

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ULUSLAR ARASI İŞLETMECİLİK BİLİM DALI

**RFID UYGULAMALARININ İŞLETME VERİMLİLİĞİ
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

ÇİĞDEM BAYAT

İstanbul , 2010

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ULUSLAR ARASI İŞLETMECİLİK BİLİM DALI

**RFID UYGULAMALARININ İŞLETME VERİMLİLİĞİ
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

ÇİĞDEM BAYAT

Danışman: Prof. Dr. UĞUR YOZGAT

İstanbul , 2010

Marmara Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Tez Onay Belgesi

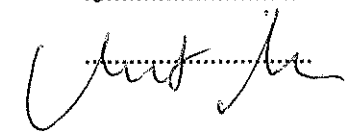
İŞLETME Anabilim Dalı ULUSLARARASI İŞLETMECİLİK Bilim Dalı
Yüksek Lisans öğrencisi ÇİĞDEM BAYAT'ın RFID UYGULAMALARININ İŞLETME
VERİMLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun
19.07.2010 tarih ve 2010-14/19 sayılı kararıyla ile oluşturulan jüri tarafından oy birliği
oy çokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 23.11.2010

- 1) Tez Danışmanı : PROF. DR. UĞUR YOZGAT
2) Jüri Üyesi : DOÇ. DR. SERDAR PİRTİNİ
3) Jüri Üyesi : DOÇ. DR. MEHMET MELEMEN

ÖZET

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

Çalışmamızda, RFID teknolojisini tanıtılmış ve bu teknolojiyi kullanmanın işletme verimliliğine ne şekilde etki edeceği gösterilmiştir. İlk olarak RFID ile ilgili kavramlara, çalışma prensiplerine, sistem bileşenlerine, güvenlik ve gizlilik, standartların oluşturulması, teknolojinin avantajları ve dezavantajları ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

RFID teknolojisinin; güvenlik ve giriş kontrolü, ödeme sistemleri, sağlık ve ilaç sektörü, hayvanların takibi, pasaport güvenliği, filo yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, otoyol, kütüphane, üretim, havaalanı, gıda ürünleri takibi, depo uygulamaları alt başlıkları incelenmiştir; Dünya' dan ve Türkiye' den şekil ve örneklerle detaylı olarak anlatılmıştır.

Sonuç olarak, Türkiye'den iki farklı RFID uygulamasına yer verilmiştir ve uygulamalar değerlendirilmiştir.

ABSTRACT

Radio Frequency Identification (RFID) is an Automatic Identification (Auto-ID) system consisting of a microchip with a coiled antenna (tag) and a reader. Data and energy are transmitted without any contact between the tag and the reader. The reader sends out electromagnetic waves that form a magnetic field so the microchip's circuits are powered. The chip modulates the waves and sends back to the reader. The reader converts the new waves into digital data.

In our study, the use of RFID technology are introduced and in what way this technology will impact business efficiency are shown. First, the concepts related to RFID; operating principles, system components, security and privacy, creation of standards, technology, information about the advantages and disadvantages are discussed.

Sub-titles of RFID technology; security and access control, payment systems, healthcare and pharmaceutical industry, animal tracking, passport security, fleet management, supply chain management, highways, libraries, manufacturing, airports, food tracking, warehouse applications were examined, examples from the World and Turkey are described in detail by figures.

Finally, two applications from Turkey, of RFID implementation has been evaluated.

TEŐEKKÜR

Bu alıřmada teővik, yardım ve her tűrlű desteęini esirgemeyen danıřman hocam sayın Prof. Dr. Uęur Yozgat'a, ayrıca űzerimde maddi ve manevi destekleri olan aileme, arkadařlarıma ve tűm hocalarıma teőekkűr ederim.

ığdem Bayat

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
KISALTMALAR	ix
1.GİRİŞ.....	1
2. RADYO FREKANSLI TANIMA (RFID) TEKNOLOJİSİ	4
2.1 Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID) Tanımı.....	4
2.2 Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi ‘nin Tarihçesi.....	9
2.3 Radyo Frekanslı Tanıma Sistem Bileşenleri.....	13
2.3.1 Etiketler (Tags)(Transponders)	13
2.3.1.1 Pasif ve Aktif Etiketler.....	14
2.3.1.2 Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Frekansları	17
2.3.1.3 Şekillerine Göre RFID Etiketleri	19
2.3.1.4 Veri Programlama Opsiyonlarına Göre Etiketler.....	20
2.3.2 Okuyucu	20
2.3.3 Anten	24
2.3.4 Yazıcı.....	24
2.3.5 Yazılım	25
2.4 Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Standartları	25
2.4.1 ISO Standartları	26
2.4.2 Elektronik Ürün Kodu (EPC) ve (EPC) Global Standartları....	27
2.5 Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Uygulamaları	32
2.5.1 Kısa Mesafeli Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Uygulamaları	33

2.5.1.1	Güvenlik ve Giriş Kontrol Uygulamaları.....	33
2.5.1.2	Ödeme Sistemleri Uygulamaları.....	34
2.5.1.3	Sağlık ve İlaç Sektörü Uygulamaları	35
2.5.1.4	Hayvanlarının Takip Edilmesi Uygulamaları	36
2.5.1.5	Pasaport Güvenliği Uygulamaları.....	37
2.5.1.6	Filo Yönetimi	37
2.5.2	Uzun Mesafeli Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Uygulamaları	38
2.5.2.1	Tedarik Zinciri Yönetimi	38
2.5.2.2	Otoyol Uygulamaları.....	39
2.5.2.3	Kütüphane Uygulamaları	40
2.5.2.4	Üretimdeki Uygulamalar.....	42
2.5.2.5	Havaalanlarındaki Uygulamalar	42
2.5.2.6	Gıda Ürünleri Takibindeki Uygulamalar	42
2.5.2.7	Depo Uygulamaları	43
2.6	Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Avantajları	44
2.7	Radyo Frekanslı Tanıma Sisteminin Taşıdığı Riskler	47
3.	TÜRKİYEDE RADYO FREKANSLI TANIMA SİSTEMİ UYGULAMALARI.....	50
3.1	Otoyol Otomatik Geçiş Sistemi (OGS)	52
3.1.1	Türkiye Otoyol Ödeme Sistemleri Tarihçesi.....	52
3.1.2	Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin (OGS) Tanımı.....	54
3.1.3	Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin (OGS) Teknik Özellikleri..	55
3.1.4	Otoyol Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) Bileşenleri.....	56
3.1.5	Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin Mimarisi	58
3.1.6	Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin İşleyişi	59

3.1.7 Otoyol Otomatik Geçiş Sistemiinde Meydana Gelen Aksaklıkların Giderilmesi.....	60
3.1.8 Otoyol Otomatik Geçiş Sistemi Okumama Durumu.....	60
3.1.9 Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin Avantajları.....	61
3.1.10 Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin Kullanımını Yaygınlaştırmaya Yönelik Çalışmalar.....	62
3.2 İşlam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi (IRCICA) Kütüphanesi RFID Uygulaması	63
3.2.1 İşlam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi Tarihçesi	63
3.2.2 İşlam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi Koleksiyonu.....	65
3.2.3 İşlam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi RFID Uygulaması.....	65
3.2.4 İşlam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi RFID Proje Uygulama Aşamaları	67
3.2.5 İşlam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi RFID Teknolojisi Kütüphane Sistem Bileşenleri.....	69
3.2.6 İşlam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi RFID Teknolojisi Kütüphane İşleyişi.....	69
3.2.7 RFID Teknolojisinin İşlam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesine Faydaları.....	71
SONUÇ	73
KAYNAKÇA	75

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: RFID ve Barkodun Avantaj ve Dezavantajları	7
Tablo 2: RFID Tarihsel Gelişimi.....	12
Tablo 3: Aktif ve Pasif Etiketlerin Karşılaştırılması	16
Tablo 4: Bankalar Göre Toplam OGS Hesap Sayısı	55

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1	: Otomatik Tanıma Sistemleri.....	5
Şekil 2	: RFID Sistemi	9
Şekil 3	: Dalga Boyu ve Frekans İlişkisi.....	17
Şekil 4	: Manyetik ve Elektrik Alan İlişkisi.....	18
Şekil 5	: RFID Etiketleri Şekilleri.....	19
Şekil 6	: RFID Okuyucu Sistemi.....	21
Şekil 7	: RFID El Terminalleri.....	22
Şekil 8	: RFID Sabit Okuyucu	22
Şekil 9	: Mobil Okuyucu.....	22
Şekil 10	: RFID Yazıcı	24
Şekil 11	: RFID Teknoloji Standartları ve Frekans Bantları.....	27
Şekil 12	: EPC Ağ Yapısı.....	29
Şekil 13	: EPC Kod Yapısı.....	30
Şekil 14	: RFID Otopark Bariyer Kontrol Sistemi.....	34
Şekil 15	: E-ZPass İşleyişi	40
Şekil 16	: Kütüphanede RFID Uygulaması.....	41
Şekil 17	: Otomatik Geçiş Sistemi	56
Şekil 18	: OGS Mimarisi.....	58

KISALTMALAR

<i>AKM</i>	Ana Kontrol Merkezi
<i>ANSI</i>	American National Standards Institute (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü)
<i>ASELSAN</i>	Askeri Elektronik Sanayi
<i>Auto-ID</i>	Otomatik Tanıma
<i>BKM</i>	Bölge Kontrol Merkezi
<i>Bkz</i>	Bakınız
<i>DISAL</i>	The Distributed Intelligent Systems and Algorithms Laboratory (Dağıtılmış Akıllı Sistemler ve Algoritmalar Laboratuvarı)
<i>EAS</i>	Electronical Artical Surveillance (Elektronik Parça İzleme)
<i>EPC</i>	Electronic Product Code (Elektronik Ürün Kodu)
<i>EPIC</i>	Electronic Privacy Information Center (Elektronik Gizlilik Bilgi Merkezi)
<i>ETSI</i>	European Telecommunications Standard Institute (Avrupa Telekomünikasyon Standartlar Komitesi)
<i>EUT</i>	Elektronik Ürün Takibi

<i>FCC</i>	The Federal Communications Commission (FCC) Federal (İletişim Komisyonu)
<i>FDA</i>	Amerikan Gıda ve İlaç Örgütü
<i>GHz</i>	Gigahertz
<i>GKM</i>	Gişe Kontrol Merkezi
<i>HF</i>	High Frequency (Yüksek Frekans)
<i>I/O</i>	In-Out (Giriş-Çıkış)
<i>IC</i>	Entegre devre sistemleri
<i>ICAO</i>	International Civil Aviation Organization (Uluslar arası Sivil Havacılık Örgütü)
<i>IRCICA</i>	İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi
<i>ISO</i>	International Organization of Standardization (Uluslararası Standart Organizasyonu)
<i>IT</i>	Information Technology (Bilgi Sistemleri)
<i>JIT</i>	Just In Time (Tam zamanında)
<i>Khz</i>	Kilohertz
<i>LF</i>	Low Frequency (Alçak Frekans)
<i>MHz</i>	Megahertz
<i>MIT</i>	Massachusetts Technology of Institute (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü)
<i>NFC</i>	Near Field Communication (Yakın Alan İletişimi)

No	Numara
Nu	Numara
OCR	Optical Character Recognition (Optik Karakter Tanıma)
OGS	Otomatik Geçiş Sistemi
ONS	Object Name Service (Nesne İsim Servisi)
PC	Personal Computer (Kişisel Bilgisayar)
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
PDA	Personal Digital Assistant (Kişisel Sayısal Yardımcı; Cep Bilgisayarı)
RF	Radio Frequency (Radyo Frekans)
RFID	Radio Frequency Identification (Radyo Frekanslı Tanıma Teknolojisi)
ROI	Return On Investment (Yatırımın Geri Dönüşü)
S	Sayfa
UHF	Ultra High Frequency (Ultra Yüksek Frekans)
UPC	Universal Product Code (Evrensel Ürün Kodu)
US-DOD	Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı
XML	Genişletilmiş Standart Dil

1. GİRİŞ

Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri (RFID) teknolojisi, etiket ve okuyucu arasındaki veri iletişiminin radyo dalgaları ile sağlandığı bir Otomatik Tanıma Sistemi'dir.

RFID, kökleri 2. Dünya Savaşı yıllarına kadar uzanan bir teknolojidir. Almanlar, Japonlar ve Amerikalılar kilometrelerce uzaklıktaki düşman uçaklarını tespit etmek için radyo dalgalarını kullanıyorlardı.

Radar adı verilen bu teknoloji, havacılıkta devrim yaratmış, savaşın kaderini etkileyen unsurlardan biri olmuştur. Radar sinyalleriyle tespit edilen uçakların dost mu düşman mı olduklarının anlaşılabilmesi bu tekniğin en büyük problemiydi. Almanlar bu sorunu görevden dönen uçaklarına birtakım özel manevralar yaptırarak aşıyorlardı. Böylece kendi uçaklarının düşman uçaklarından ayırt edilebilmesi mümkün oluyordu. Bu yöntem, tarihte bilinen ilk, radyo frekansıyla kimlik tespit (RFID – Radio Frequency Identification) yöntemi olmuştur

Otomatik Tanıma Sistemleri içinde yer alan, Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi'nin (RFID) önemi günümüzün küresel ekonomisinde gittikçe artmaktadır. RFID teknolojisindeki olumlu gelişmeler ve etiket fiyatlarındaki düşüş bu teknolojinin kitlesel uygulamalar için hazır hale gelmeye başladığını göstermektedir.

Nesneler üzerine yerleştirilen RFID etiketleri sayesinde, nesnelere takip edilebilir ve yönetilebilir olmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan barkod teknolojisinin; karmaşık süreçler içinde izleme ve kayıt işlemlerinin zorluğu, işçilik maliyetlerinin yüksekliği, zaman kayıpları ve etiket içinde saklanabilen veri kapasitesinin yetersizliği dolayısıyla yerini yavaş yavaş RFID teknolojisine bırakacağı ön görülmektedir. RFID teknolojisinin, barkod teknolojisinin yetersizliklerini ortadan kaldırarak bir devrim yaratacağı ortadadır.

Günümüzde pek çok şirket, RFID tabanlı sistemlerin geliştirilmesi ve satışı için önemli miktarlarda yatırım yapmaktadır. RFID pazarı milyarlarca dolar değerinde oldukça büyük bir pazar olup hızla gelişen ve büyüyen bir yapıdadır.

Ülkemizde henüz dünyadaki kadar hızlı gelişemeyen RFID teknolojisini incelemek ve işletmeler açısından uygulanabilir örnekleri sunmak bu çalışmanın temel amacıdır.

RFID teknolojisini tanıtmak ve bu teknolojiyi kullanmanın işletme verimliliğine ne şekilde etki edeceğini göstermek amacıyla hazırlanacak olan bu çalışmada ilk olarak RFID ile ilgili kavramlara, çalışma prensiplerine, sistem bileşenlerine, güvenlik ve gizlilik, standartların oluşturulması, teknolojinin avantajları ve dezavantajları ile ilgili bilgilere yer verilecektir.

Çalışmamızda, RFID uygulamaları; kısa mesafeli uygulamalar ve uzun mesafeli uygulamalar olarak iki ana başlık altında ele alınacaktır. İki tür uygulama hakkında alt başlıklara değinilecektir.

RFID teknolojisinin; güvenlik ve giriş kontrolü, ödeme sistemleri, sağlık ve ilaç sektörü, hayvanların takibi, pasaport güvenliği, filo yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, otoyol, kütüphane, üretim, havaalanı, gıda ürünleri takibi, depo uygulamaları alt başlıkları incelenecek; Dünya' dan ve Türkiye' den şekil ve örneklerle detaylı açıklanacaktır.

Bu bölümün sonunda RFID teknolojisinin avantajları ve taşıdığı riskler üzerinde durulacaktır.

Çalışmamızın üçüncü bölümünde, Türkiye'den iki farklı RFID uygulamasına yer verilecektir. İlk olarak Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından uygulanmakta olan elektronik ücret toplama sistemlerinden, otomatik geçiş sistemi (OGS) incelenecektir.

OGS hakkında genel kavramlar, mimari yapı, işleyişi hakkında bilgilere değinilecek olup sağladığı faydalara yer verilecektir.

İkinci uygulama ise İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesinde uygulanmakta olan RFID uygulaması olacaktır. Bu uygulama ile ilk kez ülkemizde bir kütüphaneye RFID uygulaması yapılmıştır.

Çalışmamızın bu bölümünde yer vereceğimiz uygulama ile RFID teknolojisinin kütüphanelere adaptasyonu detaylı olarak incelenecektir. Teknoloji ve kütüphane ile ilgili genel kavramlara, proje ile ilgili bilgilere, sistemin işleyişine ve kütüphane için sağladığı avantajlara yer verilecektir.

2. RADYO FREKANSLI TANIMA (RFID) TEKNOLOJİSİ

Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID), radyo dalgaları kullanarak bir nesnenin veya insanın kimliğini kablosuz olarak ileten, bir sistemi tanımlayan genel bir terimdir. RFID bir Otomatik Tanıma Sistemi'dir (Auto- ID)¹.

2.1 Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID) Tanımı

Otomatik Tanıma Sistemleri, manuel veri girişine gerek kalmadan otomatik olarak veri toplayan veya yakalayan teknolojilerin bütünüdür².

Otomatik Tanımlama Sistemleri, barkod teknolojisi, optik karakter tanıma teknolojisi ve retina tarama, parmak izi tanıma gibi biyometrik teknolojileri içermektedir³.

Günümüzde beş farklı Otomatik Tanıma Sistemi vardır (Bk. Şekil 1)⁴.

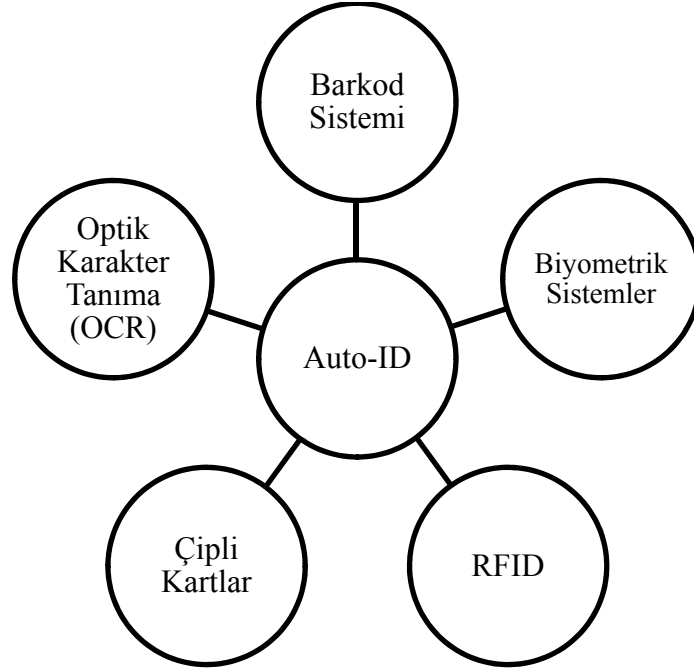
- Optik Karakter Tanıma (OCR) Teknolojisi
- Biyometrik Sistemler (Göz, parmak izi tanıma)
- Barkod Teknolojisi
- Çipli Kartlar (Akıllı Kartlar)
- Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID)

¹ *What is RFID?*, <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1339/1/129>, (05 Mart 2009)

² Judith Symonds, John Ayoade ve David Parry, *Auto-Identification and Ubiquitous Computing Applications : RFID and Smart Technologies for Information Convergence*, New York: Information Science Reference, 2009, s.4.

³ Thomas Klein ve Andre Thomas, "Opportunities to reconsider decision making processes due to Auto-ID", *Int. J. Production Economics*, Sayı.121 (2009), s.99.

⁴ Klaus Finkenzeller, *RFID Handbook*, 2.Basım, Munich: John Wiley & Sons Ltd., 2003, s.10.



Şekil 1 :Otomatik Tanıma Sistemleri

Kaynak Klaus Finkenzeller, **RFID Handbook**, 2.Basım ,Munich: John Wiley & Sons Ltd., 2003, s.11.

Bu sistemlerin ortak özellikleri olan otomatik veri toplama ve yakalama sayesinde, kullanılan iş gücü ve zamandan tasarruf edilirken aynı zamanda veri doğruluğu sağlanmaktadır⁵.

Bazı Otomatik Tanımlama Sistemleri, örneğin çok yaygın olarak kullanılmakta olan barkod sistemlerinde, veriyi depolayabilmek için etiketi tarayacak bir insana gereksinim vardır oysa RFID okuyucuları etiketteki verileri tarayıp , ilgili bir bilgisayar sistemine insana ihtiyaç duymadan iletimini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır⁶.

Otomatik Tanımlama Sistemlerinin içerisinde yer aldığı kabul edilen teknolojilerin, maliyeti düşük olmakla birlikte, RFID sistemleri karşısında yetersizlikleri bulunmaktadır.

⁵ Yacine Rekik, Evren Sahin, Yves Dallery , “ Analysis of the impact of the RFID technology on reducing product misplacement errors at retail stores”, **Int. J. Production Economics**, Sayı.112 (2008), s. 265.

⁶ Mark Brown, Sam Patadia ve Sanjiv Dua, **RFID Certification**, New York: McGraw Hill, 2007, s.3.

Günümüzde sıklıkla RFID teknolojisinin alternatifi olduğu ifade edilse de, iki teknolojinin birlikte kullanıldığı birçok uygulama görülebilmektedir.

Her iki teknolojinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır(bkz. Tablo1)⁷.

⁷ Alp Üstündağ, **RFID ve Tedarik Zinciri**, 1.Basım, İstanbul: Sistem Yayıncılık, 2008, s.12.

Tablo 1

RFID ve Barkodun Avantaj ve Dezavantajları

RFID	Barkod
RFID etiketleri içerisindeki bilgilerin okunabilmesi için, etiketin okuyucunun görüş alanı içinde olması gerekmektedir.	Etiketin üzerindeki kodların lazer okuyucu tarafından taranabilmesi için, etiket kesinlikle görüş alanı içerisinde olmalıdır.
Ürünleri, paletleri ve kolileri tanımlar.	Sadece ürünlerin kategorisini tanımlar.
Okuyucuya ürün tanıtımı önemli değildir.	Ürün tanıtımı gereklidir
Toplu şekilde tanımlama.	Tek seferde tek ürün tarama.
Dinamik okuma/yazma kapasitesi.	Yazılamaz, statik bilgi.
Sert çevre koşullarında kullanım olanağı.	Etiket kirlenmesi okunmayı zorlaştırır.
Daha fazla veri depolama kapasitesi.	Sınırlı veri depolama kapasitesi.
Üretmesi ve etiketi pahalı.	Üretmesi ucuz.
İki aşama gerekli: etiket tasarımı ve etiket ekleme.	Basit bir adım: üretim sürecinde kolayca kolilerin üzerine basılabilir olması.

Kaynak: Mark Brown, Sam Patadia ve Sanjiv Dua, **RFID Certification**, New York: McGraw Hill, 2007, s.4.

Günümüze kadar olan, Otomatik Tanımlama teknolojilerinin arasında barkod RFID' en yakın olandır, lineer ve matrix barkodlar iki ana barkod tipidir.

Barkod ve RFID arasındaki farklar⁸;

- Lineer barkodlar siyah ve beyaz çizgi ve boşluklarda değişen kalınlıklarda olurlar ve farklı kombinasyonlarda basılırlar. Okunabilme için, iyi bir baskı ve çizgi ve boşluklar arasında yeterli kontrast olmalıdır. Matrix barkodlar ise iki boyutludurlar tek boyutlu olan barkoda benzer ancak daha fazla temsil kapasitesi vardır.
- İki teknoloji arasındaki en belirgin fark barkodlar görüş alanına ihtiyaç duyarken, RFID için böyle bir gereklilik yoktur. Barkod okuyucunun barkodu okuyabilmesi için görmesi şarttır ancak RFID okuyucusu optik olarak gizli olan etiketi bile okuma özelliğine sahiptir.
- Barkod tarayıcıya düzgün bir şekilde konumlandırılmaz aks takdirde okumada problem çıkar ancak RFID okuyucusu okuma alanı içerisinde olduğu sürece okuyabilir, özellikle etiket konumlandırmasına gerek yoktur.
- Barkodlarda eğer etiket kirlenirse veya hasar görürse, ürün taranamaz. Standart barkodlar sadece üretici ve ürünü görürler, ürün özelliklerini okuyamazlar.

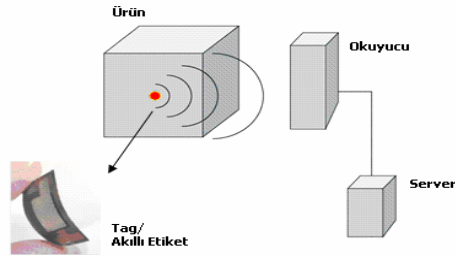
RFID, çevresinde anten sarılı olan bir mikroçip ve okuyucudan oluşan Otomatik Tanıma Sistemidir. Veri ve enerji transferi, etiket ve okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan sağlanmaktadır⁹.

⁸ Brown, s.3-4.

⁹ Eleonora Bottani ve Antonio Rizzi, “ Economical assessment of the impact of RFID technology and

EPC system on the fast-moving consumer goods supply chain”, **Int. J. Production Economics**, Sayı.112 (2008), s.548.

Okuyucunun yaydığı elektromanyetik dalgalar antenle buluşmakta ve etiket üzerindeki devreleri harekete geçirmektedir. Etiket, dalgaları modüle ederek okuyucuya geri göndermekte, okuyucu da yeni dalgayı dijital veri haline dönüştürmektedir (bk. Şekil 2) ¹⁰.



Şekil 2 : RFID Sistemi

Kaynak: Alp Üstündağ, **RFID ve Tedarik Zinciri**,1.Basım, İstanbul: Sistem Yayıncılık, 2008,s.4.

2.2 Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi 'nin Tarihçesi

RFID teknolojisi ilk olarak 1930' lu yılların başında telaffuz edilmeye başlansa da, geçmişi 1800'li yıllara dayanmaktadır. Elektromanyetik dalga teorisi 1800 lerde geliştirildi. Michael Faraday ışık ve radyo dalgalarının elektromanyetik enerjinin parçası olduğunu ortaya koymuştur ve James Clerk Maxwell elektrik ve manyetik enerjinin enine dalgalarda ışın hızıyla yol aldığını kanıtlamıştır. Bu buluş dolaylı deneylere yol açmıştır. 1896 yılında, Guglielmo Marconi radyo dalgalarını başarılı bir şekilde Atlantik 'in karşısına geçirmeyi başarmıştır. Marconi' nin buluşu gelişerek devam etmiştir¹¹.

1922 yılında radar geliştirilmiştir, radar 2.Dünya Savaşı sırasında, yaygın olarak müttefikler tarafından dost askeri uçaklarını tanımak için kullanılmıştır ¹².

¹⁰ Üstündağ, s.4.

¹¹ Symond, Ayoade, Parry, s.2.

¹² Jeremy Landt, "Shrouds of Time. The History of RFID", <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/shrouds-of-time.pdf>, (06.Haziran 2009), s.3.

1950 'li yılların sonlarına doğru, entegre devre sistemlerinin (IC) bulunuşu ile RFID bileşenlerinin boyutları küçüldü ve bu radarın hava trafik kontrolünde kullanılabilecek şekilde geliştirilmesini sağladı. 1960' lı yıllarda bilim adamlarının ve iş dünyasının teknolojiye ilgi göstermesiyle birlikte RFID 'in belirgin gelişimi başlamıştır¹³.

1969 yılında, bir IBM mühendisi ile birlikte Mario Cardullo' nun tasarladığı barkod sistemiyle uygulanan araç takibi ilk ticari RFID uygulamasıdır. RFID uygulamalarının birçoğu 1970'li yıllarda şekillenmiştir¹⁴.

Elektronik Ürün Takibi (EUT) için RFID kullanımı 1970' lerin başlarında başlamıştır. EUT, perakende mağazalarda hırsızlığı önlemek amacıyla kullanılan basit bir sistemdir¹⁵.

1990 'lı yıllarda RFID uygulamaları giderek yaygınlaşmıştır. Otomatik Geçiş Sisteminin başarısı Amerika Birleşik Devleti, Avrupa ve Asya'ya yayılmasını sağladı. Otomatik Geçiş Sisteminde para ödemek için iki temel sistem vardır, bunlardan birincisi temassız kart diğeri ise araca monte edilen etikettir. İkincisi birincisi gibi aracı yavaşlatıp, kartı bariyerdeki veya ödeme noktasındaki okuyucuya yakın tutmayı gerektirmez. Temassız kartlar için standartlar 1992 ila 1995 yılları arasında geliştirilmiştir. Bu kartlar günümüzde yaygın olarak elektronik ödemelerde, giriş kontrolünde, ulaşım bilet ödemelerinde ve havayolu biletlemelerinde kullanılmaktadır¹⁶.

1999 yılı sonlarına doğru RFID tedarik zinciri yönetimine eğilim arttı. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü Profesörü Sanjay Sarma tarafından "The Distributed

¹³ Rusty L. Juban ve David C. Wyld, "Would You Like Chips With That?:Consumer Perspectives of RFID", **Management Research News**, Cilt.27, Sayı.11 (2004), s.31.

¹⁴ Steven Shepard, **Radio Frequency Identification**, New York: McGraw Hill, 2005, s.49.

¹⁵ David Hanny, Manuel A. Pachano ve Les G. Thompson, **RFID Applied**, New Jersey: John Wiley&Sons, 2007, s.27.

¹⁶ Alp Üstündağ, Mehmet Serdar Kılınc, Emre Çevikcan, "Fuzzy rule-based system for the economic analysis of RFID investments", **Expert Systems with Applications**, Sayı. 37 (2010), s. 5300.

Intelligent Systems and Algorithms Laboratory (DISAL)” adlı proje başlatıldı. Merkez, Elektronik Ürün Kodunu (EPC) geliştirdi¹⁷.

Auto-Id Merkezi, 2003 yılında Coca-Cola, Gillette ve Protector & Gamble sponsorluğunda araştırmalarına devam etti¹⁸.

RFID’ nin tedarik zinciri açısından dönüm noktası 2001 yılında Wal-Mart’ın katılımıyla olmuştur. Saha denemesi, Amerika Birleşik Devletlerinde sekiz eyalet ve on şehirde, kırk işletmenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Deneme sadece başarılı değildi aynı zamanda RFID’ nin pratikliğini ve ekonomik yararını da gösterdi. Bu durum Gillette’ in 2002 yılı sonuna doğru beş yüz milyon etiket ısmarlamasına ve 2003 yılında Wal-Mart’ın tedarikçilerinde RFID kullanımını duyurmasına sebep olmuştur¹⁹.

Tablo 2 yukarıda anlatılan RFID’ nin gelişiminin zaman çizelgesini göstermektedir.

¹⁷ Frederic Thiesse, “RFID, privacy and the perception of risk:A strategic framework”, **Journal of Strategic Information Systems**, Sayı. 16 (2007), s.216.

¹⁸ Alorie Gilbert , “ MIT winds down radio tag activity”, *Cnet News*, 23 Ekim 2003.

¹⁹ Symond, Ayoade, Parry, s.3.

Tablo 2

RFID Tarihsel Gelişimi

1800	Elektromanyetik Teori
1896	Radyonun İcadı
1922	Radarin Bulunuşu
1937	Dost Düşman Uçak İlk Kullanımı
1950	Hava Kontrol Sistemi
1958	Entegre Devlerin Gelişimi
1960	RFID Araştırmaları
1969	İlk RFID Geliştirilmesi
1970	Elektronik Ürün Tanıma Kullanımı
1972	Kimlik Kontrolü
1980	Amerika’da Demiryollarında Kullanımı
1990	Otomatik Geçiş
1992-1995	Akıllı Kartların Gelişimi
1999	MIT Auto-ID Merkezi Kurulumu
2001	Wal-Mart’ın Merkeze Katılımı
2002	Gillette’in 500 milyon adet etiket siparişi
2003	EPC Global Kuruluşu

Kaynak: Judith Symonds, John Ayoade ve David Parry, Auto-Identification and Ubiquitous Computing Applications: RFID and Smart Technologies for Information Convergence, New York: Information Science Reference, 2009, s.3.

2.3 Radyo Frekanslı Tanıma Sistem Bileşenleri

RFID Sistemi, RFID çözümleri sunan entegre bileşenler bütünüdür.

RFID sistemi temel olarak aşağıda belirtilen bileşenlerden oluşmaktadır²⁰.

- etiket (tag, transponder)
- okuyucu (reader)
- okuyucuya bağlı antenler
- bilgisayar ve sistem yazılımları

RFID sistemlerinin çalışma prensibinde veri transferi kilit noktayı oluşturur. Etiket ve okuyucu arasında anten aracılığı ile gerçekleşen veri iletişimine “bağlama (coupling)” adı verilir²¹.

2.3.1 Etiketler (Tags)(Transponders)

RFID sistemlerinde etiket, transponder olarak da adlandırılır. Transponder kelimesi İngilizce verici anlamına gelen (TRANSmitter) ve cevap veren anlamına gelen (resPONDER) sözcüklerinden oluşmuşlardır²².

RFID etiketleri tanımlama bilgisini içeren bir mikroçip ve bu veriyi kablosuz olarak okuyucuya ileten bir antenden oluşmaktadır. En temelde mikroçipte bulunan ürünü tanımlayan tanımlama verisi günümüz barkodlarına benzemektedir. Buna karşın en önemli farklılık RFID etiketinin barkoda göre daha yüksek veri kapasitesine sahip olmasıdır. Böylece ürünün üreticisi, lot numarası, ağırlığı, sahibi, ulaşacağı yer, ürünün bozulacağı sıcaklık aralığı gibi verileri etiket içerebilmektedir²³.

²⁰ Finkenzeller, s.7.

²¹ Hae-Won Son, Jung-Nam Lee, ve Gil-Young Choi, “ DESIGN OF COMPACT RFID READER

ANTENNA WITH HIGH TRANSMIT/RECEIVE ISOLATION”, **MICROWAVE AND OPTICAL TECHNOLOGY LETTERS**, Cilt. 48, Sayı.12, (Aralık 2006), s.2478.

²² C.M. Roberts, “Radio Frequency Identification (RFID), **Computers & Security**, Cilt. 25, (2006), s.19.

²³ Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, s.13.

RFID etiketleri, radyo sinyalleri ile yapılan sorgulamaları almaya ve bunları cevaplamaya olanak tanıyan bir anten, silikon yonga ve kaplamadan oluşmaktadır. Ek olarak 1-2 milimetreden 10 santimetreye kadar çapı olan, ortası oyuk, küçük diskler olarak da tasarlanabilir ya da hayvanların deri altına enjekte edilmesi için 12 milimetreden 32 milimetreye kadar uzunluğa sahip cam kapsüller şeklinde olabilir²⁴.

RFID etiketler, kullandıkları enerji açısından aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılır. Pasif etiketlerin kendi sahip oldukları bir enerji kaynağı yoktur. Aktif etiketlerde ise destek pil bulunmaktadır. Bu şekilde etiket kendi enerjisini kendi üretir²⁵.

2.3.1.1 Pasif ve Aktif Etiketler

RFID etiketleri aktif ve pasif olarak sınıflandırılabilirler. Pasif etiketlerin, kendi enerji kaynakları yoktur. Okuyucunun meydana getirdiği elektromanyetik alan sayesinde güç alırlar, bu sebeple okuyucuya çok yakın bir mesafede olmadıkları sürece çalışmazlar²⁶.

Aktif etiketlerde ise destek bir pil bulunmaktadır. Bu şekilde etiket kendi enerjisini kendi üretir. Aktif etiketler çok daha pahalı olmakla birlikte 300 metreye kadar okunma uzaklığına sahiptir. Pasif etiketlerin okunma uzaklığı 5-10 metre arasında değişmektedir. Eğer destek pil sadece entegre devre için kullanılıyorsa, etiket yarı pasif ya da yarı – aktif olarak adlandırılır²⁷.

Pasif etiketlerin performansları elektromanyetik gürültülü çevrelerde düşmektedir. Ayrıca mikroçip devresini çalıştırmak için kendi enerji kaynağını kullanan,

²⁴ Muhammed Ali Koşan, "RFID Etiketleri ve RFID Okuyucular", *Bilişim Dergi*, 2009, Sayı.8, <http://bilisimdergi.com/RFID-Etiketleri-ve-RFID-Okuyucular-8-5.html> (23 Ocak 2010), s.5.

²⁵ Sandip Lahiri, **RFID Sourcebook**, 1. Basım, Massachusetts: Prentice Hall PTR, 2005.

²⁶ Konstantinos Domdouzis ve Bimal Kumar, "Radio- Frequency Identification (RFID)applications: A Brief Introduction, **Advanced Engineering Informatics**, Cilt.21, (2007), s.351.

²⁷ V.P. Plessky, "Review on SAW RFID Tags", **IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS FERROELECTRICS AND FREQUENCY CONTROL**, Cilt.57, Sayı.3., (Mart 2010), s.15.

fakat iletişim için okuyucudan aldığı enerjiyi kullanan etiketlere de daha önce bahsettiğimiz üzere yarı pasif etiket denir²⁸.

Pasif etiketlerden farklı olarak, aktif etiketler; daha büyüktür ve daha komplike bir yapıya sahiptir, daha pahalı olmasının sebeplerinden biri üretimin maliyetli olmasıdır²⁹.

Aktif etiketlerin çalışmasını sağlayan güç kaynakları 2-7 yıl arası kullanım ömrüne sahiptir. Tablo 3’ de aktif ve pasif etiketlerin karşılaştırılması yer almaktadır.

²⁸ Roberts, s.19.

²⁹ LIU Yao ve Diğerleri, “A Low Power Temperature Sensor for Passive RFID Tag, **Entegre Devreler, '09 ISIC. 2009 12. Uluslararası Sempozyumu**, Singapur, 14-16 Aralık 2009, s.699.

Tablo 3

Aktif ve Pasif Etiketlerin Karşılaştırılması

	Aktif RFID Etiketleri	Pasif RFID Etiketleri
Etiket Güç Kaynağı	Kendi Güç Ünitesi Var	Okuyucudan Güç Alır
Güç Sağlama Özelliği	Sürekli	Sadece RF alanı içerisindeyken
Okuyucu – Etiket Arası Gerekli Sinyal Gücü	Düşük	Yüksek
Okuyucu-Etiket Arası Olan Sinyal Gücü	Yüksek	Düşük
Okuma Mesafesi	Uzun Mesafe	Kısa Mesafe
Çoklu Etiket Tarama	Tek bir okuyucudan binlerce etiket tarama	Okuyucudan 3 metre uzaklığa kadar 100 adet tarama
İzleme Kapasitesi	İzleme sırasında veri girişi	İzleme sırasında veri girişi etiket okuyucudan güç aldığı anda
Veri Depolama	Büyük	Küçük

Kaynak: Konstantinos Domdouzis ve Bimal Kumar, "Radio- Frequency Identification (RFID) applications: A Brief Introduction, **Advanced Engineering Informatics**, Cilt. 21, Sayı. 4(Ekim2007), s.352.

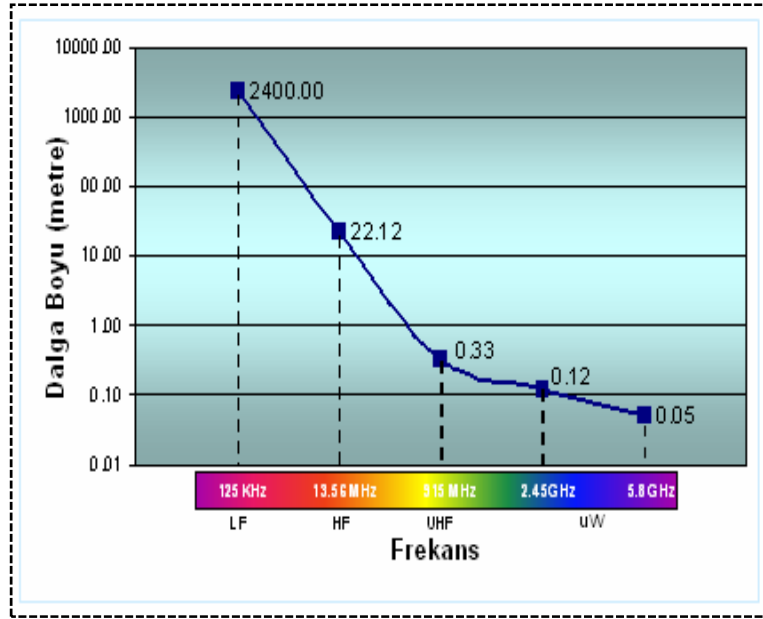
2.3.1.2 Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Frekansları

RFID sistemleri farklı frekanslarda çalışabilmekte ve farklı özelliklere sahip olmaktadır. RFID sisteminin hangi frekansta seçilmesi gerektiğine, uygulamaların gereksinimleri göz önüne alınarak karar verilir³⁰.

Temel olarak RFID sistemlerinin çalıştığı dört farklı frekanstan bahsedilebilir. Bu frekansların tanımlandığı aralıklar şu şekildedir

- Düşük Frekans (LF, 30 kHz – 300 kHz)
- Yüksek Frekans (HF, 3 MHz – 30 MHz)
- Ultra Yüksek Frekans (UHF, 300 MHz- 3 GHz)

RF dalgalarının frekansı arttıkça, dalga boyu azalır. Farklı frekanstaki dalga boyları Şekil 3'te görülmektedir³¹.



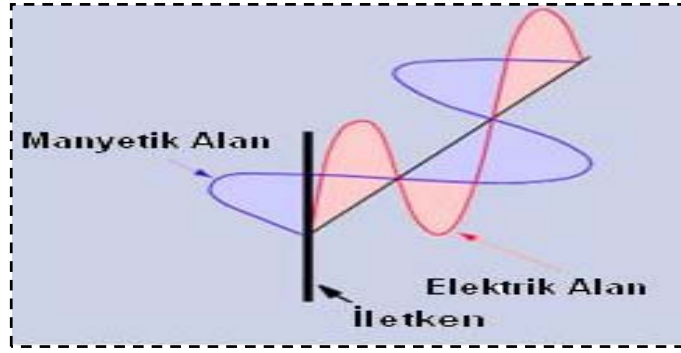
Şekil 3: Dalga Boyu ve Frekans İlişkisi

Kaynak: Alp Üstündağ, **RFID ve Tedarik Zinciri**, 1. Basım, İstanbul: Sistem Yayıncılık, 2008, s.15.

³⁰ Finkenzeller, s.161.

³¹ Üstündağ, s.14-15.

Elektromanyetik dalgalar elektrik ve manyetik olmak üzere iki alandan oluşmaktadır. RFID etiketler frekansa bağlı olarak veri iletimi sırasında iki alandan birini kullanırlar. LF ve HF frekansları manyetik alan kullanırken, UHF ve mikro dalga frekansları elektrik alanını kullanırlar (Bk. Şekil 4)³².



Şekil 4: Manyetik ve Elektrik Alan İlişkisi

Kaynak: Alp Üstündağ, **RFID ve Tedarik Zinciri**,1.Basım, İstanbul: Sistem Yayıncılık, 2008, s.15.

Ülkelerde frekans tahsisi genellikle hükümetlerce kanunlar ve yönetmelikler aracılığı ile yönetilmektedir. ISO ve benzeri organizasyonların standardizasyonları uyumlu hale getirme çalışmalarına rağmen uluslar arası olarak RFID uygulamaları için frekans tahsisinde farklılıklar vardır. Örneğin, Avrupa UHF için 868 MHz. kullanırken, Amerika 915 MHz. kullanmaktadır³³.

RFID etiketleri ve okuyucuları uygulama özelliğine göre farklı frekans aralıklarında işlem görürler. Pasif etiketler tarafından, kısa mesafeli uygulamalarda düşük frekanslı sistemler kullanılır. Düşük frekanslı aygıtlar özellikle 124 KHz, 125 KHz ve 134 KHz' lerde faaliyet göstermektedir³⁴.

³² Üstündağ,s.15.

³³ Roberts, s.20.

³⁴ Suhong Li ve Diğerleri, "Radio frequency identification technology: applications, technical challenges and Strategies", **Sensor Review**, Cilt.26, Sayı.3, (2006) s.19.

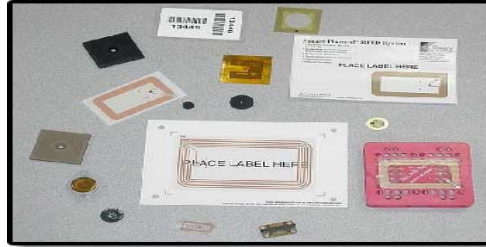
Yüksek frekanslı sistemler, düşük frekanslı sistemlere göre daha pahalıdır ve daha yüksek enerji gereksinimindedir. Radyo dalgalarının frekansı arttıkça daha çok ışık gibi hareket ederler³⁵.

Yüksek frekanslı sistemler (3-30 MHz), genellikle bagaj takibi ve küçük ürün etiketleme gibi akıllı kart ve akıllı etiket uygulamalarında kullanılmaktadır. Yüksek frekanslı sistemler özellikle 13,56 MHz' te işlem görmektedirler³⁶.

Yüksek frekanslı sistemler, düşük frekanslılara göre daha geniş okuma mesafesi ve daha yüksek veri iletim hızına sahiptirler fakat çevreye karşı duyarlıdırlar. Materyallerin içinden iyi geçememektedirler fakat düşük frekanslı sistemlere göre elektronik gürültülere daha dayanıklıdırlar. Yüksek frekanslı etiketler giriş kontrolü, akıllı kartlar, kütüphane kontrolü gibi uygulamalarda kullanılırlar³⁷.

2.3.1.3 Şekillerine Göre RFID Etiketleri

RFID etiketleri Şekil 5'te görüldüğü üzere birçok şekil ve ebatla olmaktadır. İşletmeler kullanacakları etiketi ve şeklini uygulamalarına göre dikkatlice seçmelidirler (Bk. Şekil 5).



Şekil 5: RFID Etiketleri Şekilleri

Kaynak:http://www.controlelectric.com/RFID/Types_of_RFID.html

³⁵ RFID Journal, The Basic of RFID Technology, <http://www.rfidjournal.com/articleview/1337/1/129> (08.05.2010), s.2-4.

³⁶ Finkenzeller, s.13.

³⁷ Harvey, Lehpamer. **RFID Design Principles**. Artech House, Incorporated, 2007, s.5-6.

2.3.1.4 Veri Programlama Opsiyonlarına Göre Etiketler

Etiketler taşıdıkları verinin niteliğine göre belleği salt okunabilir (Read Only Memory), bir kez yazılabilen birçok kez okunabilen (write once / read many memory) ve okunup yazılabilen (Read /Write) bellekler olabilir³⁸.

Salt Okunabilen; etiket kullanım ömrü boyunca sadece bir kere yazılabilir. Veri, üretim sırasında fabrikada etiketin içine takılır. Bu etiketlere aynı zamanda fabrika ayarlı etiketlerde denir. Etiket üreticileri, veriyi tedarik eder ve etiket kullanıcıları veri üzerinde hiçbir kontrole sahip değildir. Bu çeşit etiketler, basit uygulamalar için uygundur³⁹.

Bir kez yazılabilen, birçok kez okunabilen; etiket sadece bir kez yazılabilir ancak etiket kullanıcısı tarafından etiket oluşturulacağı zaman yazılır.

Okunup Yazılabilen; etiket birçok kere yazılabilir. Bu sayı 10000 ve 100000 defa arasında değişir. Veriyi okuyucu veya etiket kendi yazabilir (aktif etiket olması durumunda).Bu tür etiket, üretimi en pahalı olan etiket türüdür. Bu etiket günümüz uygulamalarında çok fazla kullanılmamaktadır, ileride maliyetlerdeki düşüş etiketlerin kullanımını arttırabilir olarak öngörülmektedir⁴⁰.

2.3.2 Okuyucu

RFID okuyucu antenleri aracılığı ile kodlanmış dijital bilgiyi radyo dalgası formatında etikete gönderir ve aktif olmuş etiketten geri gönderilen sinyali alır. Hem etiket içindeki veriyi okuyabilir, hem de etiket üzerine veri yazılabilir, bununla birlikte bir veya birden fazla frekans aralığını destekleyebilir. Okuyucu sistemi, alıcı, verici, bellek, kontrol işlemcisi, giriş / çıkış (I/O) ara yüzleri ve antenlerden oluşur

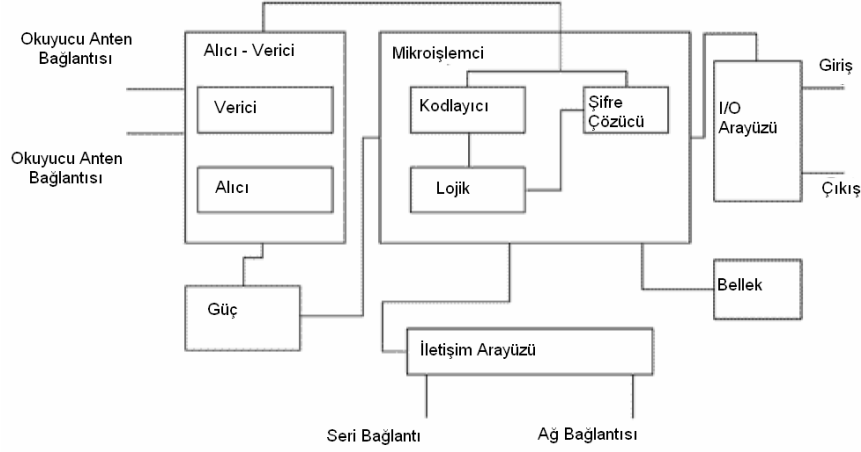
(Bkz. Şekil 6)⁴¹.

³⁸ Roberts, s.19.

³⁹ Lahiri.

⁴⁰ Bill Glover ve Himanshu Bhatt, **RFID Essentials**,1.Basım, A.B.D : O'Reilly Media, Inc., 2006, s.56.

⁴¹ Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, s.22-26.



Şekil 6: RFID Okuyucu Sistemi

Kaynak: Sandip Lahiri, **RFID Sourcebook**, 1. Basım, Massachusetts: Prentice Hall PTR, 2005.

Okuyucular sabit, el terminali ve mobil olmak üzere üç tiptir. Sabit okuyucular, duvarlara veya kapılara monte edilebilir, harici bir güç kaynağı vardır ve genelde birden fazla anten içerir. El terminallerinde anten, donanımın içine yerleştirilmiştir, genelde kablosuz ağ ile IT altyapısına bağlıdır, mobilitesi (taşınırılığı) yüksektir ve güç kaynağı olarak pil kullanılır. Mobil okuyucular, laptop PC'ler için PCMCIA kartları içerir, PDA özelliğine sahip olabilir, bir kısmında mobil telefon özelliği de bulunmaktadır. Ayrıca forklift gibi lojistik taşıma araçlarına monte edilerek de kullanılabilir. Kablosuz ağ üzerinden IT sistemine bağlanır, genelde bir pil veya araç aküsünden enerjisini alır⁴².

⁴² Fusheng Wang ve Diğerleri, "A temporal RFID data model for querying physical objects", **Pervasive and Mobile Computing**, Sayı.6(2010), s.385.



Şekil 7 :RFID El Terminalleri

Kaynak : http://www.gaorfidassettracking.com/RFID_Asset_Tracking_Products/index.php?main_page=index&cPath=154



Şekil 8 : RFID Sabit Okuyucu

Kaynak : <http://www.barcode-uk.com/promag-m-60.html>



Şekil 9 : Mobil Okuyucu

Kaynak : <http://www.allproducts.com/manufacture100/syris/product4.html>

Okuyucuların, etiket yönetimi için kullandığı üç temel komut bulunmaktadır. Bunlar seçme (select), stok (inventory) ve giriş (access) olarak adlandırılmaktadır. Seçme komutunda hangi grup etiketlerin cevap vermesi gerektiği belirlenir. Örneğin sadece belirli bir özelliğe (özel bir tarih ya da imalatçı kodu) sahip etiketlerin okunması bu komut ile gerçekleştirilir.

Stok komutu ile belirli bir grupta yer alan etiketlerin ayrıştırılması ve tekil numara bilgilerinin tanınması sağlanır. Giriş komutu, belirli bir etiketin üzerinde işlem yapılmasını sağlar. Giriş komutuna bağlı dört temel komut ile etiketin üzerinde farklı işlemler gerçekleştirilebilir⁴³.

- **Oku (read):** Etiket içindeki farklı veri bloklarının okunabilmesini sağlar.
- **Yaz (write):** Etiket üzerine spesifik bir verinin yazılabilmesini sağlar.
- **Öldür (kill):** Etiket kullanılamaz hale getirir.
- **Şifrele (lock):** Etiket şifrelenmesini sağlar.

RFID uygulamalarında seçilecek okuyucuya karar verilirken göz önüne alınması gereken kriterler şunlardır⁴⁴ :

- Frekans aralığı
- Farklı hava ara yüz protokollerine sahip etiket çeşitlerini desteklemesi
- Ülkenin yerel düzenlemelerine uyum sağlaması (frekans-çıkış gücü)
- Etiket okuma ve yazma sürecinde kullandığı bellek kapasitesi
- Diğer ağ okuyucu ve bilgisayarları ile bağlantı için gerekli ara yüzlerin bulunup bulunmadığı
- Çıkış gücü
- Farklı anten çeşitlerini desteklemesi ve değişik koşullar altında dinamik olarak ayarların yapılabilmesi. Farklı bileşenler ile bağlantı için dijital giriş-çıkış ve kontrol devrelerinin varlığı

⁴³ Min Surp Rhee ve Byoungehan Lee (Ed), Information Security and Cryptology ICISC 2006, New York: Springer, 2006, s.202.

⁴⁴ Patrick J.Sweeney, **RFID For Dummies**, New Jersey: Wiley Publishings, 2005, s.183.

- Güncel işletme yazılımları ile versiyonun yükseltilebilmesi

2.3.3 Anten

Anten, etikete enerji sağlamak amacıyla okuyucunun ürettiği radyo sinyallerini yayar. Anten fiziksel olarak mikroçipe takılıdır. Etiket mikroçip ve antenin bağlantı noktaları etiketin en zayıf bağlantılarıdır, eğer bu noktalardan biri hasar görürse, etiket performansında belirgin bir düşme gözlenir veya etiket kullanım dışı olur⁴⁵.

Antenin büyüklüğü sistem frekansı ile ilişkilidir. Fiziksel görüntüsü her zaman gerçek büyüklüğünü göstermez, kaplandığı malzeme anteni olduğundan büyük gösterebilir. Anten polarizasyonu, radyo dalgasının antenden ne şekilde yayılacağını belirler ve etiketin okunma performansı ile doğrudan ilişkilidir. Doğrusal ve dairesel olmak üzere iki çeşit polarizasyonun adı geçer. Okuyucu anteni ve etiket anteninin aynı polarizasyona sahip olması gerekmektedir. Aynı polarizasyona sahip olmadığı takdirde sinyal kaybına ve okuma mesafesinde azalmaya sebebiyet verir⁴⁶.

2.3.4 Yazıcı

RFID yazıcı, akıllı etiketlerde bulunan RFID çiplerine bilgi yazmak üzere özel olarak tasarlanmış etiket yazıcısıdır. Yazıcı, çipi test eder; çipin üzerine yazar daha sonra da, barkod ve diğer verileri içeren etiketi basar.



Şekil 10 : RFID Yazıcı

Kaynak:<http://www.zebra.com/id/zebra/na/en/index/products/printers/rfid.html>

⁴⁵ Lahiri, s.11-13.

⁴⁶ Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, s.28-29.

2.3.5 Yazılım

Ara katman yazılımı RFID okuyucuları ile kurumsal uygulamalar arasında olan özel yazılımı tanımlamaktadır. Ham veriyi toplar, işler, filtre eder, birleştirir ve istenilen formatta yazılıma iletir⁴⁷.

2.4 Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Standartları

RFID sistemlerinde uluslararası standartların gelişmesi, uygulamaların yaygınlaşması açısından çok büyük bir öneme sahiptir. Ortak RFID standartlarının gelişmesi ile farklı üreticilerin okuyucu ve etiketleri arasında çalışabilme uyumu sağlanabilmesi donanım maliyetlerini düşürecektir⁴⁸.

RFID uluslar arası standartların geliştirilmesindeki en önemli amaç, maliyet tabanlı ve verimliliği arttıracak olan ürün standardına ulaşp, pazara olan talebin artırılması ve pazarın büyümesidir. Bugün özellikle UHF spektrumunda RFID standartlarının oluşturulmasında iki uluslar arası organizasyon EPC Global ve ISO konu ile ilgili çalışmalarını etkili bir şekilde sürdürmektedir. Bu iki kuruluş dışında ABD kuruluşu ANSI, FCC ve Avrupa kuruluşu ECC, ETSI gibi organizasyonlarda bulunmaktadır⁴⁹.

RFID standartları; veri katmanı, fiziksel katman ve uygulama katmanı olmak üzere üç kısımda sınıflandırılabilir⁵⁰.

- **Veri Katmanı: Etiketlerin** toplu halde okunabilme özelliği (anti-collision), veri içeriği ve etiket iletişimi ile ilgili standartları içerir. Örneğin; anti-collision algoritmalarının kalitesinin belirlenmesinde performans, menzil, band genişliği gereksinimleri, uygulama

⁴⁷ RFID Journal, The Basic of RFID Technology, <http://www.rfidjournal.com/articleview/1336/1/129>(08.05.2010), s.2-4.

⁴⁸ Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri ,s.32.

⁴⁹V. Daniel Hunt, Albert Puglia ve Mike Puglia, **A RFID-A Guide To Radio Frequency Identification**, New York: A John Wiley & Sons Inc., Publications, 2007, s.86.

⁵⁰ Heiko Knospe, Hartmut Pohl, "RFID Security", **Information Security Technical Report**, Cilt.9, (Aralık 2004), s.41.

maliyetleri, gürültü – hata toleransları ve güvenlik gibi kriterler kullanılmaktadır.

- **Fiziksel Katman:** Hava ara yüz fonksiyonlarını içerir. Hava ara yüz protokolleri, etiketin nasıl aktive edildiği, etiket içinde verilerin nasıl depolandığı ve okuyucuya nasıl iletildiği ile ilgilenir. Etiket ve okuyucunun iletişim şeklini tanımlar, farklı üreticilerin ürünlerinin birbirleri ile uyum içinde çalışmasını sağlar.
- **Uygulama Katmanı:** Belirli uygulamalarda standartların nasıl kullanılması gerektiğini belirler, bu katman kapsamında yer alan uygunluk katmanı da ürünlerin test sonuçlarına dayalı beklenen performans ve operasyon kriterlerini sağlayıp sağlamadığı ile ilgilenir.

2.4.1 ISO Standartları

ISO, ödeme sistemlerinden hayvan izleme işlemlerine kadar birçok konuda RFID standardı geliştirmiştir⁵¹.

- **ISO 11784:** Etiket içinde verinin nasıl yapılandırılması gerektiğini belirtmekte,
- **ISO 11785:** Hava ara yüz protokolünü tanımlamaktadır,
- **ISO 14223 ve ISO 18000-2:** Hayvan izleme standartlarını içermektedir.

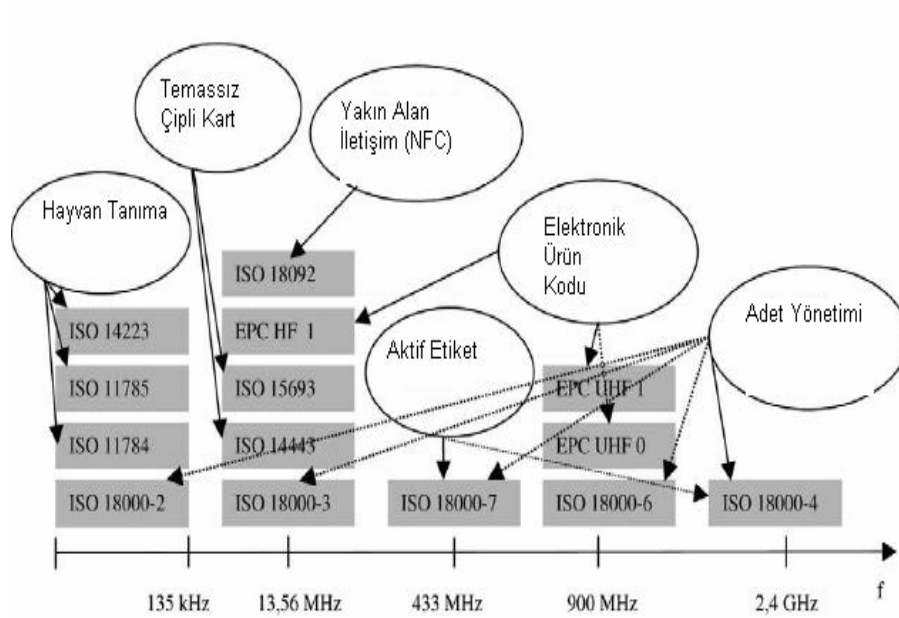
Tüm bu standartlar 135 KHz altındaki frekans bandı için tasarlanmıştır.

- **ISO 14443:** Ödeme sistemleri ve temassız akıllı kartlar (proximity kart) için tanımlanmıştır. Bu sistemlerde etiket okuyucudan yaklaşık 10 cm uzaklıkta çalışmaktadır.
- **ISO 15693:** Yakın temas kartların hava ara yüz, toplu okunabilme ve iletişim protokollerini tanımlar.

⁵¹ Steve Hodges ve Mark Harrison, “White Paper: Demystifying RFID: Principles and Practicalities”, 2003, Auto-ID Centre, <http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/automation/publications/documents/CAM-AUTOID-WH024.pdf> (1 Nisan 2009).

- **ISO 18092:** 13,56 MHz band aralığındaki yakın alan iletişim (NFC) protokolü için tasarlanmıştır.
- **ISO 18047:** RFID cihazlarının belirli bir standarda uygunluk testini,
- **ISO 18046:** RFID okuyucu ve etiketlerin performans testlerini tanımlamaktadır.
- **ISO 18000:** Farklı frekans aralıklarında adet bazında ürün yönetimi için hava ara yüz ve iletişim protokollerini tanımlar.

Şekil 11 EPC Global ve ISO standartlarını özetlemektedir



Şekil 11 :RFID Teknoloji Standartları ve Frekans Bantları

Kaynak: Heiko Knospe, Hartmut Pohl, "RFID Security", **Information Security Technical Report**, Vol.9, (Aralık 2004), s.43.

2.4.2 Elektronik Ürün Kodu (EPC) ve (EPC) Global Standartları

EPCglobal, 1999 yılında ABD 'deki Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (M.I.T) kurularak akademik çalışmalara başlamıştır. İngiltere'de Cambridge, Avustralya'da Adelai, Japonya'da Keio, İsviçre'de St. Gallen Üniversitesi ve 100

küresel şirket ile işbirliği içerisinde RFID standartları eksikliğini gidermek amacıyla, çalışmalarına devam etmiştir⁵².

2003 yılında GS1 ve GS1 US arasındaki bir ortaklık ile EPCglobal organizasyonu kurulmuştur. Bu organizasyonun amacı EPCglobal ağı için standartlar geliştirmektedir⁵³.

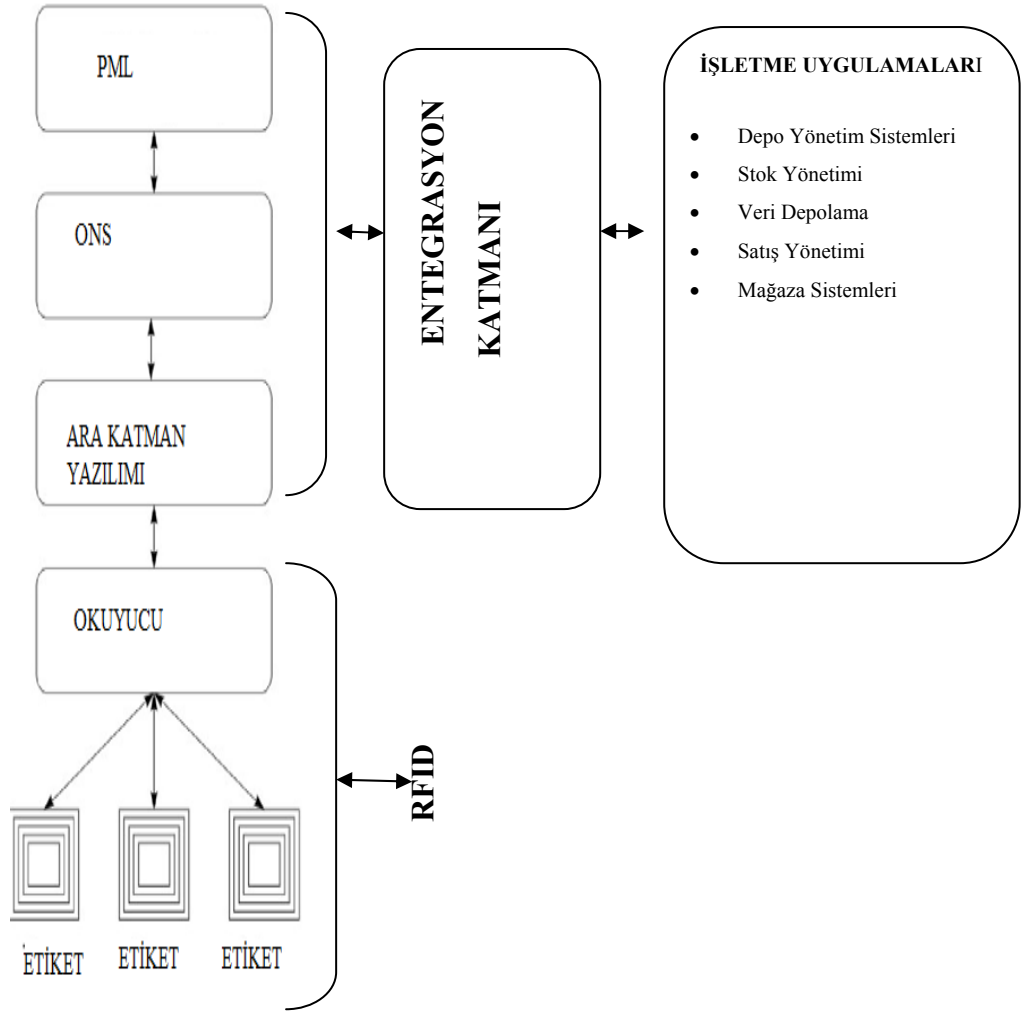
EPC ağ yapısını oluşturan bileşenler⁵⁴ (Bk.12);

- **Elektronik Ürün Kodu (EPC) :** Her ürünün kendi kodunun olmasıdır.
- **Yazılım Dili (PML):** Etiketlerden alınan verinin iletişim formatı olarak hizmet sağlamaktadır. XML (extensible mark up language) tabanlıdır.
- **Nesne İsim Servisi (ONS):** EPC kodunu ürün ile ilgili daha çok bilginin bulunabileceği, bir veya daha fazla internet adresine yönlendirmek için kullanılır. DNS' in (domain naming service) RFID karşılığı olarak ifade edilir.
- **Savant:** Okuyucu alt yapısı ile ana bilgisayar arasında konumlandırılmış ana katman yazılımıdır. Görevi; RFID okuyucularından gelen EPC verisini işlemek, hata kontrolü yapmak, verileri birleştirerek ana işletim sistemine aktarmaktır.

⁵² Hunt, Puglia, Puglia, s.90.

⁵³ Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, s.35.

⁵⁴ Edmund W. Schuster, Stuart J. Allen ve David L.Brock, **Global RFID**, Berlin:Springer, 2007, s. 32.



Şekil 12: EPC Ağ Yapısı

Kaynak: Edmund W. Schuster, Stuart J. Allen ve David L. Brock, **Global RFID**, Berlin: Springer, 2007,

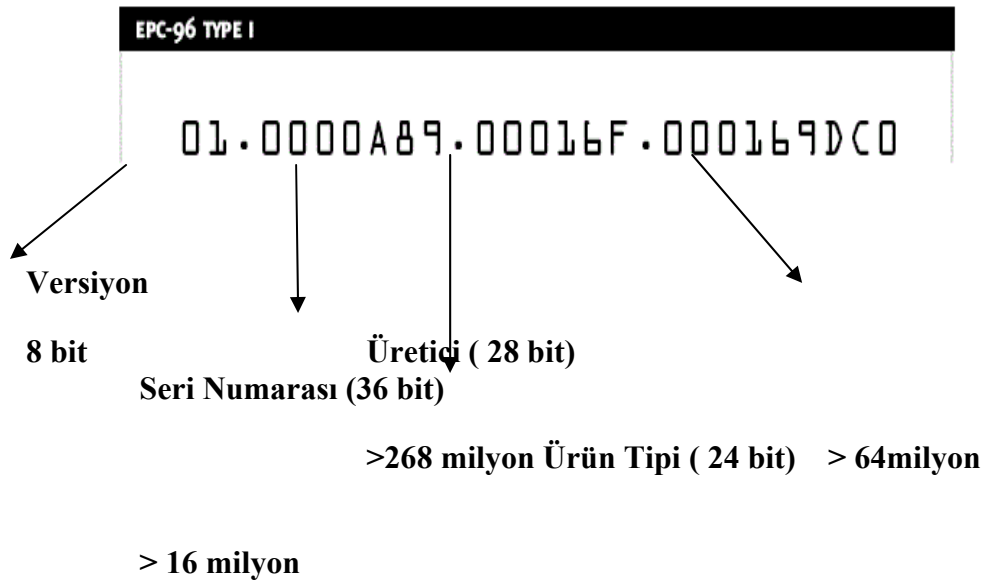
s.33.

2.4.2.1 Elektronik Ürün Kodu (EPC)

Her bir ürün için tek bir tanımlayıcı kod bulunmaktadır. Elektronik kod dört kısımdan oluşmaktadır ⁵⁵ (Bk. Şekil 13).

- EPC Kod Versiyonu
- Üretici Bilgisi
- Ürün tipi
- Ürünün seri numarası

Soldan sağa birinci bölüm EPC versiyonu tanımlar. İkinci bölüm EPC yöneticisini tanımlamaktadır. Bu genellikle ürünün üreticisidir. Üçüncü bölüm nesne sınıfını tanımlamaktadır ve tam olarak ürün tipine karşılık gelir, genellikle stok saklama birimidir. Dördüncü bölüm ise, ürünün tekil seri numarasını tanımlamaktadır.



Şekil 13 :EPC Kod Yapısı

Kaynak:http://www.infomaxusa.com/Tech%20Support/Tech%20Notes/electronic_product_code.htm

⁵⁵ Claus Heinrich, **RFID and Beyond Growing Your Business Through Real Word Awareness**, Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2005, s.107.

Şekil 13' de gösterilen Elektronik Ürün Kodu 96 bit'lidir. Bu EPC 268 milyon adet şirket tanımlama kapasitesine sahiptir. Her üretici 16 milyon adet ürün sınıfı tanımlayabilir ve her ürün sınıfı için 68 milyar adet seri numarası tanımlama kapasitesine mevcuttur. Yılların getireceği daha fazla seri numarası ihtiyacı gelecekte tanıtılacak 128-156 bit'lik kodlar karşılamayı garanti etmektedir ⁵⁶.

2.4.2.2 EPC Global Standartları

EPCglobal, EPC ile ürün tanımlamasında kullanılan RFID teknolojisinin kullanılmasını küresel boyutta düzenlemek amacıyla, RFID etiketlerinde ve okuyucularında kullanılmak üzere Class 1 Gen 2 (Sınıf 1 Nesil 2) standardını geliştirmiş ve söz konusu standardın dünya genelinde uygulanabilmesi için çeşitli frekans aralıkları belirlemiştir. Aralık 2004'te EPCglobal tarafından onaylanan Class 1 Gen 2, Ocak 2005'te Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu'na (ISO) sunulmuş ve 11 Temmuz 2006'da ISO/ IEC 18000-6 bölüm C olarak yayınlanmıştır ⁵⁷.

Sınıf 0 etiketler, tedarik zincirinde kullanılmak üzere kodları üretici işletme tarafından önceden yazılmış etiketlerdir. 13.56 MHz veya 915 MHz bant aralığında tanımlıdır.

Sınıf 1 Gen 1 etiketleri, Sınıf 1,1 olarak da adlandırılır. Sınıf 1 etiketleri bir kere yazılabilir ve birçok kere okunabilir.

Sınıf 1 Gen 2 etiketleri veya Sınıf 1,2 etiketleri, verilerin birçok kere yazılabilmesine olanak sağlar ayrıca önceki versiyonlarda eksik olan bazı protokoller eklenmiştir. Bunlardan bir tanesi öldürme özelliğidir, özel bilgilerin ve verilerin çalınmasını önlemek amacıyla geliştirilmiş bir özellik olup, etiketin kendi içindeki veriyi veya kendisini yakmasına olanak sağlar⁵⁸.

⁵⁶ Heinrich, s.108.

⁵⁷ *Class 1 Gen 2 (Sınıf 1 Nesil 2)*, <http://www.epcglobaltr.org/gen2.php> (19 Temmuz 2010).

⁵⁸ Rhee ve Lee, s.202.

2.5 Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Uygulamaları

RFID uygulamalarını daha iyi anlamak açısından tam olarak ne olduğunu hatırlamakta fayda var. RFID, tıpkı barkodların bir lazer okuyucuya taranması gibi aynı şekilde radyo tabanlı bir okuyucudan geçerken nesnelere tanımlanmasını sağlayan bir teknolojidir.

RFID teknolojisinin, barkoddan farklı olarak yadsınamaz yararları vardır. Bunlardan ilki olarak bahsedebileceğimiz, etiketin nesnenin neresinde olduğunun bir önemi olmadığıdır, nesne okuyucunun alanında olduğu sürece tanımlanacaktır. Bu durum ürünlerin düzgün bir şekilde tedarik edilecek banda yerleştirilmesi gerekliliğini ve bunu yapan insan gücünden tasarruf etme olanağı sağlamıştır⁵⁹.

İkinci olarak RFID etiketleri, barkodlara göre kire, ısıya, boyaya, kimyasallara karşı daha dayanıklıdır.

Üçüncüsü RFID etiketleri barkodlar gibi değildirler, veri toplama ve saklama özelliklerine sahiptirler. Son olarak RFID mesafe avantajına sahiptir. Tabii ki her teknolojiye olduğu gibi RFID' nin de dezavantajları vardır. İlk olarak etiketlerin pahalı olması gelir, ikinci olarak, teknolojiye dair güvenlik ve gizlilik kısıtları vardır.

RFID teknolojisinde, kullanıcıların zihnindeki algısı zamanla değişecek ve RFID 'de bir müddet sonra diğer yeni ama eski teknolojiler gibi sıradanlaşacaktır.

RFID uygulamaları iki ana kategoride incelenir. İlk kısa mesafeli RFID uygulamaları, isimden de anlaşıldığı üzere etiket ve okuyucunun birbirlerine yakın mesafede olmasını gerektiren durumlardır örneğin kimlik kontrolü veya güvenlik kontrolü. Diğer kategori ise uzun mesafeli RFID uygulamalarıdır, aradaki mesafenin uzun olmasına izin veren uygulamadır.

⁵⁹ Dong-Liang Wu, Wing W.Y.NG, Daniel S. Yeung, Hai-Lan Ding, "A Brief Survey On Current Rfid Applications", **International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Baoding**, 12-15 Temmuz 2009, s.2331.

2.5.1 Kısa Mesafeli Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Uygulamaları

Kısa mesafeli uygulamalar etiketin okuyucuya çok yakın olarak bulundurulması (okuma mesafesi 30 cm.' den fazla olmayan) gereken uygulamalardır.

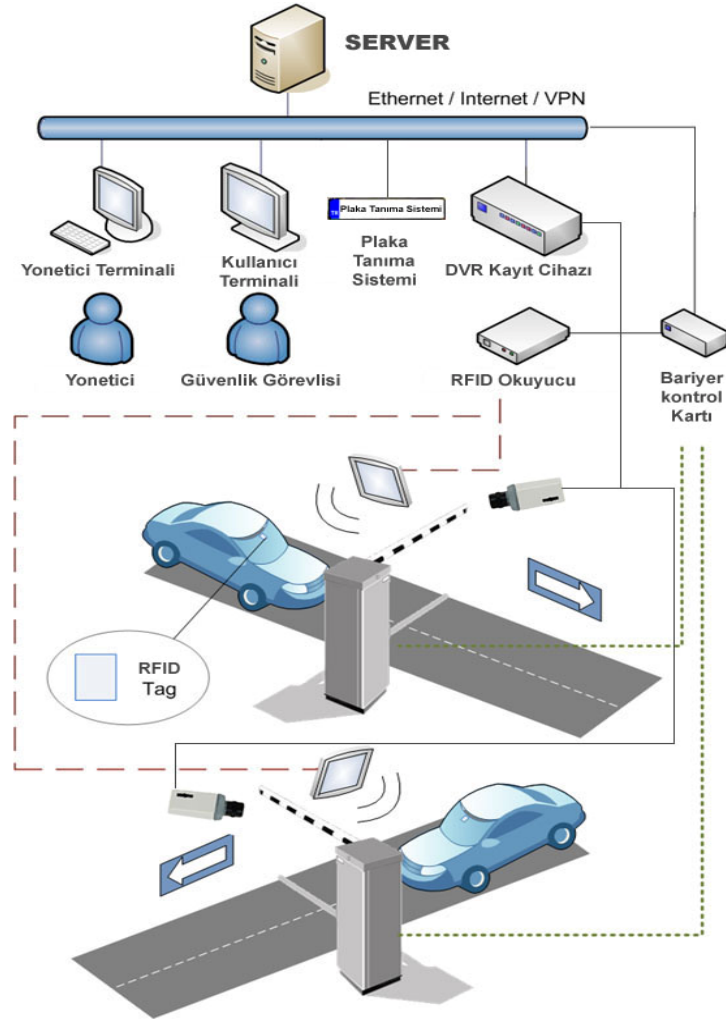
2.5.1.1 Güvenlik ve Giriş Kontrol Uygulamaları

RFID giriş kontrol çözümleri sağlamada, başarılı olarak kullanılır. Giriş kontrol, genellikle bir kart okuyucu içerisine giren kredi kartı benzeri kartları kullanıldığı sistemleri içermektedir ve güvenli alanlara kontrollü giriş için kullanılmaktadır. Özel güvenlik önlemleri olan iş merkezleri, ordu örnekler arasındadır⁶⁰.

RFID uygulamaları içerisinde bu uygulama çeşidi en olgun olanıdır. ISO 15693 standardında tanıtılmıştır. Park giriş uygulamalarında da kullanılır (Bk. Şekil 14). Bu uygulamada, araca pasif RFID etiketi takılır, araç otopark kapısına veya park edilecek alana yaklaştığında, okuyucu etiket bilgisini tarar ve giriş sistemine iletir. Bu sistem gelen verinin doğruluğuna göre park alanına girişe izin verir veya vermez. Genelde 13.56 MHz bandı yaygın olarak kullanılır. Aktif ve yarı aktif RFID etiketleri uzun mesafelerde daha gereklidir⁶¹.

⁶⁰ Shepard, s.133.

⁶¹ Lahiri.



Şekil 14 : RFID Otopark Bariyer Kontrol Sistemi

Kaynak : http://www.ceosteknoloji.com/rfid_otopark.htm

2.5.1.2 Ödeme Sistemleri Uygulamaları

Exxon ve Mobil Akaryakıt istasyonlarında müşterilerinin hızlı ve kolay bir şekilde akaryakıt almalarını sağlayan temassız bir ödeme sistemi mevcuttur, '*speed pass*'. Speedpass anahtarını, pompaya okutmak akaryakıt alımı için yeterlidir, içerisindeki anten, pompa üzerindeki okuyucunun anahtar içindeki çipteki bilgileri okumasını sağlar. Müşteri anahtarı okutur, ne kadar benzin alacağını seçer ve önceden

tanımlı ödeme bilgileri ile ödeme tahsil edilir, müşteri isterse faturayı da kendi basabilir⁶².

2.5.1.3 Sağlık ve İlaç Sektörü Uygulamaları

Sağlık hizmetleri RFID uygulamalarının tanıtılmasında en önemli alanlardan biridir. Hastaların, organların ve kanın tanımlanması ihtiyacındaki hataların en aza indirgenmesi gereği nedeniyle RFID, detaylı tanımlamalar için ideal çözüm olarak ortaya çıkmaktadır⁶³.

RFID teknolojisi sağlık ve ilaç sektöründe; süreçlerin daha verimli hale gelmesine, maliyetlerin düşmesine, sunulan hizmetin geliştirilmesine, hasta güvenliğinin artırılmasına olanak sağlar. RFID teknolojisinin hastanelere adaptasyonunda en büyük kısıt, maliyetler ve yatırım getirisidir. Oysaki sağlık sektörü değer zincirinde RFID uygulamalarının birçok muhtemel kullanım alanı vardır. İlaç, tıbbi cihazlar, tıbbi cihaz tedarik zinciri⁶⁴.

ABD’de her yıl tıbbi hatalardan ölenlerin sayısı 45.000-90.000 kişi arasında görülmektedir. Bu sayı trafik kazaları ve göğüs kanserinden ölenlerin sayısından daha fazladır. İşletmeler, doktor ve hemşireleri oluşabilecek sorunlara karşı uyaran bir yazılım ile bütünleşik olarak işlev gören RFID etiketleri ve okuyucuları geliştirmektedirler. Örneğin; İngiltere kuruluşlu, *Innovision Research Technology* adlı kuruluş, sonda ve cam şırıngalar dahil tıbbi cihazlara takılabilen ince RFID etiketleri üzerinde çalışmaktadır. Eğer hemşire kazayla sondaya yanlış bir tüpü takmaya çalışırsa yazılım doğru sondanın tanımlama bilgisini içerdiği için alarm çalacaktır. Eğer doktorlar sterilize olmayan bir alet kullanmaya çalışırlarsa veya hemşireler kullanılan ilaca karşı alerjisi olan bir hastaya ilaç vermeye çalışırlarsa, sistem bu gibi durumlarda

⁶² HowItWorks:Technology, <https://www.speedpass.com/forms/frmHowItWorks.aspx?Pg=howTech.htm&PgHeader=how> (07 Mart 2010)

⁶³ Shepard, s.136.

⁶⁴ Sameer Kumar, Eric Swanson ve Thuy Tran, “RFID in the healthcare supply chain: usage and application”, **International Journal of Health Care Quality Assurance**, Cilt. 22, Sayı. 1, (2009), s.71.

hataların meydana gelmesinden önce uyarı vererek olası kötü sonuçları engellemektedir⁶⁵.

2.5.1.4 Hayvanlarının Takip Edilmesi Uygulamaları

Hayvanların takip edilmesinde üç amaç vardır, evcil hayvanlar etiketlenir çünkü ailelerine geri dönüş sağlamak, vahşi hayvanların etiketlenmesi vahşi hayat yönetimine destek olmak, gıda stoğu kamu kuruluşlarının sağlık ve güvenlik konularıyla ilgili bilgi vermek amaçlı takip etmektedir⁶⁶.

RFID kullanılarak hayvanların kimliklendirilmesinde taşıyıcılar hayvanlara tasma ve küpe şeklinde takılarak, vücuda enjekte edilerek ya da gerdanlık boşluğuna yerleştirilerek kullanılabilir⁶⁷.

- **Tasma Etiketler:** Uygulama alanları ahırda otomatik besleme veya çıkan süt miktarının otomasyon sistemle ölçülmesi.
- **Küpe Etiketler:** Küpe şeklinde RFID etiketler ve küpe şeklindeki barkod etiketler arasında rekabet var sayılabilir. Barkod etiketler, hayvandan birkaç cm. uzaklıkta el okuyucusu ile ancak taranabilirler oysaki RFID etiketler 1 metreye kadar okunma kapasitesine sahiptir.
- **Enjekte Edilebilen Etiketler:** Vücuda enjekte edilen taşıyıcılar yaklaşık 10 yıldır kullanılmaktadır. Bu taşıyıcılar hayvanın derisinin altına özel bir alet yardımıyla enjekte edilir. Bununla hayvanın vücudu ile okuyucu arasında bağlantı sağlanmış olur. Taşıyıcı ancak bir cerrahi operasyonla vücuttan çıkartılabilir. Vücuda enjekte edilen bu taşıyıcılarla ulusal ve uluslararası çapta hayvan kimliklendirilmesi daha güvenli hale gelir.

⁶⁵RFID Consumer Applications and Benefits, <http://www.rfidjournal.com/article/view/1332/2>, s.2 (10 Ocak 2010).

⁶⁶ Dennis E.Brown, **RFID Implementation**, New York: Mc Graw Hill, 2007, s.160.

⁶⁷O. Ayhan Erdem, "RFID Taşıyıcı Yongaları Kullanılarak Büyükbaş Hayvanların İnternet Üzerinden Kimliklendirilmesi", Cilt 22, Sayı. 1, (2007), s.176.

2.5.1.5 Pasaport Güvenliği Uygulamaları

Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization) (ICAO) tarafından 1999 yılında küresel bir Kişisel Seyahat Bilgisi kavramı ile ortaya atılan biyometrik pasaport bugün elliden fazla ülkede kullanılıyor⁶⁸.

Bu elektronik pasaportlar birçok Avrupa ülkesine, Amerika, Japonya'ya yayılmıştır⁶⁹.

Biyometrik sistemler, kişilerin kimlikleri ile ilgili bilgileri içerecek bellek birimlerini barındırırlar. Kişilerden örnek biyometrik bilgiyi almak üzere özel sensör cihazları kullanılır. Sensörler tarafından elde edilen kişisel biyometrik veri referans bilgi ile karşılaştırılır. Genellikle kişisel örnek veri ile referans bilgi aynı ortamda bulunmaz. Kıyaslamak için belleklerin bulunduğu ortam ile kablolu ya da kablosuz iletişim kurmak gerekebilir. Pasaportlarda kişinin yüz görüntüsünün yanı sıra, parmak izinin ya da gözündeki irisin sayısal formatı RFID çiplerde saklanır. Sınırlarda pasaport polisleri bu bilgileri veritabanındaki referans bilgilerle kıyaslar ve sonuca göre kişinin sınırdan giriş/çıkışına izin verir⁷⁰.

2.5.1.6 Filo Yönetimi

Araç kiralama şirketi veya işletme filosunu yönetmenin en zor kısmı, stok yönetimidir. Filo yöneticileri tarafından hırsızlığı önlemek amacıyla tercih edilen RFID, dünyadaki hızlı yayılışını sürdürmektedir. Her bir taşıta monte edilen etiketler, aracın nereye ne zaman park ettiğini okuyucu tarar. Bu uygulama stok yönetimini epey bir sadeleştirmiştir. Bu sistemin tam tersini düşünebiliriz, araçta takılı olan okuyucu ve filo alanına dağıtılmış etiketler sayesinde araç her etiket alanından geçtiğinde kendi içerisinde olan okuyucu tarafından tüm tarih, lokasyon bilgileri aracın okuyucu veritabanına kaydedilir⁷¹.

⁶⁸ Anna Kochan, "Breakthrough in Biometrics", **Sensor Review**, Cilt.24, Sayı 2. (2004), s.125.

⁶⁹ Paris Kitsos ve Yan Zhang (Ed.), **RFID Security:Techniques, Protocols and System-on-Chip Design**, New York:Springer, 2008, s.65.

⁷⁰ Mustafa Aykut, "Biyometrik Standartlar" <http://www.bthaber.com.tr/?p=3821> (18 Mart 2010) .

⁷¹ Shepard, s.139.

2.5.2 Uzun Mesafeli Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Uygulamaları

Uzun mesafeli RFID uygulamaları verinin daha uzak mesafelere başarı ile iletilebilmesi için genellikle ultra yüksek frekanslı pasif etiketlere ve kendine ait enerjiye sahip olan aktif etiketlere dayanmaktadır.

2.5.2.1 Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi, literatürde birçok farklı tanımı bulunmasına rağmen en yaygın kullanılan tanımı şudur; herhangi bir ürünün hammadde halinden nihai ürün haline gelip müşteriye sunulana kadar geçirdiği tüm süreçlerdeki işletmeler topluluğudur ⁷².

Lojistik alanında RFID kullanımının, tedarik zincirinde verimliliği arttırabileceği ön görüldü. Kağıt üzerindeki tüm yararlarına rağmen, uygulama kısmına gelince RFID önünde bazı engeller mevcuttur. Örneğin; gerekli alt yapıyı sağlayabilmek için gerekli olan finansal güç; etiketlerin % 100 okunabilirlik şüphesi, tedarik zincir ağında bir işletmenin RFID kullanmıyor olmasının sistem koordinasyonunu bozması gibi engeller vardır ⁷³.

RFID teknolojisi, tedarik zinciri üzerinde, ürünlerin veya malzemelerin birim, kutu veya palet seviyesinde izlenmesinde büyük faydalar sağlamaktadır. Süreç verimliliği artmakta, işçilik maliyetleri azalmakta, gerçek ve kayıtlı stoklar arasındaki fark azalmakta, depolarda tutulan stok miktarları düşmektedir ⁷⁴.

RFID teknolojisi ile ürün görünürlüğü artmakta ve bu gelişme tedarik zincirinin herhangi bir aşamasında yaşanması muhtemel çalınlmaların yakalanması sağlanır. Ürünlerin üreticiden, depoya, depodan dağıtım merkezine ve nihayetinde

⁷² P.H. Andersen, M. Rask, "Supply chain management: new organisational practices for changing procurement realities", **Journal of Purchasing & Supply Management**, Sayı.9 (2003), s.84.

⁷³ L.C. Lin, "An integrated framework for the development of radio frequency identification technology in the logistics and supply chain management", **Computers & Industrial Engineering**, Sayı. 57 (2009), s.832.

⁷⁴ Lee, B.-C. Lee, "An investment evaluation of supply chain RFID technologies: A normative modeling approach", **Int. J. Production Economics**, Sayı.125 (2010)s.314.

mağazaya kadar taşınmasında ürün lokasyonları hakkındaki bilgiler okuyucular tarafından toplanır. Bu süreçte ürünün nerede olduğunun bilinmesi, elde ürün olup olmadığının bilinmesi, stokta neye ihtiyaç var sorusunun güvenilir cevabını verebilmektedir. Bu şekilde stok maliyetleri düşmekte ve hatalı üretim hesapları engellenmiş olmaktadır. Tedarik zincirindeki işletme giderlerinin, RFID teknolojisi ile düşme ihtimali Wal-Mart gibi büyük perakencileri veya Amerikan Savunma Bakanlığı gibi devlet kurumlarının UHF RFID etiketlerini kullanmalarına ve tedarikçilerinin tedarik ettikleri ürünlerin paletlerinin veya ambalajlarının üstüne elektronik etiket kullanmaları yaptırımı getirmelerine neden olan en önemli maddedir ⁷⁵.

Dünyanın en büyük perakencilerinden Wal-Mart, en büyük 100 tedarikçisinden Ocak 2005'e kadar tüm palet ve kasalarında RFID etiketi kullanmalarını istediğini belirtmiştir. Wal-Mart RFID uygulamasının asıl amacı tükenmiş stok durumlarını düzeltmek ve böylece tüketiciye istedikleri ürünleri her zaman rafta bulma olanağı sağlamak olduğunu beyan etmiştir. Analistler, Wal-Mart'ın RFID teknolojisini uygulayarak stok maliyetlerinde % 5'lik ve lojistik maliyetlerinde % 7,5'lik azalma olduğunu belirtmişlerdir ⁷⁶.

2.5.2.2 Otoyol Uygulamaları

RFID 'nin en bilinen ve en çok kullanılan uygulaması, araçların durmadan ücret ödemelerine olanak sağlayan uygulamadır. Bu sistem çoğu ülkede kullanılmaktadır ⁷⁷.

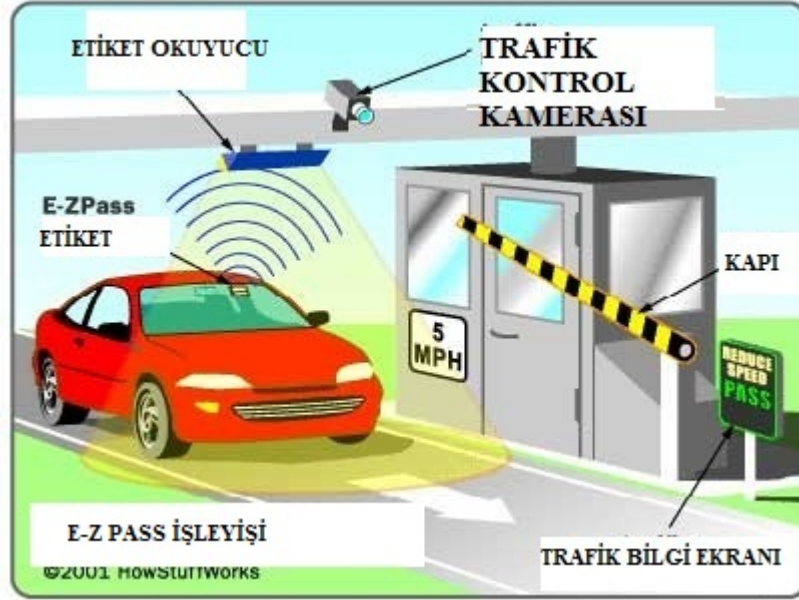
ABD'de yaygın olarak kullanılan E-ZPass sisteminde taşıtlarda etiket bulunmaktadır. Bu sistemde ön camında aktif etiket bulunan taşıt, okuyucunun bulunduğu gişeye yaklaştığında okuyucu etiketi harekete geçirir ve etikette, üzerine şifrelenmiş numarayı okuyucuya iletir. Okuyucu bu numarayı E-ZPass veritabanına gönderir. Veritabanından ne kadar ücret alınacağı bilgisi elde edilir ve önceden yükleme

⁷⁵ Kitsos, Zhang, s.63.

⁷⁶ Brown, RFID Implementation, s.137.

⁷⁷ *RFID Business Applications* ,<http://www.rfidjournal.com/article/view/1334/3> (12 Haziran 2010).

yapılmış olan hesaptan bu ücret düşülür. Veri tabanı ödeme işlemini ve lokasyonlarını işlem gün ve saat olarak kaydeder (Bk. Şekil 15) ⁷⁸.



Şekil 15: E-ZPass İşleyişi

Kaynak : http://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/publications/frwy_mgmt_handbook/chp8_02.htm

Ülkemizde aynı yöntemi kullanan Otomatik Geçiş Sistemi (OGS), köprü ve otoyollarda kullanılmaktadır. Otoyollara giriş-çıkış tespit edilip, ödenecek tutar belirlenir ve önceden tanımlı banka hesabından son zamanlarda önceden tanımlı kredi kartlarından tahsil edilir.

2.5.2.3 Kütüphane Uygulamaları

Yıllardır kütüphanelerde kullanılan EM ve RF sistemlerinden farklı olarak RFID sadece kitapların güvenliği üzerine kurulu değildir, RFID kütüphane kullanımında güvenliği sağlayacak aynı zamanda kütüphane işleyiş süreçlerini değiştirecek son teknolojidir. Geçmişte barkodlar ile takip edilen kitaplar, artık tek tek okutmaya gerek kalmadan hızlı ve güvenli bir şekilde sisteme alınır ⁷⁹.

⁷⁸ <http://www.ezpass.com/static/info/howit.shtml>(11.Haziran.2010).

⁷⁹ Richard W.Boss, "RFID Technology for Libraries" <http://www.ala.org/ala/shadows/pla/plapubs/technotes/rfidtechnology.cfm>,(Mayıs 2004).

RFID etiketlerin kullanılması ile kütüphane varlıkları dışarı çıkarken veya geri getirildiğinde otomatik olarak kontrol edilmekte ve stok yönetimindeki doğruluk derecesi artmaktadır⁸⁰.



Şekil 16 : Kütüphanede RFID Uygulaması

Kaynak:<http://infosciencetoday.org/type/articles/compatibility-bibliochip-electronic-library-catalog.html>

RFID etiketlerinin, ülkemizde örnekleri vardır. İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi (IRCICA) kütüphanesinde 2009 yılında RFID sistemi kullanılmaya başlanmıştır.

⁸⁰ Shepard, s.150.

Kitap sayımı, arama, bulma, ödünç alma, ödünç iade, ziyaretçi sayıları kontrolü, ziyaretçi okuma alışkanlıkları, en çok istenen kitaplar, hatalı yerleşim vb. gibi birçok modülü bünyesinde bulunduran sistemde sabit RFID okuyucular, mobil RFID terminaller, RFID yazıcı, RFID masaüstü okuyucular, Ziyaretçi kartları, infrared kontrol üniteleri gibi yüksek teknoloji ürünleri kullanılmıştır RFID Kütüphane Sistemi, Bilkent Üniversitesi Kütüphane Otomasyonuna entegre edilmiştir ⁸¹.

2.5.2.4 Üretimdeki Uygulamalar

RFID teknolojisi üretim tesislerinde uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Genellikle parça takibinde kullanılan bir sistemdir ⁸².

RFID teknolojisi üretimde büyük ölçüde üreticinin üretim verimliliğini artırır, stok seviyesinin azalmasını sağlar ve üreticinin hizmet kalitesini ve kar oranlarını artırır ⁸³.

2.5.2.5 Havaalanlarındaki Uygulamalar

Havaalanlarında artan bagaj ve paketler; havayolu şirketlerini RFID teknolojisinin verimlilik ve doğruluk kavramları üzerinde durmaya yöneltti. RFID teknolojisi çeşitli çalışmalarla test edildi ve yapılan ilk denemede, ilk seferde okuma oranı %99'un üzerinde, barkoda okuma oranı %90 olarak kaydedildi. RFID etiketleri barkodlardan farklı olarak hem okunabilir hem yazılabilirler, okunmaları için ise barkoda teknolojisi gibi çok yakında olma zorunluluğu yoktur. Etiketin içerdiği bilgiler çantanın veya paketin gittiği yollar boyunca değişebilmektedir ⁸⁴.

2.5.2.6 Gıda Ürünleri Takibindeki Uygulamalar

Gıdaların, üretimden masaya kadar olan dolaşımının izlenmesi günümüzde hem mümkün hem önemlidir. Tedarik zinciri entegrasyonu ve izlenebilirliği için en önemli teknoloji RFID etiketlerdir. Her bir ürünün üzerine konulan bu elektronik

⁸¹ *Kütüphanelerde RFID Sistemi*, <http://www.teknopalas.com.tr/category/rfid/> (03 Haziran 210).

⁸² *RFID Business Applications*, <http://www.rfidjournal.com/article/view/1334/2> (10.07.2010).

⁸³ Fagui Liu, Zhaowei Miao, “ The Application of RFID Technology in Production Control in the Discrete Manufacturing Industry ”, 2006, IEEE Electronic Library Online veri tabanı, (10.07.2010).

⁸⁴ Shepard, s.152.

etiketler üreticiye, perakende olarak satılan ürünlerin ömrü boyunca her hareketini izleyerek denetlenmesine ve doğru taşıma, stoklama, ulaştırma ve teslimi görüntülenmesine izin verir. Ürün bozulmalarında geri çağırım hızlıdır⁸⁵.

RFID etiketleri, gıda işletmelerinin rekabet gücünün artmasına, lojistik yönetiminin iyileştirilmesine, gıda tedarik zinciri içerisindeki tüketicinin güvenini pekiştirmeye yardımcı olur⁸⁶.

2.5.2.7 Depo Uygulamaları

RFID teknolojisinin giderek yaygınlaşmasındaki itici güçler tedarik zinciri yönetimi ve üretim lojistiğidir. RFID etiketleri, ürün hattına ihtiyaç duymadan büyük miktardaki ürünleri tarayabilir, bu özelliği ile barkod teknolojisinden ayrılır, bu özellik ürün görünürlüğünü artırır ve tedarik zincirinin çeşitli kademelerindeki hırsızlığın önüne geçilmesini sağlar. Okuyucu, üreticiden dağıtım merkezine hatta mağazaya kadar ürünler ile ilgili lokasyon bilgisi toplarlar. Tedarik zincirinde ürünün tam lokasyon bilgilerine erişim, perakendecinin envanter bilgilerini güncel olarak takip etmesini sağlar, bu durum sevkiyat gecikmelerinden doğabilecek kayıpları azaltırken, rafların sürekli dolu olması satışın artmasını sağlar⁸⁷.

⁸⁵ Peter Jones ve Diğerleri, "Radio frequency identification and food retailing in the UK", **British Food Journal**, Cilt. 107, Sayı 6, (2005), s.358-359.

⁸⁶ E. Abad, "RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain", **Journal of Food Engineering**, Sayı. 93 (2009) s.399.

⁸⁷ Kitsos, s.63.

2.6 Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi Avantajları

RFID teknolojisinin avantajlarının oldukça iyi sonuçlar doğurması, her geçen gün daha çok işletmenin dikkatini çekmektedir. Aşağıda bu avantajların bazılarında bahsedilmektedir.

Kullanıcı hatalarını azaltma ve doğruluk: RFID sistemleri yanlış bilgi girişlerini elemektedir. RFID uygulamasıyla hatalar çok daha az olmaktadır. RFID kullanımıyla benzer ürün ve benzer kodlara sahip ürünler arasındaki karışıklıklar önlenerek yanlış işlem yapma olasılığı önemli ölçüde azalmaktadır⁸⁸.

Dinamik, güncel ve sıralı veri ile ürün takibi: Ham madde veya yarı mamul üzerine yerleştirilen akıllı RFID etiketler ile üretim sürecinde güncel veriler veri tabanında tutulabilir. Bu sayede, ilgili parçanın kullanıldığı ürünler otomatik olarak tespit edilip gerekli işlemlere tabi tutulabilir⁸⁹.

Veri aktarımında insan etkisini azaltma: RFID etiketleri üretim hattından bilgilerin elde edilmesini sağlar böylelikle hatalı ürünlerin üretim bandındayken belirlenip diğer süreçlerden geçmesi önlenebilir ve belirlenen rota içerisinde yönlendirilebilir. RFID etiketi, ürün üzerine yerleştirildiğinde stok takibi, lojistik, teslimat ve faturalandırma gibi önemli iş süreçleri planlanabilir, ürün döngüsünün değişik evrelerinde insan müdahalesi olmadan kullanılabilir. Tüm bunların sonucunda zaman ve işgücü kaybı en aza indirilebilmektedir⁹⁰.

Tedarik zincirinde etkin yönetim: Tedarik zinciri yönetiminde RFID uygulamalarının faydaları, stok hareketlerinin gerçek zamanlı takibi, hem işletme içinde, hem tedarikçilerle hem de müşterilerle daha doğru ve hızlı iletişim, teslimat zamanlarının önceden belirlenmesi, işgücü ile gerçekleşen işlemlerin otomasyonla gerçekleşmesi sonucunda hataların azalması ve işgücü maliyetlerinde azalma, üretimden

⁸⁸ Matt Ward, "RFID: Frequency, standards, adoption and innovation", *JISC Technology and Standards Watch*, Mayıs 2006, <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/techwatch/tsw0602.pdf> (12 Ağustos 2010).

⁸⁹ T. Michael Johnson, "Radio Frequency Identification The Future is Now!", *Defense AT& L*, 2010, Ebscohost (09 Eylül 2010).

⁹⁰ Shi Yong-Dong ve Diğerleri, "The RFID Application in Logistics and Supply Chain Management", *Research Journal of Applied Sciences*, Cilt.4, Sayı.1, (2009), s.58.

satış noktasına kadar ürünle ilgili detaylı bilginin elde edilmesiyle tedarik zincirinde oluşabilecek problemlere karşı önlem alınabilmesi, tedarik zincirindeki değişime hemen cevap verebilme, sonuç olarak tedarik zinciri kontrolü, yönetiminin ve analizlerinin etkinleşmesi olarak açıklanabilir⁹¹.

Gerçek zamanlı bilgi: Ham madde, yarı mamul ve üretim bandına yerleştirilen RF etiketler ile ürünün hangi üretim safhasında olduğu, kim tarafından ne zaman ve ne kadar sürede üretildiği gibi kritik veriler dinamik olarak çalışanlara iletilebilir, üretim ile ilgili bilgilere/verilere gerçek zamanlı olarak ulaşılabilir. RFID sayesinde mağaza içinde ürünlerin gerçek zamanda nerede bulduklarının izlenebilmesi, perakendecilerin fire sebepleri hakkında doğru bilgiye sahip olmalarını sağlamaktadır⁹².

Stok takibi, veri yönetimi ve analizi: RFID teknolojisi ile işletmelerin nereye, ne kadar, ürün veya hizmet sağlamaları gerektiğinin kararı, etkileşimli olarak hangi üründen ne kadar ve hangi süreyle stok bulunduracağını yönetimi, elektronik ortamda alıcı ve satıcılar arasında etkileşimin sağlanması gibi avantajlar elde edilir. RFID raftaki stoklar tükenmeden gerekli siparişlerin verilmesini temin etmekle müşteriler için önemli bir kıstas olan perakendecinin sürekli olarak sevk yapabilme kapasitesini olumlu yönde etkilemektedir⁹³.

Verilerin şifrelenmesi ve güvenlik: RFID çiplerinin kopyalanması oldukça zordur. Her etiket, güvenlik amacıyla üretici işletme tarafından belirlenen ve değiştirilemeyen bir kimlik koduna sahiptir. Etiketdeki bilgiler üzerine birden fazla koruma seviyesi eklenmektedir. Yeni Gen 2 standardındaki 32 bitlik şifreleme sayesinde yetkisiz kişilerin çip içerisindeki bilgilere ulaşmasını engellenmekte, çip kilitlenmekte ve gerekirse kullanılmaz hale getirilmektedir. RFID' nin güvenliği artırılması mal teslimini ve kontrolünü geliştirir, maliyetlerde önemli azalmalara

⁹¹ Ming-Ling Chuang ve Wade H. Shaw, "How RFID Will Impact Supply Chain Networks",(2005), [http://www.nuigalway.ie/bis/mlang/readings/RFID/Chuang%20\(2005\)%20How%20RFID%20will%20impact%20supply%20chain%20networks.pdf](http://www.nuigalway.ie/bis/mlang/readings/RFID/Chuang%20(2005)%20How%20RFID%20will%20impact%20supply%20chain%20networks.pdf),(21 Ocak 2010).

⁹² Rebecca Angeles, "RFID technologies: supply-chain applications and implementation issues", **Information Systems Management**, Cilt. 22 Sayı. 1(2005), s.58.

⁹³ T.C. Poon ve Diğerleri, "A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses", **Expert Systems with Applications**, Sayı 36., (2009), s.8278.

götürür, hırsızlığı azaltmanın yanında sahtecilik önlemlerini artırır, kullanıcı hatalarını azaltır, yanlış bilgi girişi elimine edilir, benzer ürün ve benzer kodlara sahip ürünler arasındaki karışıklıklar önlenir⁹⁴.

İşlem Hızı ve Verimlilik: RFID, bir faaliyet alanında (satış, depolama, üretim vb)insan hatalarını en aza indirmek ve işlem hızını artırmak amacıyla da kullanılır. RFID sisteminde bilgiler elektronik yöntemlerle aktarıldığından manuel sisteme göre çok daha hızlı işlem yapılabilir. Veri girişlerindeki hız artışıyla, işgücü verimliliği de artmakta ve çalışanlar daha üretken oldukları alanlara kaydırılabilmektedir. Ayrıca RFID kullanımının bir diğer yararı da ekonomik olmasıdır. Doğru veri girişi ve veri girişindeki hızın yükselmesi o işle ilgili istihdam edilen personel gereksiniminde azalma olacağından ötürü sistemi daha ekonomik hale getirmektedir⁹⁵.

RFID tedarik zincirinin hammadde, üretim, lojistik ve perakende aşamalarında bilgi görünürlüğünü artırıcı büyük bir potansiyele sahiptir⁹⁶.

⁹⁴ Simson L.Garfinkel, Ari Juels ve Ravi Pappu, "RFID Privacy: An Overview of Problems and Proposed Solutions", **Security & Privacy Magazine IEEE**, (2005), s.37.

⁹⁵ Yang Xiao ve Diğerleri, "**Radio frequency identification: technologies, applications, and research issues**", *Wireless Communications And Mobile Computing*, No.7,(2007), s.463.

⁹⁶ Wei Zhou, "**RFID and item-level information visibility**", *European Journal of Operational Research* No.198 (2009), s.253.

2.7 Radyo Frekanslı Tanıma Sisteminin Taşıdığı Riskler

Radyo frekanslı tanımlama teknolojisinin yaygınlaşması ile birlikte bu teknolojinin avantajlarının yanı sıra bir takım göz önüne alınması gereken riskler ve belirsizliklerde ortaya çıkmaya başlamıştır. RFID teknolojisi ile ilgili kamuoyunu endişelendiren riskler, elektromanyetik radyasyonun insan sağlığı üzerindeki doğrudan ve olumsuz etkilerinin yanı sıra dolaylı olarak ekonomik etkilerini öne sürebiliriz, artan otomasyon kullanımı neticesinde işlerin ortadan kalkması olarak nitelendirilebilir⁹⁷.

Radyo frekanslı tanımlama teknolojisinin taşıdığı riskler ve yaygınlaşması önündeki engeller aşağıda sıralanmıştır.

1. RFID teknolojisinin taşıdığı en büyük risklerden biri mahremiyet ve gizlilik konularıdır. RFID teknolojisi ile üretilen verilerin yetkisiz kişiler tarafından erişimi olasılığı sonucunda oluşabilecek bireyin mahremiyetini ihlaldir⁹⁸.

RFID teknolojisinde, gizlilik sorununun artması; her ürünün genel ve benzersiz bir kimlik sahibi olması ve bu kimlik sayesinde ürünü temin eden kişilerin bireysel olarak izlenmesini kolaylaştırmasından kaynaklanır. Bilgi teknolojilerinin, kişiler hakkındaki bilgileri kalıcı olarak kaydetme ve iletme özelliği dolayısıyla gizlilik konusunda tehdit oluşturur⁹⁹.

RFID etiketlerinin paletler ve koliler üzerine yapıştırılması herhangi bir soruna neden olmazken, etiketlerin ürün seviyesinde (item-level) kullanılması mahremiyet sorununun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Üzerinde RFID etiketi taşıyan bir ürün, müşteri tarafından satın alındıktan sonra okuyucu bulunduran üçüncü bir şahıs, ürünü

⁹⁷ Gerd Wolfram, Birgit Gampl ve Peter Gabriel (Ed.), **The RFID Roadmap: The Next Steps For Europe**, Berlin: Springer, 2008, s.100.

⁹⁸ Luigi Atzori, Antonio Iera, ve Giacomo Morabito, "The Internet of Things: A survey", **Computer Networks**, Sayı.54 (2010), s.2802.

⁹⁹ Ari Juels, "RFID Security and Privacy: A Research Survey", **IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS**, Cilt.24, Sayı.2 (Şubat 2006), s.383.

satın alan kişinin hangi ürünü aldığını öğrenebilmekte ve bunun sonucunda kişinin sosyal eğilimleri ve yaşam tarzı hakkında bilgi elde edebilmektedir¹⁰⁰.

Süregelen gizlilik tartışması, RFID için “Gizlilik Arttırıcı Teknolojileri” sağlanması için bir dizi teknik öneri geliştirilmesine yol açtı. Bu durum, etiketlerin kontrolsüz okunmasının yanı sıra kaydedilen bilginin manipülasyonunu engellemek içindir. Üçüncü şahıslar tarafından etikete erişimi engellemenin en kolay yolu, bir metal ağ veya alüminyum levha ile fiziksel ayırmadır. Diğer seçenekler, engelleyici etiketlerin (blocker tags) kullanılması, uzaktan erişim kontrolü, hata-koruma (bug-safe) ve antiçarpışma (anti-collision) protokolleridir. Gizlilik arttırıcı teknolojilerde, en yaygın olanı “EPC Sınıf 1 Nesil 2 “ etiketlerde bulunan daha öldürme (kill) komutudur¹⁰¹.

Öldürme (kill) komutu, veri saklama özelliğine sahip etiketlere sorgulayıcı tarafından uygulandığı takdirde, etiket devre dışı bırakılır¹⁰².

2.RFID teknolojisinin güvenilir olduğu bir diğer tartışma konusudur. RFID etiketleri bazı araştırmacılara göre genellikle yüksek düzeyde güvenlik mekanizmasıyla donatılmış değildir bu durum RFID’ nin saldırıya çok açık olduğunu göstermektedir. Uygun olmayan güvenlik, bir RFID okuyucu/ yazıcı sahibi olan herkes tarafından etiketlerin kopyalanmasına, okunabilmesine, silinebilmesine ve değiştirilebilmesine sebep olmaktadır. Bu durum erişim kontrol sistemleri için büyük bir tehlike oluştururken, RFID teknolojisini kullanmak isteyen, bilgilerin güvenilirliği ve gizliliği konusunda çok hassas olan işletmeleri etkilemektedir¹⁰³.

3. Farklı okuyuculardan gönderilen sinyallerin çakışması sonucu oluşan “okuyucu çarpışması (reader collision)”, çok sayıda etiketin aynı anda bir okuyucu tarafından harekete geçirilmesi ve etiketlerin sinyallerini okuyucuya eş zamanlı olarak

¹⁰⁰ Jonathon Little ve Alexander Brown, “Public surveillance – An overview”, **Computer Law & Security Report**, Cilt.22, Sayı.2 (2006), s.171.

¹⁰¹ Frederic Thiesse, “RFID, Privacy and the Perception of Risk”, **Journal of Strategic Information Systems**, Cilt.16, Sayı.2 (2007).

¹⁰² Miles, Sarma, Williams, RFID Technology and Applications, s.63.

¹⁰³ William Knight, “ RFID-another technology, another security mess ? ”, **Infosecurity Today**, Cilt.3, Sayı. 3(2006), s.36.

iletmeye çalışmaları sonucu oluşan “etiket çarpışması (tag collision)” RFID teknolojisinin teknik sorunlarından. Bu sorunların çözümlenmesi için çarpışma önleyici prosedürler (anti-collision procedure) mevcuttur¹⁰⁴.

4. RFID teknolojisinin yaygınlaşması ile birlikte meydana çıkan büyük miktarda verinin nasıl depolanacağı, kullanılacağı ve altyapının bu kadar büyük bilgi yükünü taşıyıp taşıyamayacağı bilgi işlem yöneticilerini endişelendirmektedir. Bu sorunu çözebilmek için verilerin filtreleme ve depolama yöntemleri ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır¹⁰⁵.

¹⁰⁴ Ela Sibel Bayrak Meydanoğlu, “RFID Sistemleri ve Veri Güvenliği”, **Bilişim Teknolojileri Dergisi**, Cilt.1, Sayı.3 (Eylül 2008), s.35.

¹⁰⁵ Dennis F. O'Brien, “RFID:An Introduction to Security Issues and Concerns”, **Techno Security's Guide to Managing Risks for IT Managers, Auditors, and Investigators**, (2007), s.162.

3. TÜRKİYEDE RADYO FREKANSLI TANIMA SİSTEMİ UYGULAMALARI

Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID), radyo dalgaları kullanarak bir nesnenin veya insanın kimliğini kablosuz olarak ileten, bir sistemi tanımlayan genel bir terimdir. RFID bir Otomatik Tanıma Sistemi'dir (Auto- ID)¹⁰⁶.

RFID savunma sanayinden gıda sektörüne, lojistikten otomotive birçok alanda uzaktan yönetim ve kontrol olanağı sağlamaktadır. Genel olarak RFID teknolojisinin kullanım alanları çok çeşitlidir¹⁰⁷.

Günümüzde yaygın olarak kullanım alanlarını sıralayacak olursak:

- Bina –Giriş Çıkış Kontrol Sistemleri
- Kimlik Tanımlama
- Kan, Doku, Organ Tanımlama
- Tıbbi Atık Kontrolü
- Filo Yönetimi
- Spor Müsabakaları
- Üretim Hattı
- Otomotiv Montaj Hattı
- Pasaport Güvenliği
- Tedarik Zinciri Yönetimi
- Posta ve Kargo Hizmeti
- Kütüphane ve Dokümantasyon
- Havaalanlarında Bagaj Takibi
- Gıda Üretim Denetimi
- Canlı Hayvan Takibi
- Elektronik Ücret Toplama

¹⁰⁶ *What is RFID?*, <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1339/1/129> (05 Mart 2009).

¹⁰⁷ Shepard, s.152.

Dünyada yukarıda belirtilen kullanım alanlarında birçok uygulamaya rastlanmaktadır, en çok bilinen örnek Wal –Mart uygulamasıdır. Wal-Mart; RFID teknolojisini tedarik zincirinde uygulamaktadır.

Çalışmamızın uygulama kısmında, ülkemizde ise henüz çok yaygın olarak kullanılmamakta olan RFID teknolojisinin iki uygulaması incelenecektir.

İlki; Karayolları tarafından otoyollarda kullanılan, Otomatik Geçiş Sistemi, (OGS) ikincisi ise İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi RFID teknolojisidir.

3.1 Otoyol Otomatik Geçiş Sistemi (OGS)

OGS hakkında bilgiler, 02.11.2010 tarihinde Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü bünyesinde 2007 yılında kurulmuş olan Ana Kontrol Merkezi Baş Mühendisliğinde; Ana Kontrol Merkezi Baş Mühendisi Sayın Hamid Akkuş ve Elektronik Mühendisi Sayın Sertap Kaplan ile görüşülerek toplanmıştır. Ana Kontrol Merkezi Baş Mühendisliğinden yüz yüze görüşme sonucu elde edilen bilgiler, daha sonra Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü'nün onayının ardından mail yoluyla gönderilen bilgiler ışığında pekiştirilmiştir.

3.1.1 Türkiye Otoyol Ödeme Sistemleri Tarihçesi

Türkiye'nin ulaşım altyapısı 1970'li yıllardan beri ücretli karayolları ve İstanbul Boğazı köprüleri inşası ile gelişmektedir. 1973 yılında Birinci Boğaz Köprüsünde ilk ücret toplama tesisi kuruldu. 1988 yılında Fatih Sultan Mehmet köprüsü trafiğe açıldı, ülke karayollarının uzunluğu günden güne artmıştır ve ücretli yollardan elde edilen gelirden artmaktadır¹⁰⁸.

Köprü'nün ilk yıllarında tesis edilen ücret toplama sistemi araç sınıflarına göre belirlenen nakit ödeme esasına dayalıydı. Sistemin ana unsurlarını Avrupa-Asya yönünde yerleştirilmiş ücret toplama gişeleri ve işletme binasında bulunan gişe kontrol merkezi oluşturmaktaydı. Gişelerde yapılan ücret toplama işlemleri haberleşme hattı ile gişe kontrol merkezine iletilmekte ve veriler merkezi olarak kaydedilmekteydi. Ayrıca, kontrol kulesinde gişeleri izlemekle görevli vardiya denetçisi bir yandan merkezi bilgisayara gelen verileri kontrol ederken diğer yandan araç geçişlerini görsel olarak izleme olanağına sahiptir. Vardiya sonunda gişe kontrol merkezi tarafından üretilen vardiya raporu sistem tarafından algılanan geçişler sonucunda toplanması gereken hâsılatı belirler. Bu rapor gişe operatörünün beyanı ile karşılaştırılır ve vardiya kapatılır¹⁰⁹.

¹⁰⁸ Uğur Türkoğlu, Gülay Bozdağ ve B. Tarık Oranç, "Nationwide Full Automatic Tolling In Turkey VISION2008", 2008, [ftp://ftp.modot.org/gatewayguide/2008%20ITS%20World%20Congress%20Proceedings/data/papers/TS108-20105.pdf](http://ftp.modot.org/gatewayguide/2008%20ITS%20World%20Congress%20Proceedings/data/papers/TS108-20105.pdf) (01 Ekim 210), s.1.

¹⁰⁹ Erkan Dorken, "Türkiye Otoyol Ücret Toplama Sistemi", 2009, http://www.emo.org.tr/ekler/b8e55e68a7f5bc0_ek.pdf (01 Ekim 2010), s.1.

Köprüler, tüneller ve kısa otoyollarda geçiş ücreti seyahat edilen mesafeye göre değil yalnızca araç sınıfına göre belirlenir. Bu tip ücret toplama sistemleri “açık sistem” olarak adlandırılır. Açık sistemlerde yalnızca ücret toplama gişeleri bulunur. Uzun otoyollarda ise seyahat mesafelerinin birbirinden çok farklı olabileceği düşünülerek, otoyol geçiş ücreti, aracın seyahat ettiği mesafeye ve araç sınıfına göre belirlenir. Aracın seyahat ettiği mesafeyi belirleyebilmek için otoyol giriş gişelerinde giriş noktası kaydedilir. Giriş noktasının kaydedilmesi için manyetik bantlı biletler kullanılabildiği gibi Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) ve Kartlı Geçiş Sistemi (KGS) gibi sistemlerde giriş noktası araç-içi mikrodalga etikete veya temassız akıllı kartlara da kaydedilebilir.

Otoyol çıkışında ise çıkış gişeleri bulunur. Çıkış gişelerinde, aracın otoyola giriş yaptığı nokta ve araç sınıfına bağlı olarak otoyol geçiş ücreti sistem tarafında belirlenir. Otoyol giriş ve çıkışlarının gişelerle denetlendiği, ücretin hem seyahat edilen mesafe hem de araç sınıfına göre belirlendiği sistemler “kapalı” ücret toplama sistemi olarak adlandırılır.

Kapalı bir otoyolun, diğer yollarla bağlantı sağlayan her kavşağına kurulan ücret toplama noktası ücret toplama istasyonu olarak adlandırılır. Her istasyon, otoyola katılımı denetleyen giriş gişelerinden otoyoldan çıkışta ücret toplanan çıkış gişelerinden ve gişe kontrol merkezinden oluşur. Nakit ücret toplanan eski sistemlerde istasyonlar birbirinden bağımsız olarak düşünülüyordu. Her istasyonun giriş gişelerinde manyetik biletler üzerine giriş istasyon kodunu kaydedilir, çıkış gişelerinde ise araçlarla birlikte gelen manyetik biletlerde yazılı giriş istasyonuna ve araç sınıfına göre otoyol geçiş ücreti tahsil edilir.

Birbirinden bağımsız istasyonlardan oluşan sistemlerde otoyolun tamamına ilişkin tümleşik bir çalışma düzeni ve sistemin tamamını denetleyen merkezi bir yapı bulunmaz. Ancak, 1990’lı yılların sonlarından itibaren ülkemizdeki nakit temelli ücret toplama sistemlerinin elektronik-para temelli otomatik ücret toplama sistemleriyle değiştirilmesiyle tüm istasyonların otoyol kontrol merkezlerine ve ülkemizdeki tüm otoyolların da ana kontrol merkezine bağlı olduğu tümleşik çalışma düzenine geçiş zorunlu olmuştur.

Gişelerden otomatik geçiş ile toplanan elektronik - paranın sürücülerin hesaplarından düşmek üzere ilgili bankalara iletilebilmesi için ülkemizdeki tüm gişe, gişe kontrol merkezi, otoyol kontrol merkezi ve ana kontrol merkezinin tümleşik yapıda çalıştığı ulusal çapta hizmet veren yeni bir ücret toplama sistemi tesis edilmiştir.

Ülkemizin açık ve kapalı ücretli yollarında 1999 yılına kadar yalnızca nakit ödemeli ücret toplama sistemleri kurulmuştur. 1999 yılından itibaren her iki Boğaz Köprüsü, İzmir - Çeşme ve Edirne – Ankara otoyollarından başlamak üzere Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) tesis edilmeye başlanmıştır. 2004 başlarından itibaren ise Kartlı Geçiş Sistemi (KGS) de devreye alınmıştır. Takip eden yıllar içinde önce Boğaz Köprüsü'nde daha sonra da Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'nde gişelerde nakit işlem yapacak hiçbir operatör kullanılmaksızın **tam otomatik** ücret toplama aşamasına geçilmiştir.

Tüm işlemler tümleşik otomasyon sistemi üzerinden yürütülmekte, geçiş ücreti karşılıkları otomatik olarak sürücülerin banka hesaplarından Karayolları Genel Müdürlüğü hesaplarına aktarılmaktadır.

Türkiye Genelinde 5 Otoyol, 2 Köprü ve bunlara bağlı toplam 92 istasyon. Bu istasyonlara bağlı toplam 434 OGS-KGS giriş gişesi, 419 OGS-KGS çıkış gişesi bulunmaktadır.

3.1.2 Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin (OGS) Tanımı

Otomatik Geçiş Sistemi (OGS), otoyol, köprü ve tünellerde ücret toplamak için Askeri Elektronik Sanayi (ASELSAN) tarafından geliştirilen, araç ve gişe arasında mikrodalga iletişim esasına dayalı, gişelerde durmadan araç geçirmeye uygun, tam otomatik bir elektronik ücret toplama sistemidir.

OGS, bir otoyol ücret toplama işletmesi için gerekli olan veri toplama, denetleme, izleme, ihlal işlemleri, ücretlendirme ve raporlama gibi tüm fonksiyonlara sahip bütünleşmiş bir sistemdir. Sistem, seviyeli mimarisi sayesinde, küçük bir otoyol

veya köprü için uygun olduğu gibi, içinde birçok otoyolu barındıran bölgesel bir işletme veya ülke çapında işletilen uygulamalar için de uygundur.¹¹⁰.

Sistemin kurulduğu 1999 yılından itibaren bugüne kadar kayıt altına alınmış istatistikler bulunmamaktadır. Ancak 2008, 2009 ve 2010 yıllarına ait veriler aşağıda sunulmuştur. (Bkz. Tablo 4)

Tablo 4
Bankalara Göre Toplam OGS Hesap Sayısı

BANKALARA GÖRE TOPLAM OGS HESAP SAYISI				
BANKALAR	2008	2009 HAZİRAN	2010 OCAK	2010 KASIM
ZİRAAT BANKASI	986.358	910.709	930.875	892.606
VAKIFBANK	1.657	2.890	5.857	19.621
İŞ BANKASI	241.525	284.577	353.729	538.766
GARANTİ BANKASI	23.281	35.683	57.873	125.323
TOPLAM	1.252.821	1.233.859	1.348.334	1.576.316

3.1.3 Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin (OGS) Teknik Özellikleri

Asalsan Otomatik Geçiş Sistemi, CEN 278 Avrupa standardına uyumlu, 5,8 GHZ çalışma frekansında mikrodalga haberleşme esasına uygun olarak geliştirilmiştir.

Etiketlerle 10-15 metre arası uzaklıktan, yaklaşık 3m x 3m boyutlarında bir izdüşüm üzerinde haberleşme yapılabilir. Etiket yönündeki veri hızı 500 Kbps, gişe yönündeki veri hızı ise 250 Kbps'dir. Bu veri hızlarıyla tipik bir gişe işlemi 50ms'nin altında tamamlanarak 200 km/saat hızla gişeden geçen araçlarla işlem yapılabilir.

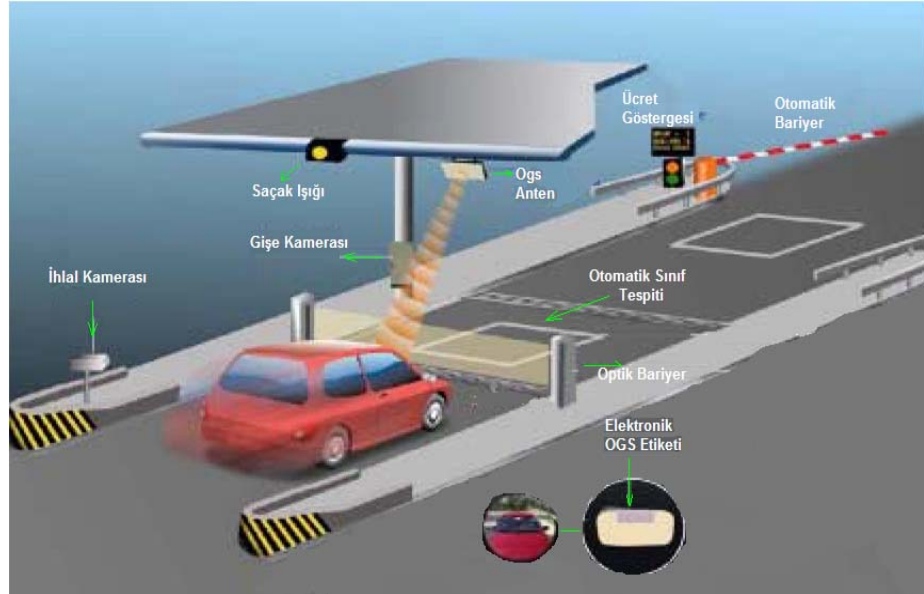
¹¹⁰ Otoyol Otomatik Geçiş Sistemi (OGS), http://www.aselsan.com.tr/urun.asp?urun_id=121&lang=tr# (10 Eylül 2010).

3.1.4 Otoyol Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) Bileşenleri

Sistem;

- Elektronik OGS etiketi,
- Anten,
- Otomatik araç sınıf tayini sistemi,
- Optik bariyer,
- İhlal kamera sistemi,
- Ücret göstergesi,
- Saçak ışığı,
- Gişe kamerası
- Otomatik bariyer,

Gibi birimlerden oluşur (Bkz. Şekil 17).



Şekil 17: Otomatik Geçiş Sistemi

Elektronik OGS Etiketi: Kendi üzerindeki pil ile çalışan Elektronik etiket şeritten geçerken anten ile iletişime geçerek veri alışverişinde bulunur. Giriş gişesinden geçiyorsa bilgilerini hafızasına yazar, çıkış gişesinden geçiyorsa kimlik bilgisini ve giriş bilgilerini gişeye aktarır.

Anten: Gişe saçaklarına monte edilen anten, abonelerde bulunan Araç içi Üniteler ile 5,8 GHz frekansında, mikrodalga hattı ile haberleşir. Antenin ışınma örüntüsü, haberleşme bölgesi içinde belirli bir zamanda sadece bir araç olacak şekildedir. Tüm gerekli güvenlik önlemlerini içeren, oldukça karmaşık bir anten-araç haberleşme süresi 100 ms'den kısa olacak şekildedir.

Otomatik Sınıf Tayini (OST) Sistemi: OST sistemi; aks sayısı, aks mesafesi parametrelerine göre araçları sınıflar. OST sistemi yol yüzeyine gömülü olan aks algılayıcıları, manyetik halka, optik perde ve işlemci birimlerinden oluşur.

Optik Bariyer: Yüksek çözünürlüğe sahip optik perde, manyetik halka ile birlikte araçları algılama ve ayırmada kullanılır.

İhlal Kamera Sistemi: Bu sistem; geçerli elektronik etiketi olmayan, cihazı okunamayan, sınıf uyumsuzluğu yaratan ve Kara Listede bulunan araçların arka plan sayısal görüntülerini kayıt eder. Yakalanan görüntüler ilgili veriler ile birlikte, yerel bilgisayar ağı aracılığıyla Gişe Kontrol Merkezine gönderilir. Bu görüntüler daha sonra, operatör tarafından değerlendirilir ve arşivlenir.

Ücret Göstergesi: Tüm aydınlatma koşullarında görünürlüğü artırmak için, ultra bright teknoloji ile üretilen 590 nm dalga boyundaki sarı LED'lerin kullanıldığı 3 satırlı alfanumerik bir göstergedir.

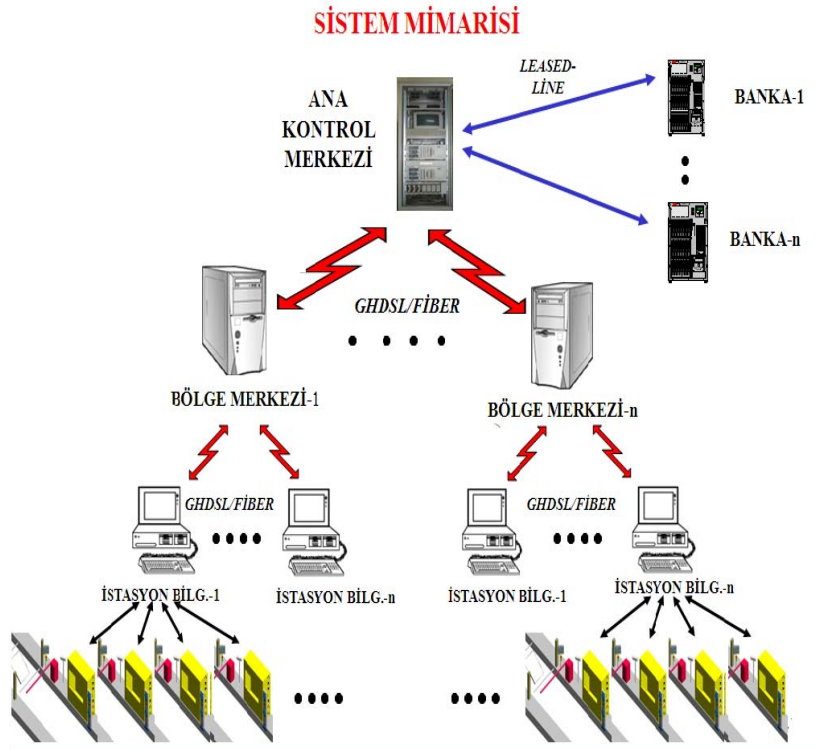
Saçak Işığı: 300 mm çapındaki yanıp sönen ışık OGS gişesinin trafiğe açık olup olmadığını göstermek için kullanılır. Gişe açık konumda ise Yeşil Flâşör yanıp söner. Işık yanmıyor ise gişe kapalı konumdadır.

Gişe Kamerası: Araçları önden alacak şekilde video kaydı yapan gişe kamerasıdır.

Otomatik Bariyer: Bu birim, OGS gişelerinde trafik akışını bozmamak amacıyla bir ihlal denetim mekanizması olarak kullanılmaz, daha çok trafik hızını düzenlemek amacıyla kullanılır.

3.1.5 Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin Mimarisi

Sistem hiyerarşisinin en üst seviyesinde Ana Kontrol Merkezi (AKM) bulunur. Gişelerden gelen tüm geçiş bilgileri AKM’ de toplanır, buradan da bir Hesap Merkezi’ne iletilir. Hesap Merkezi, genellikle, sistem abonelerinin önceden ya da sonradan ödemeli hesaplarının tutulduğu bir banka ya da benzeri bir kurumdur. (Bkz. Şekil 18)



Şekil 18: OGS Mimarisi

AKM’ de sistemin trafik ve ücret raporları alındığı gibi, kişisel geçiş bilgileri, abone hesap ve ödemelerinin kontrol işlemleri de yapılmaktadır.

Yetkili bankalarla FTP protokolü üzerinden dosya alış-verişi şeklinde iletişim sağlanmaktadır. Yukarıdaki şemada da görüldüğü gibi araç geçiş bilgileri ilk olarak Türkiye genelindeki toplam 92 Gişe Kontrol Merkezi (GKM) tarafından saklanmaktadır. Daha sonra bu bilgiler ilgili Bölge Kontrol Merkezlerine (BKM) iletilmektedir. Türkiye genelinde toplam 6 adet Bölge Kontrol Merkezi (BKM) bulunmaktadır. Bunlar Avrupa Otoyolu BKM, Anadolu Otoyolu BKM, Adana Otoyolu BKM, Çeşme-İzmir-Aydın Otoyolu BKM, Mersin Otoyolu BKM, FSM Köprü BKM'dir. Daha sonra bu veriler İstanbul'da bulunan Ana Kontrol Merkezine (AKM) iletilmektedir. Geçiş bilgileri sonraki aşamada ilgili bankalara AKM sayesinde iletilmektedir.

OGS giriş gişelerinde etiketlere giriş istasyonu kodlanır. Çıkış gişelerinde ise giriş istasyonu ve etikette kayıtlı olan araç sınıfı okunur, geçiş ücreti hesaplanır, geçiş yapan aracın abone numarasıyla birlikte veriler üst merkezlere iletilir. İletişim güvenliği 3-DES tabanlı şifreleme teknikleri ile sağlanmaktadır. Veriler daha sonra sürücünün banka hesabının bulunduğu bankaya iletilerek geçiş ücreti hesaptan düşülür ve Karayolları Genel Müdürlüğü hesaplarına aktarılır. Banka hesabında yeterli miktarda kredisi bulunmayan sürücüler gişede uyarılır. Banka tarafından kara listeye alınmış etiketlerle yapılan geçişler ise kaçış olarak sisteme kaydedilir. Tüm kaçışlar ve sınıf ihlalleri kamera görüntüsü ile tespit edilir, araç plakaları otomatik plaka tanıma algoritmaları ile belirlenir ve kaçış yapan araçlara ait plakalar ilgili verilerle birlikte İhlal İşleme Merkezine iletilir. İhlal İşleme Merkezinde kaçış tebligatlarının hazırlanması işlemleri de bilgisayar destekli bir otomasyon sistemi ile yapılmaktadır.

3.1.6 Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin İşleyişi

Kendi üzerindeki pil ile çalışan elektronik etiket şeritten geçerken anten ile iletişime geçerek veri alışverişinde bulunmaktadır. Giriş gişesinden geçilirken giriş bilgisini hafızasına yazıp, çıkış gişesinden geçilirken bu giriş bilgisini okuyarak ücretlendirme yapılmaktadır. Elektronik Etiketler okuma ve yazma yeteneğine sahiptir. Etiketlerde ayrıca bir sesli uyarıcı da bulunmaktadır. Genellikle, bir bip sesi başarılı bir

geçiş ifade ederken, çoklu bip sesleri uyarı, cihazın bip sinyalini vermemesi ise cihazın arızalı ya da hatalı bir kullanım olabileceği anlamına gelmektedir¹¹¹.

Giriş şeritlerinden geçerken, Elektronik Etiket ile OGS arasındaki haberleşme sağlıklı bir şekilde tamamlanmış ve girdiğiniz istasyon bilgileri Elektronik Etikete kaydedilmiş ise, Elektronik Etiketten bir kez “ **BİP** ” sesi duyarsanız. Gişe adasının çıkışı tarafında bulunan sönük durumdaki trafik ışığı yeşil renge döner.

OGS Aracınızdaki Elektronik Etiketini sorgulayarak kayıtlı bilgileri okumaya çalışır. Bu bilgilerin sağlıklı bir şekilde okunmasından sonra Elektronik Etiketten bir kez “ **BİP** ” sesi duyulur.

Aracınızın sınıfı belirlenir. Sönük durumda bulunan trafik ışığı, kısa bir süre için yeşil renge döner. Aynı yerdeki Ücret ve Sınıf Göstergesinde, aracınızın sınıfı ve o geçişinize ait ücret belirtilir. Normal bir geçiş yapmanız durumunda size yazı ile “ **GÜLE GÜLE** ” mesajı verilecektir.

3.1.7 Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminde Meydana Gelen Aksaklıkların Giderilmesi

ASELSAN firması Türkiye genelindeki ücret toplama sisteminin yazılımsal ve donanımsal olarak teknik bakım ve destek ihtiyacını karşılamaktadır.

Gişelerdeki ücret toplama birimleri, merkez birimlerinde arıza meydana gelse dahi kendi başlarına çalışmaya devam eder ve araç geçişlerini merkezde oluşan hatalardan etkilenmez.

3.1.8 Otoyol Otomatik Geçiş Sistemi Okumama Durumu

- Cihaz elde tutuluyor ise hatalı kullanım söz konusu olabilir.
- Cihaz hatalı olarak dikiz aynasına monte edilmiş olabilir.
- Ön camda modifiye (metal cam) bulunmasından dolayı cihaz okunamayabilir.

¹¹¹ <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Otoyollar/OGS.aspx>, (11 Ağustos 2010)

- Atermik olmayan camlarda cihaz, camda üst orta kısımdaki siyah bölgeye monte edilmiş olabilir.
- Aracın ön camı atermik cam ise cihaz hatalı yere monte edilmiş olabilir.
- Araç içerisinde ikinci bir cihaz bulunmasından dolayı sorun yaşanabilir (Torpido, bagaj vb.).
- Sistemde nadir de olsa anten tarafından cihaz okunamayabilir.
- OGS cihazı arızalanmış olabilir.
- OGS hesabın banka tarafından kapatılmış ve Kara Listeye girmiş olabilir.

3.1.9 Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin Avantajları

- Kullanıcıların gişelerden durmadan geçmesini sağlayarak zaman ve enerji tasarrufu sağlar,
- Saatte 1800'ün üzerinde araç kapasitesi ile gişe alanlarındaki kuyrukların önüne geçer,
- Nakit para alışverişini ortadan kaldırarak buna bağlı usulsüzlüklerin önüne geçer,
- Otomatik sınıf tayini ve kameralı ihlal denetim sistemleri ile ihlallere karşı denetim sağlar,
- Ağır trafik koşulları altında 24 saat kesintisiz çalışma olanağı sağlar.
- Otomatik geçiş sistemi ile birlikte insansız gişeler yaygınlaşmış gişe memuru ihtiyacına gerek kalmamıştır, elektronik bir sistem olduğu için çok farklı şekillerde kontrol altında tutulabilmektedir. Geçiş, kaçış sayıları gibi ücret toplama sistemine ait çok fazla veri değişik kategorilerde izlenip raporlanabilmektedir,
- Ücret ödeme esnasında nakit gişede bir araç için işlem süresi ortalama 7 ile 10 saniye arasındayken, OGS ile bu süre ortalama 2 saniyeye inmiştir,

3.1.10 Otoyol Otomatik Geçiş Sisteminin Kullanımını Yaygınlaştırmaya Yönelik alışmalar

OGS kullanımının yaygınlaştırılması ve kullanıcılarının mağdur olmaması için bazı uygulamalar geliştirilmiştir.

Geçiş ihlali yapılması durumunda, kullanıcının 10 gün içerisinde plakasına OGS veya Kredili KGS hesabı açtırması halinde söz konusu geçiş ihlal cezası otomatik olarak iptal edilmektedir.

Bunun dışında Temmuz ayından itibaren kamyon ve tır gibi ağır taşıtlara OGS satışına Karayolları tarafından izin verilmiştir. OGS ve KGS işlemleri için Ana Kontrol Merkezi Başmühendisliği bünyesinde ağrı Merkezi kurulmuştur.

3.2 İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi (IRCICA) Kütüphanesi RFID Uygulaması

İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesinde uygulanmakta olan RFID teknolojisi hakkındaki bilgiler; 03.11.2010 tarihinde kütüphane müdürü Sayın Abdullah Topaloğlu ile kişisel görüşme yapılarak elde edilmiştir.

Yıllardır kütüphanelerde kullanılan EM ve RF sistemlerinden farklı olarak RFID sadece kitapların güvenliği üzerine kurulu değildir, RFID kütüphane kullanımında güvenliği sağlayacak aynı zamanda kütüphane işleyiş süreçlerini değiştirecek son teknolojidir. Geçmişte barkodlar ile takip edilen kitaplar, artık tek tek okutmaya gerek kalmadan hızlı ve güvenli bir şekilde sisteme alınır¹¹².

3.2.1 İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi Tarihçesi

Kütüphane 1980 yılında; Genel Müdür Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu girişimi üzerine IRCICA amaç ve fonksiyonlarını yerine getirme amacıyla kurulmuştur.

IRCICA Kütüphanesi İslam kültür ve medeniyeti konusunda uzmanlaşmış bir referans kütüphanesidir. Öncelikle, kütüphane, çeşitli yollarla Merkezin ilgi alanlarında referans kitapları toplamaya başladı.

Kütüphanede ayrıca İslam dünyasında, medeniyet, sanat, dil ve edebiyat ve ilgili konularda birincil kaynaklar toplandı. Böylece, kendi alanında uzmanlaşmak amaçlandı.

Zaman içinde, IRCICA kütüphanesi İhsanoğlu ve kişisel çabaları ile geliştirilen ve Merkezin faaliyetlerini yürütmek üzere vazgeçilmez bir birim oldu. Bu anlayışla, İhsanoğlu, bir taraftan zengin bir kütüphane kurmayı amaçlayan ve modern yöntemleri uygulayan ve bunlar üzerinden hizmet sunan diğer kütüphanecileri destekledi.

¹¹² Richard W.Boss, "RFID Technology for Libraries" □, <http://www.ala.org/ala/shadows/pla/plapubs/technotes/rfidtechnology.cfm>, (Mayıs 2004).

Böylece, bir yönetici olarak ileri görüşlü ve etkili fikirleri ile IRCICA ve diğer İslam kültür ve medeniyeti çevrelerinde yürütülen araştırmalarda modern yöntemlerle pratik çözümler sunan bir birim olarak kütüphane geliştirmek için destek oldu. Koleksiyon geliştirilmesi ve zenginleştirilmesi amacıyla, İhsanoğlu IRCICA bütçesinden kütüphaneye ayrılan payı arttırdı ve etkili kullanımı konusunda güvence verdi. Tüm bunların yanı sıra, kendi kişisel bağlantıları ve kurduğu dostluklar sayesinde, kütüphane arşivine bazı tanınmış simaların özel koleksiyonlarının bağışlanmasını mümkün kıldı.

1981-2004 yılları arasında Kütüphane ve Dokümantasyon Birimi Başkanı sıfatı ile hizmet eden Dr. Halit Eren yerine, IRCICA Genel Müdürü pozisyonunda Sayın Abdullah Topaloğlu atandı.

Yıldız Sarayı Kompleksi içinde bulunan Çit Kasrı Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti tarafından IRCICA Kütüphanesi Merkezine tahsis edilmiştir. Bu tarihi bina Sultan Abdülaziz ve Sultan II. Abdülhamid dönemlerinde bir resepsiyon salonu olarak işlev görmüştür.

IRCICA tarafından başlatılan bağış kampanyası sonucunda, kütüphane restore edilerek 1983 yılında okuyucularına hizmet vermeye başlamıştır.

Kütüphane amaç ve faaliyetleri aşağıda sıralanmıştır,

- Merkezin faaliyet alanındaki kaynaklardan oluşan özel bir kütüphanenin idaresi,
- Merkezin amaçları ve faaliyet alanı içerisinde olan; kitap, süreli yayımlar, kitap dışı materyal, edebiyat ve diğer belgeleri araştırmak, bulundurmak, sınıflandırmak, muhafaza etmek ve kullanıcıların yararına sunmak,
- IRCICA kütüphanesi koleksiyonunu tanıtan çeşitli kütüphane katalogları ve katılım listeleri yayınlamak,

- Dünyanın çeşitli yerlerindeki üye kurum ve kuruluşlar ile bilgi ve yayın paylaşımında bulunmak,
- Kütüphaneler arası bilgi ağı kurmak ve personelin eğitim seviyesini artırmak için iş birliği olanaklarını araştırmak,
- IRCICA faaliyetleri ve projeleri sonucunda oluşan arşiv niteliğindeki belgeleri sınıflandırmak, muhafaza etmek ve kulacıya sunmak.

3.2.2 İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi Koleksiyonu

IRCICA kütüphanesi dünyada kendi alanında tanınmış özel kütüphanelerden biridir. 138 dilde yaklaşık 300000 başlıktan oluşan seçilmiş ve etkileyici bir koleksiyona sahiptir.

60000 kitap ve nadide eser, 1460 adet süreli yayın, 186 adet el yazması, 1000 adet harita, 4000 adet offprints, 4000 edebiyat, 300 mikrofilm ve mikrofilm, 70000 tarihi fotoğraftan oluşan arşivi, 150000 öğeden oluşan OMETAR arşivi, 2580 belge içeren IRCICA faaliyetleri arşivi ve 2150 belgeden oluşan BAMMATE Arşivinden oluşur.

Kütüphane koleksiyonu İslam tarihi, sanatı, edebiyatı, bilimi, kültür ve Müslüman ülkeleri üzerine kitaplardan oluşur. Koleksiyon merkezin ilgi alanında ansiklopediler, sözlükler, bibliyograflar, kataloglar, biyografik eserler ve rehber kitaplar bulunuyor.

Koleksiyon 138 dilde kitaptan oluşur. Merkez kütüphane 60.000 ciltlik bir koleksiyona sahiptir. IRCICA, ana tüzüğünde belirtilen, hedeflere ve projelere uygun seçilmiş referans kitap, koleksiyonun çekirdeğini oluşturur.

3.2.3 İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi RFID Uygulaması

Kütüphanelerin dijital gelişme sürecinde otomatik tanımlama sistem uygulamaları önem kazanmıştır. Barkodlu tanımlama sistemi, kütüphanelerde en çok kullanılan teknolojidir. Barkod teknolojisi oldukça basit olmasına karşın, çok da kullanışlı bir teknolojidir ancak yeni teknolojiler karşısında yetersizlikleri vardır.

RFID teknolojisi, kütüphanelerin iş süreçlerini yeniden şekillendirmekte, farklı bir bilgi teknolojisi alt yapısı kazandırmaktadır. Bununla birlikte süreç verimliliğini, güvenlik, doğruluk ve görünürlük seviyelerini arttırmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde RFID kütüphane uygulamalarının stratejik bir karar olarak algılanması gerekmektedir.

IRCICA kütüphanesi, restorasyon ve bina değişikliği sürecine girmiş, fiziksel donanımlar yenilendikten sonra kütüphane içerisindeki iş süreçlerini etkileyecek, mevcut sistemi daha yüksek düzeye taşıyabilecek ve kütüphanenin daha verimli şekilde hizmet sunmasını sağlayacak bir otomasyon sistemine ihtiyaç duyulmuştur. Bunun sebebi hedeflenen kütüphanecilik seviyesine ulaşmakta mevcut otomasyon sisteminin yeteriz kalması ve kısıtlarının olmasıdır.

Barkod sisteminin genel özelliklerinden kısaca bahsedecek olursak;

- Etiket üzerindeki kodların lazer okuyucu tarafından taranabilmesi için, etiket kesinlikle görüş alanı içerisinde olmalıdır.
- Sadece ürünlerin kategorisini tanımlar. Ürün hakkında başka bilgi içermez.
- Tek seferde tek ürün tarama mümkündür.
- Yazıldıktan sonra güncellenemez, değiştirilemez ve silinemez.
- Etiket kirlenmesi, yıpranması, fiziksel etkenlerden zarar görmesi okunmayı zorlaştırır.
- Sınırlı veri depolama kapasitesine sahiptir.

Kütüphane yönetimi tarafından yapılan literatür taramaları, yurtdışı örneklerin incelenmesi sonucunda kütüphane için en uygun sistemin RFID teknolojisi olduğunda karar kılınmıştır ancak kütüphane idari yapısı bakımından üst yönetime bağlıdır bu sebeple yatırım maliyet fayda analizi gibi konular uzunca bir süre tartışıldıktan sonra ülkemizde henüz uygulaması olmayan bir sistemin kütüphaneye adaptasyonu konusunda kesin karar alınmıştır.

2005 yılında karar alınmış olup, çalışmalar yaklaşık iki yıl sürmüş ve sistem 2007 yılında ancak faaliyete geçmiştir. Bu iki yıllık süreç içerisinde kütüphane tıpkı bir laboratuvar gibi kullanılmıştır.

RFID teknolojisinin barkod teknolojisine göre üstünlükleri aşağıda sıralandığı gibidir;

- Hızlı tarama, tek seferde birden fazla etiket okuma özelliği,
- RFID etiketleri sınıflandırmada daha etkin kullanılabilir,
- Uzun ömürlüdür, tekrar tekrar kullanılabilir.
- Ödünç alma ve iade etmeyi self servis haline getirebilir,
- RFID etiketler barkodlara göre daha uzun ömürlüdür,
- Her etiket yüz binlerce kez okunabilir, güncellenebilir, silinebilir,
- Yüksek veri depolama ve yüksek hafıza kapasitesine sahiptir.
- Güvenlik, şifre yoluyla sağlanmakta ve kolaylıkla taklit edilememekte veya değiştirilememektedir.

3.2.4 İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi RFID Proje Uygulama Aşamaları

RFID projesi öncesinde hazırlık aşaması yer almaktadır. Bu aşamada kütüphane içinde teknoloji ile ilgili genel bilinçlendirme ve eğitim çalışması yapılmıştır. Kütüphanenin RFID projesinden beklentileri detaylı bir şekilde ortaya konmuştur, bunları sıralayacak olursak;

- Etkin koleksiyon yönetimi,
- Sınıflandırma tasnif kolaylığı,
- Etkin raf yönetimi,

- Hırsızlığı önlemek,
- Okuyuculara dünya standartlarında hizmet sunabilmek,
- Ödünç alma ve iade etme optimizasyonu,
- Zamandan tasarruf,
- İş yükünü azaltmak,
- Çalışan sayısını azaltmak.

Kurumun bir diğer amacı ise ülkemizdeki kütüphanecilik seviyesini dünya standartlarına taşımaktır.

Kütüphane projesinde dışarıdan destek verecek RFID proje uzman, danışman ve sistem bütünleştiricileri ile sürekli görüşmeler yapılmıştır.

Kütüphane yapısını açıklayan, işleyişi, hakkında bilgi veren veriler dışarıdan destek verecek teknoloji işbirlikçisine sağlanmıştır.

Mevcut otomasyon sistemi incelenmiş ve RFID uygulama noktaları belirlenmiştir. RFID uygulamasını etkileyebilecek kısıtlar ve çevresel koşullar incelenmiştir. Kütüphanenin mevcut bilgi sistemi de bu aşamada incelenmiştir.

RFID projesini kütüphaneye uygulayacak olan firma, kütüphane süreçlerini değerlendirerek proje uygulaması ile ilgili sorulara yanıt aramıştır:

- Etiket boyutları ve şekli nasıl olmalıdır?
- Çevresel koşullara karşı özel bir koruma gerekiyor mu?
- Süreç içerisinde toplu okuma gerçekleşecek mi?
- Okuma uzaklığı nedir? Okumaya ek olarak yazma işlemi olacak mı?
- Sistem hangi frekans aralığında kullanılacak?

- Yeniden kullanılabilir etiketler mi yoksa tek kullanımlık etiketler mi tercih edilecek?
- Etiketler hangi seviyede kullanılacak?
- Etiket kaynakların üzerinde nereye yerleştirilecek?

3.2.5 İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi RFID Teknolojisi Kütüphane Sistem Bileşenleri

- IRCICA kütüphanesinde UHF RFID pasif etiket (akıllı etiket) kullanılmıştır. Bu etiketler pilsiz çalışıyor ve ömrü çok uzun. Herhangi bir enerji kaynağına ihtiyaç duymuyor, bu aynı zamanda maliyetleri etkiliyor ve etiket maliyetlerinin düşük olmasını sağlıyor. 512 bit kullanıcı verisine sahip etiketlerdir.
- Anten
- Yazıcı
- Mevcut kütüphane otomasyon sisteminin RFID sistemiyle entegre bir yazılım.

3.2.6 İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesi RFID Teknolojisi Kütüphane İşleyişi

Kütüphanede, 80000 kaynakta RFID etiketi kullanılmaktadır, hedeflenen etiketli kaynak sayısı ise 400000 dır.

Etiketler, RFID yazıcısı ile bilgi yüklemesi yapıldıktan sonra kitapların muhtelif yerlerine dikey olarak yerleştirilmektedir. Bazı değerli kitaplarda ise RFID etiketleri birden çok sayıda yerleştirilmektedir. Bu şekilde bir etiketin fark edilip kötü niyetli kullanıcı tarafından etkisiz hale getirilme çabalarının sonuç vereceği olasılığı karşısında alınmış bir önlemdir.

Kitaplar incelendiğinde etiketler görünmemektedir, bu özellikle tercih edilmiş bir yerleştirme biçimidir.

Kütüphane ziyaretçisi, kütüphaneden içeri girdiğinde kendisinden kayıt yaptırması istenir. Bu kayıt sırasında kişilerden bazı bilgileri doldurmaları istenir. Bu kayıt esnasında kişinin demografik özellikleri, eğitim gibi bilgileri alınmaktadır. Bu

bilgilerden sonra ziyaretçiye bir yaka kartı verilmektedir. Bu yaka kartı çiplidir, bu kart sayesinde ziyaretçinin kütüphaneye giriş-çıkış saatleri, kütüphanede kalma süresi, yaptığı araştırmalar, kart ile beraber aldığı kitaplar veri bankasına kaydedilmektedir. Bu uygulama kütüphanenin ziyaretçilerini tanıması, onlar hakkında bilgi edinmesini sağlamaktadır. Böylelikle istatistikî veriler ışığında karar verme süreci hızlanmaktadır.

Kütüphane ziyaretçisi kapıdan içeri giriş yaptığı anda, kütüphane yazılım ekranında kişinin adı - soyadı, saat kaçta kütüphaneye girdiği, eğer kullanıcı daha önceden tanımlıysa veya kütüphane personeliyse ekranda isminin yanında hangi işi yaptığı veya ne görevde olduğu çıkmaktadır. Böylelikle ziyaretçilerin kütüphanede kalma süreleri hesaplanabilmektedir.

Kütüphanede açık raf sistemi kullanılmaktadır ve raflar akıllıdır. Raflarda etiketler bulunmaktadır, bu etiketlerde o rafta hangi kaynakların olması gerektiği, hangi sınıflandırmanın olduğu, ne tür kaynaklar olduğu önceden tanımlıdır.

Ziyaretçi raftan bir kaynak aldığı anda, kaynakta bulunan RFID etiket sayesinde, kullanıcının kitapla beraber ne kadar zaman geçirdiği iletilmektedir. Kullanıcıların kütüphane girişinde doldurdıkları kayıt formu sayesinde kişinin yaşı, meslek grubu gibi bilgiler edinilirken, incelediği kitapların bilinmesi sayesinde hangi meslek grubundan, hangi yaş grubundan ziyaretçiler gelmiş, kütüphanede ne kadar zaman geçirmiş? Hangi kitapları daha uzun incelemiş? Hangi kitapları bırakmış? Gibi soruların yanıtlarına RFID sistemi sayesinde ulaşılabilir.

Ziyaretçi, kaynağı ödünç almak istediğinde, kütüphane görevlisine gelir, kartı uzatır. Kart okuyucudan okutulur, bu sırada ekrana kişinin bilgileri düşer, ödünç almak istediği kaynak RFID el terminali okuyucu ile taranır ve veri aktarımı tamamlanır.

Ziyaretçi kaynağı kolaylıkça zamandan kazanarak ödünç alabilmiştir, iade prosedürü de aynen bu şekilde işlemektedir. Ziyaretçi kaynağı iade ederken önce kartı okunur daha sonra kitap taranır.

Kaynaklar ziyaretçi tarafından masaların üstüne bırakılır ancak bazen ziyaretçiler aldıkları kaynakları yerine geri koyarlar bazen de yanlış yerleştirirler. Bu şekilde yanlış yerleştirilen kitaplar RFID öncesi sistemde göz yordamıyla bulunurken artık RFID okuyucular sayesinde rafta hangi kitap yanlış yerleştirilmiş bilmek mümkündür.

3.2.7 RFID Teknolojisinin İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Kütüphanesine Faydaları

RFID kitapların lokasyonu, dağıtımı, sirkülasyonu, sınıflandırma, standart kodları, lokasyon ve veri toplama, kütüphane verimliliğini artırır.

- *Kitapların doğru yerleştirilmesi*

Katalog kitaplarında, her kitapta ayrı bir lokasyon belirlemek gerekmektedir. RFID kitapların hakkında temel bilgiler dışında lokasyon ile ilgili bilgiye sahiptir böylece okuyucu ve yöneticiye kolaylık sağlar. Kitaplar yanlış yere konduğunda bulunabilir. Açık raf sisteminde, kitabı yanlış yerleştirme sorunu, yerine konmayan kitap diğer okuyucuların kitapları bulmasını engeller, çalışanlar rafları düzenlemek için çok vakit kaybederler bu durum raflardaki ürünlerin doğru yerleştirilmesini böylelikle okuyucunun raftan maksimum faydayı sağlamasını, çalışanlarında kütüphaneye daha çok değer katan işler yapmalarını sağlamıştır.

- *İş verimliliği artar;*

Rfid kullanımı ile kitapların lokasyonu RFID etiketlerinde kayıtlıdır, okuyucu ile rafın yanına gelir ve rafı tarar. Bu sırada yanlış yerleştirme bulunur, iş verimliliğini artırır.

- *Hızlı envanter*

Kütüphanede tek tek bütün kaynaklar sayılırken, RFID etiketleri birden fazla okunma sayesinde hızlı ve doğru envanter sağlamaktadır. Kütüphane çalışanı okuyucu ile arşivde ve raflar arasında dolaşarak kitaplar hakkında bilgi toplayabilir. Çok uzun sürede yapılacak olan envanter kısa sürede bitirilir, eskiden kütüphanenin envanter döneminde kapalı kalması gerekirken artık çok kısa sürede envanter sayımları yapılmakta ve gerçek bilgilere ulaşılabilenekte, hata en aza indirgenmektedir.

- *Kaynak dolaşım hızı artar*

Kaynakların raflara geri dönüşünün hızlanması, kaynakların kolayca ödünç alınıp verilmesinin sayesinde kaynak dolaşım hızı artmıştır

- *Yönetim verimliliği artar*

Etkin koleksiyon yönetimi, gelen ziyaretçi profilinin çıkarılması, kütüphane ile ilgili kararların alınmasında etkili olmaktadır.

- *Hırsızlığı önler*

RFID etiketli kitaplar güvenlik kapısından geçerken tüm bilgiler yazılıma aktarılmaktadır, böylece izinsiz ıkışlar veya hırsızlık önlenmektedir.

- *Ziyaretçi profili hakkında bilgi verir*

Ziyaretçi istatistikleri, okuyucu ve araştırmacı kitlesi hakkında bilgi vermektedir, böylelikle koleksiyon genişletme kararları alınırken hangi alanda yatırım yapılmalı sorusunun cevaplarına bu verilerden ulaşılmaktadır.

SONUÇ

Küresel rekabet ortamında, RFID teknolojisi Auto-ID teknolojileri arasında önemli bir teknolojidir. Auto-ID grubunda yer alan ve grubun en yaygın kullanılan teknolojisi olan barkod teknolojisine göre RFID teknolojisinin sahip olduğu üstünlükler bu teknolojinin giderek yaygınlaşmasını sağlamaktadır.

RFID teknolojisinin barkod teknolojisine göre üstünlüklerini, optik eksene ihtiyaç olmadan fiziksel iletişim kurulması, nesneyi tek, bir değerli tanımlayabilme, yüksek hızlarda yüksek okuma performanslı olabilme, okuma /yazma özelliği, kötü ortam şartlarında çalışma özelliği olarak sıralayabiliriz.

RFID teknolojisinin başka bir üstünlüğü de bu teknoloji kullanılarak geliştirilen uygulamaların kullanılması insan hatalarını en aza indirgeyerek işlemlerin hatasız ve daha hızlı yapılmasını sağlamasıdır. RFID etiketler ile üretim hattında daha sağlıklı bilgiler temin edilebilmektedir. Üretim bandına RF etiketlerin yerleştirilmesiyle ürünün hangi üretim safhasında olduğu, kim tarafından, ne zaman ve ne kadar sürede üretildiği gibi bilgilere ulaşmak mümkündür.

RFID teknolojisi; üretim, tedarik zinciri yönetimi, ilaç, sağlık, kütüphanecilik, güvenlik, nakitsiz ödeme, doküman yönetimi, ulaşım gibi alanlarda uygulanmaktadır.

RFID teknolojisinin sayılan tüm üstünlüklerine rağmen hızla yayılamamasının bazı sebepleri vardır. Bunlar okuyucu ve etiket fiyatlarının düşmemesi, yatırımın maliyetli olması, standart eksikliği, sivil toplum örgütlerinin mahremiyet konusundaki eylem ve boykotları, güvenlik açıklarının bulunmasıdır.

RFID teknolojisiyle çalışmak isteyenlerin öncelikle ortam şartlarını çok iyi biliyor olmaları gerekmektedir. Farklı ortam koşullarında çalışacak RFID sistemleri, farklı yapılandırma gerektirmektedir. Ortam koşullarına göre sorgulayıcı, etiket tipleri farklılık gösterecektir. Okuma mesafesi, takip edilecek ürünün büyüklüğü yapısı bize sistemin yapılandırılmasında yol gösterecek önemli parametrelerdir.

Bir RFID sisteminin kurulumu bir işletme ve yönetim kararıdır, bir teknoloji kararı değildir. Sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmek, katma değerli hizmetler

sunarak daha fazla müşteri memnuniyeti sağlamak, operasyonları hızlandırmak ya da yönetmeliklere uyum sağlamak yöneticiler tarafından verilecek kararlardır.

Uygulamayı sağlamak için iş stratejileri ile teknoloji stratejilerini bütünleştirip doğru kurumsal alt yapıyı sağlamaktır. Bu şekilde teknolojinin sağlayacağı faydaların kurumun kendi iç politika ve stratejisi tarafından yönlendirilerek yapılması sağlanır.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Brown, Dennis E. **RFID Implementation**. New York: Mc Graw Hill, 2007.
- Brown, Mark, Sam Patadia ve Sanjiv Dua. **RFID Certification**. New York: McGraw Hill, 2007.
- Finkenzeller, Klaus. **RFID Handbook**. 2. Basım. Munich: John Wiley & Sons Ltd., 2003.
- Glover, Bill ve Himanshu Bhatt. **RFID Essentials**. 1. Basım. A.B.D : O'Reilly Media, Inc., 2006.
- Hanny David, Manuel A. Pachano ve Les G. Thompson. **RFID Applied**. New Jersey: John Wiley&Sons, 2007.
- Heinrich, Claus **RFID and Beyond Growing Your Business Through Real Word Awareness**. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2005.
- Hunt, V. Daniel, Albert Puglia ve Mike Puglia. **A RFID-A Guide To Radio Frequency Identification**. New York: A John Wiley & Sons Inc. Publications, 2007.
- Lahiri, Sandip **RFID Sourcebook**. 1. Basım. Massachusetts: Prentice Hall PTR, 2005.
- Lehpamer , Harvey. **RFID Design Principles**. Artech House, Incorporated, 2007.
- Schuster, Edmund W. , Stuart J. Allen ve David L. Brock. **GlobaRFID**. Berlin: Springer, 2007.
- Shepard, Steven. **Radio Frequency Identification**. New York: McGraw Hill, 2005.
- Sweeney ,Patrick. **RFID For Dummies**. New Jersey: Wiley Publishings, 2005.
- Symonds, Judith, John Ayoade ve David Parry. **Auto-Identification and Ubiquitous Computing Applications: RFID and Smart Technologies for Information Convergence**. New York: Information Science Reference, 2009.
- Üstündağ, Alp. **RFID ve Tedarik Zinciri**. 1. Basım. İstanbul: Sistem Yayıncılık, 2008.
- Wolfram, Birgit Gampl ve Peter Gabriel (Ed.). **The RFID Roadmap: The Next Steps For Europe**. Berlin: Springer, 2008.

Sürekli Yayınlar

- Abad E. “RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain”, **Journal of Food Engineering**, Sayı. 93 (2009) , ss.394–399.
- Andersen P.H., M. Rask. “ Supply chain management: new organisational practices for changing procurement realities ”, **Journal of Purchasing & Supply Management**, Sayı.9 (2003), ss.83–95.
- Angeles, Rebecca. “RFID technologies: supply-chain applications and implementation issues”, **Information Systems Management**, Cilt. 22 Sayı. 1(2005), ss. 51-66.
- Atzori, Luigi, Antonio Iera ve Giacomo Morabito, “The Internet of Things: A survey”, **Computer Networks**, Sayı.54 (2010), ss.2787–2805.
- Bayrak Meydanoğlu, Ela Sibel. “RFID Sistemleri ve Veri Güvenliği”, **Bilişim Teknolojileri Dergisi**, Cilt.1, Sayı.3 (Eylül 2008), s.35.
- Bottani Eleonora ve Antonio Rizzi. “ Economical assessment of the impact of RFID technology and EPC system on the fast-moving consumer goods supply chain”, **Int. J. Production Economics**, Sayı.112 (2008), ss.548–569
- Domdouzis Konstantinos ve Bimal Kumar. ”Radio- Frequency Identification (RFID) applications: A Brief Introduction, **Advanced Engineering Informatics**, Cilt.21, (2007), ss.350-355.
- Erdem, O. Ayhan. “RFID Taşıyıcı Yongaları Kullanılarak Büyükbaş Hayvanların İnternet Üzerinden Kimliklendirilmesi”, Cilt 22, Sayı. 1, (2007), ss. 175-180.
- F. O'Brien, Dennis. “RFID: An Introduction to Security Issues and Concerns”, **Techno Security's Guide to Managing Risks for IT Managers, Auditors, and Investigators**, (2007), ss.143-163.
- Gilbert, Alorie “ MIT winds down radio tag activity ”, Cnet News, 23 Ekim 2003.
- Johnson, T. Michael .“ Radio Frequency Identification The Future is Now!”, Defense AT& L, 2010, Ebscohost (09 Eylül 2010).
- Jones, Peter ve Diğerleri, “Radio frequency identification and food retailing in the UK”, **British Food Journal**, Cilt. 107, Sayı 6, (2005), s.358-359.
- Juban Rusty L. ve David C. Wyld. “Would You Like Chips With That?: Consumer Perspectives of RFID”, **Management Research News**, Cilt.27, Sayı.11 (2004), s.31.

- Juels, Ari. "RFID Security and Privacy: A Research Survey", **IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS**, Cilt.24, Sayı.2 (Şubat 2006), ss.381-384.
- Klein Thomas ve Andre Thomas."Opportunities to reconsider decision making processes due to Auto-ID", **Int. J. Production Economics**, Sayı.121 (2009), ss. 99–111.
- Knight, William." RFID-another technology, another security mess? ", **Infosecurity Today**, Cilt.3, Sayı. 3(2006), ss. 35-37.
- Knospe Heiko ve Hartmut Pohl. "RFID Security", **Information Security Technical Report**, Cilt.9,(Aralık 2004), ss.35-44
- Kochan, Anna. "Breakthrough in Biometrics", **Sensor Review**, Cilt.24, Sayı 2. (2004), ss.125–128.
- Kumar, Sameer, Eric Swanson ve Thuy Tran."RFID in the healthcare supply chain: usage and application", **International Journal of Health Care Quality Assurance**, Cilt. 22, Sayı. 1, (2009), ss. 67 – 81.
- L.Garfinkel, Simson, Ari Juels ve Ravi Pappu. "RFID Privacy: An Overview of Problems and Proposed Solutions", **Security & Privacy Magazine IEEE**, (2005), ss.34-43.
- Lee, B.-C. Lee, "An investment evaluation of supply chain RFID technologies: A normative modeling approach ", **Int. J. Production Economics**, Sayı.125 (2010) ss. 313-323.
- Li Suhong ve Diğerleri, "Radio frequency identification technology: applications, technical challenges and Strategies", **Sensor Review**, Cilt.26, Sayı.3,(2006) ss. 193–202.
- Lin, L.C. "An integrated framework for the development of radio frequency identification technology in the logistics and supply chain management ", **Computers & Industrial Engineering**, Sayı. 57 (2009) ss. 832–842.
- Little, Jonathon ve Alexander Brown. "Public surveillance – An overview", **Computer Law & Security Report**, Cilt.22, Sayı.2 (2006), ss.169 – 171.
- Liu, Fagui ve Zhaowei Miao. " The Application of RFID Technology in Production Control in the Discrete Manufacturing Industry ", 2006, **IEEE Electronic Library Online veri tabanı**, (10.07.2010) ss. 68 - 68.
- Plessky V.P. "Review on SAW RFID Tags", **Ieee Transactions On Ultrasonics Ferroelectrics And Frequency Control**, Cilt.57, Sayı.3., (Mart 2010), ss. 654 – 668.

- Poon ,T.C. ve Diğerleri.“A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses”, **Expert Systems with Applications**, Sayı 36., (2009), ss.8277–8301.
- Rekik Yacine, Evren Sahin ve Yves Dallery . “ Analysis of the impact of the RFID technology on reducing product misplacement errors at retail stores”, **Int. J. Production Economics**, Sayı.112 (2008), ss. 264–278.
- Roberts, C.M. “Radio Frequency Identification (RFID) ”, **Computers & Security**, Cilt. 25, (2006), ss. 18–26.
- Son, Hae-Won Jung-Nam Lee ve Gil-Young Choi. “ Design Of Compact RFID Reader Antenna With High Transmit/Receive Isolation”, **Microwave And Optical Technology Letters**, Cilt. 48, Sayı.12, (Aralık 2006), ss. 2478-2481.
- Thiesse, Frederic. “RFID, privacy and the perception of risk:A strategic framework”, **Journal of Strategic Information Systems**, Sayı. 16 (2007), ss.214-232.
- Wu Dong-Liang, Wing W.Y.NG, Daniel S. Yeung ve Hai-Lan Ding.“A Brief Survey On Current Rfid Applications”, **International Conference on Machine Learning and Cybernetics**. Baoding: 12-15 Temmuz 2009, s.2331.
- Xiao, Yang ve Diğerleri, “Radio frequency identification: technologies, applications,and research issues”, **Wireless Communications And Mobile Computing**, No.7, (2007), ss. 457–472.
- Yong-Dong Shi ve Diğerleri. “The RFID Application in Logistics and Supply Chain Management”, **Research Journal of Applied Sciences**, Cilt.4, Sayı.1, (2009), ss. 57-61.
- Zhou, Wei. “RFID and item-level information visibility”, **European Journal of Operational Research**. No.198 (2009), ss.252–258.
- Yao LIU ve Diğerleri, “A Low Power Temperature Sensor for Passive RFID Tag”, **Entegre Devreler, '09 ISIC. 2009 12. Uluslararası Sempozyumu**. Singapur, 14-16 Aralık 2009, ss. 699 – 702.
- Üstündağ, Alp, Mehmet Serdar Kılınç ve Emre Çevikcan.“Fuzzy rule-based system for the economic analysis of RFID investments”, **Expert Systems with Applications**. Sayı. 37 (2010), ss. 5300–5306.
- Wang Fusheng ve Diğerleri, “A temporal RFID data model for querying physical objects”, **Pervasive and Mobile Computing**. Sayı.6(2010), ss.382-397.

Diğer Yayınlar

<http://www.ezpass.com/static/info/howit.html>(11.Haziran.2010).

<http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Otoyollar/OGS.aspx>,

(11Ağustos 2010)

Koşan, Muhammed Ali. “RFID Etiketleri ve RFID Okuyucular”, *Bilişim Dergi*, 2009, Sayı.8, <http://bilisimdergi.com/RFID-Etiketleri-ve-RFID-Okuyucular-8-5.html> (23 Ocak 2010).

Otoyol Otomatik Geçiş Sistemi (OGS).

http://www.aselsan.com.tr/urun.asp?urun_id=121&lang=tr# (10 Eylül 2010).

RFID Business Applications. <http://www.rfidjournal.com/article/view/1334/3> (12 Haziran 2010).

Ward, Matt. “RFID: Frequency, standards, adoption and innovation”, *JISC Technology and Standards Watch*, Mayıs 2006, <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/techwatch/tsw0602.pdf>(12 Ağustos 2010)

What is RFID? <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1339/1/129> (05 Mart 2009)

Yardım , Mustafa Sinan ve Güzin Akyıldız. “Akıllı Ulaştırma Sistemleri ve Türkiye’deki Uygulamalar”, <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/3213.pdf>, (10 Eylül 2010), s.409.

Landt, Jeremy .”Shrouds of Time.The History of RFID”, <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/shrouds-of-time.pdf>, (06.Haziran 2009),s.3.

Aykut, Mustafa. “Biyometrik Standartlar □ <http://www.bthaber.com.tr/?p=3821> (18 Mart 2010) .

Chuang Ming-Ling ve Wade H. Shaw. “How RFID Will Impact Supply ChainNetworks”,(2005),[http://www.nuigalway.ie/bis/mlang/readings/RFID/Chuang%20\(2005\)%20How%20RFID%20will%20impact%20supply%20chain%20networks.pdf](http://www.nuigalway.ie/bis/mlang/readings/RFID/Chuang%20(2005)%20How%20RFID%20will%20impact%20supply%20chain%20networks.pdf),(21 Ocak 2010).

Class 1 Gen 2 (Smif 1 Nesil 2). <http://www.epcglobaltr.org/gen2.php>
(19 Temmuz 2010).

Hodges, Steve ve Mark Harrison. "White Paper: Demystifying RFID: Principles and Practicalities", 2003, Auto-ID Centre, <http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/automation/publications/documents/CAM-AUTOID-WH024.pdf> (1 Nisan 2009).

HowItWorks:Technology. <https://www.speedpass.com/forms/frmHowItWorks.aspx?pPg=howTech.htm&pgHeader=how> (07 Mart 2010).

Kütüphanelerde RFID Sistemi. <http://www.teknopalas.com.tr/category/rfid/> (03 Haziran 2010).

RFID Consumer Applications and Benefits.
<http://www.rfidjournal.com/article/view/1332/2>, (10 Ocak 2010).

RFID Journal, The Basic of RFID Technology.
<http://www.rfidjournal.com/articleview/1336/1/129>, (08.05.2010).

RFID Journal, The Basic of RFID Technology.
<http://www.rfidjournal.com/articleview/1337/1/129>, (08.05.2010).

Richard W.Boss, "RFID Technology for Libraries"
<http://www.ala.org/ala/shadows/pla/plapubs/technotes/rfidtechnology.cfm>, (Mayıs 2004).

