı çıkış transistörü antenin istikametini çevirerek belleğe yazılmış verileri belirli bir sıra dahilinde saat palsi ile dışa aktarılır. Antenin istikametinin değiştirilmesi taşıyıcı frekansta anlık olarak distorsiyona neden olmaktadır. Okuyucunun algılayıcısı genlik modülasyonlu bilgi, kodu çözülmüş bilgi modülasyon yöntemleri kullanmaktadır.

2.1.5. RFID Çalışma Çerçeveleri

RFID'nin artan kullanım oranları ve uygulama alanlarının genişliği bu teknolojinin kullanımı ile ilgili beklenti ve gereksinimlerin artması çalışma alanının geliştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. IBM, Sun, HP gibi firmalar bu konuya yönelik olarak birincil amacı RFID etiket bilgisi toplamak olan kendi RFID çerçevelerini geliştirmişlerdir. Bunlardan bir tanesi IBM firmasının geliştirdiği, daha

çok envanter ve erişim kontrollerine yönelik olan çerçevedir. Bu çerçeve üç temel bileşenden oluşmaktadır (Attaran, 2007).

RFID kontrol birimi – Okuyucular ile bağlantı sağlarlar. Donanım sürücülerini burada bulunur, güvenlik ve filtreleme burada yapılır.

RFID değerlendirme sunucusu – RFID uygulamalarında kontrol birimleri bu sunucu tarafından yönetilir ve bunlardan gelen bildirimleri kıymetlendirerek talep edilen verileri sistemin bağlı olduğu veri tabanı vasıtasıyla depolar.

RFID bütünleştirme sunucusu – RF etiketlerin sakladığı veriler XML formatı benzeri yapılara dönüştürülür ve arayüzler vasıtasıyla istenilen bilgisayar ortamına transfer gibi olayları gerçekleştiren birimdir.

Sun firmasının bu alanda yaptığı çalışmalar sonunda ise ortaya Sun java RFID yazılım araç seti ortaya çıkmıştır. Bu yazılımlar kümesi bir çok uygulamaya hizmet verebilecek ve bütünleşik çalışabilecek şekilde geliştirilmiş olup, standart protokoller ve arayüzler göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir. Solaris ve Linux işletim sistemleri için iyilenmiş olan bu yazılımlar ikinci nesil (EPC global Generation 2 (Gen 2)) RFID okuyucular ve etiketleri de destekleyebilecek özelliktedir(Kış, 2006).

HP ve OATSystems isimli işletmelerde sistem ve bütünleştirme servisleri yönetimini içine alan RFID/IS adlı teknolojik paket hizmetini geliştirmişlerdir. Bu işletmelerin kendi ürünlerinin üzerinde geliştirdiği bu yapının RF okuyucular ile veri tabanları ya da ERP sistem uygulamaları arasında köprü oluşturur(Kuchinskas, 2004).

Sun ve IBM isimli işletmeler RFID teknolojisi bazlı çalışmalar Microsoft firmasını da bu alanda kendisini geliştirmeye yöneltmiştir. Bunun gibi ticari uygulamalar ile birlikte RFID araştırma çerçevesi envanter takibi ve yönetimi öncelikli hedefi olacaktır(Rooney, Bauer, & Scotton, 2005).

Bu çalışma çerçevelerindeki amaç RFID etiketlerinin takip edilebilirliğini, bilgiye daha kolay yoldan güvenli ulaşımı ve veri toplama alanlarında istenilen verilerin güvenli saklanması, gerektiğinde diğer programlara entegre edilebilerek raporlaşma yapılabilmesi gibi süreçlerin daha etkin yönetilebilmesini kolaylaştırmaktır. Önemli olan nokta her işletme kendi sınırlarını ve çerçevesini genişletirken kendine özel araçlarını ve firmaya özel standartlar kullanarak elde ettiği

Çalışma standartlarını ürünleriyle bileşik olarak sunmaktadır. Bu durumda saklanan RFID bilgileri kullanıcıya ne şekilde ulaştırılabileceği de farklı olacaktır.

2.1.6. Elektronik rn Kodu (EPC)

Elektronik rn Kodu, her ürünün tanımlanabilmesi amacıyla üretilmiş yeni ürün tanımlamaya yarayan standart kod olarak kabul edilebilir. İşletmeler halihazırda klasikleşmiş barkod sisemlerinin standartlarını bırakarak RFID uygulamalarına geçişini kolaylaştırmak nedeniyle, global pazarda ticari amaçlı ürün tanımlama kod yapısı olarak “EPC” nin benimsenmesi uygun görülmüştür.

EPC şeklinde hazırlanan etiketler son kullanıcılara yönelik çeşitli sahalarda kullanılabilir haldedir. rnek: Etiketler mağazada ödeme yapılmadan ürünün dışarı çıkarılması halinde mağaza sahibine haber verilmesinde, bir çamaşır makinesinde ne tür çamaşırların yıkanmakta olduğunu öğrenmede de kullanılabilir (Castelluccia & Spognardi, 2007).

Elektronik rn kodunun bellek kapasitesini,

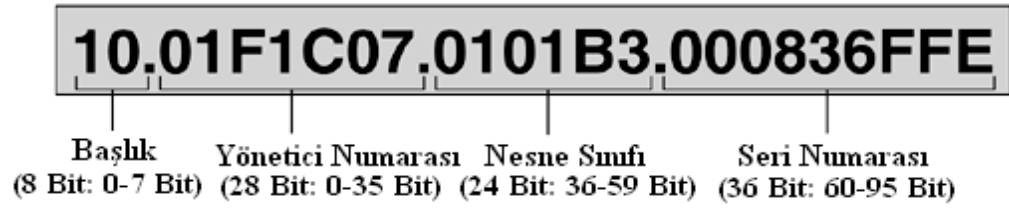
- Nesne reticileri,
- Nesne Kategorisi
- Nesneye ait bilgiler olmak üzere 3 grupta inceleyebiliriz.

EPC kodu 3 dizi veriden oluşan;

- Başlık (8 bit),
- EPC Yönetici Numarası (28 bit),
- Nesne Sınıfı (24 bit),
- Seri Numarası (36 bit) bir koddur.

Başlık kısmı Sürüm Numarasını, numaranın 2.k kısmı EPC Yöneticisini, Nesne Sınıfı olarak adlandırılan 3.kısım ise Nesnenin Cinsini belirtmektedir.

Günümüzde tedarik zinciri uygulamaları arasında en çok tercih edilen elektronik ürün kodu 96-bit EPC’dir (Finkenzeller, 2010), (Glover & Bhatt, 2006). rnek olarak bir EPC kod içeriği şekil 2.2.’de gösterilmektedir.



Şekil 2.2. 96 Bitlik bir EPC içeriği

2.1.7. EPC Global ve RFID Ağı

EPC Global, bir mamulün küresel dolaşımında, tedarik zincirinin tüm aşamalarında otomatik algılama ve takip edilmesi amacıyla RFID uygulamalarının, iletişiminin ağ altyapısını ve EPC'yi biraraya getiren, tedarik zinciri aşamalarının görünürlüğü ve izlenmesine olanak veren; RFID uygulamalar için global standartları geliştirme ve genişletmeye odaklı global ağ bazlı sistemidir.

EPC Global, EPC teknolojisini standardize edilmesi ve dünya genelinde benimsenmesini sağlamak amacıyla endüstri liderlerinin ve akademik kuruluşların oluşturduğu üyelik gerektiren bir kuruluş olarak tanımlanabilir. EPC Globalin amaçlarını sıralayacak olursak;

- Tedarik zinciri boyunca nesne görünürlüğünü arttırmak,
- Etkinliğini arttırmak,
- Yönetilebilirliğini arttırmak,
- Firmalar ile ticari ortakları arasındaki yüksek kaliteli bilgi akışını

sağlamaktır (Glover & Bhatt, 2006), (Brown, 2006).

EPC Global'in Türkiye temsilciliğini TOBB bünyesindeki GS1 Türkiye yapmaktadır (Maraşlı & Çıbuk, 2015).

2.2. RFID ETİKET TİPLERİ

RFID uygulamalarında kullanılmakta olan etiket tipleri ekleneceği ürünün özelliklerine ve işletmelerin taleplerine göre değişmekte olup üçe ayrılır. Bunlar: Pasif etiketler, Aktif etiketler ve Yarı-aktif etiketlerdir.

2.2.1. Pasif RFID Etiketleri

Pasif RFID etiketleri elektromanyetik alan içerisine girdikleri zaman okuyucunun yaymış olduğu sinyaller sayesinde enerji elde ederek etkinleşir ve sinyal yayarlar. Okuyucu bu sinyali alarak bağılı veri tabanı sistemine aktarır. Örneğin, eczane bünyesinde bulunan bir okuyucu sayesinde raftan çıkan her ilacın depo stok sisteminden düşölmesini ve bütünlemesini sağlayabilmektedir.

Pasif RFID etiketlerin çalışma şekli: okuyucu sayesinde yollanan RF sinyali sayesinde etiketin bünyesinde bulunan çipinin bobininde indüklediğı gerilimle RFID çipe enerji sağlanarak aynı anten ile veri bilgisini göndererek çalışmaktadır.

2.2.2. Aktif RFID Etiketleri

Aktif RFID etiketinde küçük bir pil bulunur. Pasif etiketlere nazaran daha pahalı olmalarına rağmen çok daha uzak mesafeden okunabilmektedirler. Aktif etiketlerin algılanma mesafeleri kullanılan enerji kaynağının türüne bağılı olarak çok uzak mesafelere kadar çıkabilmektedirler. Bunun yanında saklanacak veri miktarının fazla olması da sağladığı önemli avantajları arasında sayılmaktadır (Şekil 2.3.).

Dezavantajlarına bakıldığında ise uzun süre olsada enerji gereksinimi ortaya çıkacağından barındırdığı pilin değişmesine ihtiyaç duyacak olmalarıdır. Bunun yanında yeterince esnek yapıda olamamaları da dezavantajları arasında sayılmaktadır. Günümüz şartlarında ülkemizde otoyol ve köprü geçişlerinin ücret tahsillerinde kullanılan OGS(Otomatik Geçiş Sistemi) etiketleri aktif etiketlere örnek teşkil etmektedir.



Şekil 2.3. Aktif-Pasif Etiket Karşılaştırma

Aktif ve pasif etiketler kullanım amaçlarına ve kullanıldıkları ürünlere göre tercih sebebi olabilirler. Her iki tip etiketin kendine göre avantaj ve dezavantajları olmakla beraber tercih sebepleri maliyetlerine göre de değişebilmektedir.

2.2.3. Yarı Aktif Etiketler

Yarı aktif etiketler üzerlerinde sakladıkları veri için bir pil barındırırlar. Fakat algılama işlemi pasif etiketlerde olduğu gibi okuyucu sayesinde oluşturulan elektromanyetik alan yoluyla gerçekleşmektedir. Pasif etiketlere göre daha uzak okuma mesafesine sahipken, aktif RFID etiketlere göre daha kısa okuma mesafesine sahiptirler. Aktif etiketlere nazaran daha az enerji harcarlar(Sorrells, 1998).

Aktif ve yarı aktif etiketler üzerlerinde pil barındırmaları sebebiyle pasif etiketlere nazaran ağır olmalarının yanı sıra yine pasif etiketlere göre daha uzun mesafeden okuma sağlanabilmektedirler. Kullanım amaçları ve maliyet değerlendirildiğinde farklı alanlarda tercih sebebi olabilmektedirler.

2.2.4. Aktif ve Pasif Etiketlerin Kıyaslamaları

Aktif ve pasif etiketlerin kullanım alanlarına göre avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Tercih sebepleri olabileceği değerlendiren faktörler aşağıda Tablo 2.1’de

verilmiştir. Öncelerinde aktif ve pasif etiketler değerlendirmeye alınırken teknolojinin gelişmesi ve bu alanda yapılan çalışmalar ile yarı pasif etiketler pazarda yerlerini almışlardır.

Tablo 2.1. Aktif ve Pasif Etiketlerin Kıyaslamaları (Ömür Y. Saatçioğlu,2006)

	Aktif	Pasif	Yarı-pasif
Enerji Kaynağı	Pil etiket içerisinde (bakım gerekir)	Okuyucuların yaydığı Elektromanyetik dalgalar ile meydana gelen indüksiyon	İndüksiyon ve pil
Mesafe	Uzun	Kısa	Orta mesafeler
Bellek Kapasitesi	Yüksek	Düşük	Orta
Maliyeti	\$50 - \$600	\$1-\$10	\$10-\$200

Yukarıda Tablo 2.1.'de verilen etiketlerin tiplerine göre karşılaştırmaları Güç kaynağı, mesafe, bellek kapasitesi ve maliyet faktörleri baz alınarak değerlendirmeleri yapılmıştır. RFID uygulamaları kullanan firmaların tercih sebepleri yaygın görülen faktörlere yoğunlaştığı değerlendirilmektedir.

2.3. BARKOD SİSTEMLERİ

2.3.1. Barkodların Tarihsel Gelişimi

Barkod Sistemleri hakkında ilk çalışma 1932 yılında Harvard Üniversitesi öğretim üyelerinden W.Flint tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada bir mağazanın yayınladığı katalogdan ürünlerin müşteriler tarafından seçilerek, ürüne ait delikli bir kartın kasiyere verilmesi, kasiyerin ise istenilen ürüne ait delikli kartı yine özel bir cihaz tarafından okutarak depodan müşteriye teslim edilmesi amaçlanıyordu. Manuel yöntemlere nazaran çok daha fazla avantajları olmasına karşın bu sistem işletme açısından daha fazla zahmetli ve maliyeti yüksek bir uygulamaydı.

1948 yılında modern manada ilk kez barkod uygulaması gerçekleşmiştir. J.Woodland ve B.Silver tarafından yürütülen projeye ultraviyole ışık uygulanmak suretiyle kızaran bir mürekkep kullanılmış ve ürünün istenilen noktadan geçerken otomatik olarak okunması amaçlanmaktaydı. Fakat bu uygulama, mürekkep

kullanımından dolayı bazı problemlere sebep olması ve maliyetlerin yüksek olmasından dolayı sonuç getirememiştir.

Günümüz kullanımına benzeyen şerit tipi barkod sistemi daha sonralarda geliştirilerek patenti alınmıştır. Şerit tipi barkod sistemi dört beyaz çizgi siyah zemin üzerinde barındırılıyor ve çizgilerin sayısına göre bir veya birkaçının eksik olmasına göre kodlanarak değer barındırıyordu. Bu yöntem sayesinde yedi farklı barkod kullanımına olanak sağlıyordu. Bundan dolayı Milli Yemek Zincirleri Birliği 1969 yılında Logicon şirketine standardı geliştirmek için başvuru yapmıştır. Logicon firması bu sahada ilk çalışmalarını 1970 yılında yapmıştır.

Günümüzde halen geçerliliğini sürdüren sistem 1973 yılında “Uniform Product Coding” (UPC) sistemi ismiyle geliştirildi. 1974 yılında ilk kez UPC tarayıcısı Ohio da bulunan bir markete kurulmuş, ilk barkod etiketini ise Wrigley’s sakızları almıştır(Kocamaz, 2008).

2.3.2. Barkod Teknolojisi

Barkod, bilgilerin çizgi, boşluk gibi semboller ile kodlanarak optik okuyucular yardımıyla PC ortamına aktarılacak kıymetlendirilmesinin genel tanımı olarak açıklanmaktadır. En basit tanımıyla barkod, bir dizi karakteri kodlamaya yarayan siyah çubuklar ile birlikte beyaz boşluklar dizisidir.

Barkod sistemlerinin kullanılmasının en çarpıcı sebebi; sembollerin kolay olması ve maliyetinin düşük olması, verilerdeki hata oranının diğer teknolojilere oranla düşük olmasıdır. Barkod sistemlerinin temel fikri;

- Siyah = açık (veya 1),
- Beyaz = kapalı (veya 0)’dir.

Barkod sembolleri bilgisayar tarafından çok çabuk ve kolayca okunabilecek açık/kapalı dizisidir. Özel sıra ve uzunluklar ile farklı açık/kapalı sayısında kıymetlendireceğimiz numara ile harfleri ifade eder.

Barkod sistemi koyu renkli ve değişken kalınlıktaki çizgilerin dizilmesi, belirli boşluklar oluşturarak numara verilmesi ve bu sayede numaraların ürün ve ürün gruplarına yazılması işlemidir. Barkod sistemlerinde kodlama, değişik kalınlıktaki bu çizgilere ve arasındaki boşluklara göre yapılmaktadır.



Şekil 2.4. Örnek bir Barkodun görünüşü

Barkod sisteminin işaretmede kullanılan çizgileri sadece bilgisayarın okuyabileceği ve ürünün numaralandırılmasına yarayan veri içerir. Bu işaretleme ürün hakkında açıklamalar içermez. Bu açıdan bakıldığında bir ürün hakkında bilgi sahibi olmak için öncelikle ürün verilerinin yazılıma tanıtılması gereklidir. Örneğin, işletmede ilk kez envantere giren ve herhangi bir veri girişi bulunmayan bir ürünün barkodu cihazla okutulursa, bilgisayar ürünü eşleştiremediğinden bir veri bulamadığını uyaracaktır.

Ürün hakkında bütün bilgiler öncelikle veri tabanına işlenmeli ve bu verilere eşleşen barkot numarası da barkod okuyucuya tanıtılmalıdır. Genel olarak İki tipte barkod uygulaması vardır:

- Tek boyutlu barkod,
- İki boyutlu barkod.

İki boyutlu barkodlar, tek boyutlu barkodlara nazaran daha fazla veri depolarlar. Fakat bu barkodların okunabilmesi için özel okuyucu gereklidir. Bütün bunlar ışığında iki boyutlu barkod kullanımında artış beklenmesine karşın, birçok işletme halen tek boyutlu barkod kullanmaktadırlar. Sebebi incelendiğinde tek boyutlu barkod sistemleri daha az maliyetli olması ve envanter kontrol sistemi veri tabanında bulunan bilgilere ulaşılmasının kolay olması söylenebilir.



Şekil 2.5. Tek Boyutlu ve İki Boyutlu Barkod Sistemi

2.3.3. RFID Etiketler ve Barkodlar

Barkodlar, günümüzde en fazla kullanılan ve en az maliyetli otomatik tanıma sistemlerinden birisidir. Barkod sistemler; tıpkı RFID sistemler gibi bir okuyucu, okuyucunun bağlı olduğu bir bilgisayar ve etiketlerden meydana gelmektedirler. Barkod teknolojisi yaygın olarak kullanılmasına rağmen, RFID teknolojisine göre çok fazla dezavantajı bulunmaktadır.

Barkod sistemleri RFID sistemlerine göre daha eski bir sistem olmasına rağmen maliyet faktöründen dolayı halen pazarda rağbet görmeye devam etmektedir. Daha çok küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin tercihi barkod teknolojilerini kullanmaktan yanadır.

2.3.4. RFID ve Barkod Arasındaki Temel Farklar

RFID ile Barkod sistemleri avantajları ve dezavantajları bakımından devamlı olarak birbirleri ile karşılaştırılması yapılan uygulamalardır. RFID uygulamalarının barkod uygulamalarına nazaran önemli bir yenilik yarattığı vurgulanmaktadır. Amerikada profesyonel dergilerden biri RFID ve Barkod sistemlerini “telgraftan Internet’e geçiş” olarak anlatmıştır(Wyld, Jones, & Totten, 2005). Müşteri açısından bakıldığında faydaların tespit edilmesi konusunda çalışmaların sürdüğü vurgulanmaktadır. Müşteriler için Barkod sistemlerinin faydasını hatasız fiyatlandırma yapılması ve kasada işlemlerin daha hızlı olması, RFID’in faydası ise talep edilen bir ürünün rafta yer almasının garanti edilmesi olarak açıklanmaktadır. Nedeni ise talep edilen ürünlerin minimum stok seviyesinin altına düştüğü şartların tespit edilmesidir.

RFID uygulamalarının daha düşük hızda yaygınlaşması ile ilgili dikkat çeken hususun ise geçtiğimiz yıllarda işletmelerin barkod sistemlerinin altyapısına önemli miktarlarda yatırımlar yapmış olmalarıdır. Barkod teknolojisinin gereksinimlere cevap verecek en ideal çözüm olmadığına denenmiş olması, ancak fazla yatırım gerektirmeyen maliyetsiz bir teknoloji olduğu vurgulanmaktadır. Örnek olarak daha maliyetsiz ve gelişmiş bir teknoloji olan XML tercih edilmezken halen EDI’nin tercih edildiği belirtilmektedir. Örnek işletmelerin eski teknolojiye adapte olmaları ve klasikçi bir anlayış izlemeleri sebebiyle yeni teknolojik gelişmeleri ne zaman

sonra tercih edecekleri ile ilgili iyi deney olarak görülmektedir(Reid, 2002). Tablo 2.2.'de RFID ve Barkod Teknolojileri karşılaştırılmaktadır.

Tablo 2.2. RFID ve Barkod Uygulamalarının Karşılaştırılması (Üstündağ, 2008).

RFID Uygulamaları	Barkod Uygulamaları
Etiket ve okuyucu arasındaki bilgi transferinde hata yoktur.	ilk yapılan okuma esnasında hata görülme olasılığı yüksektir.
Etiketlerin üzerine yazılan veri değiştirilebilir.	Etiket üzerindeki veriyi değiştirmek için etiketin değişmesi gerekir.
RF etiketler bünyesinde depolanabilen veri miktarı fazladır.	Barkod etiketleri veri depolama açısından daha sınırlıdır.
RFID etiketler içerisindeki verilerin okunması için, etiket okuyucunun görüş alanı içerisinde olmasına gerek yoktur.	Barkod etiketleri üzerindeki verilerin okunması için kesinlikle okuyucunun etiketi görmesi gereklidir.
RFID etiketler fiziksel şartlardan (kir, ısı, nem vs) etkilenmemektedir.	Barkod etiketleri fiziksel şartlardan direkt etkilenir. (kir, pas, nem negatif etkilidir.)
RFID okuyucuları etiketleri toplu olarak (eş zamanlı 10–100 etiket) okuyabilmektedir.	Barkod etiketler tek tek okutulması gereklidir.
RFID etiketlerin okuma hızı yüksektir.	Barkod etiketlerin okuma hızı düşüktür.
Okuma mesafesi oldukça geniştir.	Okuma mesafesi sınırlıdır.
Etiketlerin kopyalanması zor ve üzerine yazılan veri gözle görülemez.	Etiketin kopyalanması çok kolaydır.
Etiketin okunması sistem tarafından otomatik yapılır işçilik maliyeti yoktur.	Etiketin okunması manuel olarak yapıldığından işçilik maliyeti vardır.

Tablo 2.3'deki RFID Sistemlerinin barkod sistemlerine göre avantajları herhangi bir ürünün belirli noktalarda değil devamlı olarak izlenebilmesi, içerisinde ürün olan ambalajların (örnek: kutu, konteyner, pallet vs.) açılmadan ve içindeki malzemeler hakkında bilgi alınması, RFID uygulamalarında kullanılan etiketlere barkod sistemlerinden daha fazla ve kapsamlı veri depolanması açıklanmaktadır(Sheffi, 2004).

Delta Havayollarının RF uygulamaları alakalı olarak gerçekleştirmiş olduğu testte RFID Uygulamaları ve Barkod Sistemlerinin veri transferleri karşılaştırılmıştır. Toplamda 40.000 adet bavul ile yapılan testte RFID uygulamaları ile bilgi elde edilme en kötü %96.7 oranında en iyi %99.8 oranındadır. Barkod Sistemlerinde bakıldığında bilgi alma oranı en kötüsü %80 oranındayken en iyi %85 oranında elde edilmiştir. Yapılan test sonucunda da anlaşıldığı üzere doğru etiket okuma oranı RFID uygulamalarında çok daha yüksek çıkmıştır(Wyld et al., 2005).

Tablo 2.3. RFID ve barkod sistemlerinin özellikleri açısından karşılaştırılması(Lee ve Özer, 2005).

Özelliklerinin Karşılaştırılması	Barkod	RFID
MALİYET FAKTÖRÜ	Teknoloji oldukça olgun olduğu gibi, nispeten ucuz.	Pahalı, kullanımının yaygınlaşması ve piyasada güven kazanma süreci gibi faktörlerden dolayı maliyetlerin düşmesi bekleniyor.
KULLANIM KOLAYLIĞI	Basit ve kolay. Ancak kullanımı için insan gücü gerekiyor.	İnsan müdahalesini kaldırıyor ve tamamen otomasyon olarak çalışıyor. İstenen bilgiler doğrultusunda bir yazılıma ihtiyaç duyuyor. Kullanımı nispeten karışık ve eğitim alınmasını gerektiriyor.
DEVAM EDEN YENİLİKLER	Barkodlar olgun bir teknoloji olmasına rağmen, örneğin "mobil-bilet" gibi cep telefonu barkod tarayıcıları sayesinde e-ticaret ve multimedya mesaj servisi (MMS)'nde yapılan yenilikler gibi hala yenilikler vardır.	RFID her sektörde baş göstermiş durumda. Bazı sektörlerde tamamen oturmuş bir yapıya sahip olmasına rağmen gelişmeler ve iyileştirmeler devam ediyor. Yeniliğe ve iyileştirmeye tamamen açık bir sistem.
GÜVENİLİRLİK VE DOĞRULUK	Barkodlar oldukça güvenilir ve doğru sistemlerdir, ancak operatör hatalarına ve çevresel bir takım engellere tabidir.	Pilot uygulamalarında gösterdiği gibi doğru ve güvenilir veri akışı söz konusudur. Bu veri akışı otomasyonel olduğu için herhangi bir operatör hatası söz konusu değildir. RFID yazılımsal ve etki alanı çok geniş bir operasyon alanına sahip olduğu için bir takım endişelere sahiptir ve bu alanda çalışmalar devam etmektedir. Sonuçlanması durumunda efektif olarak da güvenilirliğini ve doğruluğunu kanıtlayacaktır.
GÖRÜŞ HATTI	Barkodlar görüş optik tarama hattı ile sınırlıdır. Sonuç olarak, nesnelerin genellikle manuel olarak, insan müdahalesi ile manipüle edilmesi gerekir.	RFID radyo dalgası gereği etiketlerin kullanımı ile uzaktan taranabilir anlamına gelir. Ayrıca çok sayıda öğeleri saniyeler içinde tarayabilir ve eş zamanlı okuma yaparak veri aktarımı sağlamak mümkündür. Görüş alanı geliştirme üzerine çalışmalar devam etmekte olup bazı denemeler olumlu sonuç vermiş olmasına rağmen bu durum yüksek maliyetlidir.
BİLGİ VE VERİ ÖZELLİKLERİ	Geleneksel barkod sembolleri (barkod ve karekod) sayesinde sadece az miktarda veri depolaması yapılabilmektedir. İki boyutlu (2D) semboller kullanılmakta olup yenileme çalışmalarıyla daha fazla bilgi saklanmasına izin vermektedir.	Bu maliyet ile doğru orantılı olmasına rağmen etiketler genellikle, kullanıcılar tarafından amaçlarına uygun olarak az miktarda ya da çok miktarda bilgi tutabilme özelliğine göre tercih edilmektedir. Özellikle Tedarik zincirinin her aşamasında her nesne ve operasyon için izin verilmesi durumunda kullanılabilir. Etiketler amaca ve istene bilgi akışına göre tespit edilebilecektir. Bir denetim izi oluşturacak tedarik zinciri boyunca operasyon hareketli olarak izlenebilecek şekilde etiketleri güncellenebilir.
ÇEVRESEL ETKİLER	Barkodlar önemli bir sınırlama ortamıdır. Barkod tarayıcıları görünümünde hasar meydana gelmesi, hava şartları ve tedarik zinciri boyunca hareketli olması gibi onlarca sebepten dolayı risk altındadırlar.	RFID etiketleri sert kimyasal bir yapıya sahip olduğundan ve son derece yüksek sıcaklıklara dayanabilen materyallerden yapıldıklarından çok dayanıklı olabilir. Onlar olumsuz hava şartlarına dayanabilirler ve ürün ile ambalaj içinde saklanmasına ya da muhazasına gerek yoktur. Ancak genellikle çok sert müdahalelerde zarar görürler.
DEMİRBAŞ TAKİBİ	Barkodlar gibi araçlar işletmelere değer sağlayan varlıkları izlemek için ve birçok yatırımlarının kullanımını izlemek için, kullanılabilir.	RFID etiketleri kullanıldığı gibi örgütlerin operasyonlarını izlemek için izin verir. Etiketler kullanımını maksimize etmek açısından bira fiçileri gibi bir çok depozitolu öğelerin geri dönüşümünü ve envanter kontrolünü yönetmeye yardımcı olmak için dahi kullanılabilir.
STOK TAKİBİ	Sınırlı stok takibi mevcuttur; Ancak, barkodlar sayesinde belirli tip ürünün etkinliğini sınırlayan bir operasyon oluşturulabilir.	RFID sayesinde tedarik zinciri aşamaları boyunca hareketli nesnelerin bireysel ya da toplu olarak izlenmesine olanak sağlar. Etiketler üzerindeki bilgiler sayesinde bir ürünün son kullanma tarihini dahi belirleyerek kontrol sağlanabilir.
ENVANTER YÖNETİMİ VE GÖRÜNÜRLÜK	Tedarik Zinciri Yönetiminde Envanter kontrolü barkod kullanarak yapılabilir. Bunlar sadece envanter yönetimi gibi uygulamaları kullanan, daha iyi tahmin taleplerine dayanan stok yönetimi gibi operasyonlara daha iyi görüş sağlamaktadır.	RFID Tamamen dağıtmış olmasına karşı doğru organizasyonlara sağlayacak gerçek zamanlı stok seviyelerinin resmini daha net görünmesini sağlamaktadır. Bu gelişmiş bilgi ile yönetim sistemine kolaylık sağlanır ve verimliliği maksimize etmek için tüm envanter bilgilerini izlenmesine yardımcı olmaktadır.

Özelliklerinin Karşılaştırılması	Barkod	RFID
KALİTE KONTROL VE GERİ ÇAĞIRMA YÖNETİMİ	Stok dışı kalma hatırlatır ve kalite kontrol çok doğru şekilde olamaz. Tedarik zinciri genelinde benzersiz öğeleri izlemek için kullanılmaktadır.	Bireysel öğe düzey kontrolleri ve yönetim örgütlerinin sıkı kalite kontrol uygulamalarını üstlenmek ve gerektiğinde çok özel seriler yinelenmesini yapmanızı sağlar. Etiketler ayrıca nihai ürünün kalitesini sağlamak için anlık ve sıcak dağıtım seviyelerini izleyebilmek açısından olanak sağlar.
GÖRÜŞ DÜZEYİ	Birçok Tedarik Zinciri Yönetimi aşamalarında manuel tarama gereksinimi olduğundan işlem zamanını ve bilgilerin gereksinim zamanını sınırlar.	RFID sisteminde istenildiği zaman düzensiz görüş özellikleri ile gerçek zamanlı görünürlüğe eşit veriler elde edileceğinden her an doğru bilgiye operasyon devam ederken ulaşılmasını sağlar. Nesnelerin sürekli izlenmesini sağlar.
GÜVENLİK	Barkodlar sınırlı bir yapıya sahip olduklarından hiçbir güvenlik yeteneklerini sağlayamazlar.	Kullanılan etiket amaca göre tasarlıgından zengin bilgi içerebilir. Her zaman açık etiketler operasyonun her aşamasında organizasyonlara sevk edildiğinden izlenmesi olasıdır. Bir öğe tedarik zinciri operasyonlarında eksik gitmişse, sistemler derhal uygun yanıtı verebilir ve gereken işlem başlatabilir. Etiketler ayrıca sahte değildir sağlamak için ürünler kimlik doğrulaması yapılabilir.
HATA AZALMA	Manuel veri girişi ile karşılaştırıldığında, barkod sistemi önemli ölçüde hataları azaltabilir. Barkod tarama fiziksel bir işlemdir Ancak Operator tarafından işlendiği düşünüldüğünde insan hata faktörü oluşabilir.	RFID otomatik ve zaman ayarı doğru ve mükemmel derece okuma oranlarını yakınında elde edebilirsiniz. Otomasyon ayrıca insan hatalarını düşürmek için manipülasyonu ihtiyacını ortadan kaldırır.
MALİYET TASARRUFU	Barkodlar; İşletmelerin stok yönetimini ve verimliliğini arttırmaya yardımcı olabilir Bununla birlikte, barkod tarama fiziksel bir faaliyet gerektirdiğinden büyük oranda bir emek bileşeni gerekli olduğu anlamına gelir. Emek ise maliyettir.	Tedarik zincirinin entegre RFID sistemi her aşamada fiziksel emek gerektiren operasyonları azaltacağından maliyeti önemli ölçüde düşürecek ve daha düşük işletme maliyetleri oluşarak verimlilik de artacaktır. Ancak Sistem bir otomasyona ihtiyaç duyduğundan başlangıç maliyetli olabilir.
İŞ GÜCÜ	Oldukça büyük bir emek gerektirir. Tarama kalemleri manuel veri girişiyle karşılaştırıldığında daha az insan gücüne ihtiyaç duyar.	Otomasyon doğrudan Tedarik Zinciri Yönetimindeki önemli bir bileşeni olan işgücünü ortadan kaldırır. Teknoloji daha yaygın hale geldikçe, daha fazla miktarda emek gereksinimine olan azaltma meydana gelecektir. Akıllı raflar gibi sistemin parçaları bu süreçte önemli rol oynayacaktır.
DAĞITIM HUSUSLARI	Teknoloji ucuz, eğitim ihtiyacı ve bunlara bağlı maliyetlere ihtiyaç duymadığından yaygın olarak kullanılmaktadır.	Radyo dalgalarıyla çalıştığından pilot uygulama ve test gerektiren bir uygulamadır. Bu bağlamda dağıtım önemli bir sorun olarak meydana çıkabilir. RFID dağıtım ve eğitim maliyeti gibi bazı hususlar vardır.
KURULUM	Tedarik Zinciri Yönetimi içerisinde Barkodlar belirli noktalarda kullanılan son derece gelişmiş ve otomatik kimlik teknolojisi barındırır ve kurulumu nispeten kolaydır.	RFID Tedarik Zinciri Yönetiminin her aşamasında kullanılabilirler. Bir otomasyona ihtiyaç duyduğundan ve veri akışı amaca yönelik olarak kullanıcı şirket tarafından yönlendirildiğinden kurulum nispeten karışık ve uzman kişiler tarafından yapılmasını ve kullanıcılara eğitim verilmesini gerektirir.
GİZLİLİK	Tek öğeleri izlemek için kullanıldığından sınırlı bilgi ihtiva eder. Gizlilik endişeleri sınırlıdır.	Kullanan şirketin amacına yönelik kullanılan etiketler zengin bilgileri ihtiva eder. Oldukça dayanıklı olduğu gibi, birçok ürün ömrü boyunca etkin kalabilmekte ve tedbir alınmadığı durumda ise (etiketi öldürmek gibi) içinde barındırdığı bilgiyi taşımaktadırlar. Bu durum ise gizlilik savunucuları arasında endişe yaratmıştır.

2.4. RFID FREKANSLARI VE ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

2.4.1. RFID Frekanslarına Göre Etiketler

RFID sistem etiketler; okuma aralıkları, batarya gereksinimleri, veri transfer kapasitesine göre değişik frekans aralıklarında işlevsellik kazanabilmektedir. RF sinyalleri hangi vericiden yayılacağıının belirlenmesi çalışma frekansı ile olur. Uygulamaya baktığımızda metaller ve sıvılar büyük bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. RFID etiketlerde, düşük frekansa kıyasla yüksek frekansın kullanılması daha süratli bilgi iletimine ve çok daha fazla mesafelere ulaşılmasına olanak tanımaktadır. Metal ve sıvı içeren şartlarda düşük frekansla çalışan etiketler daha etkin görevini yapmaktadır. Nedeni ise etiketin okuyucu ile arasındaki mesafe az olduğu için etkilenme seviyesi düşmektedir (Ergen, 2008).

2.4.1.1. Düşük (Low Frequency-LF) Frekanslı Etiketler

Bu etiketlerin çalışma hızı genelde 120-140 kHz frekansları aralığındadır. Pasif etiketlerin çoğunlukla düşük frekanslarda çalıştığı bilinmektedir. Okuma aralığı ise 1 cm ile 2 metre arasında değişmektedir. Metallerden oluşan veya sıvı bulunduran yapılarda da yakın mesafelerden çalışmaktadır. Bu nedenle çeşitli yöntemlerle takip edilmesi istenen ürün yada canlıya monte edilerek kullanılmaktadır. Özellikle canlı hayvanların takibinde kullanılabilmektedir. Bir diğer kullanım alanı ise araba immobilizer sistemleridir.

Anahtara yerleştirilen düşük frekanslı etiket, kontak ile belirli bir aralığa getirildiği zaman araç çalışmaktadır. LF etiketlerinde ise okunma oranı ve bilgi miktarı düşük olarak bulunmuştur(Maraşlı & Çıbuk, 2015; Weis, 2007).

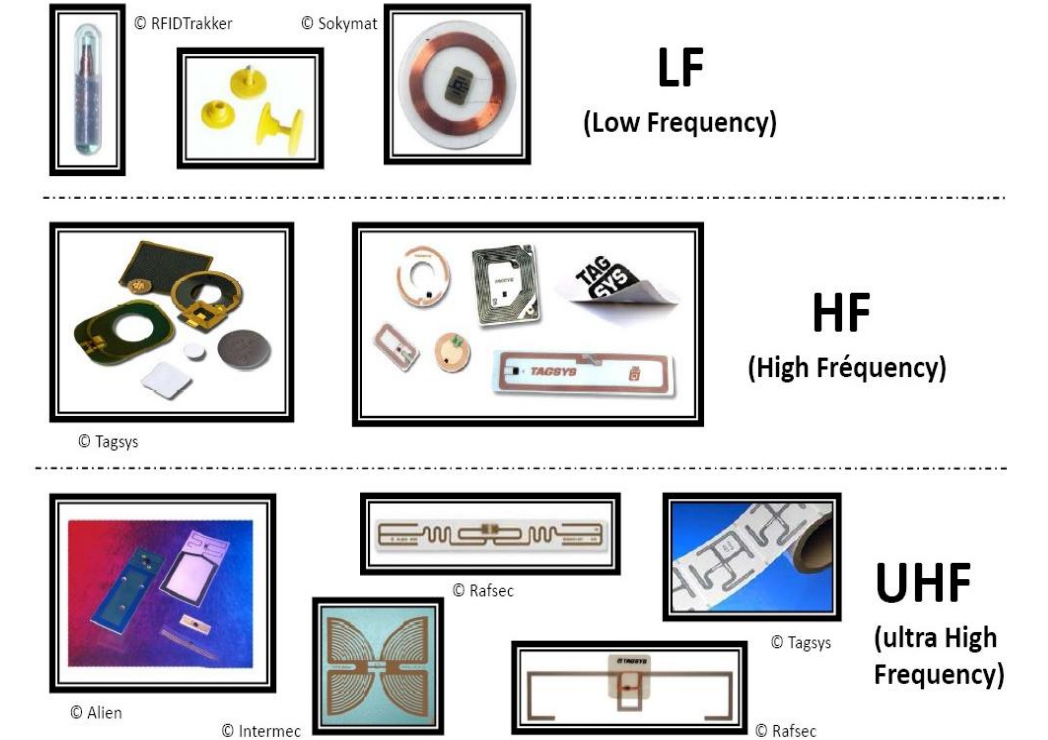
2.4.1.2. Yüksek Frekanslı (High Frequency-HF) Etiketler

Yüksek frekanslı etiketler 13.56 MHz frekansında çalışmaktadır. 20 cm ile 1 metre aralığında okunabilirliği bulunmaktadır. Kullanım alanlarına bakacak olursak; akıllı kartlar, kredi kartları, nesne etiketlemeleri, ID kartları, havaalanlarında bagaj

izlemleri, bina giriş kontrolleri...vb diyebiliriz. LF etiketlerine kıyasla daha yüksek oranda veri okunabilmekte lakin, LF gibi sıvı ve metal ortamlarda güvenli okunma olanağı sağlayamamaktadır. Dar bir frekans bandında çalışan HF etiketleri, yüksek güvenlik gerektiren uygulama alanlarında kullanılamamaktadır.

2.4.1.3. Çok Yüksek Frekanslı (Ultra High Frequency-UHF) Etiketler

Çok yüksek frekanslı etiketler 860-928 MHz frekans aralığında çalışmaktadır. Avrupa'daki etiketler 868-870 MHz frekans bandında çalışır iken, Amerika ve Kanada'da 902-928 MHz frekans bandında ve Türkiye'de ise 865.6-867.6 MHz frekans bandında çalışmaktadır. 60 cm ile 12 metre aralığındaki mesafelerden okunabilmektedir. Nesne izleme, ürün tedarik ve yönetimi, palet etiketleme gibi uygulama alanlarında ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. HF ve LF etiketleri ile karşılaştıracak olursak, sıvı veya metal içeren ortamlarda okunması oldukça zayıftır. Bunu önleyebilmek için bazı materyaller geliştirmeye çalışsalar da verim alınamamıştır(Maraşlı & Çibuk, 2015).



Şekil 2.6. RFİD Frekanslarına Göre Etiketler

2.4.1.4. Süper Yüksek Frekanslı (Super High Frequency-SHF) Etiketler

Süper yüksek frekanslı etiketler 2.45 GHz ya da 5.8 GHz frekanslarında çalışmaktadır. Bir diğer ismi Mikro dalga frekanslı etiketlerdir. 30 metre mesafeye kadar okunabilmektedir. Bu teknoloji son zamanlarda hızla gelişme kaydetmektedir. Çoğunlukla yarı-pasif ve aktif etiketlerde kullanım görmekte birlikte pasif etiketlerde de kullanım imkânı bulunmaktadır. Yarı pasif mikrodalga etiketlerinin kullanım alanı genellikle filo tanımlamaları ve ücretli geçiş sistemleridir. Okunma oranları UHF etiketlere kıyasla daha yüksek olmakla birlikte maliyetleri pahalıdır. Bir diğer farklı nokta ise düşük frekanslı etiketlere göre daha fazla enerji harcamasıdır.

2.4.1.5. Ultra Geniş Bant Frekanslı (Ultra Wide Band Frequency-UWB) Etiketler

Ultra geniş bant frekanslı etiketler 3.1-10.6 GHz frekans aralığında çalışmaktadır. Oldukça güncel bir etiket teknolojisidir. Belirli bir frekanstan güçlü bir sinyal göndermek yerine UWB ile geniş bir bant üzerinden düşük güçte sinyal gönderilebilmektedir. Ayrıca sinyal iletiminin daha sağlıklı olduğu söylenebilir. Örneğin 200 metre mesafeye kadar okunma yapılabilmektedir. Metal ve sıvı içeren ortamlardan etkilenmemektedir. Hassas okumalarda çevre şartlarından etkilenmemesi nedeniyle sağlık sektöründe, hastane uygulamalarında tercih edilebilmektedir(Maraşlı & Çıbuk, 2015) (Weis SA,2011).

Tablo 2.4. RFID Frekansları(Ward, M., Kranenburg R., Backhouse G., 2006).

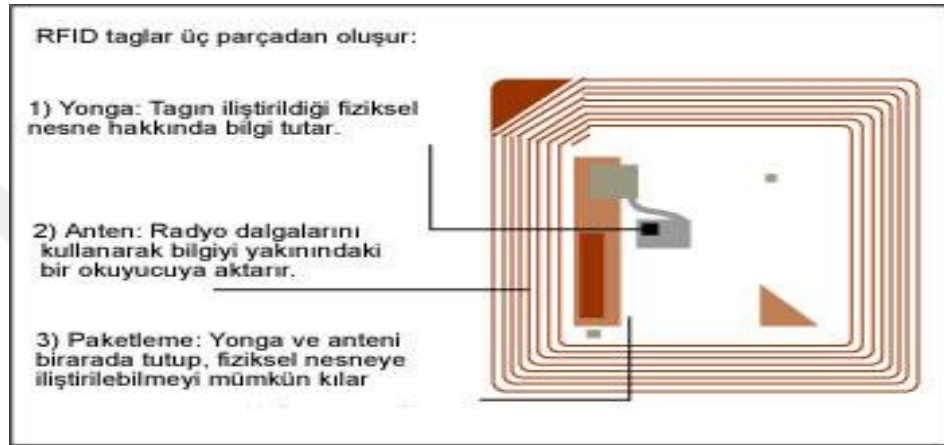
Boyut	Özellikler	Uygulamalar
Düşük Frekans(LF) 135KHz'den küçük	• 1980'lerden beri kullanım • Metal ve sıvılarda sorunsuz kullanım • En düşük veri transfer hızı • Çok kısa okuma Mesafesi	• Hayvan tanıma • Endüstriyel otomasyon • Giriş Kontrol
Yüksek Frekans(HF) 16,56 MHz	• 1990'lardan beri kullanım • Ortak dünya standartları • LF'den daha uzak mesafede okuma(1+metre) • Düşük etiket maliyeti • Metallerde düşük Performans	• Ödeme ve akıllı kartlar • Giriş kontrol • Sahteciliği önleme • Kitap, valiz izleme • Akıllı raflar • İnsan ve canlı izleme
Ultra Yüksek Frekans (UHF) 430 MHz ve 860-930 MHz	• 1990'lardan beri kullanım • HF'den daha uzak mesafede okuma (>3m) • Aktif 433MHz'den 30 metreye kadar veri transferi • Perakende zincirlerinde kullanım eğilimi • Düşük etiket maliyetleri • Bölgesel standart sorunları • Sıvı ve metallerde düşük performans	• Tedarik zinciri ve lojistik • Stok kontrol • Depo yönetimi • Ürün izleme

2.4.2. RFID Çalışma Prensipleri

RFID etiketlerin belleklerindeki bilgiyi okumak, yazmak veya değiştirmek için özel okuyucu modüller kullanılır. Bu modüllere anten bağlanır ve antenin büyüklük ve sekline göre okuyucunun etiketi okuyabileceği kapsama alanı oluşturulur. Kapsama alanı yaratılırken ortamdaki birtakım bozucu etkenler (duvar, metal bölmeler, raf vs.) radyo sinyallerini zayıflatığından iletişim mesafesini düşürmekte ve iletişim kurulamayan ölü bölgelere neden olmaktadır. Örneğin cam malzeme enerjinin çok azını yutup kalanını geçirirken, ıslak kağıt hemen tümünü yutmaktadır. Metaller sinyalleri yansıtırken duvarlar ise bir kısmını yutmakta, bir kısmını yansıtmakta, bir kısmını da geçirmektedir. RFID etiketler, üç parça olarak değerlendirilebilir. Kayıtlı bilgi, etiket içerisindeki yonga üzerine yazılabilir veya okunabilir. RFID etiketlerin bazı modelleri içindeki bilgiyi koruyabilmek için pil kullanır. Bu tip etiketlere aktif etiket denir. Aktif etiketler okuma menzili bakımından pasif etiketlerden (içinde pil bulunmayan) daha verimli olmasına rağmen pil bitme

riski ve fiyat yüksekliği bakımından fazla tercih edilmezler. Pasif etiketler okuyucudan yayınlanan radyo frekansı ile kendisine enerjiler, okuyucudan gelen komutu değerlendirir ve cevabını gönderir. Aktif ve pasif etiketlerin “yalnız okuma” ve “okuma/yazma” tipleri vardır.

RFID etiketleri her tür ürüne gömülebilir ya da yapıştırılabilir. Son derece küçük olan bu etiketler içinde bilgi barındıran (ürün numarası üretici kodu, üretim tarihi, doz, ilaç adı vb) birer mikro yonga ve yine minik birer antenden oluşurlar.



Şekil 2.7. RFID Etiket Yapısı

Pasif RFID etiketler sadece bir RFID okuyucu tarafından uyarılmaları sonucunda sinyal ve veri gönderirler. RFID okuyucular belirli bir mesafede etkili bir elektromanyetik alan yaratırlar. Pasif etiketler bu alana girdiklerinde elektromanyetik sahanın etkisi sayesinde etkin hale gelir ve sinyal yayarlar. Okuyucu bu sinyali algılar ve bağlı bulunduğu veri tabanı sistemine gönderir. Örneğin, okul kütüphanesinde istenilen bölgeye konuşlanan bir okuyucu tarafından kapıdan çıkan her kitap ve envanter programı sayesinde takip edilir. Aktif RFID etiketlerinin bünyesinde bulunan küçük pil bulunur ve daha maliyetli olmalarına rağmen pasif etiketlere nazaran çok daha uzak mesafelerden algılanabilirler. Yarı-aktif etiketler ise depoladıkları veri için bir pil barındırırlar fakat algılama işleminin pasif etiketlerde olduğu gibi okuyucudan yayılan elektromanyetik alan sayesinde olur(Sokymat, 2005:4).

Yaşanan teknolojik gelişmeler sayesinde, veri depolama kapasitesini, operasyon hızlarını, algılama mesafesini arttıracak maliyetleri düşürmeyi sağlasa da

hiçbir zaman fiyatları barkod etiketleri kadar ucuz olmayacaktır. Buna karşılık barkod vasıtasıyla etiketlemenin etkin olmayacağı birçok faaliyet sahasında RFID etiketlerinin kullanılabilmesi sayesinde RF uygulamalarının daha hızlı bir şekilde yaygınlaşmasını sağlayacaktır. Bu faaliyet sahalarından bazıları; güvenliğin vazgeçilmez olduğu, izlenmesi gereken bileşenlerin olduğu, canlı ve araçlar gibi hareketli nesnelerin olduğu sahalardır(Kış, 2006).

RFID etiketleri ile barkod sistemleri karşılaştırıldığında RFID etiketleri hızlı, daha uzun mesafede okunabilme özelliği olan ve güvenilir uygulamalar olması sebebi ile ön planda yer almaktadırlar. İzlenmesi istenilen nesne hareket ederken yada etiket ile okuyucu arasında yani ağda engel bir katman var olsa bile algılama yapılabilmektedir. Barkod sistemlerinde görsel temas olması gerekirken, RFID etiketleri ile okuyucu arasında mesafe olsa bile okuma hızlı ve doğru şekilde yapılabilmektedir(Sincan, 2004).

2.5. TEDARİK ZİNCİRİ VE RFID

2.5.1. Tedarik Zincirinde RFID Sistemlerinin Yeri

1990 yıllarının ardından teknolojinin ilerlemesiyle beraber bilgisayar tabanlı ağlar oluşmaya başlamıştır. Bu sayede TZY olgusu da değişime uğramış ve manuel tutulan envanter, müşteri bilgi kartları yerini internetten verilen siparişlere, üretici ve müşterilerin birlikte takip edilebildikleri veri tabanlı müşteri takip uygulamalarına terk etmiştir. Bu sayede işletmeler ürünlerinin stoklarından müşterilerine ulaşana kadar geçen süreci yönetebilmeleri de daha kolay ve etkin biçimde gerçekleşmektedir.

Bilgi faktörü, tedarik zinciri aşamalarının tümünün genel performansı için çok önemlidir. Bunun nedeni ise tedarik zinciri yönetimi bu temel üzerinde şekillenmektedir. Bilişim teknolojileri, bilginin önemi ve farkındalığı için kullanılan araçlardan meydana gelmektedir. Elde edilen bilginin analizi ve değerlendirilmesi sayesinde tedarik zincirinin toplam performansını arttırmak amaçlanır(Kotler & Armstrong, 2010).

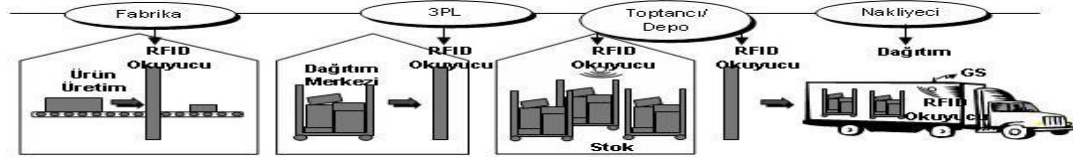
Tedarik zinciri, bir ürünün hammadde halinden nihai ürün haline dönüştürülmek suretiyle son müşteriye gelene kadar aştığı tüm süreçler içerisindeki işlemlerin bütünü olarak tanımlanmaktadır.

RFID uygulamaları, tedarik zincirinin aşamalarının tamamında, ürünlerin birim, kutu yada palet seviyesinde takip edilmesinde çok önemli faydalar elde edilmektedir. Süreç verimlilik ölçümü açısından artış sağlanmakta ve işçilik maliyetlerinde de azalma sağlanmaktadır. Görünürlüğün artması ile birlikte tedarik zinciri üyelerinin arasındaki koordinasyonda artış sağlanmaktadır. Tahmin kaynaklı hatalar azalmakta, gerçek miktarlar ve envanter kayıtlarındaki stok miktarları arasında oluşan farkların ortadan kalktığı görülmekte, depolarda bulunan stok miktarlarında azalma görülmektedir. Doğruluk seviyesindeki artış tedarik zinciri üyelerinin kararlarının daha etkin olmasını sağlamakta, güvenliğin istenilen seviyelerde sağlanması ile hırsızlık oranlarında düşmeler gözlenmektedir. Stokta bulundurmama ve kayıp satış seviyelerinde azalış görülmekte ve dolayısıyla müşteri memnuniyet oranları artmaktadır.

Günümüz şartlarında, stokta meydana gelen fireler, perakendeci ve üreticiler için önemli sayılan problemler oluşturmaktadır. Stoklarda meydana gelen fireler;

- Çalınma,
- Malzemenin zarar görmesi,
- Sahtecilik,
- Yanlış yerleştirme
- İşlem hatalarından kaynaklanmaktadır.

Bu fireler envanter kayıtları arasında farklılıklara sebep olmakta ve stokta bulundurmama gibi sonuçlara sebebiyet vermektedir. RFID teknolojisi sayesinde tüm bu sorunlara çözüm bulunması sağlanmakta, izlenebilirliğin artması ile gerçek envanter kayıtlarına yakın değerlere ulaşıldığından, ürünlerin tedarik edilmesi daha doğru yapılabilmekte ve daha az stokta bulunmama durumu oluşmaktadır. Envanter kayıtlarının daha doğru izlenmesiyle işlem hataları düşmekte, hatalı yerleştirmelerin önüne geçilmekte ve fire miktarlarında azalma görülmektedir.



Şekil 2.8. Tedarik Zinciri ve RFID (Üstündağ, 2005)

RFID uygulamaları tedarik zinciri bünyesinde incelenirse fabrika, üçüncü parti lojistik firmaları, toptancı ve nakliyeciler açısından değerlendirilen şemada her bir tedarik zinciri üyesinin ortak veri tabanı üzerinden veri akışını kullanarak iletişim sağlamasının önemine değinilmektedir. Gerçek zamanlı ve doğru bilgi paylaşımı beraberinde etkin planlamayı getirecektir.

2.5.2. Tedarik Zincirine Entegrasyonu

Günümüzde firmalar 21. yüzyılın küresel pazarında rekabet edebilmek için organizasyonel rekabetçi yapılarını geliştirme yarışındadırlar. Bu pazar elektronik ortamla birbirine bağlanmış, dinamik bir pazardır. Bu yüzden firmalar değişen pazar gereksinimlerini karşılayabilmek için daha esnek olma ve daha hızlı cevap verme yeteneklerini geliştirmeye çalışmaktadırlar. Bunu gerçekleştirmek için de birçok işletme dış kaynak kullanarak ve sanal işletme kurarak katma değer yaratan faaliyetlerini merkez dışına dağıtmış durumdadır. Tedarik zinciri yönetimi (TZY) bu sözü edilenlerin bütünleşmesiyle gelişmiş bir yaklaşımdır. TZY, son kullanıcıdan asıl tedarikçilere kadar ürünleri, hizmetleri ve bilgiyi sağlayan ve böylece müşteriler ve diğer paydaşlar için değer yaratan önemli işletme proseslerinin entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır (White, Johnson, & Wilson, 2008).

TZY'nin firmanın iç proseslerini tedarikçiler, dağıtıcılar ve müşteriler ile entegre ettiği anlamını içeren benzer birçok tanımı bulunmaktadır. Belki de en çok referans alınan tanım, Global Tedarik Zinciri Forumunun yaptığı tanımdır: TZY, müşteri ve diğer paydaşlar için değer katan ürünleri, hizmetleri ve bilgiyi sağlayan ilk tedarikçiden, son kullanıcıya kadar olan işletmelerin anahtar süreçlerinin entegrasyonudur (Bakker, Riezebos, & Teunter, 2012).

Tedarik zincirinde nesnelerin konumunun belirlenmesi ve takibi için RFID'nin kullanım oranının artması, bu teknolojinin çalışma yapısı ve kullandığı

kaynaklar üzerinde odaklanılmasına neden olmuştur. Bu doğrultuda atılan adımlardan sonuncusu, okuyucu ve etiketler arasındaki iletişimin nasıl sağlanacağını tanımlayan UHF protokolü için geliştirilen bir standart olmuştur. Bu ikinci nesil hava arayüzü protokolü genellikle “Gen 2” olarak bilinir ve elektronik ürün kodu (Electronic Product Code (EPC)) teknolojisinin yürütücülüğü ile bilinen standartlar organizasyonu EPC global firması ile anlaşmalı 60 firma tarafından geliştirilmiştir.

İkinci nesli önemli yapan birkaç unsur vardır. Birincisi, ortaya çıkarılabilecek RFID altyapı elemanlarının, dünya çapında birlikte kullanılabilirliğini de sağlayarak, temellerini oluşturur. Ayrıca su an kullanılan “Class 0” ve “Class 1” okuyucu ve etiketlerle karşılaştırıldığında daha hızlı okuyabilme özelliği ve kısıtlara karşı daha az duyarlılık gibi işlevsel ilerlemeleri beraberinde getirir. Güvenlik kavramı da daha gelişmiş şifreleme teknolojileri, şifre koruma ve yetkilendirme ile yapılmaktadır(Murphy-Hoye, Lee, & RICE, 2005).

2.5.3. Tedarik Zincirinde RFID Sistemlerinin Sağladığı Faydalar

RFID teknolojisinin tedarik zincirindeki etkisi ile ilgili yapılan çalışmalar stok ve envanter yönetimi üzerinde yoğunlaşmıştır. Kapalı ve açık çevrimli sistemler için RFID yatırım kararı çalışmaları çok kısıtlı ve az sayıda kaldığı görülmektedir. RFID teknolojisinin tedarik zinciri üzerindeki etkisinin tam anlamıyla belirlenebilmesi için kantitatif ve kalitatif faktörlerin bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Tedarik zincirinin üyeleri, zincir üzerindeki RFID yatırımından farklı boyutlarda etkilenebilir.

RFID teknolojisinin perakende sektörü ve tedarik zincirinde sağladığı başlıca faydalar:

- Stokların yerinin çok daha hızlı belirlenmesi,
- Daha az personel maliyeti ve Stok-out’ların önüne geçilmesi ve just-in-time envanter stratejisinin kullanımının kolaylaştırılması,
- Mağaza stok sayımlarının daha kolay hale gelmesi,
- Raflardaki eski ürünlerin anında tespit edilmesi,
- Stok iade yönetimi,

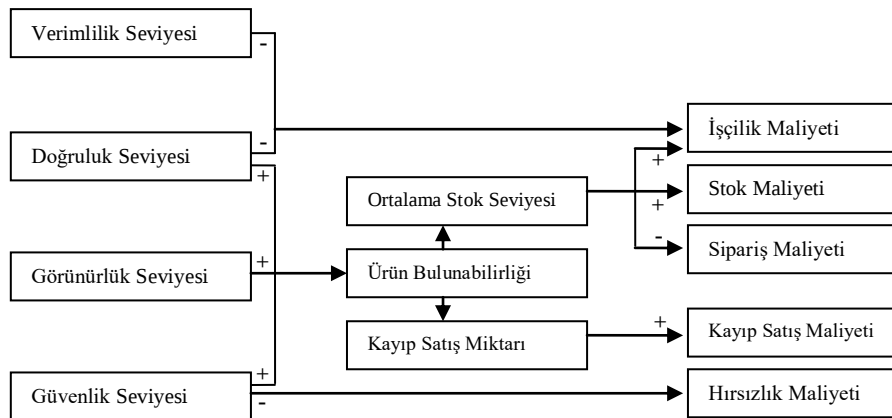
- Merkez depo ve mağazalar arasındaki stok hareketlerinin gerçek zamanlı olarak izlenerek etkin lojistik yönetiminin sağlanması,
- Stoklardaki hırsızlık kaynaklı kaybın minimuma indirilmesi,
- İhtiyaç duyulan gelişmiş stok raporlarının hızlı ve doğruluğu yüksek bir şekilde elde edilebilmesi,
- Bayi ağında izlenebilirlik ve kontrol mekanizmalarının geliştirilmesi.(Günce Gülin <http://www.denetimnet.net>; Perakende Sektöründe RFID (Radio Frequency Identification) Teknolojisi ve Sağladığı Faydalar).

RFID teknolojisi sayesinde süreçlerden elde edilen faydalar dört seviyede incelenmektedir:

- Verimlilik,
- Doğruluk,
- Görünürlük,
- Güvenliktir.

RFID teknolojisi sayesinde elde edilen bu faydalar işletme bazındaki maliyet ve gelir faktörlerini etkilemektedir. Otomasyonun oluşturulmasıyla süreç verimliliği ve gerçek zamanlı doğruluk seviyesindeki artış, işçilik giderlerini azaltmaktadır.

Ayrıca bu sağlanan faydalar kayıtlı stoklar ile gerçek zamanlı miktarlar arasındaki farkları azaltmakta, ürün bulunabilirliği arttırmaktadır. Dolayısıyla ortalama stoklama seviyesi azalmaktadır. Güvenlik seviyesinin yükselmesiyle hırsızlık maliyeti düşmektedir. Şekil 2.9.'da bu ilişkiler ve maliyet faktörleri yer almaktadır.



Şekil 2.9. Faktör İlişki Diagramı(Üstündağ & Tanyas, 2009) (Üstündağ, 2008)

Görünür olma ve ürünün bulunabilirliği, kayıp satış miktarları veya envanterde bulunmama seviyesiyle ilişkilendirilmekte; doğruluk seviyesi, mal kabul, yükleme ve envanter sayım süreçleri esnasında meydana gelen hata oranları ile ilişkilendirilmektedir. Otomasyon kaynaklı verimlilik seviyesindeki artışın ve hata seviyelerinin azalması, işçilik maliyetlerindeki azalış, güvenlik seviyesinde artış da hırsızlık oranlarındaki azalış ile ölçülebilmektedir.

İlişki diyagramındanda görüldüğü gibi RFID uygulamalarının etkisi:

- İşçilik Maliyeti,
- Stok Maliyeti,
- Sipariş Maliyeti,
- Kayıp satış Maliyeti,
- Hırsızlık Maliyetlerindeki değişim ile ölçülebilmektedir.

Tablo 2.5. RFID Tedarik Zinciri Üzerindeki Etkileri(Üstündağ & Tanyas, 2009).

ÜRETİCİ	LOJİSTİK SERVİS SAĞLAYICI	PARAKENDECI
Siparişin yükleme zamanlarındaki azalma	Siparişin teslim oranlarındaki artış	Mağaza içi yerleşim gerçek zamanlı bilgiler ile daha etkin yapılması
Siparişlerin yerine getirilmesinde doğruluk	Stok daralmasında azalma	Satış noktaları etkinlik seviyesinin artması, kontrollerde doğruluk
Direk olarak tüketiciden satış bilgisi alınması	Yönetim ve insan kaynaklı hatalarda azalış	Gelişmiş ters lojistik işlemleri
Sahtecilikle etkin mücadele	İşçilik gereksinimlerindeki azalış	Etkin envanter takibi
Hammadde stoklarının etkin yönetilmesi	Envanter izlemlerinde daha düşük maliyetler	Daha etkin stok seviyesi
Ürünlerin güvenliği için yapılan geri çağrılarının etkin yapılması	Etkin iş sıralaması yapılması	Tedarikçi tarafından yapılan otomatik ödemeler
Talep planlamalarının daha doğru yapılması	Kapasite artışının daha etkin planlanması	İşçilik giderlerinde azalış
Personelin daha etkin kullanımı		Gri pazarları daha etkin takip edilebilmesi
Yanlış teslimat sayılarının azalması ve bu sayede oluşan maliyetlerin azalması		

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

RFID UYGULAMALARINDA FAYDA MALİYET ANALİZİ, AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI İLE VERİ GÜVENLİĞİ

3.1. RFID UYGULAMALARINDA FAYDA MALİYET ANALİZİ

RFID uygulamaları, işletmeler açısından bir bilişim teknolojisi yatırımı olarak düşünülmektedir. Bunun yanında RFID uygulamalarında yatırımın geri dönüşünü(ROI) hesap etmek kolay değildir. Sermaye akışı ve yüksek olduğu düşünülen maliyetler, RFID Sistemlerine yönelik yatırım kararlarının verilmesinde önemli olacaktır. RFID uygulamalarında sağlanacak reel faydanın ancak uzun vadede geri dönüş sağlanabileceğini anlatmaktadır.

RFID Sistemleri, İşletmelerin tüm süreçlerini yeniden şekillendirmekte, verilerin elde edilmesi ile ilgili olarak işletmeler farklı bir teknolojik altyapı kazandırmaktadır. Bu bakış açısıyla bakıldığında RFID Uygulamalarına yapılacak yatırımlarının oldukça stratejik bir karar olarak değer kazanması kaçınılmazdır. RFID Sistemleri açısından uygulama kararı verilmeden önce dikkat edilmesi gereken adımlar aşağıdaki gibidir:

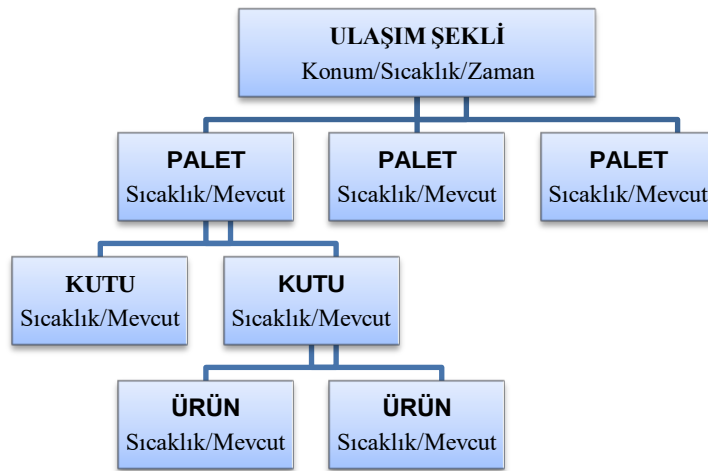
- RFID Uygulamaları açısından potansiyel kullanım sahalarının tespit edilmesi,
- Potansiyel faaliyet sahalarının analiz edilmesi,
- RFID Uygulamaları sayesinde sağlanacak kazanımların net olarak belirlenmesi,
- Test ve örneklemeli çalışmalar ile teknik, organizasyonel açıdan gereksinimlerin belirlenmesi,
- Faaliyet alanında risklerinin tespit edilmesi,
- Tüm faaliyet aşamalarında kullanılacak sistem açısından detaylı bir fayda/maliyet analizleri yapılarak, yatırımın geri dönüşü (ROI) analizlerinin yapılması.

RFID uygulamalarında maliyet üç temel alanda incelenebilir:

- Donanım maliyetleri: Etiketler, okuyucular, antenler, bilgisayarlar ve ağ ekipmanları olarak sayılabilir.
- Yazılım maliyetleri: Arayazılım (middleware) ve diğer uygulama yazılımlarının oluşturulması ya da satın alınması olarak gösterilebilir.
- Hizmet maliyetleri: Kurulum ve sistem entegrasyonu, eğitim, destek, bakım ve süreç yenilemeleridir.

RFID uygulamalarının getirdiği faydalar iki alanda öne çıkmaktadır. Birinci olarak maliyetlerde görülen azalmalardır. Süreç otomasyonun sağlanması ve verimlilik seviyesinde sağlanan artış sayesinde envanter ve işçilik maliyetlerinde azalma sağlar. İkinci olarak müşteri memnuniyetinde sağlanan artış, kayıp ve hatalı işlemlerde azalmayla gelir seviyesinde sağlanan artıştır.

RFID Uygulamalarının hangi faaliyet süreçlerinde ne seviyede uygulanacağı da verilmesi gereken önemli bir karardır. Şekil 3.1.'de RFID Sistemlerinin uygulanabileceği seviyeler verilmiştir. Palet seviyesinden ürün seviyesine geçerken detay ve miktar artacağından görünürlikle birlikte maliyet de artış göstermektedir. Bununla birlikte ürün seviyesinde kazanım palet veya kutu seviyesinde kullanıma nazaran daha fazla olacak, karşılaşılan maliyetlere katlanmanın değip/değmeyeceği işletme yetkililerinin vereceği bir karar olacaktır. Palet ya da kutuyla RFID uygulamasına başlamak ve elde edilecek kazanımlar neticesinde gelecekte ürün seviyesinde uygulamaya geçmek de değerlendirilecektir.



Şekil 3.1. RFID Uygulama Seviyeleri(Üstündağ & Tanyas, 2009) (Üstündağ, 2008).

3.1.1. RFİD Sistemi Uygulama Maliyetine Örnek

Bir işletmenin uygulama seviyelerinden ilk aşamada palet seviyesinde RFID Uygulamaları için yatırım kararı aldığını varsayalım. Uygulamaya geçiş ile birlikte personel ve envanter kontrol maliyetlerinde düşüş, satışlarda artış meydana gelecektir. Aşağıdaki örneğimizi inceleyecek olursak;

Tablo 3.1. RFID Uygulamaları Örnek Maliyet Tablosu(Üstündağ & Tanyas, 2009).

Maliyet (TL)	2006	2007	2008	2009	2010
Donanım	<i>100.000</i>	<i>50.000</i>	<i>50.000</i>	<i>50.000</i>	<i>50.000</i>
- Etiket	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
- Okuyucu, Anten	50.000				
Yazılım	<i>100.000</i>				
Hizmet	<i>50.000</i>	<i>40.000</i>	<i>40.000</i>	<i>40.000</i>	<i>40.000</i>
- Eğitim	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
- Sistem Entegrasyon	20.000				
- Destek, bakım	-	10.000	10.000	10.000	10.000
Maliyet Toplam	250.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Kazanç (TL)					
Stok Maliyetlerinde Azalma	<i>30.000</i>	<i>30.000</i>	<i>30.000</i>	<i>30.000</i>	<i>30.000</i>
Personel Maliyetlerinde Azalma	<i>100.000</i>	<i>100.000</i>	<i>100.000</i>	<i>100.000</i>	<i>100.000</i>
Satış Artışı		<i>20.000</i>	<i>50.000</i>	<i>50.000</i>	<i>50.000</i>
Hata Maliyetlerinde Azalma (Yükleme, Sevkiyat)	<i>10.000</i>	<i>10.000</i>	<i>10.000</i>	<i>10.000</i>	<i>10.000</i>
Kazanç Toplam	140.000	160.000	190.000	190.000	190.000
Genel TOPLAM	-110.000	70.000	100.000	100.000	100.000

Yukarıdaki örnekte yatırım yaklaşık iki sene içinde geri dönmektedir. 2006 yılında şirket yatırım kararı olarak yürürlüğe koymuştur. İlk yıl yani 2006 yılında

kurulum maliyeti ve adaptasyon süreci sebebiyle -110.000 TL gibi rakam zarar etmiş gözüksede ikinci yılda (2007) yatırım dönüşü olmaya başlamış, yükselen satış artışları sebebiyle üçüncü yıldan itibaren şirket çok ciddi kar artışı almıştır. Ancak Yatırımın Geri Dönüşü (ROI) analizleri yapılırken RFID uygulamaları ardından envanter maliyetlerindeki düşüşleri, hata yüzdelerindeki azalmadan kaynaklanan kazanımları ve müşteri memnuniyeti seviyesindeki artış, satış cirolarında gerçekleşmesi beklenen artışı tahmin etmek hiç kolay olmadığından karar vermekte kolay olmayacaktır.

3.2. RFID SİSTEMİNİN AVANTAJLARI

RFID Uygulamalarının kullanılabilirliğinin çok farklı sahalarda olabileceği göz önünde bulundurulduğunda ve geleneksel bilgi sistemlerine göre avantajları bir hayli fazladır. RFID Uygulamaları sayesinde birçok fayda ve kolaylığın sağlanacağını anlatmak zor olmaz. RFID Uygulamalar sayesinde sağlanan faydalar arasında ürün teslimat zamanının düşürülmesi, müşteriye ürün teslimat zamanının gerçek zamanlı olarak verilmesi, mükerrer işlerin azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması, insangücü ile gerçekleşen işlerin otomasyonla daha etkin ve daha doğru gerçekleşmesi, personel giderlerinde azalma, üretim bandından pazarlama departmanına kadar mamüller hakkında detaylı akış bilgisinin gerçek zamanlı alınabilmesiyle tedarik zinciri aşamalarında muhtemel problemlere karşı önlem alınabilmesi, tedarik zinciri aşamalarında yaşanan değişime anında tepki alınabilme, sonuç olarak daha etkin bir tedarik zinciri yönetiminin sağlanması, mamul ve yarı-mamullerin depo ve transfer alanlarında yerleştirilmesinin daha etkin şekilde gerçekleşmesinin sağlanması, önceden oluşan firelerin yüzdelerinin azalması, ürünlerin üretim bandına giriş/çıkış kontrol sürelerindeki azalma, ürün satışlarının izlenebilmesi sebebiyle eksilen rafların etkin yönetimi, kaçak seviyelerinde azalma, son kullanım tarihlerinin takip edilmesi, ürünlerin yetki verilmeyen makamlara gönderilmesinin önüne geçilmesi, bunların yanında tüm bu işlem basamaklarında ürünlerin izlenebilmesi için geçen zamanın azalması, müşteri memnuniyeti açısından müşteri ilişkilerinin arttırılması, müşterinin talep eğilimlerinin gözlenmesi

neticesinde hedef alınan müşterinin odak noktalarının saptanmasında yapılan analizler için vakit harcanması olarak tanımlanabilmektedir.

Bahsedilen faydaların gerçekleşmesinin sonucu olarak sağlanacak sayısal değerlerle ilgili birçok tahmin ve araştırma üzerinde çalışılmaktadır. Örnek Amerikadaki birtakım tekstil mağazalarında yapılan çalışmalarda ürünlerin kontrol işleminin artması nedeniyle satışlarda %7 artış sağlandığı belirlenmiştir(Jones, Clarke-Hill, Comfort, Hillier, & Shears, 2004).

Amerikadaki perakende ve üretim sektöründe faaliyet gösteren işletmeler tarafından TZY etkin kullanamaması neticesinde senelik kayıplarını 70 milyar \$ olarak belirtilmektedir. TZY kayıplarını raflarında talep edilen ürünlerin bulundurulmaması, TZ süreçleri içerisinde herhangi bir aşamasında oluşan hırsızlık ve ürün verilerinin yanlış kaydedilmesi olarak anlatılmaktadır(Reid 2003:36).

Yukarıda belirtilen hatalar incelenirse RFID uygulamalarının kullanımı hataların önlenmesinde yarar sağlanacağı düşüncesi yanlış olmayacaktır.

RFID teknolojisinin kazandırdığı yararlar genel olarak aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

1. Gerçek zamanlı görünürlük
2. Stok tükenmesini önleme
3. Fiziksel ürün akışının ivmelenmesi
4. Daha düşük stok seviyesi
5. Sahteciliği önleme
6. İşçi maliyetlerinin azalması (Üstündağ, 2008).

3.2.1. Gerçek Zamanlı Görünürlük

RFID teknolojisinin en önemli kazançlarından biri de malzemelerin tedarik zinciri içerisinde görünürlüklerini sağlamak olmuştur. Görünürlük işletmede malzemelerin hareketlerini ve tedarik zinciri içerisindeki yerlerini tespit ve takip etmek olarak tanımlanabilir(Akben & Özel, 2017).

İşletmeler için görünürlük tedarik zinciri içerisinde karar verme mekanizmasını kesin ve doğru karar vermesini sağlamaktır.

Görünürlük sayesinde malzemenin işletmeye girişinden müşteriye teslimine kadar takibi sağlanır. Böylece kesin ve doğru stok kontrolü sağlanmış fazla veya eksik stoktan kurtulmuş ve en nihayetinde işletme zarar etmekten kurtulmuş olur. Genel olarak görünürlüğün üç temel yarar vardır. Bunlar hırsızlığı önlemek, yanlış yerleştirme ve malzeme kaybını önlemek, mağazalar arası yanlışlıklara müsaade etmemektir.

3.2.1.1. Hırsızlığı önlemek

RFID etiketli ürünler sayesinde ürün hareketleri okuyucular tarafından anlık olarak görünmektedir. Böylece rafta o an için bulunmayan ürün tespit edilmektedir. Rafta olmayan ürün için iki olasılık söz konusudur(Garfinkel & Rosenberg, 2006).

- Müşteri tarafından ürün alınmış ve ödeme sırasında veya ürün yanlışlıkla müşteri tarafından başka yere bırakılmıştır.

- Ürün kötü niyetli birisi tarafından çalınmıştır.

RFID teknolojisinin bu özelliği sayesinde hırsızlıklar önlenmiş olmakta ve diğer sistemlerle entegrasyonu sayesinde envanter kontrolü sağlıklı bir şekilde yapılmaktadır.

3.2.1.2. Yanlış Yerleşim ve Kayıp Ürünleri Engellemek

RFID etiketlerinin bir diğer faydası da mağaza içerisinde bulunan ürünlerin yanlış yerleşimi ve kaybolmasını engellemektir. Aynı zamanda depodan gelen ürünlerin RFID etiketleri sayesinde yerleşim yerleri ile eşleştirilmesi yapılarak hangi ürünün nereye yerleştirileceği planlanmaktadır. Metro Grubun yaptığı pilot uygulama buna verilebilecek en iyi örnekler arasındadır.

Metro Future Store projesi RFID sistemleri açısından önem arz eden projelerden bir tanesidir. Bu Projenin gerçekleşme aşamasında Metro Group, IBM, Hewlett Packard, Oracle, Gillette, SAP, Intel, NCR gibi 40 kadar firma işbirliği sağlanmıştır. Projenin amaçladığı Almanya Rheinber'de ulusal ve uluslar arası düzeydeki mağazada perakendecilikte önemli yenilikleri bulundurmaktır. Proje aynı anda pek çok teknolojiyi test edebilmektedir. Ayrıca, testin temelini RFID teknolojisi

oluşturmaktadır. Future Store’a getirilen malzemeler öncelikle merkezi bir depoda paletlerin üstünde sıralanmaktadır. Palet ve kartonların üzerinde bulunan RFID etiketlerle ilgili ürünlerin kodlanması sağlanmaktadır. Bu veriler, Future Store ile ilgili olan RFID ticari yönetim sistemine depo çalışanları tarafından okutulmaktadır. Dolayısıyla bütün ürünler tedarik zinciri boyunca izlenebilme olanağı bulunmaktadır(Reid, 2003: 38).

Future Store’a ulaşan ürünlerin bulunduğu paletler kamyonlardan indirilerek bir RFID okuyucusunun olduğu kapıdan geçirilmektedir. Tüm palet ve kartonların üzerindeki veriler okunmakta ve her ürünün teslim alındığına dair kayıt oluşturulmaktadır. Daha sonra ürünler RFID etiketlerinin olduğu raflara yerleştirilmekte ve çalışanlarda bulunan portatif bir okuyucu yardımı ile ürünler bulundukları konumlarla ilişkilendirilmektedir. Mağazadaki bilgi sistemine ürün ve ürünün konumuyla ilgili bilgiler aktarılmaktadır. Bu sayede nerede ne miktarda ürünün bulunduğu tamamiyle görünür olmaktadır. Yer azlığı sebebiyle boşaltılamayan kartonlar ise geri döndürülmektedir. Bu kartonlar kapıda RFID okuyucular ile yeniden okunmakta ve bilgi sisteminde “geriye dönen” şeklinde bilgi vermektedir. Ortadan kaldırılması istenen kartonların içindeki ürünler boşaltıldıktan sonra RFID etiketleri çalışamaz durumuna getirilmektedir. Böylelikle hem raflardaki ürünlerin takibi tam olarak sağlanmakta hem de sistem üzerinden gelen malzemeler kontrol altında tutulmuş olmaktadır(Reid, 2002) (Reid, 2003: 38).

3.2.1.3. Mağazalar Arasındaki Farklılıkları Engellemek

Görülebilirlik özelliğinin en etkin kullanıldığı alanlardan birisi de mağazalar arasındaki farklılıkları ortadan kaldırmaktır. En basit açıklaması ile depodan çıkan malzemeler ile mağazaya gelen malzemeler arasında RFID etiketleri sayesinde kontrol sağlanmakta ve yanlış malzemelerin gelmesi engellenmektedir. Bunun en güzel örneği Chevrolet firması uygulayarak göstermiştir:

Chevrolet Creative’in RFID sistemi Michigan’daki depoya giren ve çıkan 3500 sandığı kontrol edebilmek için “kırmızı ışık, yeşil ışık” sistemini kullanmaktadır. Sandıklar özel fuarlar için kullanılan malzemeleri barındırmaktadır. Her sandığın üzerinde farklı bir numara içeren RFID etiketi bulunmaktadır. RFID

okuyucular kapıda, antenler ise tabanda bulunmaktadır. İçlerinden bir sandık kamyona doğru giderken antenin üzerinden geçtiğinde, etiketteki numara veritabanında bulunan manifesto ile kontrol edilmektedir. Etiketle bulunan numara veritabanındaki numara ile uyum gösterir ise "yeşil ışık" yanmakta ve sandığın yüklenebileceği bilgisini vermektedir. Etiketle bulunan numara ve veritabanındaki numara uyum göstermez ise "kırmızı ışık" yanmaktadır. Ayrıca bu esnada tarih ve zaman veritabanına kaydedilmektedir(L. D'hont, 1996; L. J. D'hont, 1996).

Projenin en önemli katkısı kâğıt üstünde yapılan kontroller nedeniyle insan kaynaklı hataların azaltılması, kayıtların daha iyi tutulmasının sağlanması sonucu daha hızlı ve etkin çalışma olarak açıklanabilir. Geleneksel sistemdeki gibi malzemelerin bir yerden başka bir yere gittiği durumlarda, çalışanlara kontrol imkânı sağlanması için paletler durdurularak barkod ile okuma sağlanmaktadır. RFID etiketleriyle, paletler durdurulmaksızın bilgi okunmakta ve böylelikle zamandan kazanç sağlanarak, kullanılan iş gücü azaltılmakta ve hata ihtimali ortadan kaldırılmaktadır. Ayrıca etiketler hataların tespit edildiği konumlara dönmeyi de kolaylaştırmaktadır(L. D'hont, 1996; L. J. D'hont, 1996).

3.2.2. Stok Tükenmesini Önleme

Arz-Talep dengesi üzerinde şekillenen piyasalarda müşterilerin talebi varsa ve zamanında karşılanamamışsa elde bulundurmama maliyeti oluşur. Sipariş zamanında karşılanamamışsa o an için satış kaybı oluşmuş olur. Bu durumda ise işletme elde bulundurmama maliyeti ve beraberindeki maliyetler ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu maliyetler elde bulunmayan miktarı tedarik etme maliyeti, müşterinin güvenini kaybetme maliyeti, satış kaybında ise aktif talep ve ilerde olabilecek taleplerin kaybedilmesi maliyeti oluşur. Bazen üretim durumunda fazla mesai çalışılmak zorunluluğu oluşabilir buda ekstra maliyet oluşturur.

- Nihai ürün stoğunun talebe göre yetersiz kalması sebebiyle karlı satış fırsatlarının değerlendirilememesi,
- Hammadde stok seviyesinin yeterli olmaması sebebiyle üretimin yapılamaması ve ya kısıtlı miktarda yapılmasının sebep olduğu kayıplar,

- Müşteri talebinin zamanında karşılanamamasından doğan tazminat, zarar ve ziyan maliyetleri,

- Müşterilerin işletmeye olan güveninin azalması veya kaybolması,
- Tedarikçilerde yeterli stok bulundurulmaması, işletmenin tedarik aşamasında miktar iskontolarından yararlanamaması, kendi bünyesinde ekonomik miktarlarda üretim yapamaması, alım esnasında avantajlı fırsatlarını kaybettiğini de göstermektedir.

- Stok bulundurmama maliyetleri ve yaşanan kayıplar yada stok tutmanın getireceği yararlar, stok seviyesi arttıkça azalan seviyede seyrettiği halde, stok elde bulundurma maliyetleri, stok artışının getireceği yarardan daha hızlı olarak artar. Stok elde bulundurma maliyeti ve bulundurmama maliyeti toplamının en az olduğu seviye optimal stok seviyesini göstermektedir.

- İşletmenin stok seviyesi artıkça, stok bulundurma maliyetleri artacak; bununla birlikte stok yapmamanın yada gerekli miktarda stok olmamasının getireceği zarar ve kayıplar azalacaktır. Stok yetersizliğinin beraberinde getireceği zararların, stok bulundurmanın getireceği faydalarına eşitlendiği durumda işletme etkin stok seviyesine ulaşmış olur.

İşte bu noktada RFID teknolojisi, işletmeleri stok bulundurmama maliyetlerinden kurtarmaktadır. Anlık envanter kontrolü sayesinde eksilen ürünlerin neler olduğunu bildirmekte ve anında bu malzemeler tamamlanmaktadır. Böylece müşteri istekleri doğru zamanda, doğru yerde karşılanabilmektedir.

3.2.3. Fiziksel Ürün Akış Hızının İvmelenmesi

RFID sistemlerinde yer alan okuyucularının okuma sahasında birden çok etiketi aynı anda online olarak sorgulaması, ürün takip edilmesini ve kontrol süresini azaltacak ve yapılması gerekli işlemleri hızlandıracaktır. Neticede daha seri ürün akışı sağlanabilecektir. Örnek olarak depoya geri dönen dayanıklı ambalajların envanter takibinin yapılması için harcanan zaman ve işgücü önemli miktarda azalacak veya mağaza kasalarındaki ödeme kuyukları önlenmiş olacaktır.

3.2.4. Daha Düşük Stok Seviyesi

Stok bulundurma maliyeti, mamul, yarı mamul veya hammadde olarak stoklarda bekleyen her çeşit malzemenin getireceği parasal yükü ölçmek amacıyla kullanır. Birçok maliyet unsurlarından oluşur. Ancak hepsinin belirli bir envanter sisteminde bulunması gerekmez. Bu maliyet unsurları; sermaye maliyeti, depolama maliyeti, envanter riski maliyeti ve envanter servis maliyetidir.

3.2.4.1. Sermaye Maliyeti

Fırsat maliyetlerinden biri olan bu maliyet, envanterde tutma maliyetlerinin önemli bir bileşeni sayılmaktadır. Bunun yanında başlı başına, stokda bulundurmanın işletmeye doğuracağı maliyet yükü tanımlamada kullanılmaktadır.

Muhasebe kayıtları açısından görünür bir maliyet değildir. Sermaye stoklamanın haricinde başka yatırımlara yönlendirilmesinin doğurabileceği maliyetlerdir. Bunun işletmeye geri dönüşü ise stoklama haricindeki yatırımlardan gelecek en büyük gelirle eşdeğerdir. Örnek olarak işletme stoklama yerine parayı kullanarak % 30'luk bir kar sağlayabiliyorsa, bu stoklamaya bağlanan değer maliyetidir. Diğer bir bakış açısıyla işletme bankadan kısa vadede kredi kullanırsa, stoklanan değer maliyeti, bu sefer banka kredisinin faiz oranı neticesinde hesaplamaya dahil edilir. İşletme uzun vadede borç aldı ise faiz oranı, stoklanan değer sermaye maliyetlerini hesaplamak amacıyla kullanılacaktır.

3.2.4.2. Depolama Maliyeti

Stoklanan ürünlerin işletmeye giriş yaptığı andan itibaren bu ürünlerin depolanması, taşınma maliyetleri, işçilik giderleri, yönetim giderleri gibi maliyetleri kapsar. Bunun yanında ürünlerin özelliklerine göre fiziki depolama şartları gerektirdiğinden, ürün cinslerine göre farklılıklar gösterecektir. Eklenen her fiziki depolama şartı ise işletmeye ek maliyet olarak yansır. Genellikle bu ek maliyetler coğrafik ve fiziki açıdan şartlara göre değişiklik gösterecektir. Günümüzde

işletmelerin sıfır stok politikaları buna en bariz örnektir. E-ticaretin sağladığı büyük faydalardan biriside depolama maliyetlerini yok denecek seviyeye indirmesidir.

3.2.4.3. Envanter Riski Maliyeti

Envanterde tutma riski üçe ayrılabilir.

- Stokta bulunan malların fiziki niteliklerini kaybetmeleri,
- Fiyatların düşmesi,
- Tüketici eğilimlerinin değişmesidir.

Birinci risk, hem hammadde hem de ürün stokları için geçerlidir. İkinci ve üçüncü riskler, yalnızca ürün stoklar için geçerlidir. Ancak üçüncü risk, tüketici zevklerinin değişmesi sonucu üretilmeyecek bir ürüne yönelikse, hammadde stoklarında geçerli sayılabilir.

Uygulamada fiyat düşüşlerin veya stokta tutulan ürünlerin piyasada rağbet görmeyen hale gelmesi sebebiyle doğabilecek riskleri de değerlendirme yapmak çok zordur. Bunun gibi risklerin değişken giderler olarak kabul edilmesinden ziyade, ek bir maliyet faktörü olarak değerlendirmek daha faydalıdır. İşlemeler özellikle stoklamaya önemli bir yatırım yapan büyük ölçekli firmalar fiyat ve döviz değişiklerini ve bunların getireceği riskleri, belirli bir fiyat üzerinden uzun vadede anlaşıarak satış sözleşmesi imzalayarak azaltabilmektedirler.

3.2.4.4. Envanter Servis Maliyeti

Malzemenin stokta bulunduğu sırada bozulmaması için gerekli bakım, tutum masraflar, depo bekçilerine ödenen ücretler, stok giriş-çıkış kayıtları ve stok kontrolünün gerektirdiği giderler bu maliyetler içinde değerlendirilir.

Stok tutma maliyeti, firmadan firmaya değişmekle beraber genellikle stok değerinin %25-%40 arasında olduğu söylenebilir. Fazla stok bulundurmadan kaynaklanan maliyetleri minimum hale getirmek için RFID teknolojisi firmalar için en önemli tercih sebebi olarak kabul edilebilir. RFID'nin sağladığı envanter kontrolü sayesinde depo ve tedarik zinciri içindeki unsurlarla ilişki kurulmakta, böylece doğru

malzemeyi, doğru zamanda ve doğru yerde bulunması sağlanmaktadır. Bunun sonucunda firmalar fazla stok yapmayarak maliyet unsurunu azaltmaktadır.

3.2.5. Sahteciliği Önleme

RFID teknolojisi, ürünlere cinslerine göre elektronik etiketlerde yer alan Elektronik Ürün Kodu (EPC) vermek suretiyle en küçük birim bazında ürünün izlenebilirliğinin sağlanmasına imkân tanımaktadır. RFID uygulamalarının her ürüne en küçük birim bazında EPC tahsis etme, mamülün tedarik zinciri aşamaları süresince yarı-mamül olarak sürece dahil olmasından başlamak üzere geri dönüşüm sürecine girmesine kadar takip ve denetlenmesine olanak sağlamaktadır. Okuyucular tarafından etiketin okutulması sonucu ürünün konumu, imal tarihi, paketleme zamanı, son kullanma tarihi, hangi şartlarda muhafaza edildiği gibi bilgileri almak mümkündür.

3.2.6. İşçilik Maliyetinin Azalması

RFID uygulamalarını kullanan bir işletmenin depo girişinde bir palet yada kutunun giriş noktasında konumlandırılmış RFID okuyucularının arasından geçirilmesi ile veya bir personelin RFID el terminali vasıtasıyla kutunun okutulması sayesinde kutudaki mamüllere ve kutunun transfer verilerine ilişkin tüm bilgilere kutu açılmadan ulaşılabilmektedir. Elde edilen bu bilgiler ilgili gereksinimleri karşılayacak şekilde bilgi işlem sistemine gerçek zamanlı olarak aktarılabilir.

RFID uygulamaları ile iş gücü giderleri maliyetlerinin azaltılmasını sağlayan bir başka süreç stok sayım işlemleridir. RFID uygulamaları sayım işlemlerini en doğru şekilde, gerçek zamanlı ve devamlı olarak yapılabilir. Mağaza kasalarında RFID uygulamaları sayesinde müşterinin ödeme işlemi hızlanmakta ve kasiyerlerin iş yükü hafifleyerek insan kaynaklı hataların önüne geçilmektedir. İş yükü sebebiyle ek istihdam önlenmektedir. Günümüz bazı büyük mağazalar insansız kasaları kullanmaya başlamıştır. Bu sayede kasiyer sayısını azaltarak fazlalık personelin daha efektif istihdamına imkân vermektedir.

Bahsedilen konular göz önüne alındığında RFID uygulamalarının kullanımının gereksiz işçilik maliyetlerinin önlenmesi konularında etkili olabileceğini düşünmek yanlış olmayacaktır.

3.3. RFİD SİSTEMİNİN ENGELLERİ

RFID uygulamaları sayesinde yukarıdaki faydaların beraberinde bazı dezavantajları da görmektediriz.

RFID teknolojisi uygulamalarıyla müşterilerin kişisel verilerine kendilerinin bilgisi dışında veri toplama (Alış-veriş eğilimleri vb.) çok kolay hale gelmiştir. Bununla birlikte etiket üzerine yazılan kişisel verilerin satış sonrası yaşanan kaygıları önemli sorun olarak karşılaşılmaktadır. Müşteri satın aldıktan sonra RFID etiketler üründen ayrılmaz yada etkisizleştirilmezse müşterinin satın almış olduğu ürünler RF sinyaller ile kontrol edilebilmektedir.

Bilgilerin yersiz kullanılması, yetki sahibi olmayan kişilerin erişimi, müşterilerin alış-veriş eğilimi hakkında müşteriden habersiz üçüncü kişilere verilmesi ve sonucunda müşterilerin hareketlerinin takip edilmesi oluşabilecek sorunlara örnek teşkil etmektedir.

2003 yılında İngilterenin tanınmış insan hakları ve kişisel özgürlük organizasyonu olan Liberty, RFID uygulamalarını kullanan işletmeleri hedefleyen bir kampanyayı başlatmıştır. Bu kampanya önde gelen üreticilerden bir tanesinin müşterilerin ürünleri raftan ayırdığı ve mağazayı ürün yanındayken terk ettiği anda fotoğraflarının çekilmesi sebebiyle başlatılmıştır. Bununla birlikte 2003 Mart ayında Benetton marka kıyafetlerde kullanmış olduğu RFID etiketleri ile ilgili politikalarını müşterilerin kişisel gizlilikleri hakkındaki konuları göz ardı etmeden tekrar değerlendireceğini açıklamıştır(Jones, Clarke-Hill, Shears, Comfort, Hillier 2004:46-54).

Bağımsız araştırma kurumu olan “Forrester Research” Marks&Spencerin High Wycombeda yer alan mağazasında kıyafetler üzerine uyguladığı RFID denemesini övgü dolu sözlerle anlatmaktadır. Araştırma kurumunun belirlemiş olduğu özellikler etiketlerde görünürlüğün sağlanması; müşteriler tarafından RFID etiketlerin alış-verişin ardından ürünlerden çıkartılmasının talep edilebilmesi;

işletmenin müşteri verilerini saklı tutulmasını talep eden bir diğer işletmeden danışmanlık hizmeti talep etmesidir.

Firmaların gizlilikle alakalı olarak halka ilişkiler kampanyalarına yönelmeleri ve müşteriler hakkında elde ettikleri bilgileri özgürlüklerinin ihlali gereğince kullanmayacaklarını taahhüt etmeleri, etiketlerde bulunan bilgilerin bireyler hakkındaki bilgilerle ilişkilendirilmeyeceği mesajını ısrarla vermesini, gereken şartlarda kanun çıkarılması gerektiğini önermektedir. The National Consumer Council(2004), çıkış noktasında müşterilere etiketlerin pasif hale getirilmesini isteyip istemedikleri hakkında soru sorulmasını veya müşterilere etiketlerin aktif-pasif kalması ile ilgili teşvik verilmesini önermektedir. Civil Liberties ise gruplara göre müşterilere RFID etiketli ürünler hakkında bilgi verilmesi ve hatta alışveriş sonrası etiketlerin pasifleştirilmesi ile ilgili açık olarak bilgilendirilmelerinin gerekliliği üzerinde durmakta olup, bunun yanı sıra ABD’de gizlilik ile ilgili faaliyet gösteren CASPIAN (Consumers Against Supermarket Privacy Invasion and Numbering) teknoloji hakkında kamu politikası geliştirmesinin gerekliliği üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bunun yanı sıra CASPIAN RFID projesi ile ilgili dikkat edilmesi gereken 4 konuyu şöyle belirtmektedir. İlk sırada, firmaların müşterilere satın aldıkları ürünlerin üstünde RFID etiketi olması gerektiği konusunda zorlamaması bulunmaktadır. İkinci sırada, bireylerin RFID etiketleriyle, okuyucularını belirleme ve etiketleri pasifleştirmesi ile ilgili kısıtlarının olmaması gerektiği bulunmaktadır. Üçüncü sırada, RFID teknolojisinin giysiler, tüketicilerin kullandığı ürünler veya diğer ürünler vasıtasıyla insanların izlenmesinde kullanılmaması gerektiği bulunmaktadır. Son sırada, RFID teknolojisinin hiçbir zaman özgürlüğü kısıtlamada veya kaldırmada kullanılmaması gerektiği bulunmaktadır(Jones, Clarke-Hill, Hillier, Shears, Comfort, 2004:46-54).

RFID uygulamaları neticesinde elde edilen verilerdeki artış ve işletmelerin artışı sağlanan verileri uygun şekilde kullanma zorunluluğu dikkat edilmesi gerekli bir diğer önemli noktadır. RFID uygulamalarından sağlanan verilerin kurum bünyesinde kullanılmakta olan diğer bilgi sistemlerine entegre edilmesi gereklidir. (Örnek: Muhasebe kayıtları). Bununla birlikte bazı perakendecilerin mevcut verilerini bile daha az kullanabildikleri belirtilmektedir.

RFID uygulamalarını işletmenin süreçlerine entegre olması karışık ve maliyetli bir iştir. Bununla birlikte RFID uygulamalarının işletme bünyesindeki sistemler ile entegre olduğu zaman gerçek faydanın sağlanabileceği belirtilmektedir. RFID uygulamalarına yapılmış olan yatırımın işletmenin kendi süreçleriyle olan entegrasyon sayesinde maliyetleri azallarak karlılık oranlarını artırabileceğini belirtmektedir(Chau, 2004).

3.3.1. Uygulamada Yüksek Maliyet

RFID uygulamalarının en temel sayılabilecek dezavantajı uygulamanın maliyet açısından yüksek olmasındandır. Genelde RFID sistemlerine entegre olmak amacıyla gereken ilk yatırım maliyeti, diğer teknolojilerle kıyaslandığında yüksek olarak kabul görmektedir. Bu tür teknoloji tabanlı uygulamaların sürdürülür olması, yüksek maliyetli olmasını da beraberinde getirmektedir.

Bu durumda KOBİ'lerin RFID sistemlerini hakkında alacakları yatırım kararına maliyet yüksekliğinden dolayı benimseme konusunda problem yaşadıkları manasına gelmektedir. RFID sistemlerine geçişin ardından yatırımın geri dönüş noktasına(ROI) ulaşmaları zaman almakta ve işletmenin büyüklüğünün yanında tercih ettikleri RF etiket kategorisine bağlıdır. Değerli ürünler takip etmek amacıyla iyi bir seçenek olsada bu durum fiyatı düşük ürünler açısından söz konusu olmamaktadır.

3.3.2. Başabaş Noktasına Ulaşmanın Zaman Alması

RFID teknolojisi işletmeler tarafından kabul gördüğünde, kullanım alanı sadece paletlerden oluşmaktaydı. Müşteri isteklerine göre depodan sevk sağlanmadan hemen önce etiketlenmekteydi. Nihayetinde RFID uygulamaları çok sınırlı alanda kullanılmakta olduğundan yatırımın getirisi işletmelere çok dikkat çekici avantajlar sağlamadı.

Toplam maliyetin toplam kazanca eşit olduğu nokta Başabaş Noktası olarak tanımlanmaktadır. Bir işletmenin yeni bir yatırım kararı alması amacıyla fizibilite ve

uzun vadede yatırımın dönüşü hesaplanırken, bu yatırımın muhtemel başarısının değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır.

RFID etiket maliyetleri, ilk aşamadaki maliyetler ve teknolojiye geçişin ardından işletme bünyesindeki diğer ek maliyetlerinde dahil olduğu RFID sistemlerinin uygulanması, yıllar bazında artış gösterebilen maliyetler ise teknolojinin diğer görülen olumsuzluklarıdır. 2004 yıllarında ARC Advisory Group tarafından yapılan ankete göre, iştirakçi işletmelerin bir çoğu RFID uygulamalarına geçişten sonra yatırımları olumlu beklemediklerini vurgulamışlardır(Tajima, 2007).

Sonuçta yeni bir teknolojik yatırım beraberinde fazladan maliyet getireceğinden geri dönüşü risk doğuracak ve endişe oluşturacaktır.

3.3.3. Teknik Riskler

Çağımızda yaşanan teknolojik yeniliklerle birlikte yeni bir teknolojiyi kabul etmek genel olarak güven sağlama açısından riskli bir karardır. RFID Uygulamalarına gelince, üst seviyede teknoloji bazlı bir yapı gerektirdiğinden başlangıç itibariyle güvenilmesi güç performans sorunlarıyla karşılaşmıştır. Bazı pilot sayılabilecek projelerin sıkıntılı veya bozulmuş etiketleri, hatalı okuma ve veri transferindeki sorunlarından kaynaklı hata yüzdeleri %20-%50 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Oldukça yüksek sayılan bu oranlar dolayısıyla işletmelerin düşük güvenilirlik oranları bulunmakta ve endişe taşımaktadırlar(Tajima, 2007).

Bu tür teknik problemlerin sık yaşanması sebebiyle akademik alanda dahil olmak üzere RFID uygulamaları üzerinde bir çok araştırma yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Bu çalışmaların bir çoğu olumlu sonuçlanmış olup RFID uygulamaların geliştirilmesinde çok önemli rol oynamışlardır. Ancak, RFID Uygulamalarının yaygınlaşmasıyla yeni sorunlar ortaya çıkmaya başlamış olup bunlar; etiketlerin artması, okuyucuların sayısındaki değişim ve anten sayısındaki artıştan dolayı parazit oluşması ve sinyal kalitesinin azalması gibi problemlere neden olmaktadır. Bunun yanında, kablosuz iletişim cihazlarının çeşitliliği ve yaygınlaşan kullanımı RFID uygulamaları açısından karışıklığa sebep olması muhtemeldir. Sonuçta RFID uygulamalarındaki teknik riskler, günümüz ihtiyaçları çerçevesinde

geliştirilmeli gereksinimlerin ortadan kaldırılması ve diğer entegre sistemlere ile birlikte uyumlu olması gereklidir.

3.3.4. RFID Standartlarındaki Uyumsuzluk

Bir işletme RFID teknolojilerini uygulama aşamasına geçirmek için, ön şart olarak bütün TZ paydaşlarının da teknolojisini kullanan olması ve entegre olmasının faydası büyüktür. Paydaşlar tarafından kullanılmakta olan RFID Standartları açısından TZ süreçleri aşamaları boyunca yaygınlaşmasının avantajları bakımından farkındalık yaratmalıdır. Ancak, her firmanın kullanmış olduğu frekans aralığı diğerlerine göre farklılık göstereceğinden mamül yada yarı-mamülün TZ aşamaları boyunca takip edilmesi garanti edilemeyecektir. Bu frekans uyumsuzluğu tarzında ekipman farklılıklarıyla da karşılaşmakta ve bu husus yatırım kararlarını negatif etkilemektedir. Bunun sonucunda ise sonuç maliyetlerdeki artışlar olacaktır.

3.3.5. Özel Malzemeler Gereksinimi

Bilindiği üzere RFID uygulamalarında kullanılan elemanlar elektromanyetik cihazlar olarak bilinmektedir. Bu sebeple, bilgi transferi amacıyla uygun frekansın seçilmesi diğer bir cihazdan alınacak sinyalin eşleştirilebilecek ve RF etiketlerinin monte-demonte malzeme olması gibi özelliklerin olması gerekmektedir. Örnek olarak metal paketler yada sıvı içerikli ürün paketleri RFID sistem okuyucuları sayesinde geçerli iletişimi gerçekleştirmek amacıyla gerekli teknolojik donanımı barındıran etiket türleri kullanılmasını gerektirir.

3.3.6. Alternatif Teknolojilerin Verimliliği

RFID uygulamalarının bir başka önemli dezavantajı, hâlihazırda kullanılmakta olan teknolojik uygulamaların mevcut haliyle işletmelerin ihtiyaçlarını karşılamada yeterli ve verimli olduğu düşünülmektedir. Barkod uygulamaları halen kullanılmakta olan teknolojiler arasında en baskın ve öne çıkanlardan birisidir. Maliyet açısından ucuz ve uygulanabilirliği de oldukça basittir. Yaygın ve güncelliği

olan bir bilgi sistemleri teknolojisidir. İşletmeler açısından fazladan maliyete gerek duymadan ve çok geniş değişiklik yapmaya gerek kalmadan, çok daha düşük maliyetle bu uygulamaları desteklemek amaçlı kullanan teknolojilerdir. Özellikle KOBİ'lerin tercihlerine bakıldığında maliyet çok önemli bir faktör olarak önümüze çıkmaktadır. RFID teknolojileri ise bütün bu sistemlere nazaran etkin olmayan çözüm tarzı gibi algılanmaktadır.

3.3.7. Kurulum ve Uygulanmasında Zorluklar

Barkod sistemlerinin kuruluş ve hazırlık aşamaları barkod okuyucu cihaz ile ürünün okuyucunun arasında doğru hareketi ve doğru geçiş hızını kontrol eden kişiyle bağlantılıdır. RFID uygulamaları incelendiğinde; kullanılacak süreçlerin detaylı şekilde test yapılması, kullanılacak malzemelerin incelenmesi, elemanların incelenmesi, ürünlerin etiketinin olması ve genelde de pilot bir uygulamayla sağlanır. Bu süreç içerisinde RFID etiket kırılır ise sistem içerisindeki veriler kurtarılmayacak şekilde zarar görebilirken barkod etiketleri okunacak şekilde işlevine devam edebilmektedir. Bunun yanında İşlevsellik açısından RFID etiketler barkod etiketlerden daha güvenilir olmaktadır.

3.3.8. Gizlilik Endişeleri

RFID uygulamaları hususunda bir diğer önemli konu gizlilik endişesi ve verilerin güvenliğini sağlayamama düşüncesi olmaktadır. Müşteri ve mağaza arasında kalmasını gerektiren bazı verilerin ifşaa edilebilmesi ile karşılaşılabilir. Bu nedenlerden ötürü bazı tüketici dernekleri, RFID uygulamalarının kullanımı karşıtı olarak muhalefet oluşturtur. Tüketici derneklerinin en önemli kaygısı müşterilerin kişisel bilgileriyle RFID etiketler üzerinde yazılmış veriler arasında olan bağlantıyı müşteriden onay almadan bilgisi dışında kullanabilmesidir. Gizlilik problemleri açısından çözülmesi gereken hukuki mevzuatın bu teknolojik şartlara uyarlanması ve bunun yanında insanların bu konuda bilinçlendirilmesidir.

3.4. VERİ GÜVENLİĞİ VE RFID SİSTEMİ

Bir otomatik tanımlama sistemi olan RFID sistemleri, etiket eklenmiş nesneleri RF teknolojisi sayesinde otomatik algılamaya yarayan bir uygulamadır. RFID uygulamalarının bir çok nesneye eklenmiş olan etiketleri eş zamanlı algılayabilmekte, dış etkenlerin (sıcaklık, nem ,toz vs.) sisteme algılama ve bilgi transferi özelliklerine negatif yönde engel oluşturmamakta, RFID etiketlerin bilgi kapasitesi bakımından geniş olması, algılama veya veri transfer özelliğinin gerçekleşmesi için sistem fiilen görme mesafesinin içerisinde bulunma zorunluluğunun olmaması, bir diğer manada RFID etiketin okuyucunun oluşturmuş olduğu elektromanyetik alan içerisinde olmamasının algılama ve veri transferi açısından herhangi bir problem teşkil etmemesi, geliştirilen güvenlik önlemleri sayesinde taklit ve tanımlanmasının zor olması, algılama ve veri transfer mesafesi açısından daha uzun mesafelere hitap edebilmesi, RFID uygulamalarının pratikte yaygınlaşmış olması kullanılmakta olan diğer bir otomatik tanımlama sistemi olan barkod uygulamalarına göre üstün özellikleridir(Strassner, 2005). Bütün bu avantajlara karşın bazı işletmeler etiket bulunan ürünlerin uygulamanın bilgi güvenliğini tehlikeye attığı hakkında birtakım riskler barındırdığı düşüncesine sahip olması sebebiyle RFID uygulamalarının tercih edilmesi ile ilgili çekinceler doğurmaktadır.

Günümüzde değerli hale gelen veri güvenliğinin RFID uygulamalarına adapte edilmesi veya mevcut güvenlik önemlerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Güvenlik önlemleri açısından geliştirilmeye açık olan sistem, yapılacak çalışmalar sonuç bulduğu takdirde çok ciddi bir şekilde tercih sebebi olacaktır.

3.4.1. Veri Güvenliği

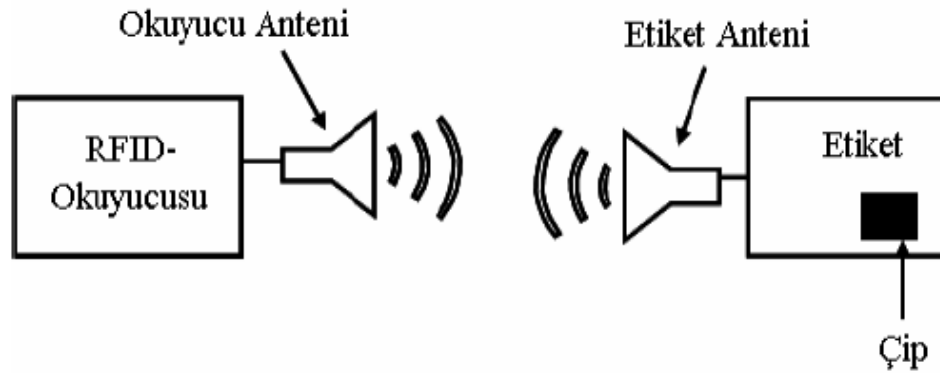
Bilgi güvenliğinin kapsamı verilerin kötü niyetli kullanılmasını, bilgiye yetki sahibi olmayanlar tarafından erişilmesini, veri tahribatı meydana gelmesinin önlenmesini, bilgi kaybının önüne geçilmesini, veri taklidinin engellenmesini, bilginin yok edilmesinin önlenmesine ilişkin tüm teknik ve organizasyonel manada çok ciddi önlemlerin alınması anlaşılmaktadır.

Veri güvenliği: taklitlerin önüne geçilmesi, işletme sırlarının ve geliştirdikleri stratejilerin açığa çıkmasını engelleme gibi önemli konulara bağlı olması sebebiyle günümüz pazar şartlarında tercih sebebi olarak işletmelerin kararlarına etkilemektedir.

3.4.2. RFID Sistem Güvenliği

RFID Etiketler bünyesine bilgi güvenliği çipleri, çevresel şartlardan sağlanan verileri (sıcaklık, nem vs.) kayıt altına almak amaçlı sensörler, etiket üzerinde depolanan bilgiye erişimi kolaylaştıran bir sistem eklenebilir(Karygiannis, Eydt, Barber, Bunn, & Phillips, 2007).

Veri toplanmak istenen bölgeye yada alana sahip olunan teknolojik imkanlara göre yerleştirilen anten ve okuyucudan veya yazıcıdan oluşmaktadır. Okuyucu oluşturmuş olduğu elektromanyetik alan içerisinde olan etiketleri RF sinyalleri sayesinde algılar, uygulama yöneticisinden aldığı komutları ve bilgileri kodlama yaparak RF dalgaya dönüştürerek ve etikete yollar, etiketten RF dalgaları şeklinde algıladığı verileri uygulama yöneticisi tarafından değerlendirilmek amacıyla dijital veriye dönüştürerek veri tabanına iletir.

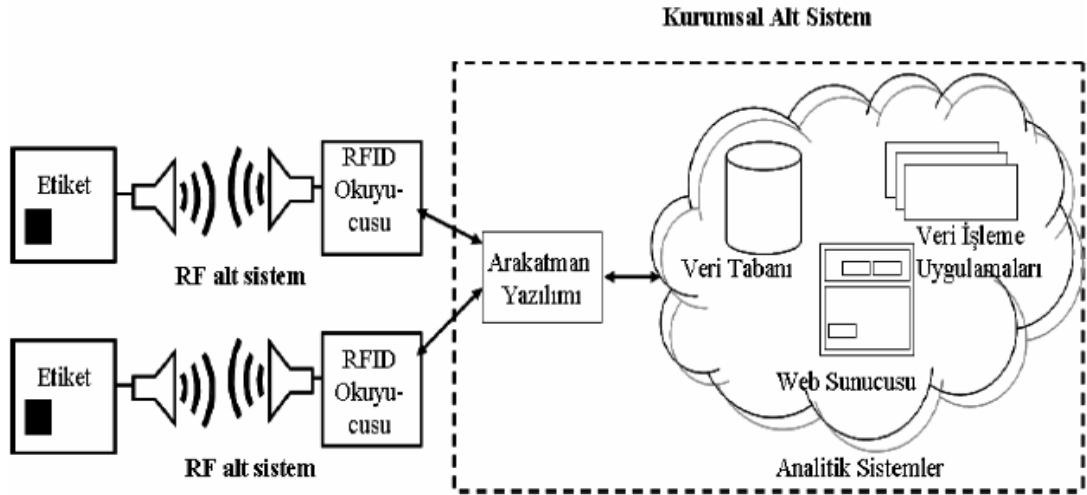


Şekil 3.2. RF alt sistemi (Karygiannis et al., 2007)

Kurumsal alt sistem: Uygulama sayesinde sağlanan verileri işletme süreçleri açısından işlenebilir duruma dönüştürmek amacıyla depolayan, istenen parametreler üzerinden analiz edebilmesine imkan veren özel yazılım barındıran bir sistemler bütünüdür. 3 ana bileşeni vardır:

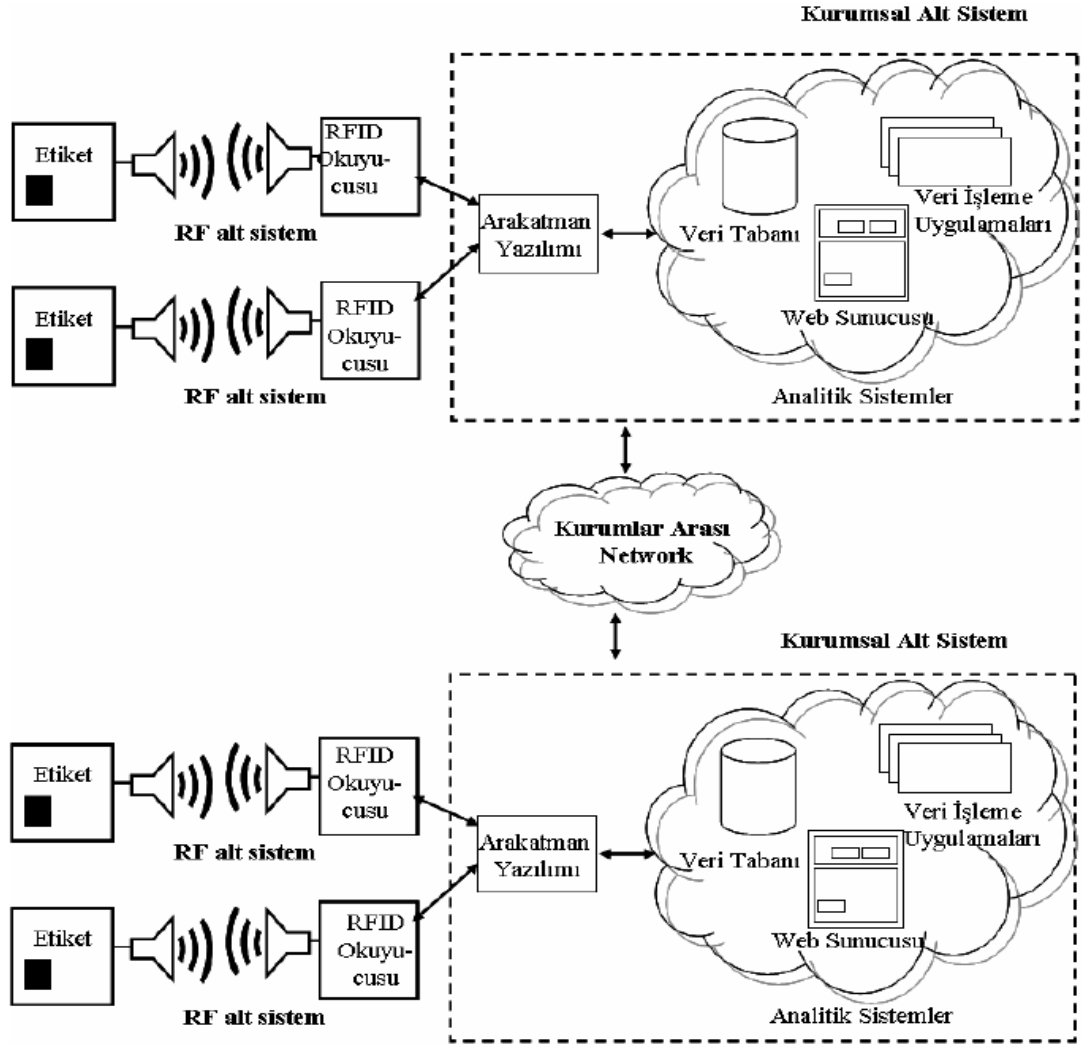
- Analitik sistemler,
- Ara katman yazılımları,
- Ağ servisleri.

Ara katman yazılımları okuyucu ile işletmenin kullanmış olduğu uygulama arasında bağlantı oluşturan yazılımlardır. Bu yazılım sayesinde okuyuculardan sağlanan veriler istenilen şekilde filtrelenir, ortaya çıkan veri grupları bağlı olan veri tabanına gönderilir. Bunun yanında yazılımın diğer bir görevi de RFID sistem elemanlarını denetlemektir. Alt sistem işletme süreçlerinin istenilen aşamalarında değerlendirilmek amacıyla seçilmiş veriyi işler ve depolar. Ağ(network) oluşturulması amacıyla hizmetler kurumsal alt sistemi oluşturan bileşenler arasındaki ve kurumsal RF uygulaması ile olan iletişimi sağlamak amacıyla kullanılır(Karygiannis et al., 2007).



Sekil 3.3: Kurumsal alt sistem (Karygiannis et al., 2007)

İşletmelerin diğer işletmeler arasında alt sistemleri TZY uygulamalarındaki gibi bilgilerin işletmeler arası paylaşımının gerektiği durumlarda ilgili kurumsal sistemlerinin arasında iletişimi ve gerekli bilgiyi sağlayan sistemdir(Karygiannis et al., 2007).



Şekil 3.4: Kurumlar arası alt sistemin mimarisi(Karygiannis et al., 2007)

Bütün RFID sistemlerde RF alt sistem bulunmaktadır. Bunun yanında birçoğu kurumsal bir alt sistem de bulunmaktadır. Genelde RFID sistemler kurumlar arası bir alt sistem barındırmazlar. Fakat gerek görüldüğünde (Örnek: TZY içerisinde ürünlerin izlenebilmesi amacıyla RF sistem kullanılabilir) RFID uygulamasına bir parça olabilmektedirler(Karygiannis et al., 2007).

3.4.3. RFID Uygulamalarında Bilgi Güvenliğine Tehdit Saldırıları

RFID sistemlerde bilgi güvenliği tehditi olan bazı saldırı çeşitleri aşağıda verilmiştir:

• **Bilgi Tahribi:** Bilgi tahribi etiketin tanımlanmasının etiketin barındırdığı verilerin erişim yetkisi bulunmayan bir şahıs tarafından tahrip edilmesi veya değişime uğratması manasındadır.

• **Etiket taklitleri:** Etiket taklit edilirse saldırıyı yapan etiketin güvenlik verilerine (Kodu, şifresi vs.) sahip olur ve kopyalar(Stadlober, 2005).

• **Ağ frekansını bozma:** Etiket okuyucu ile bağlantı kurduğu frekansı bozmak RF ara yüzünü kullanarak veri transferinin engellenmesi demektir(Stadlober, 2005).

• **Elektronik karıştırma:** RF sistemlerin kullanmış olduğu frekansı karıştırmak ve bunun yanında yetkisiz şekilde veri tabanına girerek verilerle oynamak olarak tanımlanabilir.

• **RFID sistemlerini etkileyen kötü niyetli yazılımlar:** Günümüz şartlarında bir çok işlemler elektronik yapılmaktadır. Dolayısıyla bir takım kötü niyetli insanlarda çıkar sağlama amaçlı kötü yazılımlar geliştirmek suretiyle zarar vermeyi amaçlamaktadır.

• **Algılayıcıyı bloke etme amaçlı bilgileri taklit etme:** Okuyucu gönderdiği sinyale birden fazla etiketin eş zamanlı sinyal yollaması sinyalleri karıştırmaya ve iletişimi bozmaya sebep olur. Bu olay literatürde sinyal karıştırma yada çarpıştırma(collision) olarak adlandırılır. Yaşanan bu çarpışmayı engellemek amacıyla çarpımayı önleyici (anti-collision) sistemler kullanılır.

• **Yetkisiz okuma:** Yetkisiz okuma RFID etiketleri okumaya yetkili olmayan şahısların etiketlere ulaşarak taşıdığı verileri elde etmesi ve kötü amaçlı kullanması anlaşılmaktadır.

• **Kopya etiket ile okuyucuyu bloke etme:** RFID etiketler sistem üzerinde bilgi taşıyan unsurlardır. Bilgi doğruluğunu kaybettiği ya da doğru amaçla kullanılmadığı takdirde sisteme ciddi zararlar verecektir.

• **Etiket tahrip ederek çalışmaz hale getirme:** RFID Etiketleri görevini yapamaz hale getirilerek fiziksel manada tahrip edilmesi veya yetki sahibi olmayan şahıslarca “kill” komutu ile kullanılamaz duruma getirilmesidir.

• **Etiketleri üründen ayırma:** RFID Etiketlerin monte edildikleri üründen ayrılarak yok edilmesi yada farklı bilgileri taşıyan diğer bir ürün üzerine eklenmesi bilgi güvenliğine zarar vermesidir(Stadlober, 2005).

• **Ağ içerisinde yetkisiz iletişim:** RF sistemlerinin iletişimi mevcut kullanılan ağ sayesinde yapılmaktadır. Bu iletişimi yapılan yetkisiz ve kötü niyetli giriş süreç akışını yanlış yönlendirebilecektir.

• **Ağ yetkisiz girerek izlem yapma:** Sistem içerisine kötü niyetli olarak yapılacak izinsiz giriş tüm düzeni bozabilecek yada bilgi hırsızlığına sebep olacaktır.

3.4.4. Güvenlik Önlemleri

Yukarıda belirtilen saldırıların engellemesi veya bu saldırıların etkilerinin azaltılması amacıyla geliştirilen önlemlerden bazıları:

- Gönderilen bilginin şifrelenmesi
- Etiket üzerine yazılan verilerin kodlanması
- Yabancı sinyali bozmaya yarayan sistem kullanılması
- Korumacı sistem kullanma
- “Lock” komutunun kullanılması
- Frekans değiştirebilme sistemlerinin aktivasyonu
- “Kill” komutunu kullanma
- Sadece kodlanmış sinyali aldığında etkinleşme

- Kimliği doğrulama yöntemleri kullanılması
- Kod gizleme kullanılması
- Çıkarılması istenmeyen çıkarıldığında tekrar kullanılamayan etiket kullanılması
- Yanıltma amaçlı takma isim kullanılması
- Tarayıcı kullanılması
- Yeniden kodlandırabilme kabiliyeti
- Standart önlemler

Yetkili kişiyi doğrulama; verilere erişilmesi sadece güvenli bir doğrulama yöntemi sayesinde mümkün olabilmektedir. Etiketin doğrulaması, okuyucunun doğrulaması veya yetkisiz okuma, veri tahribatı, “kill” komutunun kötü amaçlı kullanılmasını önleyebilmektedir(Stadlober, 2005). Etiket kodlamada kullanılan anahtar etiketi kendisinin kimlik doğrulamasını ispat ettiği zaman ve okuyucunun etiket ile iletişiminin anahtarı olarak kabul edilmektedir. Okuyucu etikete yolladığı geliş güzel rakamı şifreleyerek ortak anahtar olarak kullanır. Yapılan şifreleme yöntemi sayesinde etiketin gönderdiği şifreleme eşleşmesi ile etiketin ilgili RFID sisteme ait olduğu anlaşılmaktadır.

Okuyucu yalnızca yetki sahibi etiketten yollanan verileri doğru kabul eder. Bu yöntemin kullanılması ile etiketin doğrulanabilmesi için etiket kriptolama fonksiyonunu yapabilmesi gerekir.

Bilgi güvenliğinin sağlanması amacıyla birtakım standart sayılabilen önlemler öngörülebilmektedir. Bu yöntemlere örnek Garfinkel’in “RFID Bill of Rights” isimli bildirisi. Bu bildiriye göre RFID etiketi barındıran nesneleri satın alan müşterilerin aşağıda verilen haklara sahip olmaları gereklidir(Korkmaz& Ustundağ, 2007).:

- Müşteriler satın alacağı bir ürünün RFID etiket sahibi olup olmadığını bilme hakkı vardır.
- RFID etiket barındıran bir ürün satın alan müşteri etiketin etkisiz hale gelmesini ve etiketin ürün üzerinden ayrılmasını talep etme hakkı vardır.
- Müşteri almış olduğu üründe bulunan RF etiketlerin ne amaçlı, ne zaman, nerede okuma işlemi yapıldığı hakkında bilgi alma hakkı vardır.

- Müşteri satın aldığı ürün etiketinin barındırdığı verileri her şartta bilme hakkı vardır.
- Müşteri RFID etiketi olmayan ürün talep etsede ve ya “kill” komutu kullanımı sayesinde etiket kullanılmaz hale gelsede de ürün ile ilgili haklarını (İade, tamir vs) kaybetmemesi sağlanmalıdır.

3.4.5. Güvenlik Önlemi Seçimi

Yukarıda verilen bilgiler yapılan kötü niyetli saldırıları engellemek amacıyla birkaç yöntem bulunmaktadır. Sistem yöneticisi sistem içerisinde kullanılan etiketin kriptolojik işlemleri yapabilme kapasitesini, değerlendirilen operasyon zamanını, kullanılan yöntemin dezavantajlarını, fazladan getireceği ek maliyetleri de göz önüne alarak işletmesi faydasına en etkin yöntemi tespit ederek uygulama safhasına geçirilmelidir.

Veri depolama alanı az olan ve ucuz olarak sayılan RFID etiketler düşük maliyetli RF etiketler olarak isimlendirilir(Weis,2007). Bu tip etiketlerde karışık kriptolama fonksiyonunun kullanılmasını gerekli kılan bu yöntemler kullanılamamaktadır. Fakat maliyeti yüksek olan bünyesinde işlemci barındıran etiketler maliyeti düşük olan etiketlerden fazla hafıza ve güvenliği sağlayan sistemler bulundurulur.

Her iki yönteminde getireceği dezavantajlar çok iyi bilinmeli ve bu dezavantajların farkında olarak yöntem seçilmesinde göz önüne alınmalıdır. Aynı zamanda seçilen yöntemin en önemli belirleyicilerinden birisi de işletmeye getireceği ek maliyettir. Maliyet önemli bir tercih sebebi sayılmakta ve işletmenin kararını etkilemektedir.

RFID sistem bilgi güvenliğine tehdit unsuru olabileceğinin endişesini taşıyan ve RF sistemlerinin kullanımını tasdik etmeyen müşteriler ve işletmeler bulunmaktadır. Etiketli ürünleri tercih eden veya kullanabilme potansiyeline sahip müşteriler RF sistemine yapılacak potansiyel bir saldırının kişisel bilgilerine zarar vereceği endişesini taşımakta olup karşı çıkabilmektedirler. Örnek olarak RFID sistem içerisine bulunan kişisel verilere yetkisiz şahısların erişim sağlayabileceği gibi endişelere sahiptir. Bu gibi endişeler RF etiketi olan ürünleri kullanan tüketicilerin

rahatsız olmalarına sebep olabilmekte ve RFID sistemlerine karşıt görüşler oluşmasına sebep olmaktadır.

Bunun yanında bu sistemi kurma düşüncesi olan işletmeler bilgi güvenliği açısından işletmeye yapılabilecek potansiyel elektronik saldırıları tehdit olarak değerlendirdiğinden RF sistemlerine karar aşamasında çok büyük endişeler taşımaktadırlar.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

RFID SİSTEMİNİN LOJİSTİK SÜREÇLERDE İNCELENMESİNE

YÖNELİK BİR UYGULAMA

Bu bölümde, ulusal ve uluslararası piyasada faaliyetlerde bulunan, sektöründe önde gelen bir firmanın süreçlerinde RFID uygulamalarını kullanımlarının incelenmesine yönelik gerçekleştirilen yapılandırılmış görüşmelere ilişkin süreçlere ve bunun sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Sırasıyla araştırmanın amacından ve öneminden bahsedilecek, araştırmanın örnekleme ve metodolojisine dair bilgiler verilecek ve son olarak çalışma sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilecektir.

4.1. ARAŞTIRMANIN SORUSU

Araştırmanın sorusu, RFID Uygulamalarının kazanım ve engellerinin belirlenmesidir. Araştırmanın amacı ise, ulusal ve uluslararası piyasada faaliyetlerde bulunan üretim yapan işletmelerin, ülkemiz için gelişmekte olan ve bütün dünyada kabul görmüş RFID uygulamalarını kullanımlarına yönelik farkındalıklarını ve tutumlarını tespit etmektir. RFID uygulamalarını benimseyen işletmelerin, kullanımları sonucu elde ettikleri kazanım ve engelleri ortaya çıkarmak; bu sayede bir farkındalık yaratarak RFID uygulamalarının kullanımını arttırmak, kullanmak istemeyen işletmelerin gelecekteki planlarına ışık tutmak araştırmanın amacı içerisinde yer almaktadır.

4.2. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Araştırma kapsamında, Türkiye’de bulunan ve ulusal ve uluslararası sahada kendi alanında öncü olan firmanın genel müdürü, kalite müdürü, bilgi işlem müdürü ve uzmanları ile yüz yüze derinlemesine görüşmeler ve uygulama alanında incelemeler yapılarak veriler toplanmıştır. Lojistik pazar günümüzde tüm dünyada hızla artarak büyümektedir. Ulusal ve uluslararası pazarda üretim yapan işletmelerin büyümelerinin sebepleri arasında öne çıkan nedenlerin başında küreselleşme, değişen

ve çeşitlenen müşteri beklentileri ve teknolojinin hızla gelişmesi gösterilebilir. Sektörde tutunmak isteyen işletmeler pazar taleplerini karşılayacak güce sahip olması da bu gelişmelere ayak uydurabildiği sürece mümkün olmaktadır.

RFID uygulamaları başta bilgi hakimiyeti olmak üzere, veri yönetimine hakim olmak bu sayede etkili bir envanter kontrolü elde etmek isteyen tüm işletmelerin olduğu gibi özellikle üretim yapan firmalarının da teknolojik anlamda kendi bünyesinde ve etkileşim sağladığı diğer paydaşların, iş süreçlerini de daha verimli hale getirmek için kullanabileceği uygulamalardır. RFID uygulamaları tüm paydaşlara tedarik zincirinin her aşamasında önemli katkılar sağlayacaktır. Teknoloji standartlaştıkça, tedarik zinciri yönetiminde küçük veya büyük ölçekli işletmeler tarafından daha çok kullanılacaktır. Amaç insan kaynaklı idari hataların, barkod tarama sırasındaki işçilik kayıplarının, şirket içi hırsızlığın, sevkiyat hatalarının ve stok düzeylerinin azaltılmasıdır. Günümüzün serbest piyasa ve rekabet ortamında, firmaların, özellikle zaman ve kaynaklardan daha fazla yararlanabilmeleri için ürünlerini, hizmetlerini, iş yapma yöntemlerini sürekli olarak değiştirmeleri, yenilikçi bir yaklaşım benimseyerek farklılaştırmaları gerekmektedir. Otomasyon sistemlerini veri toplama ve yönetim teknolojileri işletmelerin ya da kurumların uygulamalarını geliştirmelerinde, iş süreçlerini planlamalarında ve yönetmelerinde her zaman bir ihtiyaç olmuştur. Son yıllarda Dünyada kullanımı oldukça önemli düzeylerde artış gösteren RFID teknolojisi günümüz otomatik tanımlama ve veri toplama teknolojilerine göre üstünlükleri, faydaları tartışılmaz bir hal almıştır.

RFID teknolojisi yeni kodlama, depolama ve iletim sistemlerine temel oluşturmakta; bunun yanında firmaların, işletmelerin, kurumların verileri kontrol etmelerinde karşılarına çıkan sorunları ya da bilgi eksikliği nedeni ile oluşan problemleri çözmede yardımcı olmaktadır. RFID sistemleri, kendisi dinamik veri olarak en etkin basım/depolama/iletim-ilişkili otomatik nesne tanımlama teknolojileri olma yönünde hızla ilerlemektedir.

Tüm bu bahsedilenlerden yola çıkılarak araştırmanın önemi; hem Türkçe literatüre RFID uygulamaları ile ilgili yeni bir çalışma kazandırması, bunun yanında işletmelerin RFID karar ve adaptasyon sürecini hakkında fikir sahibi olması ve sahip olduğu potansiyelin etkin olarak kullanmaya biraz daha özen göstermesi hususunda

adapte etmek, ülkemiz lojistik sektörünün yenilikçi yaklaşımlara adapte olması ve farkındalık yaratma amacıyla yapılmış bir çalışmayı ortaya koymasıştır.

4.3. ÖRNEK OLAY YÖNTEMİ

Araştırmada kendi sektöründe lider işletmelerden olan yatak üreticisi bir firma örnek olay için seçilmiştir. Bu firmanın seçilmesinin nedenleri, araştırmacı için ulaşılabilir olmaları ve çalışma için gerekli olan örnekleme sahip olmalarıdır.

Haziran 2016 itibarı ile Türkiye’de RFID uygulamasını etkin bir şekilde kullanan ve sektörünün önemli isimlerinden biri olan firmada yüz yüze görüşme yöntemi ile veri toplanmıştır.

Araştırmanın ana konusu üretim yapan işletmelerde RFID uygulamasının bir süreç üzerinde değerlendirilmesidir. RFID uygulamaları, bir çok alanda faaliyet gösteren üretim yapan işletmelerde kullanılmaktadır. RFID uygulamalarının süreç çalışması açısından değerlendirildiği bu çalışmada, üretim yapan işletmelerde daha verimli ve entegre bir veri tabanı oluşturabilmesi amacıyla RFID uygulamalarını kullanan ve sürecine entegre eden işletme belirlenmiştir.

Yapılan görüşme sonucu, yönetici pozisyonunda olan tamamen uzman kişilerin sektör bilgisinden faydalanan niteliksel keşfedici araştırma yöntemi kullanılmıştır. Süreç çalışmasına katılabilecek kriterler göz önüne alınarak belirlenmiştir:

- Görüşme yapılacak işletmenin herhangi bir sürecinde RFID uygulamalarını kullanması,
- Katılımcı işletmenin yönetici pozisyonundaki personelinin üretim sektöründe tecrübe kazanmış ve kariyer yapmış çalışan olması,
- Görüşme sağlanan yönetici pozisyonundaki personelinin RFID uygulamaları konusunda bilgi sahibi olması ve işletme ilgili süreçlerine entegrasi aşamalarını çok iyi bilmesi zorunluluğu,
- Görüşmelerin, katılımcıların uygun olduğu zaman diliminde ve kendi belirledikleri yerde yapılması zorunluluğu,
- Katılımcıların kendilerine yöneltilen sorulara yeterince açıklayıcı cevaplar verebilme yeteneğinin bulunması.

4.4. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ

4.4.1. Literatür Taraması

Öncelikle literatürde RFID sistemlerinin tedarik zincirindeki etkilerini araştıran nicel çalışmaların çoğunlukla envanter yönetimine odaklandığı görülmektedir. Kayıtlı stok ve gerçek stok arasındaki farkın tedarik zinciri performansı üzerindeki etkilerini inceleyen pek çok çalışma yapılmış ve sonuç olarak RFID sistemler ile sağlanan faydalar vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra bir takım çalışmalarda ise RFID sistemlerinin maliyet ve fayda analizleri önümüze çıkmaktadır.

Üretici ve perakendecilerden meydana gelen tedarik zinciri aşamasında hataların saptanmasında RFID sistemlerinin kullanılması merkez odaklı ve merkez odaklı olmayan zincir yapıları açısından önemli olmaktadır(Rekik, Sahin, & Dallery, 2008).

Otomobil montajı yapılan bir fabrikada, montajı biten araçların RFID sistemleri ile desteklenen yükleme-boşaltma sahasına transfer edilmesi ve takip edilmesi süreçleri incelenmiştir(Kim, Avoine, Koeune, Standaert, & Pereira, 2008).

Başka bir çalışma ise Elektronik Ürün Kodu(Elektronic Product Code) uygulamalara sahip RFID uygulamalarının, çok satılan ürünlerin tedarik zincirinin üzerine yansıyan ekonomik etkilerini araştırmıştır. EPC bilgisinin zincirdeki tüm üyeler için paylaşılan ve paylaşılmayan şartlar için, RFID kullanımını sayesinde palet/kutu seviyesi hazır bulunuşluklarını arttırmaktadır(Bottani & Rizzi, 2008).

RFID teknolojisinden maliyette arzulanan tasarruf seviyesinin, uygulandığı zincirin yapısına bağlı şekilde değişim sergilediği, bu değişimlerin perakende firması, dağıtım firması ve üretim firması üzerine yansımalarının, işletme açısından yatırım kararlarının alınmasında oldukça büyük önemi olduğu bilinmektedir. Bütün bu faktörler gözönünde bulundurulursa, RFID sistemlerinin yatırımın tedarik zinciri üzerine yansımalarının, yeni geliştirilen bir modellemeyle ayrıntılı bir incelemeden geçmesinin gerekli olduğu açıktır. Perakende firması, dağıtım firması ve üretim firmasının oluşturduğu tedarik zincirine RFID sistemleri yatırımlarının doğrudan etkileşim içerisinde bulunan maliyet etkenleri belirlenmeli, maliyet değişimlerinden doğan tasarruflar net bir şekilde belirlenmeli ve ürünlerin değerleri, temin süreleri,

talepteki değişkenlik ve bağımsız etkenlerin maliyetler üzerine etkisi araştırılmalıdır(Subirana, Eckes, Herman, Sarma, & Barrett, 2003).

Envanter seviyesinde meydana gelen hataların kaynaklarının, hatalı teslimatın yapılması, çalıntı veya zarara uğramış ve tedarikçiden kaynaklı olabileceği görülmüştür. İşlem hatalarını tanımlarsak, gerçek olmayan bir hareketin, artılış yada eksiliş şeklinde envanter kayıtlarında yer almasına neden olan hatalardır denilebilir. Yanlış yerleşim hataları, gerçek durumda envanterde olan ancak ürünün olması gerekmeyen rafta bulunmasından kaynaklı hatadır. RFID teknolojisi ile ürünün izlenebilir olması bu hataları giderecektir(Üstündag & Tanyas, 2009).

Ürünlerin çalınması ve zarar görmesi kaynaklı yanlış stok bilgisi, kaybedilen satış oranını yükseltecektir. Stok bilgisinde oluşan hataların etkisini azaltmak amacı ile etkin bir envanter kontrolü için RFID sistemlerinin kullanımı şarttır(Kang & Gershwin, 2005).

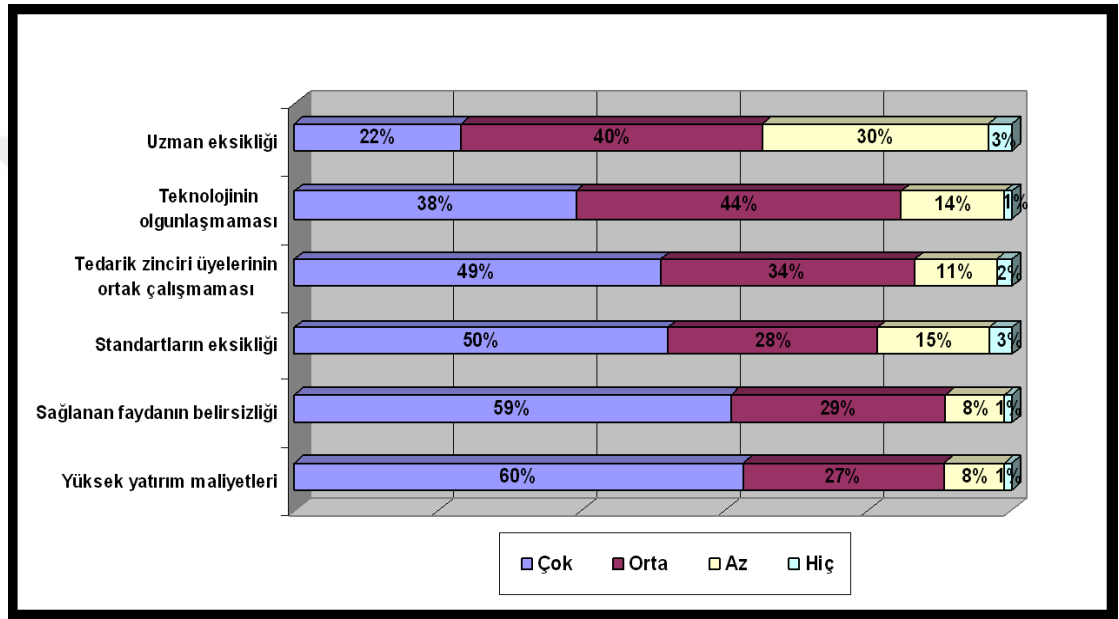
Hatalı envanter kontrolünün bağlı olduğu faktörler; işlemlerin hatalı yapılması, hatalı teslimatın yapılması, çalıntı ve elde kalmış yada zarar görmüş ürünlerin oranıdır diyebiliriz. Kayıtlı ve gerçek zamanlı stok arasında oluşan farklar, elde bulundurmama(stok-out), maddi değer taşımayan performans etkenleri, yitirilmiş satış etkenlerinin maliyetleri de zincir performansını negatif etkileyen durumlardır(Fleisch & Tellkamp, 2005).

İzlenebilirlik ve etkili envanter kontrolü, stok bütünlemesinin eş zamanlı gerçekleştirilebilmesinden elde edilen fayda olarak da tanımlanabilir. Koruma amaçlı önlem olarak müşterilerin taleplerinin doğru bir şekilde izlenmesiyle fire seviyesindeki azalma olarak belirtilmektedir. Bu şekilde envanter denetimi için özel bir zaman beklemeden görülen hataların erkenden düzeltilenebilmesine olanak sağlamaktadır(Lee & Özer, 2007).

Raf ömrü olan mamullerin, envanter kontrol ve yönetimi RFID süreç takibinde anlık izlenebilmekte ve böylece birçok insan kaynaklı hata önlenebilmektedir(Saygin, 2007).

Depolama süreçleri içerisinde ürünlerin takip edilebilirliğini arttırmak istenildiğinde doğru bilgiye erişmek bakımından RFID sistemlerinin fayda-maliyet açısından bakıldığında faydaları küçümsenemeyecek dercede fazladır(Doerr, Gates, & Mutty, 2006).

RFID'ye yatırım yapan işletmeler RFID sistemlerinin kendilerine ait özel bir teknolojisi olduğundan kapalı devre sistemlerini kullanmışlardır. Yani tedarikçisi olan bir şirket bir ürününe bir RFID etiketi yapıştırdı ise bu etiket işletme tarafından okunamamaktaydı. Nedeni ise aynı üretici tarafından üretilmiş RFID elemanlarını kullanmamasıydı. Diğer bir neden ise maliyettir. Tedarik zincirinin açık olduğu bir sistemde etiketlerin az maliyetli olması gerekir. Düşük Maliyet ve uygulamanın sürdürülebilir olması önem arz etmektedir.



Şekil 4.1. RFID Sistem Engelleri(Üstündağ & Tanyas, 2009)

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere karar vermede en fazla göze çarpan Yüksek Yatırım Maliyetleridir. Sağlanan faydanın analiz edilememesi ve standartların eksikliği diğer önemli engellerdendir. Bunun yanında Tedarik Zinciri Üyelerinin standart bir uygulamaya sahip olmaması, teknolojinin tam anlamıyla olgunlaşmaması ve bu konuda çok fazla uzman olmamasıda engeller arasında yer almaktadır(Üstündağ & Tanyas, 2009).

Yapılan bu çalışmada RFID Sistemlerinin avantajları ve dezavantajları incelenmiştir. RFID Sistemlerinin avantajları Tablo 4.1’de verilen kaynaklardan esinlenilmiştir.

Tablo 4.1. RFID Sisteminin Avantajları Kaynak Tablosu.

RFİD SİSTEMİNİN AVANTAJLARI	
1. Gerçek Zamanlı Görünürlük	• (Technical brief, 2006). • (www.checkpoint.com). • (Üstündağ, 2005).
1.1. Hırsızlığı önlemek	• (Garfinkel, Rosenberg, 2005). • (Üstündağ, 2005).
1.2. Yanlış Yerleşim ve Kayıp Ürünleri Engellemek	• (Reid, 2003). • (Üstündağ, 2005).
1.3. Mağazalar Arasındaki Farklılıkları Engellemek	• (D'Hont, 1996). • (Üstündağ, 2005).
2. Stok Tükenmesini Önleme	• (Aküç, 2002). • (Üstündağ, 2005).
3. Fiziksel Ürün Akış Hızının İvmelenmesi	• (Üstündağ, 2005). • (Reid, 2003).
4. Daha Düşük Stok Seviyesi	• (Üstündağ, 2005).
4.1. Sermaye Maliyeti	• (Gençyılmaz, 2002). • (Üstündağ, 2005).
4.2. Depolama Maliyeti	• (Yenersoy, 2005). • (Üstündağ, 2005).
4.3. Envanter Riski Maliyeti	• (Aküç, 2002). • (Üstündağ, 2005).
4.4. Envanter Servis Maliyeti	• (Üstündağ, 2005). • (Yenersoy, 2005).
5. Sahteciliği Önleme	• (Üstündağ, 2005). • (Reid, 2003).
6. İşçilik Maliyetinin Azalması	• (Üstündağ, 2005). • (Reid, 2003).

RFID Sistemlerinin dezavantajları Tablo 4.2’de verilen kaynaklardan esinlenilmiştir.

Tablo 4.2. RFID Sisteminin Dezavantajları Kaynak Tablosu.

RFİD SİSTEMİNİN DEZAVANTAJLARI	
1. Uygulamada Yüksek Maliyet	• (GS1 MobileCom, 2010).
2. Başabaş Noktasına Ulaşmanın Zaman Alması	• (Manhattan Associates Inc., 2003). • (Tajima, 2007).
3. Teknik Riskler	• (Tajima, 2007).
4. RFİD Standartlarındaki Uyumsuzluk	• (Ladas, 2008). • (Chau 2004).
5. Özel Malzemeler Gereksinimi	• (Ladas, 2008).
6. Alternatif Teknolojilerin Verimliliği	• (Tajima, 2007). • (Chau 2004).
7. Kurulum ve Uygulanmasında Zorluklar	• (Ladas, 2008). • (Chau 2004).
8. Gizlilik Endişeleri	• (Tajima, 2007).

4.4.2. Veri Toplama

Üretim yapan işletmelerin RFID uygulamaları ve süreç takibine uygulanmasının değerlendirilmesine dair yapılan araştırmada nitel veri toplama yöntemi benimsenmiş ve yapılandırılmış görüşme yöntemi ile yönetici seviyesinde firma yetkilileriyle yüz yüze derinlemesine görüşmeler yapılmış, bunun yanında firma kaynaklarının incelenerek elde edilen verilerde yorumlanmıştır.

4.4.2.1. Görüşmelerin Uygulanması

Çalışmada, nitel araştırmalarda çok sık kullanılan bir veri toplama yöntemi olan görüşme (mülakat) tekniği uygulanmıştır. Mülakat teknikleri de değişik ölçütlere göre kendi içinde sınıflandırılmıştır: Biçimsel (Yapılandırılmış) Mülakatlar, Yarı-Biçimsel (Yarı Yapılandırılmış) Mülakatlar ve Biçimsel Olmayan (Yapılandırılmamış) Mülakatlardır.

Biçimsel (Yapılandırılmış) mülakatlar daha önceden belirlenmiş standardize soru setlerinden oluşmaktadır ve zaman kaybını önlemesi ve sonuçlarının analizinin daha kolay olması gibi üstün yönleri bulunmaktadır(Gülşen & Özdemir). Tüm bu nedenler göz önünde bulundurularak çalışmada biçimsel (yapılandırılmış) mülakat türü kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilecek görüşmenin, firma yetkililerine kendilerine uygun olan gün, saat ve kendilerinin istediği yerde yapılacağı belirtilmiştir. Ayrıca izin verdikleri takdirde görüşme esnasında ses kaydı alınacağı, uygun görmedikleri takdirde isimlerinin ve şirket bilgilerinin çalışmada açıkça belirtilmeyeceği bildirilmiştir. Bu doğrultuda görüşmeler Haziran 2016 tarihlerinde konuşlu bulunduğu yerde yüz yüze, muhtelif zamanlarda ise elektronik posta yoluyla gerçekleştirilmiştir. Örnek olay incelemesi yapılarak hem firma dokümanlarından yararlanılmış hemde yüzyüze görüşme yöntemi ile uzman ve akademisyenlerin yönlendirmesi sonucu ulaşılan firmayla telefon görüşmeleri ve e-posta yolu vasıtasıyla çalışma hakkında bilgilendirme yapılmış, görüşme yer ve zamanı belirlenmiştir. Yüz yüze görüşme bir iş günü mesai saatlerinde sürmüştür. Görüşmeye başlamadan önce katılımcılara çalışmanın konusu ve amacı hakkında

daha detaylı bilgiler verilerek görüşme konuları hakkında bir elektronik posta gönderilmiş ve bilimsel yayınlarda yer alabileceği ifade edilmiştir.

4.4.3. Araştırmanın Modeli

Araştırma tanımlayıcı araştırma modeli ile gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı araştırmanın amacı bir örgüt, birey, grup, durum veya olgunun düzgün bir portresini çizmektir ve hakkında veri toplanmak istenen olgunun, veri toplanmadan önce düzgün ve detaylı bir şekilde tanımının yapılması büyük önem arz etmektedir (Gülşen & Özdemir).

Buna göre araştırma kapsamında firmanın RFID uygulamalarına dair görüşleri, kullanma ve kullanmama kararları, inovasyon süreci aşamaları incelenmiş ve RFID sistemlerini kullanımlarının sonuçları kapsamlı bir şekilde incelenmeye çalışılmıştır. Ayrıca araştırma sonucu elde edilen bulgular, Başlatma, benimseme, adaptasyon, kabul, rutin, demleme kararını altı aşamada etkileyen faktörler ortaya konmuştur.

4.5. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

4.5.1. Analiz

Çalışma kapsamında işletmenin farklı yönetim seviyelerinde ve üretim departmanında yapılan görüşmelerden elde edilen verilerin analizinin yapılabilmesi amacıyla nitel araştırma yöntemi tercih edilmiştir. Betimsel analizde elde edilen veriler, daha önceden belirlenen başlıklar altında özetlenerek yorumlanır. Buradaki veriler süreç çalışmasında amaçlanan hedeflere göre sınıflandırılabilir gibi, veri toplama aşamalarında elde edilen ön bilgiler ışığında da düzenlenebilir. Bu analiz türünde veri kaynaklarından bazı alıntılar yapmak, çalışmanın güvenilirliği ve sıhhati açısından yararlı olabilmektedir(Gülşen & Özdemir). Bu çalışmada elde edilen veriler amaçlanan süreç çalışmasına baz alınarak sınıflandırılmış ve işletmede yönetici pozisyonunda görev yapan personelin ifadelerine direkt olarak sıkça yer verilmiştir. İşletmeyi temsil eden çeşitli görevlerdeki ve özellikle yönetici

pozisyonadaki kişiler ile yüz yüze derinlemesine mülakatlar yapılmış, görüşme esnasında alınan ses kaydı ve kişisel notlar ile edilen verilerin analizi gerçekleştirilmiştir.

4.5.2. İşletmenin RFID Sistemlerine Geçiş Kararı Engelleri

İşletmelerin geneli RFID Uygulamalarına geçişi oldukça zor bir karar olarak görmektedir. RFID yeni sayılabilecek bir teknoloji olmakla beraber standartları henüz olgunlaşmamıştır. İşletme bunun bilincinde olarak RFID sistemlerine yönelik yatırım kararı almıştır. İşletmenin bu konudaki çekinceleri:

- Uzman personel eksikliği ve eğitim maliyetleri,
- RFID standartlarındaki eksiklikler,
- RFID teknolojisinin olgunlaşmaması,
- Yüksek yatırım maliyetleri,
- İşletme paydaşlarının ve Tedarik Zinciri üyelerinin kullanmaması,
- Başabaş noktasının belirsizliği olmuştur.

İşletme öncelikle yüksek yatırım maliyetleri ile yüzleşmiş ve kendi imkanları ile bazı maliyetleri kendileri çözmüştür. Bu konuda göze çarpan en önemli husus kendi yazılımını kullanmalarıdır. Özellikle üretim bandının izlenebilirliğinin sağlanması ile önemli kazanımlar elde edilmiş ve sağlanan faydanın ölçülebilirliğini adaptasyon aşamasında elde edilmiştir. Hali hazırda Tedarik Zinciri Üyelerinin standart bir uygulamaya sahip olmaması ve bu konuda çok fazla uzman olmaması gibi engellerin varlığı sistemin olgunlaşmasıyla ortadan kalkacağı değerlendirilmektedir.

4.5.3. Demografik Bilgiler

Derinlemesine yüz yüze görüşme yapılan örneklem, üretim yapan işletmede çalışan genel müdür, genel müdür yardımcısı, operasyon müdürleri, teknoloji geliştirme müdürü, bilgi teknolojileri departman müdürü, iş güvenliği uzmanından oluşmaktadır. Tablo 4.3.'de çalışmaya katılan kişilerin, çalıştıkları işletme içindeki pozisyonlarının dağılımı gösterilmektedir. Bu tabloya göre katılımcıların

çoğunluğunu operasyon müdürleri oluştururken, bunu sırasıyla Bilgi Teknoloji müdürü, genel müdür takip etmektedir.

Tablo 4.3. Katılımcı İşletmelerde Görüşülenlerin Görevi

İşletmedeki Görevi	Sayı
Genel Müdür	1
Genel Müdür Yardımcısı	1
Operasyon Müdürü	2
Bilgi Teknolojileri Departman Müdürü	1
İş Güvenliği Uzmanı	1

Katılımcı işletmede görüşülenlerin eğitim durumları incelendiğinde çoğunluğun lisans mezunu oldukları görülmektedir. Tablo 4.4.'deki verilere göre Doktora bir, Y.lisans dört ve lisans mezunu olan bir kişi bulunmaktadır.

Tablo 4.4. Katılımcı İşletmede Görüşülenlerin Eğitim Durumları

Eğitim Durumu	Sayı
Doktora	1
Yüksek Lisans	4
Lisans	1

Görüşmeye katılan işletmeyi temsil eden kişilerin yaş dağılımlarına bakıldığında 1 kişinin 35-40 yaş aralığında, 2 kişinin 40-45 yaş aralığında ve 3 kişinin ise 50-55 yaş aralığında olduğunu görülmekte olup, genel olarak kişiler 35-55 yaş aralığında bulunmaktadır. Görüşülen kişilerin işletmelerdeki görevleri göz önünde bulundurulduğunda, orta yaş diye tabir edilebilecek yaş gruplarına sahip kişilerin çoğunlukta bulunması doğal karşılanabilecek bir durumdur.

Görüşme kapsamında görüşülen kişilerin sektör tecrübelerine bakıldığında ise 1 kişinin 5-10 yıl, 2 kişinin 10-15 yıl, 1 kişinin 15-20 yıl ve 2 kişinin 20-25 yıl tecrübeye sahip olup, genel olarak bakıldığında ise 5 yıllık tecrübeden 25 yıllık tecrübeye sahip katılımcıya kadar geniş bir yapı bulunmaktadır. Bu durum, görüşme esnasında edinilen bilgilerin çeşitliliğini sağlamış ve farklı kuşakların aynı duruma bakış açısını değerlendirme olanağını sunmuştur.

Görüşmenin ana kısıtı, işletme dahilinde veya işbirlikçi işletmelerin genelinden ziyade sadece işletme içerisinde üretim bandında RFID sistem ve

bileşenlerini kullanıyor olmasıdır. Bu nedenle katılımcı işletmenin sahip olduğu RFID veri yönetimi kısıtlıdır.

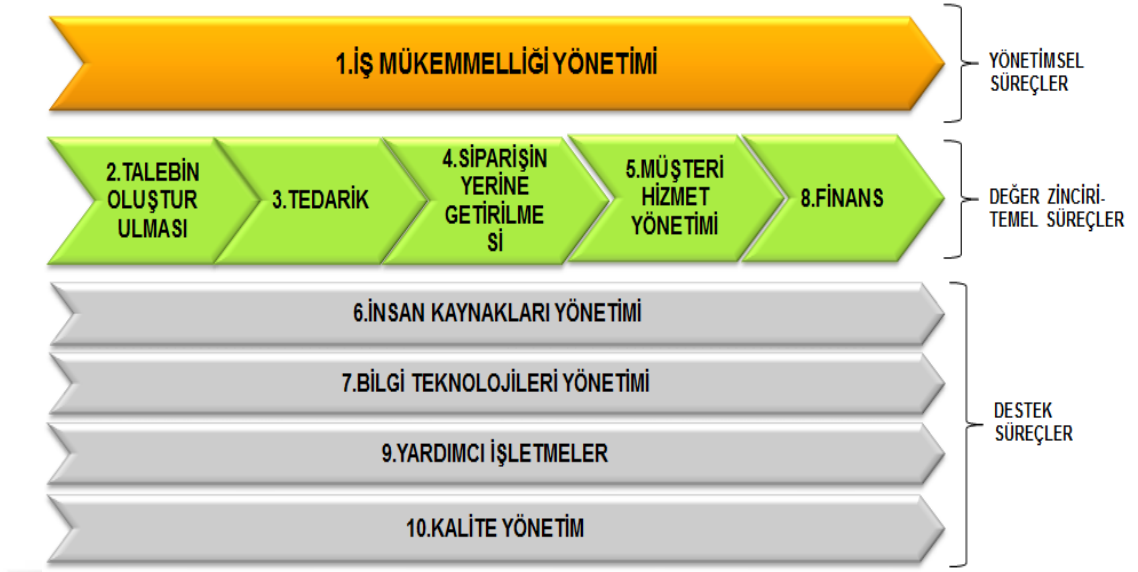
4.5.4. Görüşme Verilerinin Analizi

Katılımcı işletmeyle ve görüşülen kişilere ait verilerin ardından işletmenin uzman ve yönetici seviyesindeki personeline derinlemesine yüz yüze görüşme kapsamında açık uçlu sorular yöneltilmiştir. Çalışmaya destek veren personel ses kaydı alınmasını ve işletmeye ait gizli veriler hariç olmak veri paylaşımını uygun bulmuşlardır. Alınan ses kayıtları ve görüşmeler esnasında alınan notlar ile veriler elde edilmiştir.

Çalışma RFID sistemini kullanan bu işletmenin süreç çalışması açısından değerlendirilerek özellikle üretim sektöründe başgösteren bütün işletmelerin kendi bütçeleri nazarında RFID sistemlerinin kazanım ve engellerini değerlendirme fırsatı bulmaları amacını taşımaktadır.

4.5.5. Çalışma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Üretim sektöründe faaliyet gösteren firmanın faaliyet süreçleri açısından değerlendirildiğinde Yönetimsel süreçler, Temel süreçler ve Destek süreçleri olarak üç bölüme ayırmıştır. Bu bağlamda Temel süreçlere yoğunlaşarak RFID sistemlerini temel süreçlerine entegre etme yolunu seçmiştir. Temel süreçlerini değer zinciri olarak değerlendirerek özellikle performans göstergelerini(KPI) ağırlıklı olarak bu süreç üzerinden belirlemişlerdir. Aşağıdaki Şekil 4.2.'de süreçler ve detayları verilmiştir.



Şekil 4.2. Firmanın Yönetim Süreçleri

Yönetimsel Süreçler: İş mükemmelliği yönetimi üzerinde durulmuştur. Önemli olanın sıfır hata modelinin hedeflendiği bu yöntemde firmanın hata kaynakları analiz edilmiştir. Elde edilen bilgiler analiz edilerek ve kaynağa yoğunlaşarak çözüm bulma çalışmalarına ağırlık verilmiştir.

Temel Süreçler: Arge çalışmaları sonrasında belirlenen hedefler doğrultusunda talebin oluşturulması ile süreç başlamaktadır. Talebe göre ihtiyaçların temin ve tedarik aşamasına geçilerek istenilen kalite hammadde, yarı mamül ve mamülün tedarikçilerden temin edilmesi sonrasında ise müşteriye özel siparişin yerine getirilmesi aşamasıdır. Bu aşamada üretim kişiye ve taleplere özel yapılmaktadır. Bu süreçler her aşamasında RFID sistemi sayesinde izlenebilmektedir. Üretim ve stok sistemi çekme sistemi baz alınarak çalışmaktadır. Ürün ortaya çıktıktan sonra ise müşteri odaklı bir sistem takip edilmektedir. Üretim konseptine göre bazı ürünler ise koşulsuz değişim hizmeti son kullanıcıya sunulmaktadır. Temel süreçlerin son aşaması ise finans yönetimi aşamasıdır. Hata oranının azaltılması doğrusal orantı ile maliyeti etkileyerek daha etkin bir finansal yönetimi sağlayabilmektedirler. Bu aşamaların tamamında doğru veri akışı çok önem arz etmekte olup bu mükemmellikteki veriyi RFID sistemi sayesinde elde edebilmektedirler.

Destek Süreçleri: Çalışanların motivesinin öneminin farkında olan firma insan kaynakları yönetimine eğilmiş durumdadır. İnsan kaynaklı hataları azaltmanın

en etkili yöntemlerinden biri olan çalışanların motivelerinin artırılmasının yapmış oldukları işin kalitesine olan pozitif etkisi şüpheşizdir. RFID sistemleri sayesinde elde edilen bilgilerin etkin kullanılmasıyla hatanın kaynağına erişilebilmektedir. Bunun yanında kullanılan bilgi teknolojilerinin önemide büyüktür. Günümüz teknolojilerinin ve firmanın bütçesinin elverdiği ölçüde teknolojik gelişmelerin firma bünyesinde bulunan bilgi sistemlerine uyarlanması bir çok alanda firma için avantaj sağlayacaktır. Doğru bilgiye en etkin ve kısa süre içerisinde ulaşılabilmesi ile hata müdahale zamanı başta olmak üzere sonuçları firma için daha zararlı olmadan müdahale etme imkanı maliyetler ve kalite açısından pozitif etki sağlayacaktır. Firma açısından kendi sistemlerinin önemli olduğu kadar tedarikçilerinin ve paydaşlarının aynı sisteme entegre olması önemlidir. Hammadde, yarı mamül ve mamülerinin maliyetlerinde olan gerek kalite gerekse fiyatlarında olan iyileşme aynı oranda firmanın maliyetlerini azaltarak avantaj sağlayacaktır. Ancak firma bu bağlamda paydaşları ve tedarikçiler ile entegre bir RFID sistemi kullanmamakta, etiketleme ve izlemlerini tamamen kendi bünyesinde takip etmektedir. Günümüzde rekabetçi piyasa koşulları göz önüne alındığında işletmelerin pazarda tutunabilmesi kalite ve fiyat dengesine bağlıdır. Fiyatın uygunluğu kalitenin iyiliğı ile bütünleşirse firma açısından Pazar payı büyüyecektir. Kalite yönetiminin önemi ise bu açıdan çok gereklidir.

4.5.5.1 Süreçlerin Üretim Bölümlerine Etkisi

Firmanın odaklanmış olduğu Yönetimsel, Temel ve Destek süreçlerin ürün açısından değerlendirmesi Şekil 4.3.'de verilmiştir. Bu süreçler incelendiğinde firmanın özel ürünlerin üretim aşamalarında RFID sistemlerini kullanmaktadır. Bu üç yönetim süreci üretime doğrudan etki eden faktörler ve ürünlerin üretim süreçlerinin bir çok aşamasında RFID sistemleri doğrudan yada dolaylı olarak kullanılmaktadır.

	SÜREÇ	ÜST YÖNETİM	SİSTEM GELİŞTİRME	YATAK ÜRETİM	EV TEKSTİLİ ÜRETİM	END. ÜRÜNLER ÜRETİM	YARD. İŞLETMELER	AR-GE	MİY	SATINALMA	MALİ İŞLER	KALİTE YÖNETİM	İNSAN KAYNAKLARI	BİLGİ TEKNOLOJİLİ ERI	YENİ YATIRIMLAR
TEMEL İŞ SÜREÇLERİ	Talebin Oluşturulması			X	X	X		X	X	X	X	X			X
	Tedarik						X	X	X	X	X	X			
	Siparişin Yenne Getirilmesi			X	X	X	X		X	X	X	X			
	Müşteri Hizmetleri Yönetimi								X			X			
	Finans										X				
YÖNETİMSEL SÜREÇLER	İŞ MÜKEMMELLİĞİ YÖNETİMİ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
DESTEK SÜREÇLER	İK		X										X		
	BT						X							X	X
	YARD.İŞTİM.						X							X	
	KALİTE YÖNETİM		X	X	X	X						X			

Şekil 4.3. İşletme Süreçlerinin Üretim Departmanlarıyla Etkileşimi

Firma açısında RFID sistemlerinin kullanımı aşığıda verilen başlıklar açısından değerdendirilmiştir:

- Üst Yönetim
- Sistem Geliştirme
- Yatak Üretim
- Ev Tekstili Üretim
- Endüstriyel Ürünler Üretimi
- Yardımcı İşletmeler
- Araştırma Geliştirme
- Malzeme İhtiyaç Yönetimi
- Satın Alma
- Mali İşler
- Kalite Yönetim
- İnsan Kaynakları Yönetimi
- Bilgi Teknolojileri Yönetimi
- Yeni Yatırımlar

Yukarıda hangi aşamalarda RFID sistemlerinin etkin olarak kullanıldığı görölmektedir. Koyu olan aşamalarda direk olarak kullanılan entegre sistemlerdir. Açık olarak işarekli haneler ise dolaylı olarak RFID sistemlerinin kullanıldığı aşamalardır. RFID sistemleri sayesinde etkin ve anlık veri akışı sağlanabilmekte ve online olarak karar vericiye doğru bilgiye zamanında ulaşabilme imkanı vermektedir. Elde edilen veriler analiz edilerek süreçler üzerindeki etkileri değerdendirilmektedir.

4.5.5.2 Anahtar Performans Göstergeleri (KPI)

Performans değerdendirmesinin etkin ve doğru yapılabilmesi için Anahtar Performans Göstergelerinin (KPI) seçiminin doğru yapılmasının önemi büyüktür. Anahtar Performans Göstergelerinin her sektörün dinamiklerine göre belirlenmesi gerekmektedir. İşletme kendi sektörünün gereksinimlerini ve üretimini doğrudan etkileyen 42 adet performans göstergesi belirlemiş ve bunların üzerine yoğunlaşmıştır. Belirlenen anahtar performans göstergeleri aşığıda Tablo 4.5.'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Anahtar Performans Göstergeleri

1. Ciro Gerçekleşme Oranı	2. Müşteri memnuniyet oranı
3. Çalışan Bağlılık Oranı	4. Müşteri Şikayet Sayısı (Ürün Kaynaklı)
5. Çalışan Başına Eğitim Saati	6. Patent Ve Faydalı Model Sayısı (Tasarım Ve Teknoloji)
7. Çalışan Memnuniyet Oranı	8. Personel Devir Hızı
9. Çalışan Ortalama Performans Puanı	10. Proje Getiri Oranı
11. Enerji Gider Oranı	12. Sipariş Teslim Süresi
13. Enerji Tasarruf Oranı	14. Stok Doğruluk Oranı
15. Gider Bütçesi Gerçekleşme Oranı	16. Süreç Olgunluk Seviyesi
17. Hammadde Stok Devir Hızı	18. Tedarikçi Bağlılık Oranı
19. İhracat Büyüme Oranı	20. Tedarikçi Havuzundaki Aktif Küresel Tedarikçi Sayısı
21. İhracat İçin Yapılan Yeni Ürün Tasarım Sayısı	22. Tedarikçi Memnuniyet Oranı
23. İş Kazası Sayısı	24. Toplumsal Algı Oranı
25. İşçilik Maliyet Oranı	26. Verimlilik - OEE (Toplam Ekipman Etkinliği)
27. Kalitesizlik Maliyet Oranı	28. Yakın Çevre Algı Oranı
29. Kapasite Kullanım Oranı	30. Yatırımın Geri Dönüş Süresi
31. Karlılık	32. Yeni İş Modeli Sayısı
33. Kişi Başı İyileştirme Puanı	34. Yeni Müşteri Grubu Sayısı
35. Kurulan/Geliştirilen Sistem Sayısı	36. Yeni Ürün Ciro Oranı
37. Mamul Stok Devir Hızı	38. Yeni Ürün Grubu Sayısı
39. Mentor (Koç) Sayısı	40. Yeni Ürün Pazara Sunma Süresi
41. Müşteri Bağlılık Oranı	42. Yurtiçi Büyüme Oranı

Sektörün dinamikleri göz önüne alınarak oluşturulan bu anahtar performans göstergelerinden RFID sistemleri kullanılarak veri kazanımı sağlanan anahtar performans göstergelerinin sayısı 25 dir. RFID sistemlerinin doğrudan veya dolaylı olarak kullanıldığı bu anahtar performans göstergeleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.6. RFID Sistemleri Kullanılan Anahtar Performans Göstergeleri

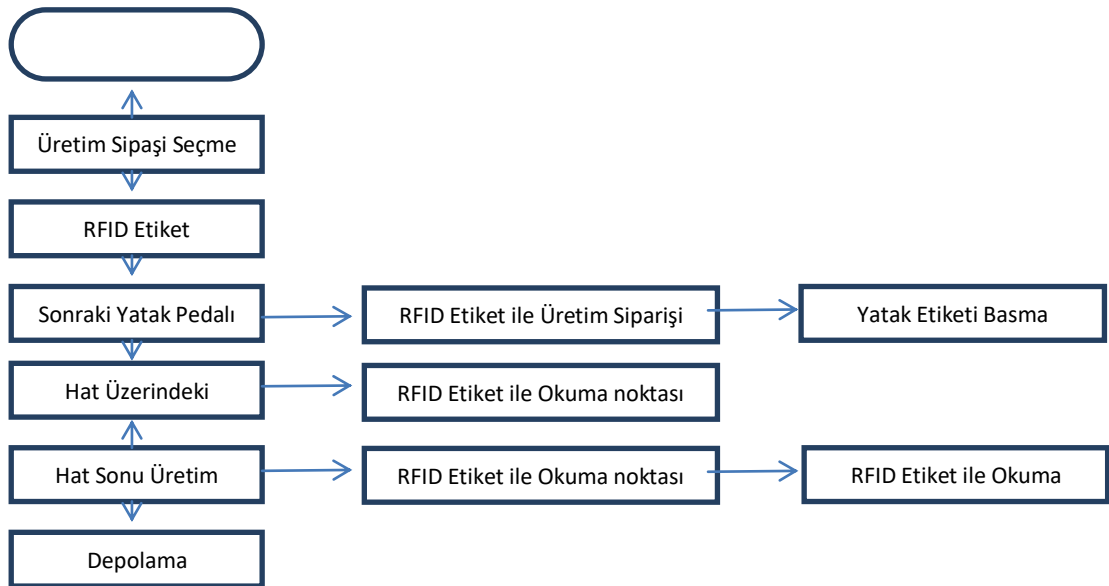
1. Ciro Gerçekleşme Oranı	2. Müşteri memnuniyet oranı
3. Çalışan Başına Eğitim Saati	4. Patent Ve Faydalı Model Sayısı (Tasarım Ve Teknoloji)
5. Çalışan Ortalama Performans Puanı	6. Personel Devir Hızı
7. Enerji Gider Oranı	8. Proje Getiri Oranı
9. Enerji Tasarruf Oranı	10. Sipariş Teslim Süresi
11. Hammadde Stok Devir Hızı	12. Stok Doğruluk Oranı
13. İş Kazası Sayısı	14. Süreç Olgunluk Seviyesi
15. İşçilik Maliyet Oranı	16. Tedarikçi Memnuniyet Oranı
17. Kalitesizlik Maliyet Oranı	18. Verimlilik-OEE (Toplam Ekipman Etkinliği)
19. Kapasite Kullanım Oranı	20. Yakın Çevre Algı Oranı
21. Karlılık	22. Yatırımın Geri Dönüş Süresi
23. Kişi Başı İyileştirme Puanı	24. Yeni İş Modeli Sayısı
25. Mamul Stok Devir Hızı	

Firmanın RFID sistemlerinin doğrudan veya dolaylı olarak kullanıldığı bu anahtar performans göstergesi 25 toplam anahtar performans göstergesi 42 olduğu düşünüldüğünde ve bu rakamlar oranlandığında ise %60'dır. Toplam anahtar performans göstergesi sayısının yarısından fazla olduğu görülmektedir.

4.5.5.3 RFID Sistemi Entegre Örnek Üretim Süreci

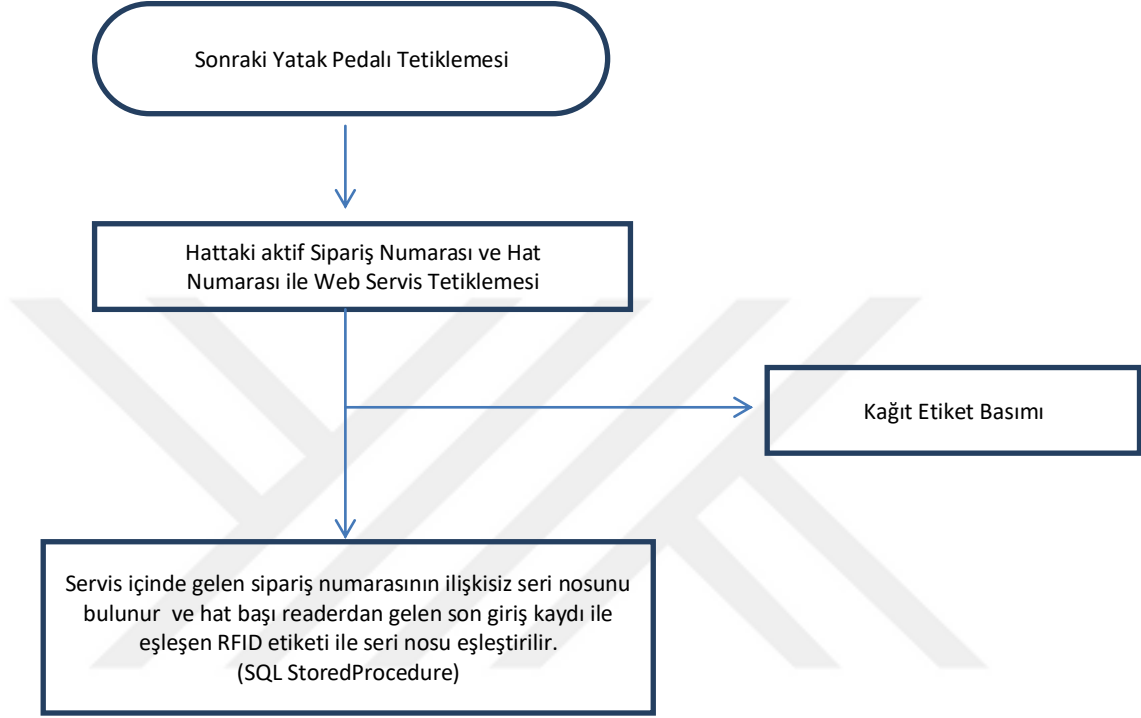
Firmanın üretim süreçlerinden yatak üretim bandı üretim süreci örnek olarak verilmiştir. Firma yatak üretimini RFID sistemleri sayesinde seri üretim yanında kişiye özel, yani son kullanıcının ismine direk üretim yapabilmektedir. Bunun yanında yine RFID sistemleri sayesinde ilgili yatağın üretiminde hangi personelinin görev yatığını direk görebilmektedir. Bu sayede herhangi bir insan kaynaklı bir hatayı kolayca tespit edebilmektedir. Tespit edilen hatadaki personelin eksikliği eğitim planlanmak suretiyle giderilebilmektedir. Bu sayede arzu edilen kalite seviyesi devamlılığı sağlanmaktadır.

Öncelikle üretime başlamadan üretim siparişi seçilerek firma bünyesinde etiketleme yapılmaktadır. Etiketleme seviyeleri üretimin belli aşamalarında yapılmaktadır. Bu sayede nihai ürün her aşamasında takip edilebilmektedir. Bu süreç aşağıda şekil 4.4. de verilmiştir.



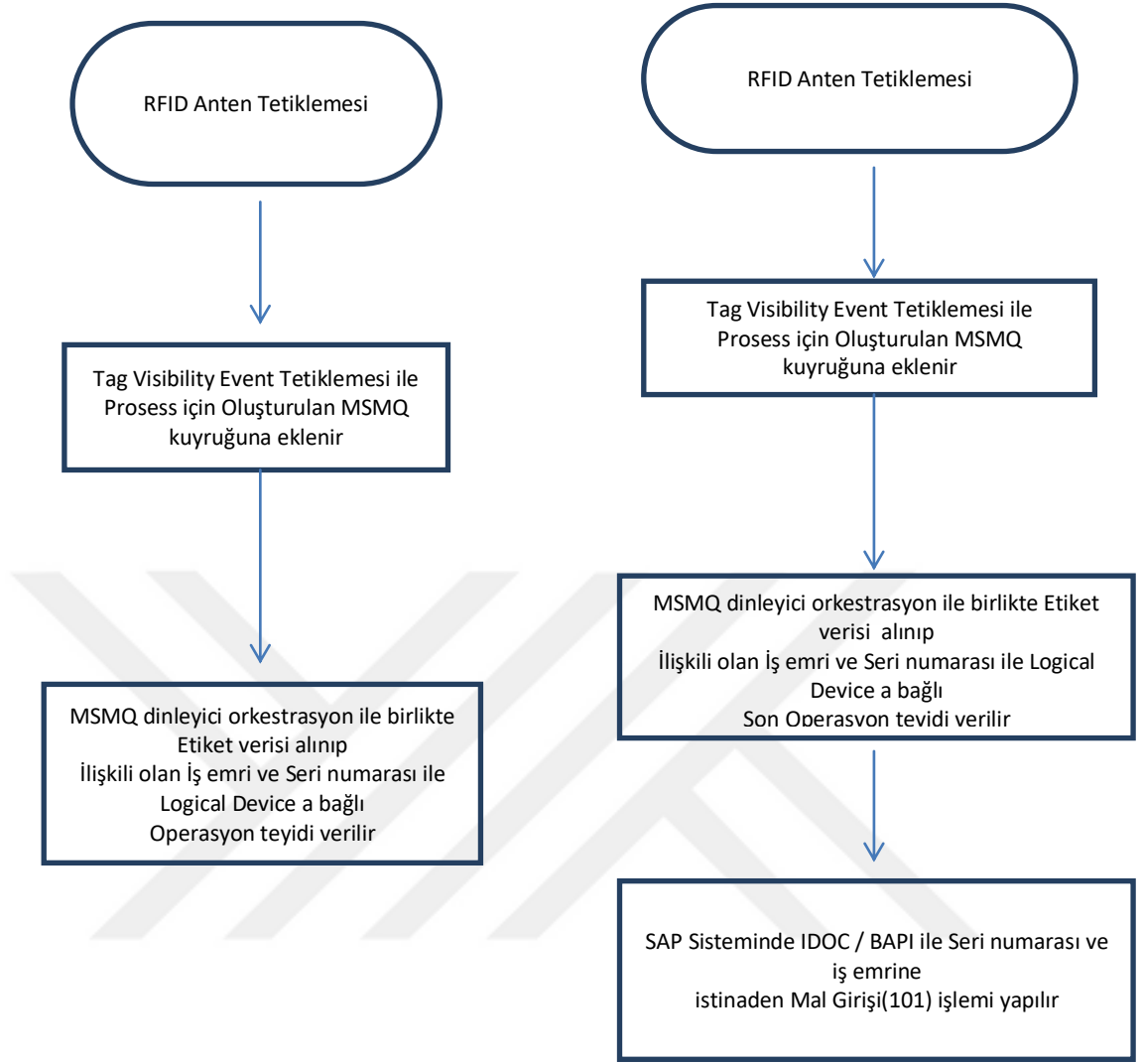
Şekil 4.4. Üretim Süreci 1

Üretimin belli aşamalarında yapılan etiketleme sayesinde izlem eksiksiz yapılmakta ve tam zamanında depolama aşamasına gelmektedir. Bu sayede envanter kontrolü daha üretim aşamasında sıfır hata hedefi yapıldığından problemsiz son kullanıcılara sevk edilmektedir.



Şekil 4.5. Üretim Süreci 2

Üretimi tamamlanan ürün belli aşamayı geçtiğinde yada tamamlandığında yeni ürün için sistem tekrar tetiklenir. Bu aşamada yukarıda Şekil 4.5.'te verilen üretim süreci başlamış olur.



Şekil 4.6. Üretim Süreci 3 ve Üretim Süreci 4

Bu süreçlerin ardından üretim bandı bilgileri (hata,zaman vs) anlık olarak veri tabanına kaydedilir. Sonrasında bu bilgiler istenilen zamanda ulaşılabilme üzere saklanmaktadır. Bu sayede bir sonraki üretim için her ürün açısından hammadde gereksinimi tam olarak hesaplanmış ve bir sonraki ürün için ihtiyaç planlaması otomatik olarak yapılmış olur. Bu ihtiyaçlar her seviyede üretilen ürün için yapılabilmektedir. Yöneticiler tarafından dönemsel olarak yada geçmiş zaman maliyetleri izlenebilmektedir. Böylece firmaya etkin bir finansal yönetim kolaylığı sağlamaktadır.

4.5.5.4 RFID Sisteminin Firmada Öne çıkan kazanımları

Firmada üretim bandına hammadde girişinden itibaren üretimin her aşaması takip edilmekte ve belli süreçlerin sonunda ise etiketleme yapılmaktadır. Ürün hata incelemesi için üretim sürecinin sonu beklemeden müdahale edilmesi gereken noktada gerekli işlemler yapılabilmektedir. Ürün izlemleri tek tek ürün bazında takip edildiğinden tüm üretim siparişleri RFID sisteminden takip edilmesi neticesinde tekrarlı üretimin önüne geçilebilmektedir.

İşletme 42 adet KPI(Key Performance Insturements) belirlemiş bunlarda 25 adedine RFID uygulamalarından destek alarak ulaşmayı başarmıştır. Bu KPI'lar:

- **Ciro Gerçekleşme Oranı:** Gerçek zamanlı ve doğru bilgi sayesinde doğru üretim stratejileri en efektif şekilde kurgulandığından, işletme tarafından istenilen hedefe ulaşılmıştır.

- **Müşteri memnuniyet oranı:** Üretim bandının her aşaması izlenebilir olduğundan üretimin her aşamasında müşteri isteklerine özel girdiler yapabilmekte ve kısa sürede ürünü teslim edebilme kabiliyetine erişmiştir. Bu sayede müşteri memnuniyet oranında önemli bir artış izlenebilmiştir.

- **Çalışan Başına Eğitim Saati:** Üretim bandının tamamı izlenebilir olduğundan personelden kaynaklı hatalar ve eksiklikler tespit edilerek eğitim eksikliği giderilmektedir.

- **Patent ve Faydalı Model Sayısı (Tasarım Ve Teknoloji):** Üretim bandının her aşaması izlenebilir olduğundan ilgili bölümlerinde girdiler yapılabilmektedir. Bu sayede isme özel üretim metodu geliştirilmiştir.

- **Çalışan Ortalama Performans Puanı:** Üretim bandının tüm aşamalarının görünürlüğü sağlandığından üretim bandını etkileyen her personelin performansı ölçülebilmekte ve bu sayede eğitim de dahil olmak üzere kariyerindeki eksikler giderilmeye çalışılarak personelin etkinliğinin artırılması sağlanmıştır.

- **Personel Devir Hızı:** Üretim bandı gereksinimleri ölçülerek etkin personel planlaması yapılmıştır. Personelin verimli çalışabileceği süre hesaplanmış ve gerekli görülen çapraz değişim planlanmıştır.

• **Enerji Gider Oranı:** Üretim bandının izlenebilirliği sayesinde bazı gereksiz prosedürlerde birleştirme sağlanmıştır. Gereksiz maliyetler önlenmiştir.

• **Proje Getiri Oranı:** Doğru bilgi ar-ge çalışmalarında gerçekçi ve uygulanabilir projeler ortaya konmasını sağlamaktadır. Projesinin planlama aşamasından başlamak üzere gereksiz maliyetler önlenmektedir. Bu husus uygun görülen projenin başarısına önemli katkı sağlamaktadır.

• **Enerji Tasarruf Oranı:** Üretim bandı ve planlama aşaması doğru bilgiyi kısa sürede elde etmek suretiyle etkin planlama yapılmış, operasyon zamanı kısaltılarak gereksiz çalışma önlenmiş ve bu sayede enerji maliyetleri düşürülmüştür.

• **Sipariş Teslim Süresi:** Kişiye özel üretim yapabilen bir üretim bandı geliştirilmiştir. Üretim bandının tüm prosedürlerinde iyileştirme yapılmıştır. İşlem sürelerinde azalma sağlanmış olup isme özel üretilen ürünler en kısa sürede farklı bir işlem gerektirmeksizin müşteriye teslimi sağlanmaktadır.

• **Hammadde Stok Devir Hızı:** İşletmede üretim bandına hammadde girişinden itibaren üretimin her aşaması takip edilmekte ve belli süreçlerin sonunda ise etiketleme yapılmaktadır. Bu sayede tedarikçilere etkin envanter kontrolü için bilgi aktarımı yapılmaktadır.

• **Stok Doğruluk Oranı:** Tüm işlemler tam zamanlı izlenebildiğinden gerçek zamanlı doğru bilgi elde edilmektedir. Bu sayede etkili envanter kontrolü sağlanmakta ve gereksiz depolama maliyetleri önlenmektedir.

• **İş Kazası Sayısı:** Üretim bandı ve işlem gerektiren tüm aşamalarda personel performans ölçümleri yapıldığından ve geliştirilmesi öngörülen eğitimler ihtiyaçlara istinaden planlanmıştır. Bu sayede personelin işi konusunda uzmanlaşması sağlanarak iş kaynaklı hataların önüne geçilmiş olmaktadır.

• **Süreç Olgunluk Seviyesi:** Sürecin her aşaması analiz ederek gereksinimler en etkin şekilde planlanmaktadır.

• **İşçilik Maliyet Oranı:** Üretim bandını ve her aşamanın gereksinimleri ölçülebildiğinden bir iş kaç personel tarafından yapılacağı hesaplanmış, atıl işgücü planlaması yapılmıştır. Bu sayede işçilik maliyetlerinde düşüş sağlanmıştır.

• **Tedarikçi Memnuniyet Oranı:** Gerçek zamanlı doğru bilgi akışı sahibinden etkin bir üretim planı yapılmıştır. Tüm gereksinimler planlı ve düzenli bir

şekilde tedarikçilerden talep edilmektedir. Tedarikçiler planlı çalışma sayesinde kendi sürdürülebilir stratejilerini belirlemektedir.

- **Kalitesizlik Maliyet Oranı:** Oluşabilecek aksaklıklara en kısa zamanda müdahale fırsatı yaratmaktadır. Böylece probleme zamanında müdahale edilerek düzeltilebilmekte ürünün tamamının elde çıkması önlenmektedir.

- **Verimlilik-TEE (Toplam Ekipman Etkinliği):** RFID uygulamaları sayesinde gerçek zamanlı bilgi alınabilmekte, üretim bandında ve planlama aşamasında olumlu yönde performansı arttırabileceği değerlendirilen her türlü faktör tespit edilebilmekte olduğundan verimliliğe olumlu yönde katkı sağlamıştır.

- **Kapasite Kullanım Oranı:** Planlama ve üretim aşamasındaki gerçek zamanlı bilgi akışı sayesinde tüm üretim prosedürleri incelenmiş ve atıl kapasite(personel ve ekipman) değerlendirilerek üretim bandına etkileyen diğer unsurlara aktarılmıştır.

- **Yakın Çevre Algı Oranı:** İşletmenin elde etmiş olduğu kalite seviyesi değerlendirildiğinde paydaşlar, tedarikçileri ve piyasada olumlu etkiler yaratmıştır.

- **Karlılık:** Gerçek zamanlı doğru bilgi ve üretim bandının izlenebilirliği sayesinde maliyetlerde düşüş, müşteri odaklı üretim sayesinde zamandan ve paradan kar edilmiştir.

- **Yatırımın Geri Dönüş Süresi:** İlk geçiş aşamasından itibaren işletmeye olumlu dönüşler başlamış 1,5 yıl gibi bir sürede geri dönüş olduğu işletme tarafından değerlendirilmiştir.

- **Kişi Başı İvileştirme Puanı:** Üretim bandını etkileyen her personelin performansı ölçülebilmekte ve bu sayede hangi personelin ne kadar eğitime ihtiyacı olduğu belirlenmektedir. Eğitimler kişiye özel belirlenmekte olup gereksiz zaman ve personel kaybı önlenmektedir.

- **Yeni İş Modeli Sayısı:** Üretim bandının her aşaması izlenebilir olduğundan daha etkin bir planlama yapılarak personel ve ekipman düzenlemesine gidilmiştir.

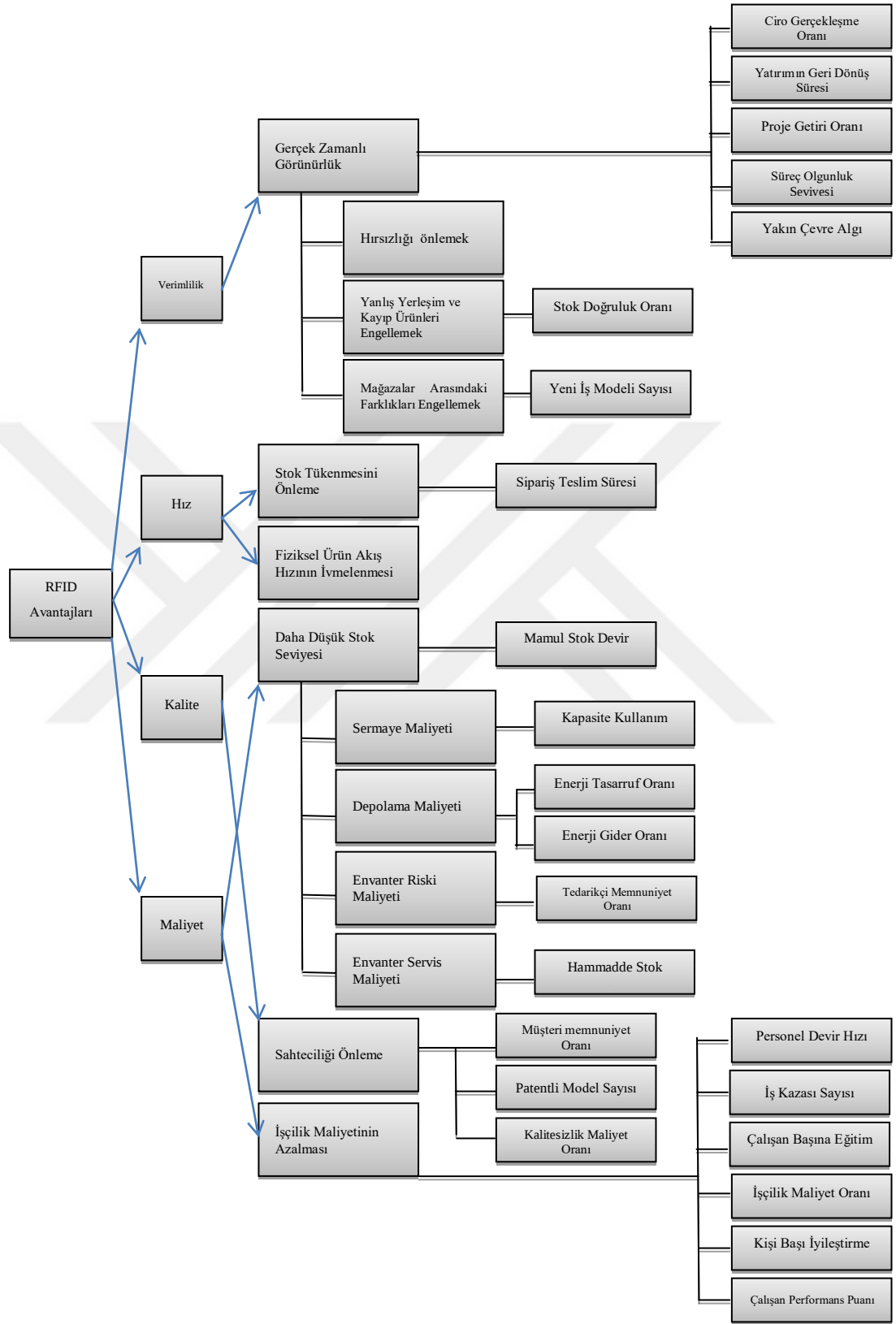
- **Mamul Stok Devir Hızı:** Üretim bandı hammadde girişinden itibaren takip edilmekte ve prodesürler detaylı incelenmektedir. Bu sayede hangi mamul yada yarı-mamulün işleme zamanı ve hızı takip edilerek üretim zamanından tasarruf edilmiştir.

İşletmenin hedeflediği 42 adet KPI'dan 17 adeti ise arzulanan seviyeye ulaşamamıştır. Bu KPI'lar:

- Çalışan Memnuniyet Oranı
- Kurulan/Geliştirilen Sistem Sayısı
- Mentor (Koç) Sayısı
- Müşteri Bağlılık Oranı
- Müşteri Memnuniyet Oranı
- Müşteri Şikayet Sayısı (Ürün Kaynaklı)
- Tedarikçi Bağlılık Oranı
- Tedarikçi Havuzundaki Aktif Küresel Tedarikçi Sayısı
- Toplumsal Algı Oranı
- Yeni Müşteri Grubu Sayısı
- Yeni Ürün Ciro Oranı
- Yeni Ürün Grubu Sayısı
- Yurtiçi Büyüme Oranı
- Yeni Ürün Pazara Sunma Süresidir.
- Gider Bütçesi Gerçekleşme Oranı
- İhracat Büyüme Oranı
- İhracat İçin Yapılan Yeni Ürün Tasarım Sayısı

İşletmenin hedeflediği bu KPI'lara ulaşmayı henüz standartları tam olarak oluşmamış ve yaygınlaşmamış olan RFID Sistemlerinin ülke genelinde teknolojinin olgunlaşması sayesinde başarılacağı değerlendirilmektedir. Bu 17 KPI incelendiğinde başarı seviyesine ulaşamayacak olan yoktur. Pazarda kabul görecektir. RFID standartları sadece bu işletmede değil bu alanda faaliyet gösteren tüm firmalar ve paydaşlar tarafından hedeflerine varmada en etkin faktör olacaktır. Müşteriler açısından da değerlendirildiğinde piyasa şartlarında oluşacak kalite standardı elbette ki toplumsal algı oranını arttıracaktır. Gri pazarların azalması müşteri tercihlerini arttıracak ve pazar şartlarına güven ortamını sağlayacaktır.

RFID Sistemlerinin faydaları Altı ana başlık üzerinden bu çalışmada değerlendirilmiştir. Bu faydalar Gerçek zamanlı görünürlük, Stok tükenmesini önleme, Fiziksel ürün akışının ivmelenmesi, Daha düşük stok seviyesi, Sahteciliği önleme, İşçi maliyetlerinin azalmasıdır. Bu faydaların işletmenin anahtar performans göstergeleri ile karşılaştırılması Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. RFID Sisteminin Avantajlarının KPI'lar ile Karşılaştırılması

Yukarıda görülen KPI'ların etkileri üzerinde işletmede gerçek değerler üzerinden yapılan sayısal bir örnek ile bahsedecek olursak; Üretime giren tüm ürünlerin takipleri ve izlemleri anlık yapıldığından etiketleri, yatak bazlı olarak kalite kontrol noktalarında o yatak için kontrole geldiği anda çıktı olarak alındığı için daha önceden günlük üretilecek yatakların tamamı alınmasından oluşan zaman kaybı giderilmiştir.

Firma yatak üretim bandında günlük ortalama 4.000 yatak üretimi yapılabilmektedir. 4000 adet yatağın etiketinin üretim sonunda eklendiğini düşünürsek, içerisinden gelen yatağın etiketini seçmek için ortalama 10 -15 sn. gibi bir zaman harcanmaktadır. RFID sistemlerinin üretime entegre edilmesinden sonra halihazırda gelen yatağın etiketini sistem kendisi üretim esnasında verdiği için yatak başı 10-15 sn. gibi bir kazanç sağlanarak ve bu kazanç adam ve zaman olarak kazanım sağlanmıştır. Süre kalite kontrol süresine eklenerek daha etkin bir kalite kontrol elde edilmiştir. Bu amaçla:

- 10 sn. Kazandırdığını düşünürsek;

$$4.000 \times 10 \text{ sn.} = 40.000 \text{ sn.} = 666 \text{ dk}$$

- 15 sn. Kazandırdığını düşünürsek;

$$4.000 \times 15 \text{ sn.} = 60.000 \text{ sn} = 1.000 \text{ dk}$$

$$\text{Ortalama } (1000+666)/2 = 833 \text{ dk gibi bir zaman kazancı olmuştur.}$$

Üretim bandı RFID sistemleri sayesinde aşama aşama izlenebildiğinden her bir yatak için kalite kontrol yapılması ve bu kontrol sonucunun net bir şekilde oluşması neticesinde her bir yatak için hata oluşum noktaları ve işlemi yapan personel tespit edilebilmekte ve tam zamanında müdahalesi sağlanabilmektedir.

Ürün hammadde olarak fabrikaya giriş yaptığı andan itibaren bu bilgiler SAP sisteminin veri tabanına aktarıldığı için üretim bandının her aşamasının tüm sistemleri aynı bilgiyi görmeleri ve değerlendirmeleri sağlanmaktadır. Bu sayede birbirleri ile daha doğru bir iletişim sağlayabilmektedirler.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz lojistik sektörde piyasa şartlarına göre rakiplerine karşı üstünlük sağlaması açısından maliyet avantajı çok önemli olup, müşteri odaklı çalışmalar, kalite ve verimliliği artırmayı hedefleyen yenilikçi çalışmaların önem kazandığı bir gerçektir. Rekabet ortamının varolduğu küresel pazarlarda teknolojik gelişmeleri gözardı eden işletmelerin yok olmaya mahkum olduğu bir piyasa haline haline gelmiştir. Bu bağlamda en önemli iki faktör; bilgi ve bilgi teknolojileridir. Bu sektörde yapılan yenilikler işletmelerin tüm faaliyetlerine değer katmaktadır. Değişen teknoloji sayesinde işletmeler kar odaklı Pazar paylarını genişletmek için odaklanmaktadır. Etkin bilgi kullanımına dayalı işletmeler ekonomik açıdan pazarda pozitif yönde göstermektedirler.

Global piyasa şartlarında pazar paylarının değişime uğramasının nedeni olarak küresel ekonomi, toplumundan bilgi odaklı işletme anlayışı, işletmelerin içsel yapısındaki değişim ve teknolojilerin gelişmesi gibi dinamiklerden söz etmek mümkündür.

Teknolojilerindeki hızlı değişim beraberinde bilişim teknolojisi çağı olarak da nitelendirebileceğimiz bir dönemi başlatmıştır. Günümüzde bulut bilişim, e-ticaret gibi teknolojilerinin kullanımına önem veren işletmeler bulunmaktadır. Bilgi sistemlerine yapılan yatırımların fayda-etkinlik çalışmaları ve gereksiz işgücünün azalması, buna bağlı olarak işletme açısından maliyetlerinin azalması, gerçek zamanlı doğru bilgiye ulaşılması çok önemlidir.

Bilişim teknolojileri arasında aslında geçmişi çok eskilere dayanan günümüz şartlarında yaygınlaşan RFID (Radyo Frekanslı Tanıma) teknolojisi bulunmaktadır. Ağ bazlı sistemlerin gelişimi ile birlikte bir çok probleme çözüm kapısını aralamakta ve kullanım sahası gittikçe genişlemektedir. RFID sistemleri güvenilir, esnek, sürdürülebilir ve düşük maliyetli kablosuz sistemlere entegre edilebilen bir çözüm olacaktır. En geniş olarak lojistik sektörde RFID sistemlerinin kullanımı marjinal faydanın elde edilebileceği bir süreç olacaktır. RFID sistemleri rekabet alanı sağlayacak yenilikler gibi kazanımlar elde etmesini sağlayacaktır. Ürün özellikleri ve işletmenin ayracağı bütçesine göre seçilmiş olan RFID etiketleri sayesinde ürünlerinin izlenebilirliğini sağlamaktadır.

Birçok işletmenin bu alanda çok güçlü ve öncü sayılabilecek yatırımları bulunmaktadır. Örnek olarak “*Metro Future Market*” projesinde RFID teknolojisinin gelecekte uygulamaları arasında kasada otomatik ödeme ya da sepet içerisindekileri tanıyarak ilgili web sitesinden, yeni ürün sipariş edecek raf sistemleri bulunmaktadır. Benzer olarak eczane, hastane ya da aile sağlığı merkezi için düşünüldüğünde anlık medikal ürün bilgisi alınarak eksilen ürünlerin siparişlerinin yine anlık olarak depolardan sipariş verilmesi gibi kolaylıklar ve personele kendi alanında çok daha etkili çalışma alanı yaratılmış olacaktır. Günümüzde en yaygın kullanım alanı olan kütüphanelerde kitap envanter kontrolü ve izleminde, otoyol ve köprülerde geçiş sistemlerinde, hastanelerde hastalara bileklik şeklinde verilen etiketler vasıtasıyla hasta takibinde, madencilerin kasklarına yerleştirilen etiketlerle özellikle acil durumlarda takibini yapmak amacıyla, tehlikeli madde taşımacılığında emniyeti sağlamak amaçlı olarak, hayvancılık sektöründe, vb. gibi daha bir çok sektörde kullanılmakta olup kullanım alanları gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. RFID sistemleri günlük hayatımızın bir parçası haline gelmiş ve kullanımı ise hızla artmaktadır.

RFID sistem ve elemanlarının geliştirme süreci konusunda çok geniş çapta çalışmaların yapıldığı yayımlanan makaleler sayesinde anlaşılmaktadır. Yapılan çalışmalarda en önemli unsur kablosuz sistemlerde kullanılan etiketler(tag) üzerine yoğunlaşmaktadır. RFID Sistemlerinin geleceğini pasif etiketler üzerinde yapılan çalışmalar belirleyecektir. En yaygın kullanılan elemanı olan etiketler maliyetleri belirleyici ana unsur olmaktadır. Bu sebepten pasif etiketler üzerine çalışmalar sürmektedir. Manyetik RAM (MRAM) bu alanda yapılan çalışmalardan biridir. Manyetik RAM, nano boyuttaki manyetik yapıya sahip bitlerle veri depolayan bunun yanında arzu edilen zamanda bu verilere erişim sağlamaya yarayan ürünlerdir. MRAM’ın üzerindeki bit’in manyetik kutuplarını değiştirerek yapılan yazma işlemi ve bu verilerin herhangi bir güç birimi gerekmeksizin saklanabilmesi şeklinde olmaktadır. Bu alanda yazılmış olan akademik makalelerden anlaşılacağı üzere gelecek beklentileri nano boyutunda teknoloji uygulamalarının, silikon çip gereksinimini ortadan kaldırabilecek yazılabilir mürekkep tabanlı RFID devrelerini mümkün kılmasıdır. Bu konuya örnek ise tamamıyla mürekkep kullanılarak geliştirilen bir prototip olan Organik ID’dir ve maliyeti 0.01 doların altında

olmasıdır. Gelecekte tag yapılarında Organik ID'nin yaygınlaşması kaçınılmazdır. RFID sistemleri üzerine yapılan çalışmalar, kablosuz sistemlerinin gelecekte işletmelerin vazgeçilmezlerden olacağının göstergesi olmaktadır. Ancak bu teknolojik gelişmelerin beraberinde bazı engeller de baş göstermektedir. Temelinde bilgi akışı bulunan bu sistemlerin bazı güvenlik problemleri ortaya çıkabilmektedir. Ortaya çıkan bu güvenlik zafiyetleri üzerinde çalışılması gereken önemli konulardan biridir. Bu sayede veri akışı ve işletme mahremiyetlerinin korunması önemli bir hususudur.

Çalışmam Ülkemizde gelişmekte olan üretim sektöründe önemli bir yere sahip ileri gelen yatak üreticilerinden olan işletme seçilmiştir. Firma planlama aşamalarından olmak üzere üretim bandına hammadde girişinden itibaren üretimin her aşaması, RFID sistemine karar ve adaptasyon süreci aşamaları gözlemlenmiş olup, yönetici seviyesinde çalışanlardan bilgi alınmıştır. RFID sistemlerinin firma adaptasyon süreçlerini; Destek Süreçleri, Temel Süreçler ve Yönetimsel Süreçler olarak incelenmiştir.

Firmanın hedeflediği ve ulaştığı Anahtar Performans Göstergeleri (KPI) incelenerek bu süreçlere olan etkileri, Firmanın üretim aşamasından olmak üzere son müşteriye ulaşana kadar olan sürece RFID sistemlerinin etkisi incelenmiş olup değerlendirmeler ilgili başlıklarda yapılmıştır.

Çalışmanın Kısıtları

Çalışma, literatürde oldukça yaygın olmasına rağmen yurtiçinde faaliyet gösteren firma uygulamalarında yeterince yer edinememiş bir konuda olduğu için çeşitli kısıtları bulunmaktadır. Çalışmanın ilk kısıtı, örneklem dahilinde seçilebilecek firmaların RFID sistemleri kullanımına dair elde yeterince veri bulunmamasıdır. Bu yüzden örneklem, akademisyen ve uzman kişilerin yönlendirmesi ile belli şartları sağlayan işletmeler arasından seçilmiştir.

Çalışmanın diğer bir kısıtı, RFID Sistemleri kullanımı değerlendirmesinin işletmelere uyarlanabilmesi tüm işletme faaliyet alanından ziyade kısıtlı bir alanda kullanılıyor olmasıdır. İşletmelerin bütün süreçlerinde ve altyapısında RFID sistemlerini kullanma şartı aranmamıştır. RFID Sistemlerinin teknoloji açısından

gelişmeye çok açık bir olgu olmasından dolayı henüz tam adapte olan işletmelerin sayısının yüksek olmayacağı düşüncesi ile çalışmaya başlanmıştır. Çalışmaya katılan işletme tamamen RFID Sistemlerini kullanmamakta sadece belirli süreçlerine entegre şekilde kullanmaktadır. Ayrıca RFID Sistemleri çok teknik bilgi ihtiva eden bir sistem olduğu için teknik veriler sorgulanmamıştır.

Gelecekte Yapılabilecek Benzer Araştırmalar İçin Öneriler

Gelecekte bu alanda gerçekleştirilebilecek çalışmalar için bazı öneriler aşağıda belirtilmiştir:

- Bu çalışmada elde edilen bulgular da kullanılarak RFID sistemlerini bünyelerine entegre etmiş bulunan üretim yapan işletmelere ulaşıp büyük ölçekli bir örnekleme anket yöntemi ile elde edilen veriler ile nicel analizler gerçekleştirilebilir.
- Çalışma genişleterek RFID Sistemlerini tercih eden ve benimseyen işletmelerin profil özelliklerini ortaya çıkarmaya yönelik analizler gerçekleştirilebilir.
- Gelecekte RFID Sistemlerinin kullanımının yaygınlaşacağı göz önünde bulundurularak teknik bilgileri ortaya çıkarabilecek kapsamlı araştırmalar yapılabilir.
- Çalışmanın verileri kullanılarak büyük ölçekli adaptasyon sürecini tamamlamış bir işletmede RFID Sistemlerinin fayda ve engellerini analiz eden yeni bir çalışma olarak detaylı araştırmalar yapılabilir.
- Yaygınlaşan RFID Sistemlerini tüm süreçlerinde kullanan bir işletmede birbirleri ile etkileşen süreçlerde dikkate alınarak detaylı ve teknik analizler baz alınarak bir süreç çalışması yapılabilir.

Araştırmanın Akademik Katkısı

Bu çalışma ile RFID sistemlerin gelişimi, yapısı ve kullanım alanları ayrıntılı olarak incelenmiştir. RFID Sistemleri ile geliştirilen uygulamalar çok çeşitli sektörlerde uygulanabilmekle birlikte farklı alanlarda fazlaca kullanılmış olması bu sistem üzerinde yeni projelerin üretilebileceği ve sonucunda sağlayacağı gelişmeler doğrultusunda bizlere yol gösterici olacaktır.

Yapılan çalışma bir süreç çalışması olmakla beraber, RFID Sistemleri açısından detaylı bir literatür taraması sonucunda açıklayıcı bilgiler verilmekte ve karar verme açısından işletmelere yön gösterici bir yöntem izlenmektedir. RFID Sistemler ile ilgili bir çok alanda ve bir çok sektörde uygulama çalışması yapılmış ve farklı bakış açılarıyla değerlendirilmiştir. İşletmelerin vizyon ve misyonu ışığında hedefleri belirlemesiyle birlikte bu hedeflere yönlendirecek Anahtar Performans Göstergelerini(KPI) seçerek uygulamaya geçmesinin önemi anlatılmaya çalışılmıştır. Yapılan yatırımın geri dönmesi(ROI) hususunda ise sayısal örnek üzerinden ulaşılabilirlik seviyesi açıklanmaya çalışılmıştır. Kullanım kararı vermiş işletmeler açısından karşılaşılabilecek engeller açıklanmış fayda/engel karşılatırması vurgulanmıştır.

Bu çalışma yapılan diğer araştırmalardan farklı olarak bilgiler derlenmiş ve süreç üzerindeki etkileri vurgulanmıştır.

Araştırmanın Uygulamaya Katkısı

RFID uygulamalarındaki hızlı gelişim, hayatı kolaylaştırmaya yarayan uygulamalara sağlamış olduğu imkânlar nedeniyle RFID uygulamalarının sayısı hızla artırmış olup, yaygın uygulama alanı sayısı oldukça fazladır. RFID uygulamalarına geçiş kararı işletmeler açısından zor bir karar olmakla birlikte bir o kadar karlı bir yatırım olacaktır. Gelişen RFID uygulamaları ve bununla birlikte getirilen standartlar sayesinde global pazar kapılarını açmak ülke genelinde kullanılan bu teknolojinin gelişmesine neden olacaktır. Adaptasyon aşamasını aşan özellikle KOBİ'ler değişen Pazar şartlarına daha kolay adapte olabilecektir. RFID uygulamalarına geçiş endişeleri yaygınlaşan kullanma oranı sonrasında, olgunlaşan teknolojik şartlar ile birlikte kendini sıradanlığa terk edecektir. Piyasa dengesi oluştuğunda ise maliyetlerin tercih edilebilir seviyelere gelmesi ise kaçınılmaz olacaktır.

KAYNAKÇA

- Akben, İ., & Özel, M. (2017). Tedarik Zinciri Görünürlüğü: Kontrol Kulesi Yaklaşımı. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 16(3), 612-627.
- Attaran, M. (2007). RFID: an enabler of supply chain operations. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(4), 249-257.
- Bakker, M., Riezebos, J., & Teunter, R. H. (2012). Review of inventory systems with deterioration since 2001. *European Journal of Operational Research*, 221(2), 275-284.
- Bottani, E., & Rizzi, A. (2008). Economical assessment of the impact of RFID technology and EPC system on the fast-moving consumer goods supply chain. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 548-569.
- Brown, D. (2006). *RFID implementation*: McGraw-Hill, Inc.
- Castelluccia, C., & Spognardi, A. (2007). *Rok: A robust key pre-distribution protocol for multi-phase wireless sensor networks*. Paper presented at the Security and Privacy in Communications Networks and the Workshops, 2007. SecureComm 2007. Third International Conference on.
- Chau, F. (2004). RFID unlocks the enterprise. *America's Network*, 108(16), 26-30.
- Chiesa, P., Lozza, G., Malandrino, A., Romano, M., & Piccolo, V. (2008). Three-reactors chemical looping process for hydrogen production. *International journal of hydrogen energy*, 33(9), 2233-2245.
- D'hont, L. (1996). Unitarily-tuned transponder/shield assembly: Google Patents.
- D'hont, L. J. (1996). Single loop transponder system and method: Google Patents.
- Dickey, R. K. (1970). Method and apparatus for phase-or frequency-modulating signals at high power levels by means of saturable magnetic cores: Google Patents.
- Doerr, K. H., Gates, W. R., & Mutty, J. E. (2006). A hybrid approach to the valuation of RFID/MEMS technology applied to ordnance inventory. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 726-741.
- Ergen, E. (2008). İnşaat Sektöründe Radyo Frekanslı Tanımlama (RFID) Teknolojisi Uygulamaları. *Türkiye Mühendislik Uygulamaları Dergisi*(451), 44-48.
- Finkenzeller, K. (2010). *RFID handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field communication*: John Wiley & Sons.

- Fleisch, E., & Tellkamp, C. (2005). Inventory inaccuracy and supply chain performance: a simulation study of a retail supply chain. *International Journal of Production Economics*, 95(3), 373-385.
- Garfinkel, S., & Rosenberg, B. (2006). *RFID: Applications, security, and privacy*: Pearson Education India.
- Glover, B., & Bhatt, H. (2006). *RFID essentials*: " O'Reilly Media, Inc."
- Gülin, G. Perakende Sektöründe RFID (Radio Frequency Identification) Teknolojisi ve Sağladığı Faydalar Retrieved from <http://www.denetimnet.net>;
- Gülşen, İ., & Özdemir, Ş. Perakendecilikte Teknolojik Yenilikler ve Uygulamalar.
- Jones, P., Clarke-Hill, C., Comfort, D., Hillier, D., & Shears, P. (2004). Radio frequency identification in retailing and privacy and public policy issues. *Management Research News*, 27(8/9), 46-56.
- Junwei, C. (2004). Lightweight RFID framework. *DeveloperWorks*, November.
- Kang, Y., & Gershwin, S. B. (2005). Information inaccuracy in inventory systems: stock loss and stockout. *IIE transactions*, 37(9), 843-859.
- Karygiannis, T., Eydt, B., Barber, G., Bunn, L., & Phillips, T. (2007). Guidelines for securing radio frequency identification (RFID) systems. *NIST Special publication*, 80, 1-154.
- Kim, C. H., Avoine, G., Koeune, F., Standaert, F.-X., & Pereira, O. (2008). *The swiss-knife RFID distance bounding protocol*. Paper presented at the International Conference on Information Security and Cryptology.
- Kış, M. (2006). *RFID ve SCROM tabanlı, kullanıcı uyumlu mobil öğrenme sistemi gerçekleştirimi*. Ege Üniversitesi.
- Kocamaz, A. F. (2008). *Yatarak tedavi gören şizofreni hastalarının negatif belirtilerinin RFID teknolojileri ile ölçülebilirliğinin değerlendirmesi*.
- Korkmaz, E., & Ustundag, A. (2007). *Standards, security & privacy issues about radio frequency identification (RFID)*. Paper presented at the RFID Eurasia, 2007 1st Annual.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2010). *Principles of marketing*: Pearson education.
- Kuchinskas, S. (2004). IBM Takes on Flood of RFID Data: Jupiterimages.
- Landt, J. (2005). The history of RFID. *IEEE potentials*, 24(4), 8-11.
- Landt, J., (2001), "Shrouds of Time The History of RFID", ver. 1.0, AIM Inc., USA

- Lee, H., & Özer, Ö. (2007). Unlocking the value of RFID. *Production and operations management*, 16(1), 40-64.
- Loh, K. J.-H. (2008). *Development of multifunctional carbon nanotube nanocomposite sensors for structural health monitoring*. University of Michigan.
- Maraşlı, F., & Çibuk, M. (2015). RFID Teknolojisi ve Kullanım Alanları. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2).
- Murphy-Hoye, M., Lee, H. L., & RICE, J. B. (2005). A real-world look at RFID.
- Reid, J. (2002). Security tag and method of making the same: Google Patents.
- Rekik, Y., Sahin, E., & Dallery, Y. (2008). Analysis of the impact of the RFID technology on reducing product misplacement errors at retail stores. *International Journal of Production Economics*, 112(1), 264-278.
- Rooney, S., Bauer, D., & Scotton, P. (2005). *Distributed messaging using meta channels and message bins*. Paper presented at the Integrated Network Management, 2005. IM 2005. 2005 9th IFIP/IEEE International Symposium on.
- Saygin, C. (2007). Adaptive inventory management using RFID data. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 32(9-10), 1045-1051.
- Sheffi, Y. (2004). Combinatorial auctions in the procurement of transportation services. *Interfaces*, 34(4), 245-252.
- Sincan, D. M. (2004). Radyo Frekanslı Kimlik Belirleme (RFID). *STED*, 221.
- Sorrells, P. (1998). Passive RFID basics. *Microchip Technology Inc*, 40-49.
- Stadlober, S. (2005). An evaluation of security threats and countermeasures in distributed RFID infrastructures.
- Stockman, H. (1948). Communication by means of reflected power. *Proceedings of the IRE*, 36(10), 1196-1204.
- Strassner, M. (2005). *RFID in Supply Chain Management*: Springer.
- Subirana, B., Eckes, C. C., Herman, G., Sarma, S., & Barrett, M. (2003). Measuring the impact of information technology on value and productivity using a process-based approach: The case for RFID technologies.
- Tajima, M. (2007). Strategic value of RFID in supply chain management. *Journal of purchasing and supply management*, 13(4), 261-273.

Üstündağ, A., & Tanyas, M. (2009). Radyo Frekanslı Tanıma (RFID) teknolojisinin tedarik zinciri üzerindeki etkileri. *ITU Journal Series D: Engineering*, 8(4).

Üstündağ, A. (2008). *RFID ve tedarik zinciri*: Sistem Yayıncılık.

Weis, S. A. (2007). RFID (radio frequency identification): Principles and applications. *System*, 2(3), 1-23.

White, A., Johnson, M., & Wilson, H. (2008). RFID in the supply chain: lessons from European early adopters. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(2), 88-107.

Wyld, D. C., Jones, M. A., & Totten, J. W. (2005). Where is my suitcase? RFID and airline customer service. *Marketing Intelligence & Planning*, 23(4), 382-394.



EKLER

Ek 1. Araştırmada Kullanılan Görüşme Formu



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
LOJİSTİK YÖNETİMİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
MÜLAKAT (GÖRÜŞME) FORMU

İşletme Adı : _____

Adı Soyadı : _____

İşletmedeki Pozisyonu: _____

İşletmede Çalışma Süresi: _____

Mülakat Tarihi ve Saati : ____/____/20____ : ____

Mülakat Yeri : _____

1. RFID Sistemleri hangi departmanlarda kullanılmaktadır? İlk defa hangi departmanda yada departmanlarda kullanılmaya başlanmıştır?
2. RFID Sistemleri hangi tedarikçi tarafından firmaya kuruldu? İlk kurulum maliyeti nedir? Başa-baş noktasına kaç yılda ulaştınız.
3. Hangi tip RFID elemanları seçilmiştir?(anten –etiket-verici)
4. RFID Sistemleri kurulan departmanlarda kaç personel görev yapmaktadır? RFID kurulumundan önce kaç personel görev yapmaktaydı? RFID Sistemleri personel tasarrufu sağladı mı?
5. RFID Sistemlerinin şirket genelinde sağladığı maliyet avantajları nelerdir? Hangi departmanlarda daha çok etkin fayda sağlamıştır? Yıllara sari olarak maliyet avantajları nelerdir?
6. Şirket hangi yıl RFID Sistemlerini kullanmaya başlamıştır?
7. İlk kurulum hariç RFID Sistemlerinin kurulduğundan bu yana yıllara sari işletim maliyeti nedir?

8. RFID Sistemlerinde oluşan bir hataya müdahale zamanı nedir? Kurulduğu zamandan bu yana büyük çapta bir hata ile karşılaşılırmışmıdır?
9. RFID Uygulamaları çökerse programın yerini alacak herhangi bir uygulama varmıdır? Hiç uygulanmışmıdır yada denemesi yapılmışmıdır?
10. RFID Sistemleri ilk kurulduğundan bu yana yönetsel boyuta etkisi ne olmuştur? Yıllara sari açıklamak mümkünmüdür?
11. İşletme RFID Sistemlerine geçtikten sonra nitelikli işçi gereksinimi azalmışmıdır?
12. İşletmenin RFID Sistemlerini kullanmaya başladıktan sonraki stok-out durumu yıllara sari nedir? Önceye oranla değişme gözlemlenebilmişmıdır?
13. Şirkette sayımlar ne sıklıkla yapılmaktadır? RFID Sistemleri sayımlarda kullanılmaktamıdır? RFID kullanılmaya başlandıktan sonra sayıma ne gibi avantajları yada dezavantajları olmuştur ve bu avantaj yada dezavantajları yıllara sari değerlendirmek mümkünmüdür?
14. Şirkette envanter kontrolü ve bununla ilgili raporlar nasıl takip edilmektedir? RFID Sistemleri Şirkette stok kontrol takibinde ve raporlaşmada kullanılmaktamıdır?
15. RFID Sistemleri ile ilgili şirket nasıl bir güvenlik politikası izlemektedir? Kurulumundan bu yana yaşamış olduğu güvenlik zafiyeti mevcut mudur? Bununla ilgili almış olduğu güvenlik önlemleri var mıdır?
16. Şirket Aktif/Pasif/Yarı Aktif etiketlerden hangilerini kullanmaktadır? Seçilen etiket neye göre belirlenmiştir?
17. Şirketin RFID Sistemlerinin geliştirilmesi ile ilgili politikası nedir?
18. Şirketin her deposu yada antreosu RFID Sistemleri kullanılmaktamıdır? Her biriminde kullanılan elemanlar aynı mıdır?
19. Şirkette fatura takibinde RFID Sistemlerini kullanılmakta mıdır? Kullanılıyor ise sağlamış olduğu faydalar nelerdir?
20. Şirkette kullanılan RFID Sistemleri frekans aralığı nedir? Neye göre belirlenmiştir? Depolama yada işlem alanının tümünü kapsamaktamıdır?
21. Şirketin RFID Sistemleri ile ilgili güvenlik sıkıntısı mevcut mudur?