

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RFID İLE ONLINE VERİ TOPLAMA SİSTEMİ
GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilgisayar Müh. Selin ÜLPER

**Enstitü Anabilim Dalı : BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM
MÜHENDİSLİĞİ**
**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Hayrettin
EVİRGEN**

Ocak 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


**RFID İLE ONLINE VERİ TOPLAMA SİSTEMİ
GELİŞTİRİLMESİ**


YÜKSEK LİSANS TEZİ

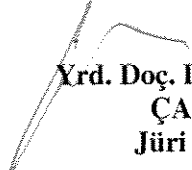
Bilgisayar Müh. Selin ÜLPER

Enstitü Anabilim Dalı :Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği

Bu tez 22/01/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Yrd. Doç. Dr. Hayrettin
EVİRCEN
Jüri Başkanı


Doç. Dr. Nejat
YUMUŞAK
Jüri Üyesi


Yrd. Doç. Dr. Gültekin
ÇAĞIL
Jüri Üyesi

TEŐEKKÖR

Bu çalışmada teşvik, yardım ve her tÖrlÖ desteğini esirgemeyen danıőman hocam Yrd. Doç. Dr. Hayrettin Evirgen' e ve STS Teknoloji Kocaeli Teknoparkı MÖdÖrÖ Levent Yalçınkaya'ya, ayrıca Özerimde maddi ve manevi destekleri olan aileme, arkadaőlarıma ve tÖm hocalarıma teőekkÖr ederim.

Selin ÖLPER

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xii
SUMMARY.....	xiii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
OTOMATİK TANIMLAMA VE VERİ YAKALAMA.....	6
2.1. Optik Karakter Tanımlama(OCR).....	7
2.2. Infrared(Kızılötesi) Teknoloji.....	7
2.3. Barkot.....	8
2.4. Radyo Frekanslı Tanımlama(RFID).....	10
2.4.1. RFID sistem bileşenleri.....	12
2.4.1.1. RFID etiketler (tag).....	13
2.4.1.2. RFID sorgulayıcılar.....	21
2.4.2. Frekans.....	27
2.5. Barkotlara Karşı Smart Etiketler.....	32
2.5.1. Hafıza büyüklüğü/veri depolama.....	33
2.5.2. Okuma/yazma.....	33
2.5.3. Görüş alanı.....	34
2.5.4. Okuma aralığı.....	34
2.5.5. Çoklu RW ve çarpışma.....	34

2.5.6. Güvenliğe erişim.....	35
2.5.7. Kopyalama zorluğu.....	35
2.5.8. Okuma güvenilirliği.....	35
2.5.9. Çevresel duyarlılık/dayanıklılık.....	36
2.5.10. Ücret.....	36

BÖLÜM 3.

RFID TEKNOLOJİSİNİN TARİHÇESİ VE GELİŞİMİ	37
3.1. RFID'nin Kilometre Taşları ve Uyarlama Hızı.....	37
3.1.1. 1940'lar öncesi.....	37
3.1.2. 1940 'lar-2. Dünya Savaşı.....	38
3.1.3. 1950'ler-RFID teknolojisinin erken keşfi.....	38
3.1.4. 1960'lar-RFID teorisinin gelişimi ve erken lan testi.....	38
3.1.5. 1970'ler-RFID patlaması ve erken kabul görmüş sistemler...	39
3.1.6. 1980'ler- Ticarileşme.....	40
3.1.7. 1990'lar -RFID ana akıma girdi.....	40
3.1.8. 2000'ler - RFID gelişmeleri.....	41
3.1.9. 2007 ve sonrası.....	42
3.2. Gelecekte RFID	42
3.3. RFID Teknolojisinin Pazara Girişinin Zaman Çizelgesi.....	45

BÖLÜM 4.

RFID KANUNLARI VE STANDARTLARI.....	47
4.1. RFID kanunları.....	47
4.2. Dünya Düzenleyici Kurulları.....	48
4.3. Endüstriyel - Bilimsel - Medikal(ISM) Bantları.....	49
4.4. RFID için Spektrum Dağıtımı.....	49
4.5. Endüstriyel RFID Standartları.....	50
4.6. Uluslararası Standartlar Organizasyonu.....	51
4.6.1. RFID çiftlik hayvanı izleme standartları.....	51
4.6.2. RFID tanımlama kartları ve ilişki cihazlar için standartlar.....	52
4.6.2. AIDC ve ürün yönetim teknolojileri için standartlar.....	53

4.7. EPCglobal.....	54
4.7.1. EPCglobal'in tarihçesi.....	55
4.7.2. EPC network.....	56
4.7.3. EPC standartları.....	57
BÖLÜM 5.	
RFID TEKNOLOJİSİNİN AVANTAJLARI/DEZAVANTAJLARI VE GELİŞEMEME NEDENLERİ.....	61
5.1. RFID Teknolojisinin Avantajları.....	61
5.2. RFID Teknolojisinin Dezavantajları.....	65
5.3. RFID Teknolojisinin Gelişememe Nedenleri.....	67
BÖLÜM 6.	
BİLGİ GÜVENLİĞİ.....	69
6.1. RFID ve Güvenlik.....	69
6.2. Güvenlik Önlemleri.....	73
BÖLÜM 7.	
RFID ÖZEL YAZILIMLARI VE BİLGİ TEKNOLOJİLERİNE ENTEGRASYONU.....	78
7.1. RFID Özel Yazılımlarının Çekirdek Fonksiyonları.....	79
7.2. RFID Sistemlerinin Parçası Olarak Özel Yazılımlar-EPC Mimarisi	81
7.2.1. Çekirdek işlemleri.....	81
7.2.2. Okuyucu arayüzü.....	82
7.2.3. Kurumsal uygulama bağlayıcıları.....	83
7.3. Özel Yazılım Geliştirmenin Şu Anki Durumu.....	83
BÖLÜM 8.	
RFID ONLINE VERİ TOPLAMA UYGULAMASI.....	85
8.1. Sarfid 1000 RFID Okuyucu.....	87
8.2. Sarfid 1000 Kütüphanesi.....	91
8.2.1. Sarfid 1000 DLL sınıfı, özellik ve fonksiyonları.....	93

8.3. RFID Online Veri Toplama Uygulaması Yönetim Yazılımı.....	100
8.3.1. RFID Online veri toplama uygulaması veri tabanı.....	101
8.3.1.1. Items tablosu.....	101
8.3.1.2. Shelf tablosu.....	102
8.3.1.3. Shelf Items tablosu.....	103
8.3.1.4. Error_Count tablosu.....	104
8.3.1.5. Temp_Error_Count tablosu	104
8.3.1.6. Users tablosu	105
8.3.2. RFID online veri toplama uygulaması yönetim yazılımı.....	106
8.3.2.1. Kullanıcı giriş ekranı.....	106
8.3.2.2. Online ürün takip ana ekranı	107
8.3.2.3. Kullanıcı girişi menüsü	108
8.3.2.4. Kullanıcı değiştirme ekranı.....	108
8.3.2.5. Yeni kullanıcı ekleme ekranı.....	108
8.3.2.6. Raf işlemleri menüsü.....	109
8.3.2.7. Raf numarası değiştirme ekranı.....	110
8.3.2.8. Raf ürün eşleştirme ekranı.....	110
8.3.2.9. Ürün işlemleri menüsü.....	117
8.3.2.10. Ürün kayıt ekranı	118
8.3.2.11. Ürün bilgi güncelleme ekranı.....	118
8.3.2.12. Reader konfigürasyonu ekranı.....	119
8.3.2.13. Raf sayım ekranı.....	132
BÖLÜM 9	
SONUÇLAR TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	135
9.1. Sonuçlar.....	135
9.2. Tartışma ve Öneriler.....	137
KAYNAKLAR.....	140
ÖZGEÇMİŞ.....	145

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AIDC	: Automatic Identification and Data Capture
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
ANSI	: American National Standards Institute
ASCII	: American Standard Code for Information Exchange
ASIC	: Application Specific Integrated Circuit
Auto-ID	: Automatic Identification
BSI	: British Standards Institute
CD-ROM	: Compact Disc, Read Only Memory
CEPT	: Europe Conference of Postal and Telecommunication Administrations
DNS	: Domain Name Service
DoD	: Department of Defense
EAN	: European Article Number
EAS	: Elektronik Article Surveillance
ECC	: European Communication Committee
EPC	: Electronic Product Code
ERC	: European Radiotelecommunication Committee
ERO	: European Radiocommunication Office
ERP	: Enterprise Resource Planning
ETSI	: The European Telecommunication Standards Institute
FCC	: Federal Communications Commission
GHz	: Giga Hertz
GPS	: Global Positioning System
GSM	: Global System For Mobile Communication
GTIN	: Global Trade Identification Number
GTN	: Global Transportation Network

HF	:High Frequency
HMAC	: Hash-Based Message Authentication
IEC	: International Electro-technical Commision
ISO	: International Standart Organization
IT	: Information Technology
ITU	: International Telecommunicaton Union
LAN	: Local Area Network
LF	: Low Frequency
MHz	: MegaHertz
MPHPT	:Ministry of Public Management, Home Affairs, Posts and Telecommunications
MRAM	: Magnetic Ram)
MRP	: Materials Requirement Planning
μ Wave	: μ Wave
OCR	:Optical Character Recognnition
ONS	: Object Naming System
OT\VT	: Otomatik Tanıma Veri Toplama
PML	: Product Markup Language)
POS	:Point of Sale
RF	: Radio Frequency
RFID	: Radio Frequency Identification
RO	: Read-Only Memory
ROI	:Return on Assets
RW	: (Read/Write Memory)
UCC	:Uniform Code Council
UHF	: Ultra High Frequency
UPC	: Universal Product Code
XOR	: Exclusive OR
XML	: eXtensible Markup Language
XSD	: XML Shema Language
WORM	: Write-Once/Read-Many Memory

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Otomatik tanımlama sistemleri.....	7
Şekil 2.2.	UPC A sembolü.....	9
Şekil 2.3.	UPC E sembolü.....	9
Şekil 2.4.	Kod 39 barkot sembolü.....	10
Şekil 2.5.	Barkot sembolü alanları.....	10
Şekil 2.6.	Çeşitli etiket tasarımları.....	13
Şekil 2.7.	Anten ve indüklenmiş bobin dizayn farkı.....	14
Şekil 2.8.	Pasif geri saçılım prensibi.....	18
Şekil 2.9.	Endüktif birleşme prensibi.....	18
Şekil 2.10.	Basit bir sorgulayıcı yapısı.....	24
Şekil 2.11.	Frekans spektrumu	28
Şekil 2.12.	Dünya üzerindeki UHF RFID operasyonları için frekanslar.....	30
Şekil 2.13.	Barkot sembolleri için veri matrisi.....	33
Şekil 4.1.	EPCglobal Ağı.....	58
Şekil 4.2.	96 bitlik EPC bölümleri	59
Şekil 7.1.	RFID özel yazılımları mimarisi.....	85
Şekil 8.1.	RFID online veri toplama uygulamasının yapısı.....	87
Şekil 8.2.	Sarfid 1000 masaüstü okuyucu.....	89
Şekil 8.3.	Sarfid1000 dll'in uygulamaya dahil edilmesi	94
Şekil 8.4.	Sarfid1000 dll'in seçilmesi.....	94
Şekil 8.5.	Items Tablosu.....	103
Şekil 8.6.	Shelf Tablosu.....	104
Şekil 8.7.	Shelf Items Tablosu.....	105
Şekil 8.8.	Count Error Tablosu.....	106
Şekil 8.9.	Users Tablosu.....	107
Şekil 8.10.	Kullanıcı Giriş Ekranı	108

Şekil 8.11.	Ana menü ekranı.....	109
Şekil 8.12.	Kullanıcı giriş menüsü.....	109
Şekil 8.13.	Yeni kullanıcı kayıt formu	110
Şekil 8.14.	Raf işlemleri menüsü.....	111
Şekil 8.15.	Raf numarası değiştirme ekranı.....	111
Şekil 8.16.	Raf-Ürün bilgileri Ekranı.....	112
Şekil 8.17.	Raf-Ürün bilgileri ekranı arama bloğu.....	113
Şekil 8.18.	Raf-Ürün bilgileri listeleme ekranı.....	114
Şekil 8.19.	Yeni raf kayıt ekranı.....	115
Şekil 8.20.	Raf bilgileri güncelleme ekranı.....	116
Şekil 8.21.	Raf-Ürün kayıt ekranı.....	117
Şekil 8.22.	Raf-Ürün bilgileri güncelleme ekranı.....	118
Şekil 8.23.	Ürün işlemleri menüsü.....	118
Şekil 8.24.	Yeni ürün kayıt ekranı.....	119
Şekil 8.25.	Ürün bilgi güncelleme ekranı.....	120
Şekil 8.26.	Okuyucu bağlantı ekranı.....	122
Şekil 8.27.	Okuyucu işlemleri ekranı.....	122
Şekil 8.28.	Okuyucu etiket okuma ekranı.....	123
Şekil 8.29.	Okuyucu etiket kodlama ekranı.....	124
Şekil 8.30.	Etiket kilitleme ekranı.....	125
Şekil 8.31.	Etiket öldürme ekranı.....	126
Şekil 8.32.	Okuyucu ayarları ekranı.....	129
Şekil 8.33.	Okuyucu network ayarları ekranı.....	131
Şekil 8.34.	Okuyucu sıcaklık alma ekranı.....	132
Şekil 8.35.	Okuyucu yazılım güncelleme ekranı.....	133
Şekil 8.36.	Raf -Ürün bilgileri ekranı.....	135

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Farklı etiket tipleri karakteristikleri.....	19
Tablo 2.2.	Sorgulayıcı tipleri ve karakteristikleri.....	25
Tablo 2.3.	Farklı frekansların karakteristikleri.....	29
Tablo 4.1.	Yayınlanmış EPC standartları.....	60
Tablo 4.2.	EPCglobal sınıfları.....	61
Tablo 8.1.	Sarfid 1000 RFID okuyucu teknik özellikleri.....	92

ÖZET

Anahtar Sözcükler: RFID, RFID etiket, okuyucu, anten, RFID standartları, RFID yazılımı

Hızla gelişen rekabet ortamında, firmaların zaman ve kaynaklardan daha fazla yararlanabilmeleri için ürünlerini, hizmetlerini, iletişim tekniklerini, iş yapma yöntemlerini sürekli olarak değiştirmeleri ve yenilemeleri gerekmektedir. Bu nedenle, otomatik nesne tanımlama ve takip sistemleri, veri toplama, yönetim ve analiz teknolojileri, firmaların/kurumların uygulamalarını geliştirmelerinde, iş süreçlerini planlamalarında ve yönetmelerinde her zaman ihtiyaç olmuştur.

Bu ihtiyaçları karşılayabilecek, veri iletişimde ve yönetimde kullanılacak olan RFID, nesnelerin takibinde yeni bir çözümle karşımıza çıkmaktadır. Bir otomatik tanımlama sistemi ve kablosuz iletişim teknolojisi olan RFID, yapabilecekleri sadece nesne tanımlama ve takibi ile sınırlı olmayan, çok geniş uygulama alanları bulan, son yılların en ümit verici teknolojilerinden biridir. RFID alışveriş yaptığımız marketlerden fabrikalardaki depolara kadar, farklı iş alanlarında, bilgi teknolojilerinde kısaca dinamik bir verinin kullanılacağı ya da gereksinim duyulacağı her alanda kullanılabilir. RFID, kolay, hızlı, hatasız veri girişinin, depolanmasının ve iletiminin en temel unsurunu oluşturabilecek bir sistemdir.

Bu çalışmada, RFID teknolojisini kullanılarak, online veri toplama sistemi geliştirilmiştir. Öncelikle RFID teknolojisi kapsamlı olarak tanıtılmaktadır. RFID teknolojisinin tarihsel gelişimi ve RFID sistemleri için gerekli altyapı gereksinimleri açıklanmaktadır. Daha sonra, RFID teknolojisi ile sağlanan avantajlar ve sistemin dezavantajları üzerinde durulmuştur. Uygulamada kullanılan donanıma ait özelliklerden bahsedilerek, yönetim yazılımında kullanılan tablolar ve ekranlar üzerinden uygulama anlatılmıştır.

ONLINE DATA CAPTURE APPLICATION WITH RFID

SUMMARY

Key Words: RFID, RFID tag, reader, antenna, RFID standarts, RFID middleware

In today's competition environment which is changing very fast, organizations need to renew their services, products and communication technics, change and replace their working methods with new ones continuously to benefit more from time and sources. Therefore, automatic object identification and tracking systems, data gathering, management and analysis technologies were always needed by companies or organizations to develop applications, plan and manage working processes.

RFID which can meet these necessities and can be used in data communication and management appears with a new solution in object tracking. RFID which is an automatic identification system and wireless communication technology is a technology whose abilities are not limited with object identifying and tracking, who has a wide application field and who is a hopeful in especially recent years. RFID can be used in many types of application fields that dynamic data can be used or needed like shops or stores in factories.

In this study, Online data capture application was developed by using RFID technology. First of all, RFID technology is explained in detail. History of RFID technology and infrastructure requirements for RFID technology are given. Later, advantages and disadvantages and the issues that should be taken into consideration are explained.

Hardware, that used in application, is explained with its property and its functions. After software, that is used to manage all system and items, is explained using database table and its forms.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Teknoloji, çok hızlı bir şekilde gelişirken, beraberinde getirdiği yenilikler, kullanım kolaylıkları günlük hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Teknolojinin gelişim hızı, tüketicilerin istekleri doğrultusunda şekil almaktadır. Her yeni gelişme, beraberinde beklentinin daha da üst seviyelere çıkmasına neden olmaktadır. Üreticiler arz-talep dengesini sağlamak her geçen gün zorlaşmaktadır. Birçok alandaki teknik gelişmelerin varlığı ise durumu her geçen gün bir taraftan kolaylaştırırken diğer bir taraftan karmaşıktırmaktadır. Özellikle üreticiler için tedarik kapsamında, ürün takibi, sevkiyat takibi, dağıtım süreçleri ve tüm bu süreçlere ait iş analizlerin gerçekleşmesi büyük önem taşımaktadır.

Teknoloji alanındaki özellikle artan ivme ile gerçekleşen gelişmeler, günlük hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelen yeniliklerden biri olan RFID, verinin kullanılabileceği veya gereksinim duyulabileceği her alanda kolay, hızlı, hatasız veri girişinin, depolanmasının ve iletiminin en temel unsurunu oluşturabilecek bir sistemdir.

Radyo frekans tanımlama (RFID), nesnelere ait verileri içeren mikroişlemci ve bu mikroişlemciye entegre edilmiş anten ile donatılmış etiket taşıyan bir nesnenin, bu etikette taşıdığı bilgiler ile hareketlerinin izlenebilmesine, analiz edilebilmesine ve yönetilebilmesine imkan veren, veri alışverişini radyo frekansları ile sağlayan otomatik tanımlama ve takip teknolojisidir.

RFID, Otomatik Tanımlama (Automatic Identification-AUTO-ID) olarak adlandırılan grubun altında tanımlanan, barkot, optik karakter tanımlama, ses tanımlama, smart kart, biometrik gibi teknolojilerden en önemlilerinden biridir.

Otomatik tanımlama bilgi ve madde akışının kontrol edilmesinde, özellikle büyük üretim ağlarında uygun olan yeni bir yoldur.

RFID' nin nesne izlemesi, nesnelere tekil tanımlama kabiliyetiyle mümkün olmaktadır. RFID etiketleri Elektronik Ürün Kodu (EPC) gibi nesne bilgilerini almak, saklamak ve göndermek için programlanabilmektedirler. Ürünleri tanımlamak için bir yaklaşım olan EPC (Electronic Product Code), EPCglobal Ağında standartlaşmış numaralar sunmaktadır. EPCglobal Ağı, var olan RFID ve İnternet teknolojilerini kullanarak, tedarik zinciri boyunca hareket eden tekil ürünler hakkında gerçek zamanlı bilgi taşımaktadır. Sonuç olarak izin sahibi kullanıcılar tarafından erişilebilecek ürün hareket geçmişi sağlamaktadır.

RFID sistemlerin kullanımı, dost ve düşman uçaklarını ayırt etmek amaçlı kullanıldıkları İkinci Dünya Savaşına kadar uzanmaktadır.

RFID sistemleri o günden bu güne kadar, bilet kesme, kütüphanelerde kitap ödünç alma sistemleri, havaalanlarında bagaj takibi gibi birçok farklı uygulamada kullanılmıştır. Veri toplama teknolojisine kıyasla daha ucuz, kullanımı kolay ve etiketleri güç kaynağına ihtiyaç duymadan çalışabilen ve birçok alanda kullanabilen RFID etiketleri ve okuyucuların, bilgi edinmenin temel taşlarından olan taşınabilir bilgisayarlar ile birleştirilmesiyle, bilgi toplama sürecine çevresel farklılık, uygulanabilirlik ve tepki verebilme yeteneğinin kazanması sağlanmış olacaktır.

RFID teknolojisinin diğer otomatik tanımlama teknolojilerinden, veri modifikasyonu, veri güvenliği, veri miktarı, maliyeti, standartları, yaşam süresi, okuma aralığı, aynı anda okunabilen ürün sayısı, potansiyel engel gibi üstün yanları RFID' nin her geçen gün daha da büyük talep görmesine sebep olmaktadır.

RFID teknolojisi hemen her sektöre farklı uygulama alanlarıyla birçok avantaj sağlayabilecektir. Her yeni teknolojide olduğu gibi RFID teknolojisinin de kendine ait dezavantajları bulunmaktadır.

RFID teknolojisinin dezavantajlarına rağmen, RFID kullanımının arzu edilen faydayı sağlayıp sayılamayacağı iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Bunun için de RFID sisteminin avantajlarının ve dezavantajlarının iyi bilinmesi gerekmektedir.

Günümüzde Radyo Frekans tanımlama pasif UHF bandında popüler olmaya başlamıştır. Teknolojinin online veri toplama özellikleri olmasına rağmen, yüksek maliyetler, yaygınlaşmasının önünde bir engel teşkil etmektedir. Söz konusu proje UHF pasif RFID teknolojisinin imkânlarını kullanarak, maliyet etkin çözüm sunacaktır.

Uygulamada RFID teknolojisinin kullanımı, avantaj ve dezavantajları tartılarak karar verilmiştir.

Genel olarak; ISO 18000 6c standardında çalışacak RFID okuyucu ile, ortamda bulunan ve etiketlenmiş malzemelerin online takibi bu uygulama kapsamında değerlendirilmektedir. Uygulama, yerli olanaklarla üretilecek, UHF 860-920 Mhz. bandında çalışacak şekilde geliştirilecek ergonomik(raf dizinleri) ve mağazalara uygun antenler vasıtasıyla tek bir RFID okuyucunun RF sinyali zaman paylaşımli olarak anten dizilerine aktarılacak ve antenlerin kapsama alanındaki etiketler okunarak online veri toplanacaktır.

RFID Online Veri Toplama uygulamasında, donanım olarak Sarfid 1000 Masaüstü RFID Okuyucu kullanılmıştır. Sarfid 1000 Masaüstü okuyucusuna ait kütüphane Visual Studio 2005 ortamında C# programlama dili ile yazılmış, .Net uyumludur, bu nedenle yönetim yazılımı Visual Studio 2005 geliştirme aracı kullanılarak, C# programlama dili ile yazılmıştır.

Yönetim yazılımında, veri toplama sonuçlarının raporlanması kısmında Crystal Reports rapor bileşeni kullanılmıştır.

Uygulamadaki, giriş verilerinin ve toplanan verilerin depolanması için veritabanı olarak SQL Server 2005 seçilmiştir.

Uygulamada bir mağazadaki raf sistemleri üzerinde bulunan ürünlere ait stok bilgilerinin takibi amaçlanmaktadır. Bu takip işlemi online olarak herhangi bir anda yapılabilmektedir. Toplanan veriler üzerinde gerekli işlemler yapılarak, ilgili raporları oluşturmaktadır. Bu işlemlerin gerçekleşmesi sırasında RFID teknolojisinin getirdiği avantajlardan faydalanılmıştır.

Bölüm 2’de RFID teknolojisi ve bu teknolojinin gerektirdiği bileşenler üzerinde durularak geniş bilgiye yer verilmiştir.

Bölüm 3’de ise RFID teknolojisinin tarihsel gelişimi üzerinde durulmuş, RFID sistemlerinin kullanıldığı ilk uygulamalardan başlanarak günümüze gelinceye kadar kullanılan sektörler ve uygulamalar hakkında bilgi verilmiştir.

Bölüm 4’de RFID teknolojisi için geçerli Dünya üzerindeki kanunlar ve kurullar hakkında bilgi verilmektedir.

Bölüm 5’de RFID teknolojisinin getirmiş olduğu avantajlar, dezavantajlar ve teknolojinin gelişememe nedenlerinden bahsedilmiştir.

Bölüm 6’da RFID teknolojisinin kullanımında önemli bir değişken olan bilgi güvenliğinden bahsedilmiş, bununla ilgili alınabilecek önlemler üzerinde durulmuştur.

Bölüm 7’de RFID teknolojisine özel geliştirilecek yazılımlar üzerinde durulmuş, bu yazılımların sisteme entegrasyonu hakkında bilgi verilmiştir.

Bölüm 8’de RFID Online Veri Toplama uygulamasında kullanılacak olan Sarfid 1000 Masaüstü RFID Okuyucu hakkında teknik bilgiler verilmiş, okuyucu için yazılan Sarfid1000 DLL isimli Windows kütüphanesinin fonksiyonları ve özellikleri üzerinde durulmuştur.

RFID Online Veri Toplama uygulamasında kullanılan veritabanına ait tablolar alanlarıyla birlikte tanımlanarak, RFID Online Veri Toplama uygulamasının ekran görüntüleri üzerinden bu ekranlara ait işlevler anlatılmıştır.

Bölüm 9, sonuçlar, tartışma ve öneriler kısmında, yapılan tez çalışması sonucunda elde edilen sonuçlar açıklanmış, literatürdeki yeri ve bu konu hakkında yapılmış çalışmalar ile kıyaslama yapılmıştır. Benzer konuda çalışma yapmak veya RFID teknolojisini kullanarak uygulama geliştirmek isteyenlere öneriler sunulmuştur.

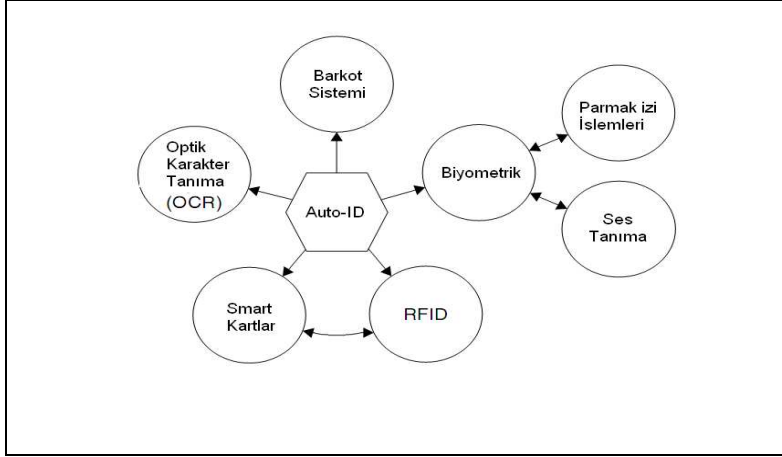
BÖLÜM 2. OTOMATİK TANIMLAMA ve VERİ YAKALAMA

Otomatik tanımlama; nesnelere belirlemeyi sağlayan teknolojilere verilen genel bir adıdır. Otomatik tanımlama genellikle otomatik veri yakalama ile birlikte tanımlanmaktadır. Otomatik tanımlama ve veri yakalama sistemleri, veri hakkında bilgi toplamak ve toplanan bu veriyi el ile saymadan bilgisayar sisteminde toplamak için kullanılmaktadır [1].

Otomatik tanımlama sistemlerinin amacı verimliliği arttırmak, veri-giriş hatalarını azaltmak, personeli el ile yapılan sayma işleminin dışında daha kayda değer işlerde kullanmaktır.

Otomatik Tanımlama ve Veri Yakalama sistemleri kavramı 1940'lı yıllarda ortaya çıkmıştır ve temel amacı sahada oluşan bilgiyi elektronik ortamda bilgisayarın içine hızlı ve hatasız olarak alabilmektir [2].

Günümüzde bu tanımlama altında ve çeşitli amaçlar için kullanılan birçok farklı sistem ve uygulama bulunmaktadır. Bunlar; barkotlar, akıllı kartlar, sesli tanımlama, bazı biyometrik teknolojiler (retina taraması), optik karakter tanımlama ve RFID (radyo frekanslı tanımlama)' dir. Şekil 2.1 kullanılan otomatik tanımlama sistemlerini göstermektedir.



Şekil 2.1. Otomatik tanımlama sistemleri [2]

Her Auto-ID teknolojisinin kendine göre zayıflıkları ve dayanıklılıkları bulunmaktadır. Pazar payına bakıldığında barkot endüstri dünyasının kullanımını en çok olan otomatik tanımlama teknolojisidir [3].

2.1. Optik Karakter Tanıma (OCR Optical Character Recognition)

Optik Karakter Tanıma (Optical Character Recognition), bilgisayar ortamında bulunmayan yazılı dokümanların özel tarayıcılar arayıcılığıyla veya normal olarak taranmış resimlerinin FineReader, OmniPage gibi bazı özel programlar yardımıyla bilgisayar ortamına düzenlenebilecek sayısal halde ("Word", "txt") aktarılmasıdır. Bu teknoloji tipi kullanılarak masaüstü tarayıcı ile taranan bir kitabın tümü text dokümana çevrilebilmektedir. Benzer şekilde perakendeci uygulamalarda kontrol zamanında fiyat etiketleri okunabilir ve elde edilen bilgiler oluşturulan text dosyalar ile kredi kartı hesaplarında bilgi fişi yazımında kullanılabilir. OCR teknolojisi RFID'ye göre üstündür. Tedarik zincirindeki günler süren araştırmaları birkaç dakikaya indirgeyebilmektedir [4].

2.2. Infrared(Kızılötesi) Teknoloji

Kızılötesi tanımlama teknolojisi ve RFID teknolojisi birbirlerine benzemektedir. En belirgin farkları operasyonlarındaki frekans farklılığıdır. Elektromanyetik

spektrumunda kızılötesi frekansları RFID' de kullanılan en yüksek mikrodalga frekanslarından daha yüksektir [6]. Kızılötesi frekanslarında yol kaybı çok yüksektir ve kızılötesi sinyalleri etiketi okumak için kutu gibi katı cisimlerin içine giremeyebilirler. Kızılötesi tanımlama teknolojisi, hareket keşfi, gece görüşü ve görüntüleme uygulamalarında kullanılmaktadır.

2.3. Barkotlar

Barkot, genelde dikdörtgen biçiminde olan, birbirine paralel çizilmiş inceli kalınlı çizgilerden ve bu çizgilerin arasındaki boşluklardan meydana gelen, siyah çubukların oluşturduğu bir semboldür[6]. Orijinal olarak barkot, veriyi paralel çizgilerin genişlikleri ve boşlukları arasında saklarken, günümüzde noktasal şekiller, iç içe daireler ve görüntü içinde gizli şekiller gibi farklı türlerde de görülebilmektedir.

Barkot, barkot okuyucu olarak da adlandırılan optik okuyucular ile okunabilmekte veya özel yazılımlarla görüntü içinden taranabilmektedir. Barkot bilgisayara veri girişinin doğruluğunu ve hızını artıran Otomatik Tanıma Veri Toplama (OT/VT) uygulamalarında geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Geleneksel olarak barkot kodlaması sadece rakamları sembolize ederken, yeni sembolojiler tüm ASCII karakter setine büyük harf ve daha fazlasını eklemiştir. Basit barkotların ihtiyaç duyduğu alana daha fazla bilgi sığdırma gereksinimi çizgiler yerine kare hücreleri içeren (bir tür iki boyutlu barkot) matris kodların geliştirilmesine sebebiyet vermiştir. İç içe kodlar iki boyutlu ve tek boyutlu kodların karışımıdır ve geleneksel tek boyutlu sembolojiyi birden fazla satır içerecek şekilde bir çerçeve içinde yeniden boyutlandırma işlemidir [7].

Universal Product Code(UPC) sembolleri, hemen herkese tanıdık gelen barkodun formudur. Barkotlamadaki araştırmalar UPC standartlarının çıkmasından çok önce başlamıştır. 1952 yılında, IBM'deki iki araştırmacı, otomatik tanımlama teknolojisi için ilk patenti kazanmışlardır. 1950ler boyunca barkot teknolojisindeki gelişmeler

devam etmiş ve potansiyeli gören diğerleri tarafından katılımlar başlamıştır. 1960larda, ilk ticari sistem meydana çıkmıştır ki bu tren yükünde ve dağıtım endüstrisinde kullanılmıştır.

1973'de UPC, doğmaya başlamış ve barkot teknolojisinin gelişiminde en büyük sağlayıcı olmuştur [3]. Şekil 2.2, 2.3, 2.4 farklı UPC' leri göstermektedir.

26 Haziran 1974 günü sabah 08.01'de, ABD'nin Ohio eyaletinde bulunan Troy şehrindeki Marsh Süpermarket'in kasasında işlenen bir paket sakız, dünyada barkotla satılan ilk ürün olmuştur.

Şu an dünya üzerinde kullanımda olan 9 tane barkot standardı bulunmaktadır.



Şekil 2.2. UPC A sembolü [2]



Şekil 2.3. UPC E sembolü [2]



Şekil 2.4. Kod 39 barkot sembolü [2]

Barkot üzerindeki çizgiler sadece ürünün referans numarasını içermektedirler. Barkot tarandığı zaman sinyal sistemdeki bilgisayara ulaşmaktadır. Bilgisayarda girilen barkot numarasına göre ürünün fiyatını kasaya yansıtır. Barkotta iki bölüm bulunmaktadır. Birincisi bizim gördüğümüz rakamlar; ikincisi ise makinenin taradığı çizgilerdir.



Şekil 2.5. Barkot sembolü alanları [3]

2.4. RFID

Teknoloji temelli yenilikler işletmelerin sundukları ürün/hizmetlerde ve süreçlerde önemli değişimlere yol açmaktadır. Yeniliklere temel oluşturan teknolojilerden biri RFID (Radio frequency Identification- Radyo frekanslı tanıma)' dir [5,6].

RFID (Radio frequency Identification- Radyo frekanslı tanıma) nesnelere ait verileri içeren mikroişlemci ve bu mikroişlemciye entegre edilmiş anten ile donatılmış etiket taşıyan bir nesnenin, bu etikette taşıdığı bilgiler ile hareketlerinin izlenebilmesine, analiz edilebilmesine ve yönetilebilmesine imkan veren, veri alışverişini radyo frekansları ile sağlayan otomatik tanımlama ve takip teknolojisidir [7].

RFID genel olarak; canlıları ya da nesnelere radyo dalgaları ile tanımlamak için kullanılan teknolojilerine verilen isimdir [8]. RFID, sınırları belirsiz ve çok yönlü bir teknolojinin genel adıdır [9]. RFID teknolojisi esnek, kullanışlı, kullanımı kolay ve otomatik operasyonlar için elverişli bir teknolojidir [10].

Auto-ID teknolojilerinin ortak özelliği manüel olarak yapılan veri girişlerindeki süreyi kısaltmak ve hataları önlemektir ki, RFID genel kategori olarak Auto-ID teknolojisi altında gruplandırılmaktadır.

RFID iletişim teknolojilerindeki gelişmeler sonucunda, nesnelere ait veriler dinamik olabilecek; daha kesin, daha detaylı, daha hızlı ve güvenli bir şekilde veri akışı sağlanabilecektir [11,12].

İlk olarak ikinci dünya savaşı sırasında düşman uçaklarının tanımlanmasında kullanılmış olan RFID teknolojisi, uzun süredir mevcut olmasına rağmen, gerek pahalı olması gerekse üretici firmalar arasında bir standartlaşmanın uzun süre olmaması, yaygınlaşma sürecini olumsuz etkilemiştir [4].

Bu kablosuz sistemler, temas etmeden ve hatta görünür dahi olmadan okuma imkânı vermektedir ki bu özelliği ile üretim ve barkot gibi geleneksel teknolojilerin kullanılmadığı zorlu ortamlarda büyük kolaylıklar sağlamaktadır. RFID etiketler, aynı zamanda elektronik veri taşıyıcıları olarak da kullanılabilir ve buldukları değişik noktalarda farklı bilgiler yazılıp okunabilmektedir.

RFID teknolojisi, şirketlerin verimliliğini artırmakta ve gerek müşteri, gerekse şirket için önemli faydalar sağlamaktadır. Diğer ağlar ile karşılaştırıldığında, RFID teknolojisi nispeten daha güvenlidir [6].

2.4.1. RFID sistem bileşenleri

Tekil olarak etiketlenmiş insanları ve objeleri tanımak için kablosuz radyo haberleşme teknolojisini kullanan RFID sistemleri 3 temel bileşenden oluşmaktadır[5]:

- Etiket: Transponder olarak adlandırılmaktadır. Yarı iletken bir çip (ASIC (Application Specific Integrated Circuit; Uygulamaya Özel Tümüleşik Devre olarak da adlandırılmaktadır [7]), bir anten (bazen indüktör olarak da adlandırılmaktadır.) ve kimi zaman da bir güç kaynağından oluşmaktadır.
- Sorgucu / Interregator: Bir anten, RF elektronik modül ve kontrol elektronik modülünden oluşmaktadır. Uygulamanın özelliğine göre belirli uygulamalarda, okuma oranını optimize edebilmek için, sorgucu ve antenler farklı yapılandırılmaktadırlar [2].
- Veri İşleme Alt Yapısı: Veritabanında yürütülen iş istasyonlarının veya PC formlarının tutulduğu ve yazılımı kontrol eden yapıdır.

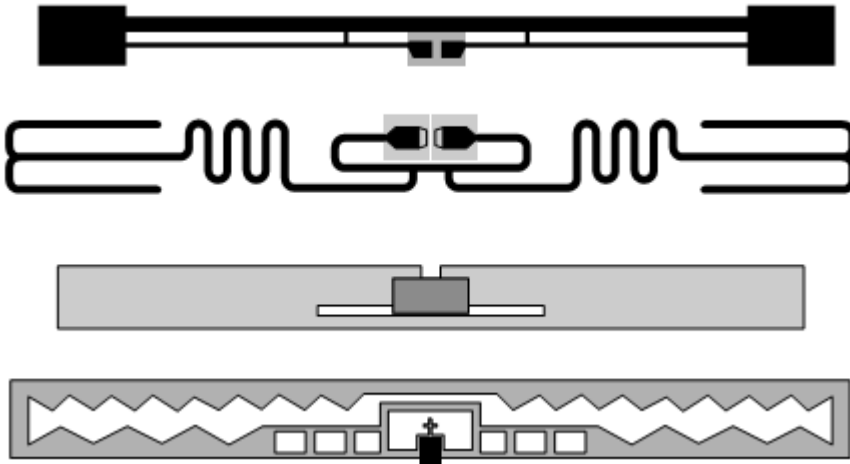
Etiket ve sorgucu birbirleri arasındaki bilgi alışverişini radyo dalgasıyla yapmaktadır. Etiketlenen bir nesne sorgucunun okuma alanına girdiği zaman, sorgucu üzerinde depolanan bilgiyi aktarmak için etiketi işaret eder. Etiketler üzerinde seri numarası, zaman damgası, yapılandırma açıklaması ve bunun gibi birçok çeşitli bilgiyi tutulabilmektedir ki bu bilgiler etikete iliştilmiş olarak bulunmaktadır. Sorgucu tarafından alınan etiket bilgisi Ethernet LAN veya internet gibi standart ağ ara yüzüyle kontrolcüye yollanmaktadır. Kontrolcü bu bilgiyi çeşitli amaçlar için kullanabilmektedir.

Örneğin bilgi sistemleri bu bilgiyi veritabanında nesnelere envanter bilgilerini tutmak için veya bantlı geçiş sistemlerinde nesnelere yeniden yönlendirilmesi için kullanılabilmektedir.

Birçok sorgucudan oluşan RFID sistemleri mağaza imkânlarında seri üretim hatlarında yapılmaktadır. Tüm bu sorgulayıcılar bir kontrolcü tarafından şebekelenebilmektedir. Benzer şekilde bir sorgulayıcı eş zamanlı olarak birden fazla etiket ile haberleşebilmektedir. Aslında teknolojinin şu anki durumu saniyede eş zamanlı olarak 1000 etiket ile haberleşmeyi mümkün kılmaktadır. Hatta bu haberleşmenin %98 oranında doğruluğu bulunmaktadır. Sonuç olarak bir RFID etiketi bir tabakaya, yeni doğmuş bir bebeğe, depo raflarındaki bir kutu gibi sanal olarak birçok şeye iliştirilebilmektedir.

2.4.1.1. RFID Etiketler (Tagler)

RFID etiketlerin fonksiyonu verileri depolamak ve sorgucuya iletmektir. En basit haliyle bir anten, bir RFID çip ve güç kaynağından oluşan bir etiket kullanılabilir bir etiket haline getirilebilmesi için bir paket içerisine kapsüllenmiştir [3,5]. Şekil 2.6 bazı RFID etiketlerini resmetmektedir.



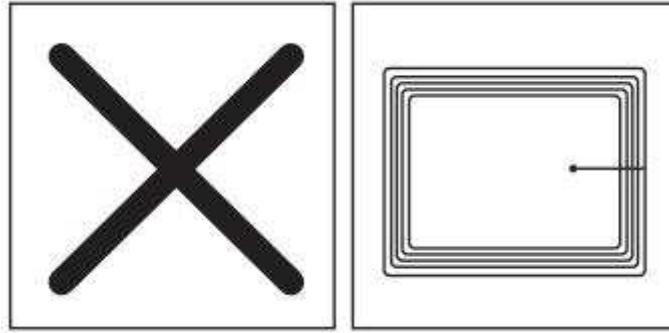
Şekil 2.6. Çeşitli etiket tasarımları [3]

Bir RFID çip modülasyon devre şeması, kontrol devre şeması, bellek ve işlemciden oluşmaktadır. Bu elemanların fonksiyonları, etiketin güç kaynağı bulundurup bulundurmaması durumuna bağlıdır. Aşağıda bu elemanlar hakkında daha geniş bilgi bulunmaktadır.

Anten/İndüktör: Anten okuyucudan sinyali alarak cevabı okuyucuya geri yaymaktadır. Etiket in indüklenmiş bobin ya da anten kullanımı hangi frekansta çalışacağına göre dizayn edilmektedir:

- Düşük frekans ya da yüksek frekans etiketleri genelde indüklenmiş bobin kullanılmaktadırlar.
- Ultra yüksek frekans ya da mikrodalgalar anten kullanılmaktadırlar.

Şekil 2.7 indüklenmiş bobin ve anten arasındaki tasarım farkını göstermektedir.



Şekil 2.7. Anten ve indüklenmiş bobin dizayn farkı [13]

Modülasyon Devre Şeması: Modülasyon devre şeması okuyucuya geri iletilecek veriyi içermesi için okuyucudan alınan sinyali değiştirmektedir [13].

Kontrol Devre Şeması: İşlemcinin komutları altındaki iç fonksiyonlar kontrol devre şeması tarafından kontrol edilmektedir.

İşlemci: İşlemci okuyucudan alınan sinyali yorumlar ve belleği kontrol ederek yeniden elde etmektedir.

Hafıza: Hafıza elemanları yazılabilen ve yazılamayan veri deposu olarak hizmet vermektedir. Etiketler sadece okunabilir (read/only) ve okunabilir/yazılabilir (read/write) olarak programlanabilmektedir. Etiket programlaması, üretim

seviyesinde veya uygulama seviyesinde yer almaktadır ve etiket tipine bağılı olmaktadır.

Mikroçip güç hassasiyetiyle birlikte, etiket antenleri tüm RFID sistemlerinin performansında çok önemli bir rol oynamaktadır. Büyüklüğü, okuma aralığı ve sistem uyumluluğu gibi birçok alanda etkilemektedir. UHF çok yönlü etiketler için antenlerin büyük bir çoğunluğu için değiştirilmiş basılı dipoller imal edilmiştir.

Güç kaynağı, etiket diğer elemanlarına elektriksel güç sağlamaktadır. Bir etiket okuyucudan gelen sinyallerden güç toplayabilmektedir veya kendine ait dâhili bir güç kaynağı bulunmaktadır. Gücü alma şekillerine göre etiketler, aktif, pasif ve yarı pasif olabilmektedir [14].

Aktif, yarı pasif ve pasif etiketler sadece güç kaynağında farklılık göstermemektedir. Ayrıca iletişim tekniklerinde de farklılık bulunmaktadır [15,16].

Mikroçip güç hassasiyetiyle birlikte, etiket antenleri tüm RFID sistemlerinin performansında çok önemli bir rol oynamaktadır. Büyüklüğü, okuma aralığı ve sistem uyumluluğu gibi birçok alanda etkilemektedir. UHF çok yönlü etiketler için antenlerin büyük bir çoğunluğu için değiştirilmiş basılı dipoller imal edilmiştir[17].

Aktif RFID etiketleri, üzerinde mikroçip devre şemasının çalışması ve RFID okuyucuya sinyal gönderilmesi için kullanılan genellikle pil olan bir güç kaynağı içermektedirler [3,5,6]. Etiket üzerinde yer alan güç kaynağı dolayısıyla performansları ve haberleşme mesafeleri yüksektir. 1 km uzaklığa kadar sinyal gönderen aktif etiketler mevcuttur. Özellikle demiryolları ve denizyolları endüstrisi taşımacılığında kullanılan aktif etiketler, GPS ve uydu haberleşme sistemleri ile uyumlu çalışarak üzerine monte edildikleri ürünün dünya üzerinde izlenimlerine olanak tanımaktadır. Pil içermeleri dolayısıyla bakım gerektirmekte olup maliyetleri diğer etiket çeşitlerine göre yüksektir. Üzerindeki güç kaynağı sayesinde, aktif etiketler veri haberleşmesinin güçlenmesi için daha yüksek seviyede sinyal gerektiren pasif etiketlere oranla daha düşük seviye sinyallere cevap verebilmektedirler [13].

Aktif etiketler, üzerilerinde bulunan kendilerine ait güç kaynağı sayesinde, daha büyük hafızayı ve işlemci fonksiyonlarını destekleyebilmektedirler. Bu özellik belirli etiket tiplerine bağlı olmaktadır. Örneğin, aktif etiketler, hava sıcaklığı, nemlilik veya hareket gibi çevre koşullarını gözlemleyebilmek için çeşitli sensörler taşıyabilmektedirler ve bu bilgileri kendi hafızalarında saklayarak son kullanıcı sistemlerine rapor edebilmektedirler [5]. Aktif etiketler sistemdeki diğer okuyucular ile haberleşebilmektedirler.

Tipine bağlı olarak bir aktif etiket, kendine ait ID sini veya diğer bilgilerini belirli bir okuyucuya sorgulamadan iletebilmektedir. Geliştirilmiş sinyal gürültü oranına sahiptirler, çünkü geniş banttan yararlanabilmektedirler ve arka plandaki parazit ve gürültülere karşı kendi performansını arttırmak için spektrum haberleşmesi yayabilmektedirler.

Aktif etiketler 128 Kbyte' dan daha fazla hafızaya sahiptirler. Pasif etiketlerden daha büyük ve komplekstirler. Aktif etiketler içerisindeki bateriler 2 yıldan 7 yıla kadar dayanabilmektedirler.

Pasif RFID etiketlerinin kendi güç kaynakları yoktur. Güçlerini, elektromanyetik dalga yayan okuyuculardan almaktadırlar. RFID etiketlerindeki antenleri harekete geçirmektedirler. Bunlar haberleşme ve güç için okuyucudan gelen RF elektromanyetik enerjiye güvenmektedirler. Pasif etiketler daha küçük ve daha az maliyetlidir. Pasif etiketlerin okuma aralığı aktif etiketlerin okuma aralığından daha küçüktür. Pasif etiketlerin okuma aralığı 10 feet dolaylarındadır [3]. Bu aralık 10 feete kadar arttırılabilse de aktif etiketlerin okuma mesafesi birkaç mil seviyesindedir. Pasif etiketler daha güçlü sorgulayıcılara ihtiyaç duyarlar ve küçük Kbytelar tarzında daha az hafıza kapasitesine sahiptirler. Haberleşme mesafeleri küçük olmalarına rağmen bakım gerektirmemeleri basit ve ucuz olmaları dolayısı ile tercih edilmektedirler.

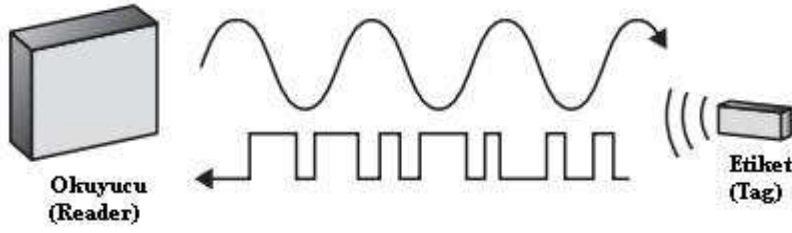
Pasif etiketler okuyucularla haberleşebilmek için endüktif birleşmeyi veya pasif geri saçılımı kullanmaktadırlar ve güçlenmek için manyetik ve/veya elektrik alanlarını kullanabilmektedirler [13].

Yarı pasif etiketler güç kaynağı içermektedirler. Üzerlerinde yer alan pil sadece mikroçip devre şemalarının çalışmasında kullanılmaktadır. Haberleşme pasif etiketlerde olduğu gibi okuyucudan gelen sinyallerle sağlanmaktadır. Söz konusu etiketler sıcaklık ve hareket bilgisi gibi algılayıcı (sensör) giriş bilgilerini depolamak için kullanılmaktadırlar. Yarı pasif etiketlerin haberleşme mesafeleri büyük olup güvenilirler. Üzerinde yer alan güç kaynağı dolayısı ile okuyucuya daha hızlı cevap verebilmektedirler, daha büyük hafıza kapasitesinden faydalanabilmektedirler ve işlemci kabiliyetlerini içermektedirler [2, 3, 14].

Aktif ve yarı-pasif etiketler, oldukça yüksek mesafeden taranmasına ihtiyaç duyulan yüksek değerli malların izlenmesinde daha kullanışlıdır. Bu tip etiketler, düşük fiyatlı ürünler üzerine yerleştirilmek için yüksek maliyetli olmaktadır.

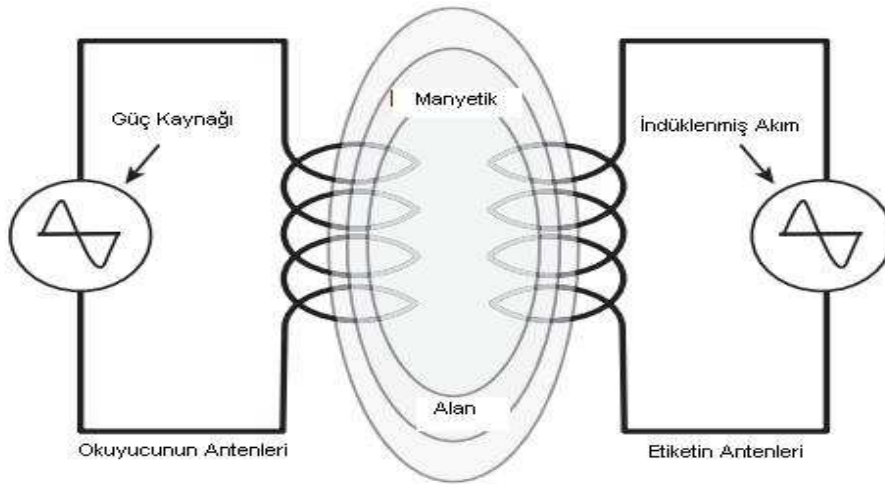
Pasif etiketler ve okuyucu arasındaki iletişimi, veri transferine ek olarak enerji transferinden oluşmaktadır. Enerji, cihazlar arasındaki bağlantıyı ifade eden birleşmeyi kullanarak transfer edilmektedir. RFID elektromanyetik alan vasıtasıyla elektriksel birleşmeyi kullanmaktadır. Bir elektromanyetik alan isminden de anlaşıldığı üzere elektriksel bileşen ve manyetik bileşene sahiptir. RFID etiketleri okuyucudan enerji almak için, elektriksel bileşenin ya da manyetik bileşenin herhangi birini ya da her ikisini kullanmaktadır. Okuyucuya veri transferi için birçok metot bulunmasına rağmen, pasif etiketler genellikle pasif geri saçılımı veya endüktif birleşmeyi kullanılmaktadırlar [13].

Pasif etiketler okuyucu ile haberleşmek için pasif geri saçılımı kullanmaktadır. Okuyucu, sürekli dalga RF sinyalini okuma çevresine iletir. Etiket bu alanda görünürse, okuyucu sinyalini alır ve bir veya sıfırın düzeni içinde onun ayarını bozar. Bu veri, hangi performansın gerçekleşeceğine dair etiketi bilgilendirecek komut olarak kullanılır. Ayalarını bozma ve ayarlama sırasında antenlerin yüksek hızıyla etiket sinyali değiştirir ve bir veya sıfır desenine göre okuyucuya bunu geri bildirir. Şekil 2.8 pasif geri saçılımının prensibini grafiksel formda göstermektedir[2,13].



Şekil 2.8. Pasif geri saçılım prensibi [13]

Elektrik akımının yönü manyetik alan üreten iletken yönündedir. Bu doğru olmasına rağmen bu durumun ikinci bir parçası mevcuttur. İletken bir manyetik alana maruz kaldığı zaman, manyetik alan iletken içerisindeki yönü için bir akım üretmektedir. Bu akım manyetik alanın etkisi sonucu üretildiği için, endüktif birleşim olarak adlandırılmaktadır [18]. Şekil 2.9 bu prensibin resmetmektedir.



Şekil 2.9. Endüktif birleşme prensibi [13]

Bu haberleşme işlemi Düşük frekans(LF-Low frequency) ve yüksek frekans(HF-High frequency) bandındaki RFID cihazları tarafından kullanılmaktadır. RFID okuyucunun antenleri manyetik alan üretmek için akım kullanılmaktadır. RFID etiketler üzerindeki antenler, okuyucu antenleri tarafından üretilen manyetik alana maruz kaldıkları zaman, etiket devre şemasına güç veren etiket içerisinde bir akım üretilmektedir. RFID etiketler üzerindeki devreler, veri akışına uygun olarak etiket

antenine yükleniş empedansı anahtarlamaktadırlar ve okuyucu ile etiketin katıldığı manyetik alan modülasyonuna sebep olmaktadır. Bu modülasyon RFID okuyucu içerisindeki akım tarafında çözülmektedir ve veri kullanıcıya iletilmektedir.

Elektromanyetik birleşim daha çok, Ultra Yüksek Frekanslar (UHF- Ultra Low Frequency) ve mikrodalga frekans tarafından kullanılmaktadır. Bunlar enerji için manyetik alanın yanı sıra elektrik alanı kullanılmaktadır. Manyetik alanın yapısından ötürü, sadece kaynaktan yakın mesafelerde kullanılmaktadır. LF ve HF etiketler yakın okuma mesafesine sahip olduklarından manyetik alanı kullanılmaktadır. UHF ve mikrodalga etiketler, yayın kaynağına yakın olduklarında, anten tasarımında manyetik alan kullanımına imkân verilmektedir. Yüksek okuma mesafeleri için (yaklaşık 1-2 feet üzerindeki), manyetik alan zayıf kalmaktadır ve elektrik alan, belirli frekans bantlarında etiket anteninin yankılanması için kullanılmaktadır. Tablo 2.1 farklı etiket tiplerine ait haberleşme metotlarını uzaklıkları ve kullanılan yerleri özetlemektedir.

Tablo 2.1. Farklı Etiket Tipleri Karakteristikleri [2]

Etiket Tipi	Haberleşme	Mesafe	Kullanımı
Pasif	Pasif geri ve endüktif birleşme	10 feet ve üzeri(3.3 m)	Yüksek yoğunluk, düşük fiyat, küçük mesafe takibinde. Tedarik, ilaç şirketi vb...
Yarı-Pasif	Pasif geri ve endüktif birleşme	30 feet ve üzeri(10 m)	Üzerindeki sensörlere güç kaynağı olarak kullanılmaktadır.Yüksek hafızaları bulunmaktadır. Tedarik takibinde kullanılmaktadır.
Aktif	RF sinyalinin gönderir ve alır.	Dizaynına bağlı olarak birkaç milin üzerine çıkabilmektedir.	Yüksek fiyat ve kabiliyet. Sensör ve yüksek hafıza taşıyabilmektedir. Uzun mesafedeki ve zorlu koşullardaki yüksek maliyetli ürünlerinin takibinde kullanılmaktadır . Dod , otomotiv, havacılık vb alanlarda kullanılmaktadır.

Etiketler arasındaki bir diğer ayırt edici faktör ise hafıza tipleridir. Sadece okunabilen (RO-Read-only), okunabilen/yazılabilen (Read/Write) ve okunabilen/yazılabilen/yeniden yazılabilen olmak üzere 3 tip hafıza bulunmaktadır.

RO hafızalar sadece okunabilen hafızalardır. RO etiketler, barkot ile benzer bir yapıya sahiptirler. Bir defa üretici firma tarafından programlanabilmektedir ve bunun üzerinde herhangi bir değişiklik yapılamamaktadır. Bu tip etiketler seri veya parça

numarası gibi statik olarak sınırlı miktardaki bilgiyle programlanabilmekte ve hazırda bulunan barkot sistemlerine kolaylıkla entegre edilebilmektedirler. Sadece okunabilen etiketler, genellikle pasif RFID etiketleridir. Bilgi depolama kapasiteleri küçüktür. Bu nedenle uygulamada tanıtıcı etiket olarak kullanılmaktadırlar. Sadece okunabilen etiketlerin sistemlerde merkezi bilgisayar sistemi ve veritabanı radyo frekans tanımlama sisteminde kullanılan nesnelere ilgili tüm işlemlerin kontrolünü gerçekleştirir.

Okunabilen/Yazılabilen (RW-Read/Write) etiketler genelde smart etiketler olarak bilinmektedirler. Smart etiketler RO' dan daha esnek bir yapıya sahip olarak kullanıcıya sunulmaktadır. Büyük miktarda veri depolayabilmelerinin yanı sıra kolayca adreslenebilen bir hafızaya sahiptirler. RW etiketleri üzerindeki veriler silinebilir ve binlerce defa yeniden yazılabilmektedir. Bu yüzden, önemli dinamik bilgileri taşıyan gezgin bir veritabanı gibi davranmaktadır. Merkezileşmiş kontrolcülerde daha çok tercih edilmektedir. Smart etiketler için uygulama imkânı sonsuzdur. Smart etiketlerdeki son gelişmiş teknoloji 1 etiket için 1 doların altına düşen üretim maliyeti sunmasıdır.

Bazı etiketler RO ve RW hafızanın ikisini de içermektedirler. Bu write-once-read-many(bir kez yaz bir çok kez oku(WORM)) diye adlandırılan adlandırılan etiketler üzerindeki bilginin değiştirilme özelliği ve yüksek depolama kabiliyetleri dolayısıyla ile geniş uygulama alanına sahiptirler. Bu hafıza tipi RO ile benzer olarak statik bilginin programlanması için tasarlanmıştır. Bu tip hafızalar, seri üretim bandında üretim işinin tamamlanmasından sonra etiket üzerine imalat yer ve zaman bilgilerinin damgalanmasında kullanılabilirler. Haberleşme açısından cevap verme süreleri kısadır. Maliyetleri diğer etiketlere göre fazladır. Örneğin bir tablet üzerine ilişkilendirilmiş RFID etiketinin RO hafıza bölümü tablet için gerekli seri numarası ile işaretlenir. RW bölümü herhangi bir zamanda paletin içeriğini göstermek için kullanılabilir. Bu palet temizlendiği ve yeniden eşya yüklendiği hafızanın RW bölümü değişimi yansıtmak için yeniden yazılabilmektedir.

RFID etiketleri birçok forma gelebilir ancak hiçbir şekilde asıl etikete benzememektedir. RFID etiketleri, cam kapsüller, silindirik etiketler, smart kartlar,

anahtarlık gibi birçok şekilde olabilmektedirler. Farklı formların her biri uygulamaya uygun olarak belirlenmektedir [19].

RFID etiketlerindeki çip/anten derleyici oldukça küçük üretildiği için hemen hemen tüm form faktörlerine dahil edilebilmektedir [3, 14, 22]:

- İlk başlardaki RFID sistemlerinin çoğu çiftlik hayvanları yönetiminde kullanılmaktaydı. RFID etiketler küçük plastik mermilerle hayvanın kulağına iliştilmektedir.
- Otomatik Geçiş Ücreti sistemlerinde kullanılan RFID etiketler gerçek etiketler değildir ancak plastik kartlar veya anahtar zincirlerine okuma kalemleriyle yazılmaktadırlar.
- Hapishane yönetimi uygulamalarında, RFID mahpus ve muhafızların giydiği bilekliklerin içine birleştirilmektedir. Benzer şekilde bazı FedEx sürücülerini RFID bilekliklerini kamyonetlerine ulaşmak için anahtar zincirlerin yerine anahtarsız giriş veya ateşleme sistemleri aracılığıyla taşırlar.
- Eczacılık sektöründen püskürtme kalıp plastik konteynır duvarlarının içine RFID etiketler yerleştirmektedirler.

Etiket formu uygulamaya bağlı olarak şekillenmektedir. Bazı etiketler yüksek sıcaklık, nem, yakıcı kimyasallara karşı dayanıklı olarak üretilmekte korunmuş materyallerde saklanmaktadır. Diğerleri smart etiketler gibi tek kullanımlık üretilmektedirler. RFID etiketlerini kullanan birçok uygulama varken, endüstrideki tüm trendler kutu ve paketlere kolay uygulanabilen küçük düz labellere doğrudur.

2.4.1.2. RFID sorgulayıcılar

RFID sorgulayıcılar RFID etiketler ve kontrolcü arasında bir köprü gibi davranmaktadır ve birçok basit fonksiyonu bulunmaktadır [20].

- RFID etiketlerinin veri içeriğinin okunması
- Etikete verinin yazılması (smart etiketlerin içine)
- Bilginin kontrolcüye ve kontrolcüden geçişi

- Etikete güç sağlamak (Pasif etiketlere)

Yukarıda sayılan 4 fonksiyonun gerçekleşmesi için daha karmaşık RFID sorgulayıcıları aşağıda bulunan daha kritik 3 fonksiyonu gerçekleştirmesi gerekmektedir.

- Birçok etiket ile eş zamanlı RW haberleşmeden emin olabilmek için çarpışma önleyici ölçümlerin gerçekleştirilmesi.
- Sahtekârlığın ve sistemlere yetkisiz girişlerin önlenmesi için etiketlerin yetkilendirilmesi
- Datanın doğruluğunun korunması için veri şifrenmesi

Çarpışmayı önleyici algoritmalar sorgulayıcıya birçok etiket ile haberleşmesine imkân vermek için implemente edilmektedir. Okuma alanında kaç tane RFID etiketinin olacağını bilmeyen ya da okuma alanında etiket olup olmadığını bilmeyen bir interrogator düşünüldüğünde ve bu etiketlerin bir kaç yüz tanesi aynı anda cevap vermek istiyor olabilir. Bu beklenmedik olay için bir plan yapılması gerekmektedir. Buna RFID de çarpışmayı önleme denilmektedir. 3 tip çarpışma önleme vardır. Bunlar: Uzaysal, frekans ve domainidir. Bunların hepsi sistemdeki rastgeleliğin ölçümü ve çarpışmayı önlemek, muhtemel çarpışma olaylarını en aza indirmek için kullanılmaktadır.

Yüksek güvenlik sistemi sistem kullanıcılarını yetkilendirmek için sorgulayıcıya ihtiyaç duyarlar. Örneğin satış sistem noktalarında para değişimi yapılmış ve muhasebeci zimmetine para geçirmiş olabilir. Bu yüksek güvenlik sisteminde yetkilendirilmez. Kontrolcüde gerçekleşen bir bölüm ve interrogator da gerçekleşen bir bölüm olmak üzere 2 aşamalı olabilmektedir. Burada yetkilendirme 2 şekilde olmaktadır. Karşılıklı simetri ve türetilmiş anahtar. Bu iki sistemde de RFID tag sorgulayıcıya algoritmada bağlanmış olan bir anahtar kod veya tanınmak için bir kilit üretmektedir. Eğer anahtar uyarsa sisteme giriş için yetkilendirme sağlanmaktadır.

Veri şifreleme sistem dışındaki saldırılardan korunmak için alınması gereken bir diğer güvenlik ölçümüdür. POS örneğinde 3. partilerin kullanıcı anahtarını ele

geçirdiği düşünülürse, bu bilgi dolandırıcılık için kullanılabilir. Wireless ile aktarılan bilginin entegresini korumak ve 3. partiler tarafından alıkonulmasını engellemek için şifreleme kullanılmaktadır. Sorgulayıcı şifrelemeyi uygular ve çözücü bunu çözer.

Şekil 2.12 basit bir sorgulayıcının bileşenlerini göstermektedir [13]. Bunlar:

- Güçlendirici (amplifikatör) ve ayarlayıcı (modulatör) bulunduran alıcı
- Ayarlayıcı ve güç yükseltici bulunduran bir nakledici
- Osilatör
- Kontrolcü/İşlemci
- Antene giriş çıkış portu

İşlenmek için sorgulayıcı antenleri vasıtasıyla etiketten alınan sinyali genişletir ve çözücü(demodülatör) bilgiyi sinyalden çıkartır. Kontrolcü/İşlemci veri işleme fonksiyonlarını gerçekleştirir ve harici ağ ile haberleşmeyi yönetmektedir.

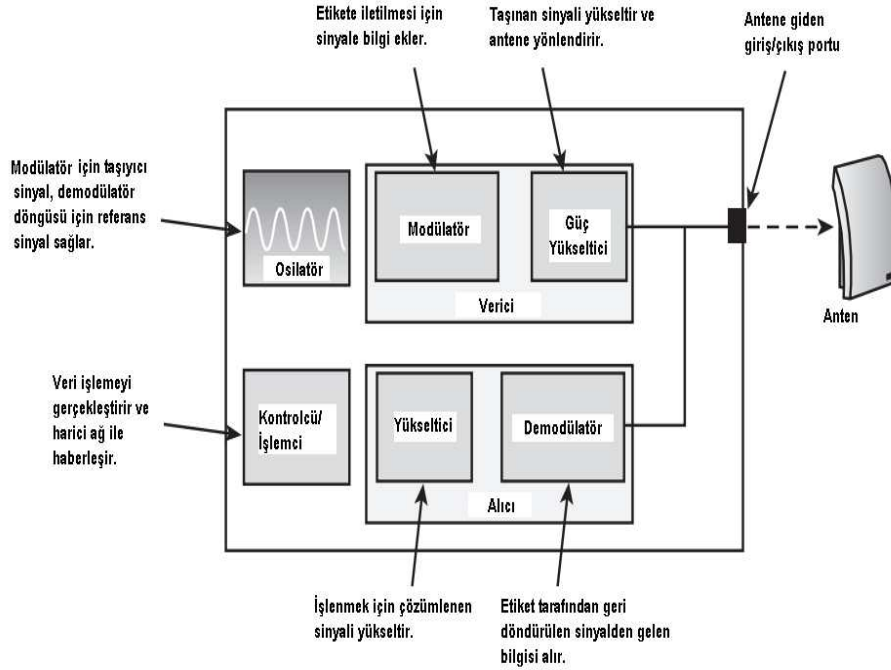
Osilatör taşıyıcı modülatöre sinyalleri, demodülatör devrelere ise referans sinyalleri sağlar. Modülatör etikete, taşınacak sinyallere bilgi eklemektedir. Daha sonra güç yükseltici, ayarlanmış sinyali yükseltir ve antene yönlendirir. Anten bu sinyalleri etikete yayın yapmaktadır.

RFID sorgulayıcılar RFID sistemin pasif veya aktif olması durumuna bağlı olarak, RFID etiketleriyle haberleşmek için farklı metotlar kullanmaktadır.

Pasif ve yarı-pasif etiketler haberleşme için pasif geri saçılımı kullanmaktadır. Sinyal sorgulayıcı tarafından üretilmekte ve anten tarafından yayımlanmaktadır. Sinyal etiket tarafından çözüldükten sonra, okuyucu komutlarına şifresi çözülmektedir. Okuyucunun cevaplandığı veri, ayarlayıcı sinyal ile sorgulayıcıya geri gönderilmektedir.

Aktif etiket haberleşmesi, pasiften farklılık göstermektedir. Etiket sorgulayıcıdan gelen sinyale tepki vermemektedir. Aktif etiketlerin kendi güç kaynakları ve taşıyıcılarına sahip oldukları için, Etiket sorgulayıcı için sinyalin taşınmasını

beklemek zorunda değildir. Etiket kendi verisini veya kontrol işaretini sistem tarafından tanımlandığı gibi belirli aralıklarla yollayabilmektedir.



Şekil 2.10. Basit bir sorgulayıcı yapısı [13]

RFID sorgulayıcının etiket ile başarılı bir şekilde haberleşebilmesi kabiliyeti 2 faktöre bağlıdır:

- Sorgulayıcı ve etiket arasındaki mesafe
- Etiket ve etiketin ışınlama süresi

Etiketın ışınlama süresi etiketin RF alanı içerisinde bulunduğu zamandır. Sorgulayıcı okuma mesafesi, etiket ile sorgulayıcı arasında etiketin sinyali alıp okunabildiği mesafedir. Benzer şekilde yazma mesafesi, RF sinyali içerisindeki etiketin sorgulayıcıdan maksimum ne kadar uzaklıkta doğru olarak alınabildiği ve etiketin mikroçip belleğine depolanabildiği mesafedir.

Okumaya oranla yazmak için daha fazla güç gerekmektedir. Sonuç olarak yazmak için okumaya oranla antene etiketin daha yakın olması gerekmektedir. Kural olarak,

belirli bir sorgulayıcı alanında, yazma oranı okuma oranının %50 ile %70 i arasında değişmektedir.

3 tip RFID sorgulayıcı bulunmaktadır:

- Sabit
- Elde taşınır
- Mobil sorgulayıcılar

Tablo 2.2 RFID sorgulayıcıların belirli özelliklerini özetlemektedir.

Tablo 2.2. Sorgulayıcı tipleri ve karakteristikleri [13]

Sorgulayıcı Tipi	Karakteristiği
Sabit Sorgulayıcılar	Tipine bağlı olarak hem okuyabilmekte, hem de yazabilmektedir. Kapıya, dolaba ya da herhangi bir yapıya monte edilebilmektedir. Yük taşıyıcı, sıralama sistemleri, üretim bantları gibi durağan cihazlara entegre edilebilmektedir. Harici bir güç kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Genellikler çoklu antenlerle uyum sağlamaktadır. Fiziksel bağlantılı ya da wireless LAN ağlarıyla bağlanabilmektedir.
Elde Taşınır Sorgulayıcılar bağlantılı yada kablosuz olabilmektedir.	Sabit sorgulayıcılardan daha küçüktürler ve genellikle tabanca veya tablet formunda bulunmaktadırlar. Sabit sorgulayıcılara benzer kabiliyetleri bulunmaktadır. Etiketleri sadece okumak için kullanmazlar, ayrıca etikete yazma işlemini de gerçekleştirebilmektedirler. (Bazı modelleri sadece okuyabilmektedir) İçerisine yerleştirilmiş antenleri bulunmaktadır. Taşınabilirliği ve kabiliyetleri sayesinde istisna işlemlerin gerçekleştirilmesinde kullanılabilirler. Düşük yoğunluktaki etiketler için veri doğrulanmasında kullanılabilirler. Hem barkot hem de RFID fonksiyonlarına sahiptir.
Bağlantılı sorgulayıcılar	IT altyapısına direk bağlantılıdır. Kendine ait bir güç kaynağına ihtiyaç duymamaktadır, çünkü bağlı olduğu kablo aracılığıyla güç kaynağından direk güç elde edebilmektedir. Diğer cihazlarla bağlantılı bağlantısı ve harici güç kaynağı yüzünden hareketliliğine sınır getirilmektedir.
Kablosuz Sorgulayıcılar	Ağa wireless LAN protokolleri veya cihaz- tanımlı protokoller aracılığıyla bir ağa bağlanmaktadır. İçerisine yerleştirilmiş bir güç kaynağına ihtiyaç duymaktadır.

Tablo 2.2.'nin Devamı

Mobil Sorgulayıcılar: Bu sorgulayıcılar farklı formlara girebilmektedir. (mobil telefonlar, PDA veya araca monte edilenler)	Laplara bağlanmak için PCMCIA kartına sahip olabilirler. Elde taşınabilir sorgulayıcılardan büyüklük ve form faktörleriyle farklılık göstermektedir. Genellikle kendi güç kaynağından ya da monte edildiği araçtan güç sağlamaktadırlar. Genellikle kablosuz bağlantı yapmaktadırlar.
Mobil telefonlar ve PDAlar	Oldukça küçük olmalarına rağmen gelişmiş fonksiyonlara sahiptirler. İspatlanmış bir teknolojidir. Endüstriyel uygulamalar için ilgi çekicidir.
Araca Monte edilen Sorgulayıcılar	Kamyona veya forklift üzerine monte edilebilmektedir. Çevresel olağanüstü durumlara karşı direnecek şekilde tasarlanmıştır. Elle taşınabilen materyallere en az etkileşim olacak yerlere konumlandırılmıştır.

RFID antenleri her zaman sorgulayıcıyla bağlanmaktadır. Bu sinyallerin etikete ve etiketten iletimine izin vermektedir [22]. Dizaynına bağlı olarak antenler ya mono-statik ya da bi-statik olabilmektedirler.

Hem etiketten gelen sinyalin alınmasına hem de sorgucudan gelen sinyalin alana iletilmesinin tek anten tarafından yapılması prensibine dayanmaktadır. Bu okuyucularda, tekil port yoluyla alınan ve iletilen sinyalin çoğullanması olan, devir ettirici kullanımına gerek duymaktadır [13]. Devir ettirici kullanım, bazı kayıplara ve faz bozulmasına neden olmaktadır. İki anten bulunur ki bu antenlerden bir tanesi iletim için diğer anten ise alım için tahsis edilmiştir. İki tahsis edilen anten aynı ambalaj içerisinde olması da farklı ambalajlarda olmaları da mümkündür. Bi-Statik antenler devir ettiriciye ihtiyaç duymamaktadır ki bu da antenlerin performansını ve duyarlılığını arttırmaktadır.

Anten kutuplaşması, sorgucu ve etiket arasındaki haberleşme kalitesini etiketlediği için oldukça önemlidir. Sorgucunun antenleri ve etiketin antenleri aynı kutuplaşmada olabilmektedir. Kutuplaşmanın fark edilmediği durumlarda, sinyaldeki şiddetli kayıp, okuma mesafesindeki azalmasıyla birlikte, etiketle haberleşmede başarısızlığa sebep olduğu görülmektedir.

Kutuplaşma çizgisel ya da dairesel olabilmektedir. Çizgisel kutuplaşma dünyanın dış yüzeyi ile ilgilidir. Çizgisel polarizasyon, dikey veya yata olabilmektedir.

- Yatay kutuplaşmış sinyal dünyaya paralel yayılmaktadır.
- Dikey kutuplaşmış sinyal, dünya dikey olarak yayılmaktadır.

Düzlem yayınım yapan anten, olası en uzun okuma mesafesinde, maksimum kazanç için tek bir ekseninde yoğunlaşır.

Dairesel kutuplaşmış antenler, dikey ve yatay yüzeyde dönen etki oluşturan faz dışı anten üzerinde 2 noktadan püskürtme ile yayılan sinyalleri almaktadırlar. Faz dışı oluşan alanın yapıcı ve yıkıcı etkilerinden dolayı, burada hafif bir sinyal dayanıklılığı kaybı bulunmaktadır.

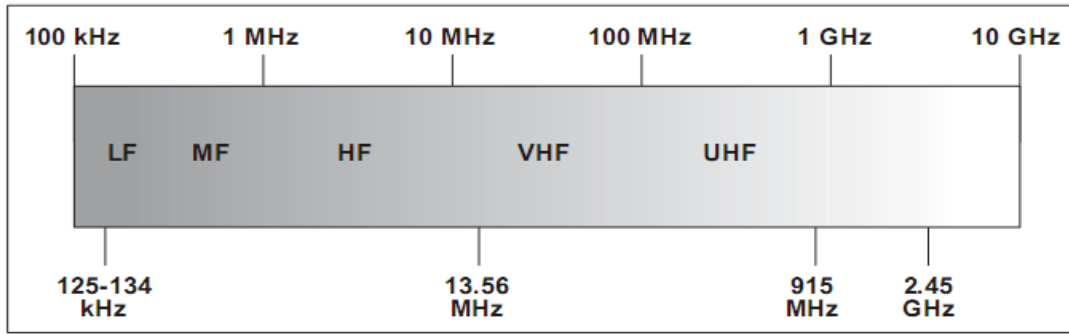
Dairesel yayınım yapan anten ise okuyucunun ürettiği UHF enerjisi daha uzun mesafelere eşit bir şekilde dağıtır. Böylece dairesel yönlü yayınım ile o çevrede bulunan bütün etiketlerin okunmasını sağlar [3].

2.4.2. Frekans

RFID için anahtar düşünce operasyonun frekansıdır. Televizyonlardaki gibi UHF veya VHF bantlarında yayın olabilmektedir. Bu yüzden haberleşmek için Şekil 2.10'da gösterildiği gibi farklı bantlar kullanılabilir [3,13,22]. RFID etiketler için 4 ana frekans bandı bulunmaktadır:

- Düşük Frekans (Low Frequency-LF):120-140KHz
- Yüksek frekans(High Frequency-HF):13,56HZ
- UltraYüksek Frekans(Ultra High Frequency-UHF): 860-960 MHz
- Süper Yüksek Frekans(Super High Frequency)/Mikrodalga:2.45GHz ve üzeri

Şekil 2.10. Frekans spektrumunu resmetmektedir.



Şekil 2.11. Frekans Spektrumu [2]

Düşük Frekans(LF) etiketler, 120-140 KHZ de çalışmaktadır. Genellikle pasifirler ve endüktif birleşmeye yakın alanlarda kullanılmaktadırlar. Düşük hızdaki ve kısa mesafedeki bilginin okunması için gerekli uygulamalar için oldukça uygundur. Okuma mesafesi 1 " den 36 "(1 metre) arasında değişmektedir, tipik olarak 18"(0,5 metre) altındadır. LF etiketleri eş zamanlı okumayı desteklememektedir. Bu yüzden çarpışma olayları meydana gelmemektedir. LF etiketleri kısmen maliyetlidir, çünkü uzun, oldukça pahalı bakır antenlere ihtiyaç duymaktadır [2]. Su, alüminyum, tahta gibi materyallerin içine girebilmektedir. Bu yüzden en belirgin uygulamaları, hayvan tanıma, otomobil güvenliği, elektronik eşya gözlemlenmesi vb uygulamalardır.

Yüksek Frekans (HF) etiketler, 13.35 MHz de çalışmaktadırlar. Pasif etiketlerdir ve endüktif birleşimi kullanmaktadırlar. Tahta, su alüminyum gibi maddelerin içine girebilen HF etiketleri, LF etiketlere kıyasla daha yüksek okuma oranına sahiptirler ve daha basit anten tasarımına ihtiyaç duydıklarından fiyatları daha düşüktür [2,22]. Okuma mesafesi 1 " den 36 "(1 metre) arasında değişmektedir, tipik olarak 36 " altındadır. HF etiketleri zeki raf uygulamalarında, smart kartlarda, kütüphanelerde, bagaj sevkiyatında ve diğer uygulamalarda kullanılmaktadır. HF frekans uygulamaları radyo frekansı kısıtlamasının bulunmamasından dolayı ve smart kart sistemlerinin oldukça fazla benimsenmesinden ötürü dünya üzerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ultra Yüksek Frekans(UHF) etiketler, aktif ve pasif etiketler farklı frekanslarda çalışabilmektedirler. UHF aktif etiketleri genellikle 433 MHz' de, UHF pasif etiketleri ise 860-960 MHz' de çalışmaktadırlar. UHF pasif etiketleri, metal ve suda

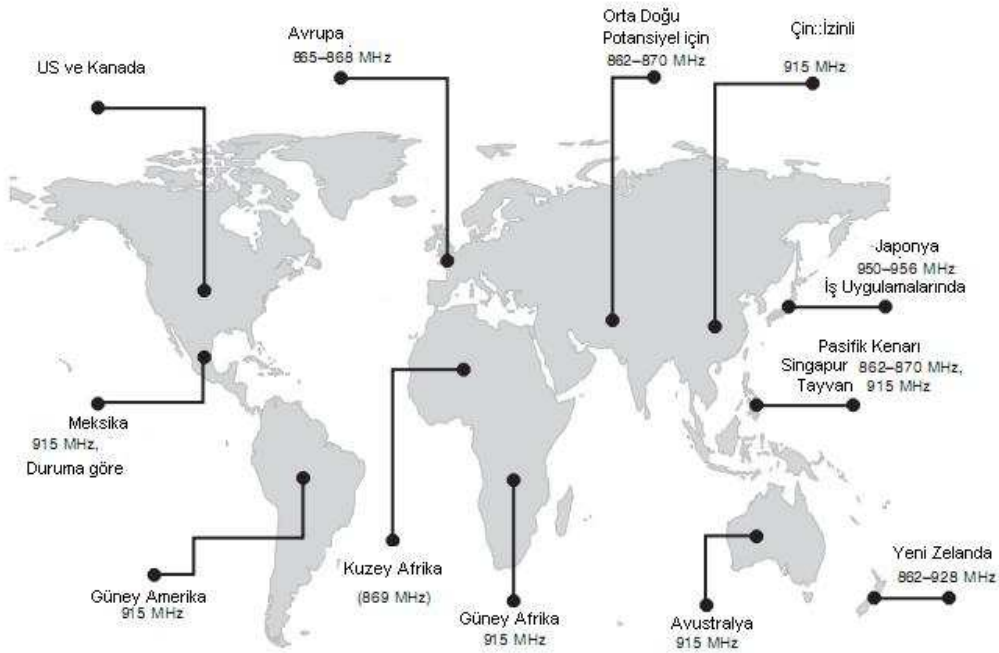
yeterince etkili değillerdir. 36 " (1 metre)' den daha uzun mesafelerde oldukça iyi performansa sahiptirler. UHF pasif etiketler genellikle 30 feet (10 metre)' e kadar ulaşabilmektedirler. Oldukça iyi görüş açısız iletişime ve yüksek okuma mesafesine sahiptirler, büyük miktarda veri taşıyabilmektedirler. Jenerasyon 2 ideal koşullar altında, eş zamanlı olarak 1500 etiketin okunmasına imkân vermektedirler. Gerçek hayatta ise bu sayı 5'te biri veya 10'da biri oranına inmektedir.

Süper Yüksek Frekans/Mikrodalga(μ Wave) etiketler, 2.45 GHz ve daha üst frekanslarda çalışmaktadırlar. Karakteristikleri UHF etiketlere benzemektedir, buna rağmen daha yüksek okuma mesafesi sahipken metal ve akıcı ortamlarda düşük frekanslara göre daha az etkilidir. LF, HF ve UHF etiketlerine kıyasla daha küçük olabilmektedirler ve ISO'nun kargo konteynırları, trenleri, ticari araçları takip etmekte kullanılmaktadır. Pasif etiketler için 1 ile 3 feet arasında değişen okuma mesafesine sahipken tasarımdan oldukça bağımsızdır. Aktif sistemler daha çok mikrodalga frekanslarını kullanmaktadırlar. Tablo 2.3. Farklı frekanslara ait frekans, mesafe ve enerji transferi gibi karakteristikleri arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Tablo 2.3 Farklı frekansların karakteristikleri [2]

Frekans Adı	Frekans	Mesafe (Pasif etiketler)	Enerji Transferi (Pasif ve yarı-pasif etiketler)
Düşük-Low(LF)	125 KHz	1-36", genellikle 18"(0.5mt)	Endüktif Birleşim
Yüksek-High(HF)	13.56 MHz	1" den 36", genellikle 36"(1m) altında	Endüktif Birleşim
Ultra Yüksek-Ultra High(UH)	865-868 Mhz(Avrupa) 902-928(USA) 433 MHz (aktif etiketler)	30 ft(10m) 'e kadar	Elektromanyetik Birleşim
Mikrodalga(μ Wave)	2.45 GHz 5.8 GHz	Genellikle 1-3 ft(0.3-1 mt)	Elektromanyetik Birleşim

Şekil 2.11 Dünya üzerindeki çeşitli bölgelerdeki UHF band özelliklerindeki farklı frekansları tanımlamaktadır.



Şekil 2.12. Dünya üzerindeki UHF RFID operasyonları için frekanslar [13]

Frekans seçimi RFID sistemlerin, aşağıda tanımlanan bazı karakteristiklerine etki etmektedir:

Düşük frekans bandında pasif etiketlerin okuma aralığı çift feetten fazla değildir. Bunun sebebi ise öncelikle zayıf antenleri kazanmaktır. Düşük frekanslarda elektromanyetik dalga boyu oldukça yüksektir. Çoğu zaman birkaç mil türündedir. RFID etiketlerin için yerleştirilmiş antenlerin boyutlarından daha uzundur. Anten kazanımı direk olarak dalga boyu ve anten boyuyla orantılıdır [3]. Bu frekanslarda anten kazanımı oldukça düşüktür. Yüksek frekanslarda, özellikle aktif etiketlerin kullanıldığı yerlerde okuma aralığı belirgin bir şekilde düşer. Yüksek frekans bandı insanlar üzerinde bazı sağlık sorunlarını ortaya çıkarabilir.

Pasif etiketler genellikle LF ve HF bantlarında işletilirken aktif etiketler tipik olarak UHF ve mikrodalga bantlarında kullanılırlar. İlk RFID sistemi pasif etiketlerle HF ve LF bantlarını kullanır. Teknolojideki son zamanlardaki gelişmeler aktif etiketlerin ve yüksek frekans bantlarının kullanımını uygun hale getirmiştir ve bu endüstride bir trend haline gelmiştir [5].

RFID sistemler diğer radyo sistemleriyle karışmaya meyillidir. Özellikle LF bantlarında işletilen RFID sistemler savunmasızdır. LF frekanslarının dosya kaybının çok fazla tecrübe edilememesi gerçeği, ufak mesafelerdeki çok küçük azalmalar, yüksek frekanslarla mukayeselerde LF' nin daha savunmasız olduğunu göstermektedir.

Yakın zamanda LF frekanslarıyla aynı frekansta işletilen diğer iletişim sistemlerinin radyo sinyallerinin RFID sorgulayıcıların antenlerinde yüksek alan gücüne sahip olması beklenmektedir. Spektrumun diğer tarafında, mikrodalga sistemleri karışmaya karşı daha az etkilidir.

RFID sistemlerinin performansı suda ve nemli yüzeylerden olumsuz etkilenmektedir. Nispeten yüksek dalga boyları olan HF sinyalleri UHF ve mikrodalga sinyallerinden daha fazla suyun içinden geçebilmektedirler.

Yüksek frekans bantlarındaki sinyaller suyun içinde abzorbe edilebilirler. Sonuç olarak HF etiketleri sıvı taşıyıcı etiketlemesi için daha uygun bir seçenektir. UHF RFID etiketler için mikro şerit anten kullanımı su gibi yüksek yalıtkan cisimlere bir çözüm olabilmektedir [19].

Metal elektromanyetik bir yansıtıcıdır ve radyo sinyalleri içine giremez. Sonuç olarak eğer etiket ve sorgulayıcı arasına yerleştirilirse metal iletişimi engelleyecektir. Metalin yakınlardaki varlığı sistemin işletilimini olumsuz etkileyecektir. Metal herhangi bir antene yakın yerleştirildiği zaman antenin karakteristiği değişmek ve ayarını bozma gibi zararlı etkileri meydana gelmektedir. Yüksek frekans bantlarındaki metalin etkisi düşük frekanslardaki etkisinden daha fazladır. Eğer madde metalden yapılırsa ya da akışkan taşıyıcıya bağlanırsa belirli önlemlerin alınması gerekmektedir ki buda maliyeti yükseltmektedir.

LF bantlarda işleyen RFID sistemleri KBitsler seviyesinde çok düşük veri oranına sahiptir. İşletilimin frekansıyla veri oranı artmaktadır. Mikrodalga frekanslarda MBits aralığını kazanır.

Düşük frekans radyo sinyallerinin yüksek dalga boyları yüzünden, LF ve HF sistemlerinin antenleri kıyaslanabilir sinyal kazanımı için UHF ve mikrodalga antenlerden daha büyük yapılmalıdır [2].

Bu RF etiketlerin küçük ve ucuz yapılması hedefiyle çakışmaktadır. Birçok sistem tasarımcısı LF ve HF sistemleri için düşük okuma aralığında sonuçlanan kontrollü maliyeti adına anten kazanımından vazgeçmektedirler.

2.6. Barkotlara Karşı Smart Etiketler

RFID etiketlerinin barkodun gelecek jenerasyonu olması beklenmektedir. Barkodun tedarik zinciri ve ürün yönetiminin başlaması 1980'lerin ilk yıllarına dayanmaktadır. Smart labellerin ise ilerleyen yıllarda aynı yere gelmesi beklenmektedir. Smart Label paketlenen labeller içine konulan bir RW taşıyıcıdır. Barkotlardaki gibi bu labellere kolaylıkla uygulanabilmektedir. Kolay okunabilen, ucuz ve tek kullanımlıklıdır [5].

Bazı RFID teknolojisi üreticileri, bilgisayarlarda çıktısı alınan dokümanlar gibi RFID teknolojisini dâhil etmişlerdir. Şu an piyasada, smart etiketleri okuyabilmekte ve bunların hafızası üzerine veri yazabilmekte olan birçok akıllı etiket yazıcı çözümü bulunmaktadır. Aynı zamanda hem barkot hem de smart etiket çözümü olan, UPC barkot sembollerini akıllı etiketlere basan ve eşzamanlı olarak etiket hafızasına veri yazan hibrit sistemler bulunmaktadır. Bunun amacı teknolojiler arası geçiş yapan kullanıcılara yardımcı olmaktır.

Barkotlamada lazer ışığı veri taşıyıcı olarak kullanılmaktadır. Smart labeller ve RFID genelde bilgi taşıyıcı olarak radyo dalgasını kullanılmaktadır. Bu yüzden barkotlama optik teknolojisi olarak bilinmektedir. RFID ise radyo frekansı veya RF teknolojisi olarak adlandırılmaktadır. Aşağıda RFID sistemleri ve barkotları kıyaslamaya dair detaylı olarak anlatılmaktadır [5, 6].

2.6.1. Hafıza büyüklüğü -veri depolama

Barkotlar verinin sınırlandırılmış bir kısmını tutabilirler. En küçük etiketler veri depolama aşamasında UPC E sembolleridir. Spektrumun karşı sonunda 8 nümerik karakter tutabilmektedirler. Data matrisi barkot standardı, şekilde gösterilmekte olan 2 boyutlu, 2000 ASCII karakteri depolamaya izin vermektedir. RFID etiketleri daha fazla bilgi tutabilme kapasitesine sahiptirler. RFID etiketleri daha küçük hafızayla oldukça az byte tutmak için yapılmış olmasına rağmen teknolojinin son durumu 128 KByte üst sınırını bulmaktadır.



Şekil 2.13. Barkot sembolleri için veri matrisi [2]

2.6.2. Okuma/Yazma

Barkotlar bir kere yazıldıktan sonra değiştirilemezler. Bu yüzden barkot teknolojisi sadece okunabilirdir (Read Only-RO). Okunabilen/Yazılabilen(Read/Write-RW) RFID etiketleri smart labeller gibi adreslenebilir tekrar yazılabilir hafızaya sahiptirler ki bu hafıza etiketin yaşamı boyunca binlerce kez değiştirilebilmektedir. Bu noktada RFID teknolojisi barkottan oldukça yüksektir.

2.6.3. Görüş alanı

RFID teknolojisinin barkot teknolojisinden bir diğer üstünlüğü ise tamamıyla çalışması için görüş alanına gereksinim duymamasıdır. Çünkü radyo dalgaları birçok katı materyalde dağılabilmektedir.

Nesnenin içine gömülen etiketler problemsiz durabilmektedir. Barkotlar ise iyi çalışabilmek için görüş alanına ihtiyaç duymaktadırlar. Bu da barkotların paketin dışına yerleşmesi zorunluluğunu getirmektedir ve okunması için tabladan ayrılması gerekmektedir [21]. Tedarik zinciri uygulamalarındaki materyallerin sayısının fazlalığı, tüm zamanın taşımada kullanılması, RFID için barkot üzerinde bir avantaj sağlamaktadır.

2.6.4. Okuma aralığı

Barkotların okuma aralığı oldukça uzundur. Barkot tarayıcıları, birkaç yada uzaktan etiketi okumak için yapılırlar. Bazı belirli şartlarda çalışmaktadırlar ve direk görünüm olmadan çalışmamaktadırlar. RFID etiketin okuma aralığı operasyonun frekansına, anten büyüklüğüne ve etiketin aktif olup olmamasına bağlı olarak çeşitlilik gösterir. RFID etiketlerin okuma aralığı birkaç inçten 2 yarıya kadar değişmektedir.

2.6.5. Çoklu RW ve çarpışma

Diğer RFID teknolojilerinde ürünlerin fiziksel olarak ayrılmasının ve bağımsız olması gerekirken RFID sistemlerinde birden çok etiket eşzamanlı olarak okunabilmektedir. Barkotlu ürünlerin paletleri paketlerinden çıkarılması gerekir ve envanterlenecek sırada bağımsız taranmalıdırlar. RFID sistemlerinde paketlerdeki tüm içerikler bir seferde okunabilmektedir. RFID bunu yapabilen tek AIDC

teknolojisi. Bu da RFID' yi barkot ve diğ er tedarik zinciri uygulamalarında üstün kı lar.

2.6.6. Güvenliğ e eriş im

Barkot verileri çok güvenli değı ldir. Çünkü görü ş alanına ihtiyaç duyarlar ve bu sebeple paketlerin üzerlerine takılarak oldukça görünür olmaktadır. Herhangi biri standart barkot yakalayıcıyla ya da kamerayla detayı yakalayabilir ve kaydedebilir. RFID sistemleri daha yüksek seviyedeki güvenli ğ i tercih eder. RFID sistemleri 3. parti yakalamayı önleme kabiliyeti sunmaktadır. Sisteme yetkilendirilmemiş eriş imlerin önüne geçer ve duyarlı verileri ş ifreler.

2.6.7. Kopyalama zorlu ğ u

RFID etiketlerin ve elektroniğ in barkotlardan ve barkot elektroniğ inden daha karmaş ık bir yapıya sahip oldu ğ unda, RFID sistemlerin yapılması ve kopyalanması daha zordur. Bu da dolandırıcılık için verileri değı ş tirmeyi ve verilere erişmeyi zorlaşt ırılmaktadır.

2.6.8. Okuma güvenilirli ğ i

Tedarik zinciri okumalarında, ilk geç iş okuma etkinli ğ in yüksek seviyesini korumada önemlidir. Zarar görmüş barkotlar 2 veya 3 defa manüel olarak sisteme taratılırlar. RFID' nin çarpışmayı önleyici çoklu RW özelli ğ i yanlış okunan ürünlerin birkaç defa daha taranması ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.

2.6.9. Çevresel duyarlılık/dayanıklılık

RFID teknolojileri, depoda bulunma, tedarik zinciri fabrikalarında bulunmaları gerektiğinde, çevresel kirlilik ve şiddetin üstesinden gelme konusunda barkotlara göre daha başarılıdır. Barkotlar, toza, yağa veya toprağa maruz kaldıklarında, yırtılma, yıpranma gibi olaylarla karşılaştıklarında tekrar okunamamaktadırlar. RFID teknolojisi ise, bu problemlerden etkilenmemektedirler.

2.6.10. Ücret

RFID teknolojisinin büyümesindeki en büyük engel etiket fiyatlarıdır. Tipik bir barkodun fiyatı 0,01\$' ın altında iken, birkaç cm okuma mesafesiyle RFID pasif etiketlerin fiyatı bu kadardır. RFID etiketi için üretim maliyetlerini aşağıya çekmenin yolu sıralanmıştır:

- Silikon üretimi (7-12 cent)
- Bastırılmış devre levhası yerleşimi(10 cent)
- Anten/Yapıştırıcı paketleme(5 cent)
- Gönderme ve indirme maliyetleri

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi RFID etiketlerinin fiyatının düşürülmesi imkânsız görülmektedir. Yukarıdaki fiyat analizini bakıldığında, RFID etiketinin şu anki fiyatı, 0.30 dolar civarlarındadır. Daha karmaşık RFID etiketlerinin fiyatları daha da yüksektir. Hesaplardaki diğer faydaları göz önünde bulundurmadan, RFID etiketleri ile barkotlar arasındaki fiyat karşılaştırması doğru olmamaktadır.

BÖLÜM 3. RFID TEKNOLOJİSİNİN TARİHÇESİ VE GELİŞİMİ

Aşağıdaki 3 alandaki gelişme ve araştırmalar RFID' nin tutarlı bir şekilde gelişiminin yükseldiğini göstermektedir [5].

- Radyo Frekans Elektroniği: RFID ye uygulanan bu alandaki araştırmalar 2. dünya savaşı sıralarında başlamıştır ve 1970lere kadar devam etmiştir. RFID etiketleri ve sorgulayıcıları tarafından kullanılan anten sistemleri be RF elektroniği yapımı radyo frekans elektroniği araştırmaları ve gelişmeleri ile mümkündür.
- Bilgi Teknolojileri: Bu alandaki gelişmeler 1970 lerin ortasında başlamış be 1990'ların ortasına kadar devam etmiştir. Host bilgisayarların ve sorgulayıcıların ikisi de bu teknolojiyi çalışmıştır. RFID sistemlerinin ve RFID sorgulayıcılarının bağlanması, EPC Network gibi, bu alandaki çalışmalarla mümkün olmuştur [23].
- Materyal Bilimi: 1990'ların sonundaki bilim teknolojisindeki atılımları üretim için RFID etiketlerini ucuza mal etmiş, bu zamanda \$0.05 'a etiketler bulunmaktaydı. Bu ücret engelini aşmak RFID teknolojisinin tutarlı olarak gelişimi için oldukça önemlidir.

3.1. RFID' nin Kilometre Taşları ve Uyarlama Hızı

RFID teknolojisinin zamana bağlı gelişimi aşağıda verilmiştir.

3.1.1. 1940'ların öncesi

19. yüzyılın son yarısında elektromanyetik enerji üzerinde büyük ilerlemeler olmuştur. Bu yüzyılda Faraday, Maxwell, Hertz ve diğer birçok bilim adamının çalışmaları yapısını tanımlamada bir çok kurallar kümesini ortaya koymuştur.

1896'nın başında Marconi, Alexanderson, Baird, Watson ve diğeri radyo haberleşmesi ve radarlardaki bu kuralların uygulaması için çok çaba harcamıştır. Bu alandaki yapılan çalışmalar, RFID'nin de dâhil olduğu birçok teknolojinin yapılanmasını sağlamıştır.

3.1.2. 1940 'lar-2.Dünya Savaşı

2. Dünya Savaşı radyo frekans haberleşmesi ve radarlar hakkında birçok gelişme getirmiştir. Savaşı takip eden zamanlarda, bilimciler ve mühendisler bu alandaki çalışmalara devam ederek daha da artan bir şekilde sivil alanda da bunların kullanımı için arayışlara başlamışlardır. Kasım 1948'de Harrys Stockman tarafından IRE' nin tutanağında, "Gücün vasıtasıyla haberleşme" başlığıyla yayımlanan yazısı geriye bakıldığında RFID teknolojisinin doğuşu olarak düşünülebilir.

3.1.3. 1950'ler- RFID teknolojisinin erken keşfi

1950'ler sırasında, araştırmacılar tarafından RFID ile alakalı birçok yeni teknoloji keşfedilmiştir. Bu önemli makalelerden birçoğu yayınlanmıştır, bunlardan en göze çarpanları: F.L. Vernon tarafından yayınlanan "Mikrodalga Homodin Uygulamaları" ve D.B Harris'in "Ayarlanabilen pasif sorgulayıcılarla Radyo İletişim Sistemleri" dir. Birleşik Devletler askeriyesi Identification, Friend or Foe yada IFF olarak bilinen hava taşımacılığı RFID teknolojisinin ilk formlarından birini sistemlerine uyarlamaya başlamıştır.

3.1.4. 1960'lar. RFID teorisinin gelişimi ve erken alan testi

1960'lar 1970'lerde devamı gelecek olan RFID patlamasına bir giriş niteliğindedir. R.F. Harrington "Aktif dağılım kullanılarak alan ölçümleri " ve "Yüklenmiş Dağılım" Teorisinde anlattığı gibi RFID ye uygulanan elektromanyetik teori alanındaki araştırmaların birçoğunu yapmıştır. Bu yıllarda RFID yaratıcıları be

buluşları ortaya çıkmaya başlamıştır. Örneğin Robert Richardson un "Güçlenmiş cihazların Radyo Frekansları ile uzaktan aktif edilmesi" Otto Rittenback in "Radar ışınları tarafında İletişim", J.H. Vogelman' ın "Radar ışınları kullanılarak Pasif Veri İletim Tekniği " ve J.P.Vinding in "Sorgucu cevapçı tanıma sistemi" bunlardan bazılarıdır. 1960'ların sonlarında birçok ticari aktivite başlamıştır. Güvenlik uygulamaları ve hırsızlık karşısı gereksinimler olan Sensörmatik ve Kontrol Noktası Elektronik Nesne Gözetleme (Elektronik Article Surveillance(EAS)) geliştirilmesi için bulunmuştur.

Bunun sistemi oldukça basittir ve Bit sistemler RFID etiketlerin varlığını denetleyebilir, tanımlanmasından daha çok tercih edilmektedir. EAS daha sonra RFID' nin en yaygın kullanılan ilk ticari uygulaması haline gelmiştir.

3.1.5. 1970'ler- RFID patlaması ve erken kabul görmüş sistemler

1970'ler RFID teknolojisindeki büyük gelişmeye şahitlik etmiştir. Şirketler, akademik enstitüler, hükümet laboratuvarları, büyüyen bir şekilde RFID ile ilişkili duruma gelmiştir. Araştırmalarda göze çarpan gelişmeler olmuştur.1970 ' de Los Alamos Bilim Laboratuvarında Alfred Koelle, Steven Depp ve Robert Freyman tarafından yazılan "Ayarlanmış Geri Saçılım Kullanılarak Elektronik Tanımlama İçin Kısa Aralık Radyo Telemetrisi " başlıklı yazılarındaki RFID araştırmalarının hemen hepsine devlet tarafından müsaade gelmiştir.

Raytheon, RCA ve Fairchild gibi büyük şirketler elektronik tanımlama sistemi teknolojisini geliştirmeye başlamışlardır. 1978'lerde pasif mikrodalga sorgulayıcıların yapımı başarılmıştır. Bazı hükümet ajanları bu teknolojiye ilgi göstermeye başladı. New York ve New Jersey 'in liman otoriteleri GE, Westinghouse, Philips ve Glenayre tarafından geliştirilmiş ulaşım uygulamalarını denemişlerdir. Birleşik Devletler Federal Karayolları Yönetimi araç ve ulaşım uygulamalarında elektronik tanımlama kullanımını araştırmak için bir konferans düzenlemişlerdir.

1970 'lerin sonlarında RFID teknolojilerine odaklanan birçok küçük şirket ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu on yılın sonlarında RFID de uygulanan RF elektronik ve elektromanyetik araştırmalarının birçoğu tamamlandı ve bilgisayar ve bilgi teknolojilerindeki araştırmalar RFID host, ağ ve sorgulayıcıların gelişimi için can alıcı olmaya başlamıştır. PC ve ARPANET'in doğuşu buna bir kanıttır.

3.1.6. 1980'ler- Ticarileşme

1980'ler RFID sistemlerindeki ilk yaygın uygulamaları getirmiştir. Sistemler basit haldedirler. Örneğin çiftlik hayvanı yönetimi, anahtarsız geçiş ve personel erişim sistemleri gibi. Amerikan Demiryolları Birliği ve Conteyner idari Kooperatif Programı demiryollu arabalarına RFID sağlama amacıyla RFID aktif girişimcisi haline gelmiştir. Ulaşım uygulamaları bu on yılın sonlarında ortaya çıkmıştır. Dünyanın ilk geçiş ücreti uygulaması 1987 yılında Norveç'te ortaya çıkmıştır. Bunu 1989 yılında Dallas takip etmiştir. New York ve New Jersey'deki liman otoriteleri Lincoln tüneline arabaların geçişi için ticari bir proje gerçekleştirdiler. 1980'lerde gerçekleştirilen tüm RFID sistemleri kişiye özel sistemlerdir. Sonuç olarak RFID endüstrisinde rekabet ve sistemler arasında işbirliği yoktur. Buda fiyatın yüksek tutmakta ve endüstrinin gelişimini engellemektedir.

3.1.7. 1990lar -RFID ana akıma girdi

1990lar RFID' nin iş ve teknolojisinin ana damarına girdiği yıllardır. Bu on yılın ortalarında RFID geçiş sistemi anayollarda işletilebilmiştir. Video kamerayla geçiş ücretini mecbur hale getirmişlerdir. Sonuç olarak Birleşik devletlerde RFID geçiş sisteminin gelişimi yaygın hale gelmiştir. Bölgesel geçiş ajanları teknolojiyi bir adım ileride tutmaktadırlar ve kendi RFID sistemlerini entegre etmeye başlamışlardır. 1990'larda Texas vasıtaları kendi TIRIS sistemlerine başlamışlardır. Bu sistem yakıtı uygulanmak için yeni teknolojiler geliştirmiştir. Amerika'daki ve Avrupa'daki birçok şirket 1990'larda RFID'nin içine katılır hale gelmiştir. Philips, Micron, Alcatel ve Bosch bunlardan bazılarıdır. 1990'larda PC ve internetin çoğalması bize

bilgi teknolojilerindeki araştırmaların geliştiğinin bir kanıtı gibidir. Bu durum ticari tutarlı sistemlerin geliştirilmesi için pahalı etiketlerin üstesinden gelme problemiyle RFID endüstrisini bırakmıştır. 1990lardaki birçok materyal teknolojisindeki ilerleme, IBM, AMD, Intel ve Motorola gibi yarı iletken çip üreticileri masrafsız etiket üretimini bir kenara bırakmışlardır. Yatırım kapitali RFID' yi takibe başlamıştır ve birçok tehlikeli girişim projesi yoluna girmişlerdir. Büyük ölçekli "smart label" testleri bu on yılın sonların başlamıştır.

1990'lara kadar marketteki RFID sistemler kişiye özel sistemlerdir. Endüstridekilerin birçoku bunun büyümek için bir engel olduğunu fark etti ve teknolojisinin standartlaşması için çaba göstermeye başladılar. Bazı standart organizasyonları yönetmelik yayınlamaya başladılar ki bunların içine Avrupa Posta ve Haberleşme Yönetim konferansı (CEPT) ve Uluslararası Standartlaşma Organizasyonu(ISO) da dâhildir. M.I.T' te bulunan Auto-ID Center bunu amaçlayarak 1999'da onaylanmıştır. RFID teknolojisinin standartlarında çalışmakta olan birçok organizasyon özellikle tedarik zinciri ve mal yönetimi üzerinedir.

3.1.8. 2000'ler - RFID gelişmeleri

2000'lerin başlarında \$0,05'lık etiketlerin olma olasılığı ve RFID teknolojisinin barkot sisteminin yerini alacağı açık hale gelmiştir. Bu akıl yürütüm üretici dağıtıcılar ve perakende endüstrisi tarafında yapılmıştır.

Dünyanın en büyük perakendecisi olan Wal-Mart ve dünyanın en büyük tedarik zinciri olan DoD 2005'te RFID teknoloji hizmetine başlamak için ihtiyaç duyulan tedarikçilere RFID emirleri yayınlamıştır. Operasyonların birleşmiş hacmi RFID için çok büyük bir pazar oluşturmaktadır [5]. Target, Procter&Gamble ve Gillette gibi diğer perakendeci ve tedarikçiler bunu takip etmiştir. Dahası 2003 de Auto-ID Center, UPC barkot sembollerinin yaratıcısı olan Uniform Product Code Council'i ve EAN arasında EPC Global içinde bir ortaklık girişimi olmuştur. EPC teknolojisi ve RFID endüstrisi Wal-art ve DoD' un her ikisi tarafından benimsenmiştir. Bu da

RFID' nin geride kalanlardan daha önemli bir platform olacağını göstermektedir. EPC tarafından geliştirilen standartlar 2006 da ISO tarafından kabul edilmiştir ve RFID endüstrisine rehberlik için tekil bir kaynak vermiştir. Tüm standartların bir arada toplanması endüstrideki oyuncuların rekabetlerinin büyümesine, RFID' nin fiyatlarının düşecek ve RFID gelişimini hızlandıracak şekilde hizmet verecektir.

2007'de RFID endüstrisindeki uygulamaların sayısı gittikçe arttığı ortaya çıkmıştır. Gelecek yıllarda RFID teknolojisi gittikçe büyüyecek ve televizyon, mobil telefon, bilgisayar gibi hayatımızın bir parçası haline gelecektir.

3.1.9.2007 ve sonrası

2007 yılından sonra ilgi ürün seviyesi etiketlemeye doğru yön değiştirecek ama bu uyarlanmasından önce biraz zaman alacaktır. Üretimin seçim kalitesi için zeki raflar belli olmaya başladı ve zeki donanımlar gömülü RFID teknolojisiyle pazara girmeye başladı.

3.2. Gelecekte RFID

Wal-Art, Procter&Gamble, Target ve Gillette gibi büyük şirketler gelecekte büyük umut vaat eden RFID teknolojisine oldukça fazla yatırımlar yapmışlardır. Teknolojisinin endüstriye birçok avantaj sağlayacağı görülmektedir. RFID teknolojilerindeki başarısı, rastlantısal gelişmenin bir gerçeklik haline gelmesinden önce, ağırlıklı engellerin çözümüne bağlı olacaktır. Şunu söylemek olasıdır, bazı noktalarda RFID teknolojisi oldukça geniş alanlarda kullanılacak hale gelecektir. Ancak bunlar zaman alacak işlerdir. Dahası, RFID' nin potansiyel kullanımı limitsiz olabilecekken asla tam ekonomik potansiyelinin teslimi ya da umulan benimseme seviyesinde olmayacaktır. Tüm bunlara rağmen 2005 RFID teknolojisinin tam ölçekli üretimini tetikleyen perakendecilerin dünya üzerinde yayıldığı yıl olmuştur.

RFID benimseyenleri 3 kategoriye ayırabiliriz: ilk nakliyeciler, hızlı takipçiler, yavaş benimseyenler [5].

Erken nakliyeciler, RFID benimsemesini kendi endüstrisine yüklenen şirket ve endüstrilerdir. Kendi belli endüstrilerini etkileyen büyük RFID programlarını sürmektedirler. Bunlar çok büyük bilgiler kazanabilirler. Standartları etkilemek için kabiliyete sahiptirler. Risk alarak kayda değer yatırımlar yapmaya hazırdırlar.

Hızlı takipçiler, teknolojiye yatırım yapmaya çekinen şirket ve endüstrilerdir ama bilgi kazanma amaçlıdırlar ve kazançlı yarar ispat edebilen zaman noktalarında belirli alanları hedef seçerler.

Yavaş benimseyenler, çok büyük riskli girişimde bulunmayan endüstrisindeki diğerlerinden bilgi öğrenmeye dayalı uygulanma hızını yükseltmeye hazır olan şirketler ve endüstrilerdir.

RFID halen gelişmekte olan bir teknoloji olduğundan kullanım modelleri ve bütünleşik mimarisi sürekli değişmektedir. RFID hızlı bir şekilde geleceğe hazırlanmakta; teknolojik gelişmeler, endüstriyel alandaki gelişmeler ile gücüne güç katmaktadır.

Birbiriyle uyumsuz RFID standartları bu teknolojinin daha yavaş büyümesine sebep olmaktadır. Çoğu öncü RFID üreticisi kendi sistemini farklı frekans ve protokollerle üretmektedir. Yinede hem ABD’de hem de Avrupa’da bazı kurumlar RFID kullanımı için standartlar geliştirmeye çalışmaktadır.

RFID kullanımında küresellik göz önünde bulundurulmalı, RFID veri yapısı standartlara uygun olmalıdır. Standartların kullanımı okuyucu ve etiketlerin fiyatlarını düşüreceği gibi yeni buluşlarında artmasını sağlayacaktır. Bugün RFID kullanılan en yaygın standart “Electronic Product Code (EPC)” olarak bilinen

elektronik ürün kodudur [23].

Bugün RFID çalışmaları yönünü, radyo vericilerinin daha iyi yayın yapmasını sağlayabilecek olan nano teknoloji kullanmaya doğrultmuştur. RFID teknolojisi, hücresel telefonlardan sonra en hızlı gelişecek kablosuz teknoloji olarak görülmektedir ve %120 lik bir artış beklenmektedir. RFID kullanımının yaygınlaşması için anahtar gereklilik 0,3-0,5 Dolar civarında olan etiket fiyatlarının düşmesidir. Nano teknolojinin bu seviyeyi 0.05 Dolara kadar düşürmesi ve RFID' nin yaygın kullanımını sağlaması beklenmektedir [24].

RFID etiketlerin birçoğu bakır veya alüminyum antenler kullanmaktadır. Nano teknoloji üreticileri ise bu antenleri nano boyutlarda parçalardan oluşan mürekkep baskı kullanarak yapmayı başarmak için uğraşmaktadırlar. Kâğıt üzerine antenler basmak daha hızlı ve ucuz üretim sağlayacaktır.

RFID etiketlerin maliyetinin yarısını üzerlerindeki çipler oluşturmaktadır, bu nedenle araştırmalar bu çip kullanım yönteminin nano boyutlarda çözülmesi üzerine çalışmaktadırlar.

RFID mikro çiplerin kapasite artırımını konusunda ise Micromem firması manyetik RAM veya MRAM üzerinde çalışmaktadır. MRAM, RFID teknolojisine büyük yenilikler ve fırsatlar getirecektir. Elektrik enerjisini saklamak mantığına dayalı var olan bilgisayar belleklerinin aksine, MRAM, nano boyutlardaki manyetik bit dizileri ile bilgiyi saklar.

MRAM üzerine yazma işlemi, her bir bit'in manyetik kutuplarını değiştirerek yapılır ve bu değer elektrik gereksinimi duymadan saklanabilir. Bunun yanında, "flash memory" olarak tabir edilen hafıza cihazlarının aksine MRAM' ler radyasyona karşı da dirençlidirler. Bu özelliği ile MRAM' lerin, havayolları ve askeri alanlar gibi yerlerde bulunabilen X- ışını uygulamalarında kullanılabilirlikleri daha yüksektir. Gelecekteki nano teknoloji uygulamaları, mürekkep tabanlı RFID devrelerini mümkün kılarak silikon çip gereksinimini ortadan kaldıracaktır [25,26]. RFID,

insanların, taşıdıklarının veya satın aldıklarının uzaktan ve habersiz izlenebilmelerini sağlayabildiği için özel yaşamı tehdit unsuru olarak görülebilmektedir ve kullanım karşıtları da bulunmaktadır. Ancak geliştiriciler ikinci nesil RFID' nin bu konuları da dikkate alarak gerçekleştirildiğini söylemektedirler; yeni nesil RFID etiketleri istenildiğinde okunamaz veya bir daha kullanılamaz hale getirilebilmektedirler [14].

RFID teknolojisi, konum bilgisinin kullanılması yoluyla öğrenme içeriğinin tek birey için uyarlanarak öğrenmenin daha etkin yapılabilmesini sağlayacak, dolayısıyla öğrenme sürecinin verimliliğini arttıracaktır.

RFID, basit bir teknoloji olarak birçok endüstride uygulanabilecek ve hayatımızın her açısında bulunabilecektir [27].

3.3. RFID teknolojisinin Pazara girişinin Zaman Çizelgesi

2004'te RFID teknolojisinin pilot projeleri sayısı erken taşıyıcılar tarafından hızlı bir şekilde yükselmiş ve katılımcılar teknolojiyle deneyim kazanmışlardır. Bu yılın sonlarında EPC standart Class1 Generation 2 yayınlanmış ve önemli 2 problemi çözmek için UHF deki Avrupa yönetmeliği düzeltilmiştir [22].

2005

- EPC Global tamamen operasyonel olmuştur.
- Güvenli UHF üreticileri bulunabilir hale gelmiştir.
- Bayiler RFID tagleriyle uyumlu sandık ve tablaları tercih ettiler.
- Hızlı takipçilerin sayısı hızlı bir şekilde arttı.

2006

- EPC Global standartları ISO tarafından tanındı.
- RFID taşıyıcıları erken taşıyıcıları implementasyon ve sistem entegrasyonu ile tamamen meşgul oldular.
- Hızlı takipçiler kendi implementasyon programlarını başlattılar.
- Teknolojinin yavaş kabul edenleri, kendi başlangıç pilot projelerini yavaşça

başlattılar.

2007

- Pasif etiketlerin fiyatı düşmeye devam etti. Her etiket için 5 cent ölçü kriteri yaklaşımı başladı.
- Hızlı takipçilerin RFID teknoloji emplementasyon programı devam etti.
- Erken taşıyıcılar lojistik uygulamalarla kendi RFID emplementasyonlarını tamamladılar.

BÖLÜM 4. RFID KANUNLARI ve STANDARTLARI

4.1. RFID Kanunları

RFID birçok ülkede hükümsel kanunları olan bir radyo haberleşme teknolojisidir. Hükümsel kurallar, halkın çıkarını korumak için radyo, televizyon ve mobil telefon sistemlerindeki gibi kullanıcılar arasında elektromanyetik spektrumun kullanımını koordine edebilmek için gereklidir. Hükümsel kuralların amacı [5]:

- Yerleşim alanlarında ve radyo dalgaları üzerinde düzen belirlemek ve kullanıcılara elektromanyetik spektrumun lisanslanmasını sağlamaktır. Elektromanyetik spektrumların kullanımı, RFID uygulamaları içeren, bant genişliği için uygun düşen bir çok uygulama arasında koordine edilmeli ya da kargaşa oluşacağı zaman spektrum kullanım dışı hale getirilmelidir. Birçok kullanıcı arasında eşitlenebilen bölümler olduğunu garanti etmek için hükümet kuralları bağımsız operatörlere spektrumun bölümlerine yetki vermelidir. Bu lisans spektrum için izinli kullanıcı ile ilgili oldukça özel bir izindir. Örneğin spektrumun bazı bölümleri sadece TV yayınları için lisanslanmıştır, bir diğeri sadece uzay haberleşmesi için lisanslanmıştır, diğeri sadece mobil telefonlar için lisanslanmıştır.

- Oldukça iyi denemeler ve güvenli kılavuzlar belirlemek. Kurallar halkın yararını ve sağlığını korumak için gerekmektedir. Kurallar insanların elektromanyetik radyasyona maruz kalmalarını önlemek için gereklidir. Radyatörlerdeki güç sınırlarının üstesinden gelmek ve ışın yayan antenlerin yerleşim kurallarını belirlemek gerekmektedir. Örneğin Amerika'da mobil telefonlar 1 Watt ile sınırlandırılmıştır ve hücrel haberleşme tesislerindeki antenler genel anayollarından belirli bir minimum mesafeye yerleşmek zorundadırlar. Kuralların bu tipleri RFID sorgulayıcılara uygulanmaktadır.

- Maksimum izinli çarpışma kılavuzu belirlemek. Elektromanyetik spektrumun tüm kullanıcıları bir diğeri kapsama çarpışacaklardır. Kurallar bir radyatörün bir diğeriyle ne kadar çarpışacağına dair üst limiti belirlemelidir. Ek olarak işlemlerde lisans zorunluluğu vardır ve görevlerin gerçekleşmesi için lisanslar tutulur. Bir lisans, bir diğeri gelen çarpışma hakkında bir şikâyette bulunduğu, yatırımsal

prosedürler ortamdaki duruma çare bulmak zorundadırlar. Bu RFID için oldukça önemlidir. Bunun sebebi ise kapalı ortamlarda birden fazla RFID sisteminin işletilecek olmasıdır.

4.2. Dünya Düzenleyici Kurulları

RFID teknolojinin en büyük oyuncuları Amerika'da, Japonya'da ve bazı Avrupa ülkelerinde bulunmaktadır. Bu ülkelerdeki düzenleyici kurullar ilerleyen yıllarda yer alacak RFID teknolojisi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

- Amerika'da FCC elektromanyetik spektrumu düzenler.
- Japonya'da Genel Yönetim Bakanlığı, Ev Sorunları ve Posta Haberleşme (MPHPT) bu görevi üstlenmektedir.
- Avrupa'da bu durum biraz karmaşıktır. Her Avrupa ülusunun kendine ait bir düzenleyici kurulu vardır k bunların büyük çoğunluğu 2 organizasyonda eş zamanlı birleşmiştir. FCC ve MPHPT'den yetki almaktadırlar. Tüm Avrupa organizasyonları bir şekilde CEPT(Europe Conference of Postal and Telecommunication Administrations)'e bağlanmışlardır.

Bu organizasyonlardan ilki, önceleri Avrupa Radyo haberleşmesi Komitesi (European Radiotelecommunication Committie-ERC) olan Avrupa Haberleşme Komitesi(European Communcation Committee- ECC) tarafından desteklenen, Avrupa Radyo Haberleşmesi Ofisi(European Radyocommunicaton Office(ERO))'dir. ECC CEPT için bir telekomünikasyon kural komitesidir. Başlıca görevi telekomünikasyon kurallarını geliştirmek ve 46 üye ülkesi için teknik hususları ve frekansı koordine etmektir. Amaçları Avrupa'daki standartlarda tekdüzelik oluşturmaktır. ERO, ECC kararlarını ve tavsiyelerini yayımlar ve dağıtır. Bu organizasyonların ikincisi, Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü(The European Telecommunication Standarts Institute-ETSI)'dür. 55 üye ülkesinde görüşe bağlı telekomünikasyon standartlarını onaylamak için CEPT tarafından kurulmuştur ve RFID düzenlemesi konusunda ERO'dan daha büyük bir rol oynamaktadır[5].

4.3. Endüstriyel - Bilimsel – Medikal (ISM) Bantları

Birçok RFID sistemi endüstriyel, bilimsel, medikal bantları işletmek için dizayn edilmektedir. ISM bantları, dünya çevresinde düzenleyici kurulların kendi kendine düzenlediği özel lisanssız bantlardır. Orijinali, ticari olmayan, endüstriyel, bilimsel ve medikal kullanım için planlanan bantlar, şu an wireless LANs ve BlueTooth gibi çeşitli ticari uygulamalarda RFID ye ek olarak kullanılmaktadır. Sonuç olarak, RFID sistem operatörlerinin ISM bantlarını kullanılmasıyla diğer wireless haberleşme operatörlerini kullanmaya mecbur bırakılan lisanslı işlerden kurtulmuş olunacaktır. ISM bantları düzensiz değildir. Bantların kullanımıyla ilgili ISM kuralları, güç yayınındaki sınırlamalar ve karışmalara müsemmalar için kurallar mevcuttur.

4.4. RFID için Spektrum Dağıtımı

LF, HF, UHF ve Mikrodalga olmak üzere 4 büyük RFID bandı bulunmaktadır. Bu bantlardaki spektrum dağıtımı tüm dünyada aynı değildir. Amerika’da, Avrupa’da, Japonya’da ve Çin’de ciddi farklılıklar bulunmaktadır. Düşük LF ve HF’lar, yüksek UHF ve Mikrodalga frekanslardan daha istikrarlıdır.

- Düşük Frekanslar (Low Frequencies-LF): Amerika’da, Avrupa’da ve Japonya’da kullanımları için 125-134 KHz arasında mevcuttur. RFID bu bandı havacılık ve denizcilikle ilgili kullanımlarında paylaşmaktadır.
- Yüksek Frekanslar (High Frequencies-HF-): Amerika’da, Avrupa’da ve Japonya’da oldukça benzer güç seviyelerinde kullanımı için 13.56 MHz mevcuttur.
- Ultra Yüksek Frekanslar (Ultra High Frequencies-UHF) : Son zamanlarda ilgi daha çok UHF bantlarına odaklanmıştır. Yeni çıkan uygulamalar bu bandı kullanmaktadır. Amerika’da, Avrupa’da ve Japonya’daki kuralları arasında oldukça ciddi farklar bulunmaktadır.
- Mikrodalga: Çeşitli detaylar olmasına rağmen birçok ülkeden 2.45 GH deki ISM bantları mevcuttur. Japonya’da sadece 1 Watt’a izin veriliyor olmasına rağmen birçok ülkede 4 Watt izin verilmektedir. Ayrıca bu ISM bandı wireless ağlarda ve Bluetooth uygulamalarında kullanılmaktadır.

Amerika’ da, UHF bantlarda alıştırılan RFID cihazların belirli şartlarda altında ISM bantların kullanılmasına izin verilmektedir. Amerika’da UHF ISM bantları 888-889 MHz ve 902-928 MHz’ ler arasında yer almaktadır. RFID sorgulayıcılar 1 Watta iletilen gücün çalışması için izinlidirler veya eğer sorgulayıcılar frekans atlamasını sağlıyorlarsa, yönlendirici antenlerle 4 Watta çalışmasına izin verilmiştir.

Avrupa’da RFID kanunları iletilen güce, bant genişliği kanallarına, UHF sorgulayıcıların hizmet döngüsüne, Amerika’ya kıyasla limit getirilmiştir. 2 Watt’a çıkarılması planlanıyor olmasına rağmen, sorgulayıcılar güç iletiminde 500mW ile sınırlandırılmıştır. ERO 868 ile 870 MHz arasında RFID’lerin kullanımı için UHF bantları belirlemişlerdir. U.S ISM bantları RFID kullanımı için mevcut değildir. Çünkü GSM mobil telefon sistemleri Avrupa’da bu bantları işgal etmişlerdir.

Japonya’da RFID işletimi için izin verilen UHF frekansları yoktur. 950-956 MHzler arasında bir bant test için açılmıştır.

Avustralya 1W iletişim gücü limitiyle 918-926 MHz arasındaki bir bandı RFID kullanımı için belirlemiştir.

4.5. Endüstriyel RFID Standartları

Pazardaki birçok RFID sistemi, kişiye özel sistemlerdir. Bu durum RFID’ nin kabul edilmesine ve endüstrinin büyümesine engel oluşturmaktadır. Yeni çıkan uygulamalar farklı tedarikçilerden alınan RFID ürünlerinin karşılıklı çalışmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, RFID sistemlerinin standartlaşması için dünya genelinde bir çaba sarf edilmektedir.

RFID standartlarının amacı, RFID sistemlerinin etkinliğini arttırmak için RFID endüstrisindeki üretim aşamalarında benzerlik yaratmaktır. Böylelikle RFID daha uygun fiyata çekilmiş olacak ve endüstri büyüyecektir. Bu endüstri katılımcılarına ilerleyebilmeler için kesin bir platform sunmaktadır. Kanunlar hükümeteysel yapılar tarafından ayarlanmasına rağmen, RFID kanunları standart kurumları tarafından

yapılandırılmaktadır. Bu konuyu ele alan dünya üzerinde birçok standart kurumu bulunmaktadır. Bunlar içinde:

Uluslararası Organizasyonlar

- Standartlaşma için Uluslar arası Organizasyon(International Organization for Standardization(ISO))
- Uluslararası Elektro-teknik Komisyonu(International Electro-technical Commision(IEC))
- Uluslar arası Haberleşme Birliği(International Telecommunicaton Union(ITU))
- EPC Global

Bölgesel Organizasyonlar

- Avrupa Posta ve Haberleşme Yönetimi Birliği(European Conference of Postal and Telecommunication Administration(CEPT))
- Avrupa Haberleşme Standartlaşma Enstitüsü(European Telecommuncations Standarts Institutes(ETSI))

Ulusal Organizasyonlar

- İngiliz Standartları Enstitüsü(British Standarts Institute(BSI))
- Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü(American National Standarts Institute(ETSI))

4.6. Uluslararası Standartlar Organizasyonu(ISO)

ISO ve IEC ISO/IEC JTC1 olarak bilinen bir ortaklık oluşturmuşlardır. JTC1 RFID teknolojisini standartlaşmasına odaklanmak için komitelere ayrılmıştır. 2006'da ISO, EPC Global RFID standartları kararlarını benimsemiştir.

4.6.1. RFID çiftlik hayvanı izleme standartları

LF kullanan çiftlik hayvanı izleme sistemleri bazı standartlara ihtiyaç duymaktadırlar. ISO bu amaçla 2 standart belirlemiştir. Endüstriler tarafından tasdiklenen bu standartlar:

- ISO 11784- Hayvanların RFID si- kod yapısı. Bu standart hayvan etiketleri için kod yapısı belirler. Hayvanlar tekil bölge ID leri ve ülke kodlarıyla tamamlanır.

- ISO 11785-Hayvanların RFID'nin Teknik konsepti. Bu standart etiket/sorgulayıcı haberleşmesindeki teknik parametreleri tanımlar.

4.6.2. RFID tanımlama kartları ve ilişki cihazlar için standartlar

JTC1. 8. çalışma grubundaki 17. alt kurul(SC17-WG8) RFID tanımlama kartları ve cihazları standartlarını ele almıştır. 1995'te başlayan çalışma 2000 yılında yayımlanmıştır. Bu güne kadar en çok kabul edilen ve kullanılan standartlardır. Sadece HF RFID sistemlerine uymaktadır. Bu standartlar:

- ISO 10536-Tanımlama kartları ve temassız entegre edilen elektrik devreleri.13.56 MH i kullanır. 7-15 cm arasındaki okuma aralığıyla ek tanımlama kartlarına yakınlık için parametre tanımlar. Bu standardın 4 bölümü bulunmaktadır:

- Bölüm1: Fiziksel karakteristik.
- Bölüm 2: Bağlantı alanının lokasyonu ve boyutu
- Bölüm 3: Elektronik sinyaller ve yeniden başlama prosedürleri
- Bölüm 4: Yeniden başlamaya cevap verme ve aktarma prosedürleri

- ISO 14443- Bu standart kart ile okuyucu arasındaki iletişim protokolü ve aktarım problemlerini tanımlar. 13.56 MHz frekansla (HF) çalışan temassız akıllı kartlar için tasarlanmıştır. Okuma/Yazma uzaklığı 10 cm'dir. Tip A-B olmak üzere iki ana iletişim protokolünü desteklemektedir. Bu standardın 4 bölümü bulunmaktadır [5, 28, 29]:

- Bölüm1: Fiziksel karakteristik.
- Bölüm 2: Radyo frekans gücü ve sinyal ara yüzü.
- Bölüm 3: Başlangıç durumuna gelme ve çarpışmayı önleme.
- Bölüm 4: Aktarma protokolleri.

- ISO 15963-Bu standart da 13.56 MHz frekansla(HF) çalışan temassız kartlar için tasarlanmıştır. 1-1,5 metreye kadar uzaktan kartlar ile okuyucu arasında iletişimi sağlayan standartlar bütünüdür. Basit kimlik belirleme uygulamalarında kullanılır. Okuma uzaklığı artarken iletişim hızı sınırlandırılmıştır. Bu standardın 4 bölümü bulunmaktadır:

- Bölüm1: Fiziksel karakteristik.
- Bölüm 2: Hava ara yüzü be başlangıç durumuna getirme.
- Bölüm 3: Protokoller

- Bölüm 4: Genişleyen komut seti ve güvenlik fonksiyonları.

4.6.3. RFID otomatik tanımlama ve veri yakalama(AIDC) ve ürün yönetim teknolojileri için standartlar

JTC1'in 4. çalışma grubunun 31. alt komitesi(SC31-WG4) AIDC ve ürün yönetim teknolojilerini standartlaştırmaya odaklanmıştır. 2004'te yayınlanan bu standartlar: ISO 15961, ISO 15962, ISO 15963, ISO 18000, ISO 18001. Bunlar tedarik zincirine uygulanan ürün yönetim sistemini yöneten standartlardır [30].

LF'ten mikrodalgaya kadar, RFID frekanslarının tüm aralığını adres olarak seçmişlerdir. Bu benimseme RFID teknolojisinin yükselmesinde oldukça önemlidir.

- ISO 15961-Ürün Yönetimi için RFID- veri protokolü ve uygulama ara yüzü belirlenmesi. Bu standart etiket tipleri, ver depolama formatları, kıyaslamalı şemalar gibi ürün yönetim sistemlerinin söz dizimini ve fonksiyonel komutlarını tanımlar. Bu protokol tanımlaması medya aktarım ve hava arayüz protokollerinden bağımsızdır. Veri kullanmak için genel bir protokol sunan bu standart ISO 15962 ile ilgili bir standarttır.

- ISO 15962- Ürün Yönetimi için RFID- Ver protokolü, kural kodlaması ve mantıksal hafıza fonksiyonları tanımlaması. Bu standart, ürün yönetimi için RFID sistemlerinde bilgi değişimi için kullanılan ara yüz prosedürlerini tanımlar.

- ISO 15963- Ürün Yönetimi için RFID. RFID etiketlerinin tekil tanımlanması için belirlenmiştir. Bu standart numaralandırma sistemini, kaydolma prosedürlerini ve tekil tanımlanan RFID etiketlerinin kullanımını belirlemektedir.

- ISO 1736X ve ISO 10374.2- RFID nin konteynır taşımacılığıyla ilgilidir. Özellikle Department of Defense(DoD) ve Homeland Security ile ilgilidir.

- ISO 17358-Hiyerarşik veri haritalama içeren uygulama gereksinimleri.

- ISO 17363- Yük konteynırı

- ISO 17364- Geri dönüşümlü taşıma ürünleri

- ISO 17365-Taşıma üniteleri

- ISO 17366- Üretim paketlemesi

- ISO 17367- Üretim etiketlenmesi (DoD)

- ISO 10374.2- RFID yük konteynırı tanımlaması

- ISO 18000-RFID hava ara yüzü standardıdır. RFID'nin uluslar arası kullanımı için ortak bir haberleşme protokolü tanımlamak için bir framework sunmuştur. Mümkün olduğunca, farklı frekanslar için benzer protokoller tanımlayarak, spektrum bantlarındaki RFID platformunu benzer yapmak ve geçiş problemlerini en aza indirmek amaçındadır. 7 bölümden oluşmaktadır [5,32,33]:

- 18000-1- Genel Tanımlamalar.
- 18000-2- 135 KHz altı frekanslarla ilgili tanımlamalar(LF)
- 18000-3- 13.56 MHz haberleşmeler ilgili tanımlamalar(HF)(ISO 14443 A/B ve ISO 15693)Manyetik alan kullanır. Orta aralıkta okuma mesafesi 70-150 cm'dir. Fiyatı 0.35\$ dır. Okuma/Yazma özelliğini desteklemektedir. Sudan daha az etkilenir.
- 18000-4- 2.45 GHz haberleşme ile ilgili tanımlamalar(Mikrodalga)
- 18000 -5- 5.8 GH haberleşme ile ilgili tanımlamalar(Mikrodalga)
- 18000-6- 860-960 MHz haberleşme ile ilgili tanımlamalar(UHF). Elektrik alanı kullanır. Uzun aralıkta 2-10 metre okuma mesafesindedir. 0.05 \$' dır. Okuma/Yazma özelliğini desteklemektedir. Küçük anten gerekmektedir ve yüksek ver değişimi kabiliyetine sahiptir.
- 18000-7- 433 MHz haberleşme ile ilgili tanımlamalar(Aktif)
- ISO 18001- Ürün Yönetimi için RFID. Uygulama profil gereksinimi(ARP). 2004'te yayınlanmıştır. Bu standart RFID sistemlerindeki bilgi teknolojileri standartlarına odaklanmıştır.
- ISO 18047 ve ISO 18046, RFID gereçlerinin işletim sistemlerine uygunluğunu test etmek ve RFID gereçlerinin performansını ölçmek için gerekli standartlardır.

4.7. EPCglobal

EPC(Elektronik Ürün Kodu), tedarik zincirindeki bir ürünü tanımlayan dünyada tek bir numaradır. Tedarik zincirinin neresinde olursa olsun bir ürün çeşidin tek bir örneği hakkında sorgulama yapılmasına olanak sağlar [5,33].

EPC Global, EAN(European Article Number) International ve UCC(Uniform Code Council)'in birlikte yürüttüğü bir organizasyondur. Amacı, EPC teknolojisinin belli kurallar çerçevesinde standartlaşması ve benimsenmesidir. Dünya çapında standartlaşmış bir RFID altyapısını oluşturmayı hedeflemektedir. Wal-Mart ve Dod 'un

ikisi de kendi RFID emirlerinde EPC Global RFID teknoloji standartlarını benimsemişlerdir. Target ve Metro AG gibi Almanya'nın önde gelen diğer büyük tedarikçileri de EPCGlobal tarafından geliştirilen standartları benimsemişlerdir. EPC Global standartları perakendecilik ve tedarik zinciri yönetimi uygulamaları için seçim standardı haline gelme yolundadır ve teknolojin yönlendirilmesinde ve endüstride çok önemli etkileri olacağına inanılmaktadır.

EPCglobal Ağı = {ID Sistemi + EPC +Middleware + DS+ONS + EPCIS }

EPCglobal ağının verdiği hizmetler:

- Benzersiz kimlikler atama
- Öğeleri bulma, belirleme, kimliklendirme
- Olayları toplama ve filtreleme
- Olayları depolama ve kuyruklama
- EPC bilgisini konumlandırma
- Ağ için bir referans mimari sağlama [34]

4.7.1. EPCglobal'in tarihçesi

1999'da kurulan Auto-ID Center 100 global şirketin ve dünya üzerindeki 5 üniversitenin ortaklığıyla oluşmuştur. Amerika'dan M.I.T, UK dan Cambridge University, Avustralya'da University of Adelaide, Japonya'da Keio Üniversitesi ve İsviçre'deki St. Gallens Üniversitesi. Bununla birlikte bunlar envanter ve tedarik zincir yönetiminde RFID teknolojilerinin uygulanması için gerekli sistem bileşenlerini ve teknoloji standartlarını geliştirmek için çalışmaktadırlar.

Auto-ID Center'in amacı bilgisayarın internetine karşı nesnelerin internetini oluşturmaktır. Bir diğer deyişle tekil tanımlama için etiketlenmiş nesnelerin dünya üzerinde herhangi bir yerde bilgisayarlar için tanınmasını sağlayacak dünya çapında bir altyapı oluşturmaktır. Bunu “nesnelerin interneti” Elektronik Üretim kodu Ağı (Elektronik Product Code Network) olarak adlandırmaktadırlar. Bu ağın kritik elemanlarını tasarlamaktadırlar. Ucuz RFID etiketleri ve ucuz maliyetli sorgulayıcılar için tanımlamalar yapan Elektronik Üretim Kodu(EPC-Elektronik Product Code), Object Naming System (ONS- Nesne İsimlendirme Sistemi), Product

Markup Language(PML- Üretim İşaretleme Dili) ve Savant yazılım uygulama teknolojilerini içermektedir.

Savant, reader cihazlarını birbirlerine bağlayan ve etiketlerden bilgi akışını sağlayan yazılım sistemleridir. İşletim sistemlerine ve veritabanı uygulamalarına bir ağ geçidi olarak davranmaktadır. Filtreleme ve etiket tabanlı verilerin hesaplanması ve toplanmasını sağlamaktadır.

ONS(Object Naming Service), WWW'daki DNS gibi davranır. Tekil EPC kodlarını ek bilgilerini depolayan Uniform Referans Locator'a sağlar.

Product Markup Language(PML), XML tabanlı fiziksel işaretleme dilidir. Standartlaşmış kelimeleri sağlamak için dizayn edilmiştir. Fiziksel nesnelere, sensör ve RFID okuyuculardan yapılan nesnelere hakkındaki gözlemler, kendini izler ve EPC network yapısında bulunan işlemler arasındaki veri değiş tokuşunu yapmaktadır.

PML W3C XML Schema Language (XSD) i kullanmaktadır.

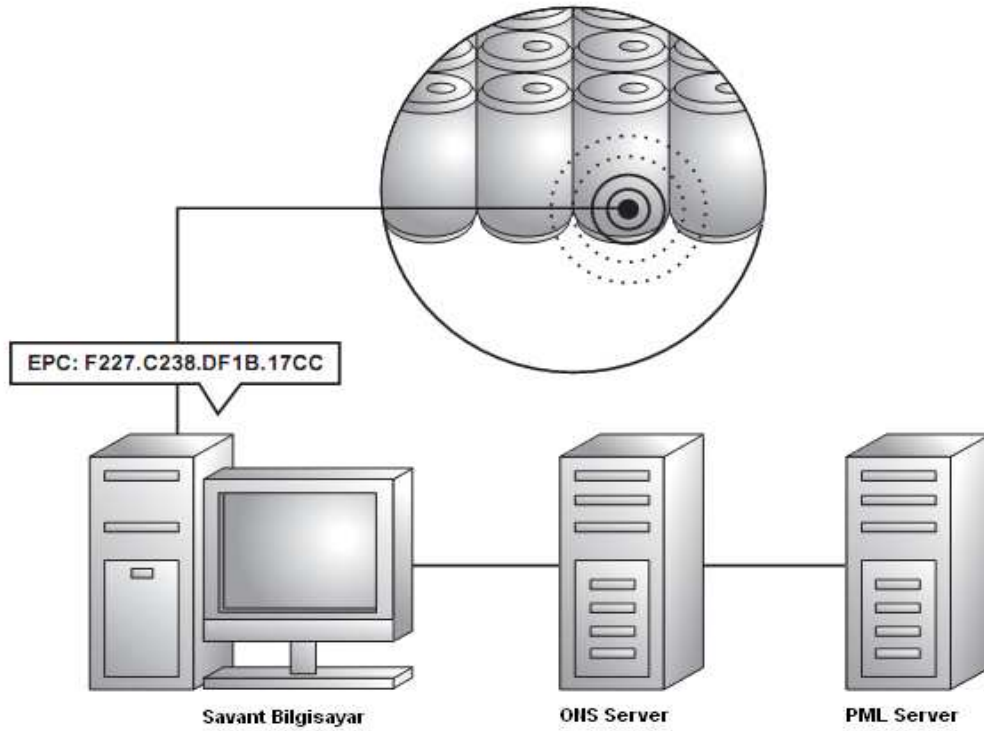
EPC Global 2003'te UPC sembollerinin yaratıcısı Uniform Code Council (UCC) ve EAN International arasındaki katılım teşebbüsüyle oluşmuştur. Kar amacı taşımayan bir organizasyondur. Amaçları EPC Network standardının benimsenmesine teşvik etmektir. Auto-ID Center'in idari çalışmaları EPC Global tarafından sağlanmaktadır.

4.7.2. EPC network

EPC Network 4 temel bileşenden oluşmaktadır. EPC labellerle etiketlenen nesnelere, Savant yürüten bilgisayar sistemleri, ONS ve PML server. Savant bilgisayar, ONS Server ve PML Sever internet vasıtasıyla birbirine bağlanmıştır.

Bir nesne EPC label ile etiketlenmiştir. EPC Label, hangi kuruluş tarafından üretildiğini belirleyen seri numarası gibi, tekil bir kod numarasıyla yüklenmiştir. Sorgulayıcıların ağıdır ve uygulama ve yazılımların işletildiği bir host olan Savant paketindeki EPC labelleri okurlar. Bu üretim zincirinin herhangi bir yerinde olabilir.

Çoklu Savant bilgisayarlar ve readerları, fabrikada veya dağıtım merkezlerinde, depolarda veya perakendeci lokasyonlarda yüklenebilirler. Savant bilgisayar EPC labelı okur bunu ONS Server'a yollar. ONS EPC labelı okur ve bunu üretmiş olan şirketin adres ve ismini üretir. Daha sonra bu adres ve ism Savant bilgisayara geri yollar. Savant bilgisayar şirketin adres ve ismini, şirketin PML serverıyla direk bağlantı kurmak için kullanır. Savant bilgisayar edindiği bilgileri kontrol eder ve satışa uygun olup olmadığından emin olur. Şekil 4.2 EPCGLobal ağı göstermektedir.



Şekil 4.1. EPCglobal ağı [2]

4.7.3. EPC standartları

EPCGlobal, EPC Network bileşenleri için standartlar ve tanımlamalar geliştirmiştir.

Geliştirilen bu EPC Network bileşenleri:

- EPC Etiket Veri Standartları
- HF ve UHF sistemler için iletişim ara yüzü
- Reader Protokolleri
- Savant
- Object Naming Service(ONS)

- Product Markup Language(PML)

EPC, barkot standardı olan Uniform Product Code(UPC) ile benzerdir. EPCGlobal sadece, barkottan RFID' ye geçiş için yeni bir geçiş yolu yayınlamaya çalışmaz.UPC ve EPC sembollerini içerecek Global Trade Identificaton Number (GTIN) olarak adlandırılan büyük bir grup oluşturmaktadırlar. Endüstrilerin bunu kabul edeceği açık değildi ancak EPCGlobal UPC sembollerinin yaratıcısı UCC ve onun ortaklarının desteğini almıştır. Bir EPC numarası bazı parçalardan oluşmaktadır. Bir başlık ve üç veri alanı bulunmaktadır.

Başlık EPC' nin versiyonunu veya tip numarasını tanımlamaktadır. 2. kısım genel üretici firma olan yöneticiyi tanımlar. 3. alan üretim tipini ya da nesne sınıfını tanımlamaktadır. Son alan etikete iliştilerecek olan seri numarasını tanımlamaktadır [34].

Şu an etiketlerin 2 versiyonu bulunmaktadır. 1. versiyon 64 bit veri uzunluğunda hafızaya sahiptir. Diğer versiyonun uzunluğu ise 96 bittir. İlerleyen zamanlarda daha uzun etiketler olabilecektir ancak 96 bitlik versiyon dünya ihtiyacı için yeterli görünmektedir.

01.0000A89.00016F.000169DC0

Başlık 8 bit	EPC Yöneticisi 36-bit	Nesne Sınıfı 24-bit	Seri Numarası 36-bit
-----------------	--------------------------	------------------------	-------------------------

Şekil 4.3. 96 bitlik EPC bölümleri [34]

Şekil 4.3 'de gösterildiği gibi 96 bitlik bir etiket 28 bit yönetici numarası, 24 bit nesne sınıfı ve 36 bitlik seri numarası alanı içerir ki böylelikle 268 milyon şirket, her biri için 16 milyon farklı ürün ve 68 milyon tekil seri numarası tanımlayabilme imkanı sağlamaktadır ki bu da tüm dünya üzerindeki üreticiler için yeterli bir miktardır [9]. Daha küçük 64 bitlik etiketler endüstrilerde kısa zamanlı ihtiyaçların karşılanması için kullanılmaktadır. Üretimi 96 bite oranla daha ucuzdur ve ilk baştaki uygulamaya konulması daha az maliyete ihtiyaç duymaktadır.

Etiketlerin ilk versiyonuna ek olarak, EPC etiketlerine ait birçok sınıflama mevcuttur. Bu etiketlerin karakteristiği aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.1. Yayınlanmış EPC Standartları [2]

EPC Tag Data Standartları	EAN.UCC Global Tcari Ürün Numaraları(Global Trade Item Number(GTIN)), EAN.UCC Seri Nakliye Konteynır Kodu(Serial Shipping Container Code(SSCC)), EAN.UCC Global Lokasyon Numarası(Global Location Number(GLN)), the EAN.UCC Global Ger Dönüşümlü Ürün Tanımlayıcı(Global Returnable Asset Identifier (GRAI), the EAN.UCC Global Özgün Ürün Tanımlayıcı(Global Individual Asset Identifier(GIAI)), ve Genel Tanımlayıcı(General Identifier(GID)) nın serileştirilmiş versiyonları için kodlanmış şemalar tanımlamak
UHF Sınıf 0 Tanımlamaları	900 Mhz Sınıf 0 için Arayüz ve Protokol Haberleşmesi
UHF Sınıf 1 Tanımlamaları	860-930 Mhz için Arayüz ve Protokol Haberleşmesi
HF Sınıf 1 Tanımlamaları	13.56 Mhz Sınıf 1 için Arayüz ve Protokol Haberleşmesi
Radar Protokol	Tag okuyucuları ve EPC uyumlu Yazılım Uygulamaları arasında ki Mesajlaşma ve Protokol Haberleşmesi
Savant Tanımlamaları	EPC Global ağındaki Uygulama İstekleri için Savant Performans Servisleri için Tanımlamalar
Object Name Service ONS Tanımlamaları	ONS in Elektronik Üretim Koduyla (EPC) ilişkili bilginin nasıl bulunup getirileceğini tanımlar.
Fiziksel İşaretleme Dili Çekirdek Tanımlamaları	Readerlar tarafından Veri yakalama için standartlaşmış format sunmak için EPCGlobal Network'te kullanılan ortak kelime kümesi tanımlamaları.

Tablo 4.2. EPC Global Sınıfları [13]

EPC Sınıfı	Açıklama	Programlama
Sınıf 0	“Yalnız okunabilir” Pasif Etiketler	Yarı iletken üretim işleminin bir parçası olarak programlanır.
Sınıf 1	“Bir defa yazılabilir, çoklu okunabilir” Pasif etiketler	Birçok defa programlanabilir.
Sınıf 1- Nesil 2	Küresel birlikte çalışabilirlik, çoklu okuma/yazma ve artırılmış veri iletim hızı sağlar.	Birçok defa programlanabilir.
Sınıf 2	“Tekrar yazılabilir” Pasif etiketler	
Sınıf 3	Yarı Pasif Etiketler	
Sınıf 4	Aktif Etiketler	
Sınıf 5	Okuyucular	Mümkün Değil

BÖLÜM 5. RFID TEKNOLOJİSİNİN AVANTAJLARI, DEZAVANTAJLARI, GELİŞEMEME NEDENLERİ

RFID Teknolojisi son yılların hızla gelişen teknolojilerinden biri olmasında getirdiği avantajların etkisi bulunmaktadır. Her geçen gün artan Pazar payına sahip olması esnek yapısı uygulamalardaki güvenilirliği, ürün takibindeki insan faktörünü azaltması gibi birçok avantajlarının doğurduğu mutlak bir sonuçtur. Ancak teknolojinin geçmişine bakıldığında çok da yeni bir teknolojiden bahsedilmediği aşikârdır. 2. Dünya Savaşı öncelerinden başlayan bu teknolojinin getirdiği avantajların yanında sahip olduğu dezavantajları da bulunmaktadır ki bu dezavantajlar sistemin gelişmesini engellemektedir.

5.1. RFID Teknolojisinin Avantajları

Teknolojinin getirdiği avantajların oldukça iyi sonuçlar doğurması, teknolojinin her geçen gün daha çok kullanıcı bulmasına sebep olmuştur. Aşağıda, bu avantajlardan bahsedilmektedir.

Kullanıcı hatalarını azaltma ve doğruluk: RFID sistemleri yanlış bilgi girişlerini elemektedir. Elle yapılan veri girişlerinde ne kadarlık ve nasıl hatalar yapıldığı konusunda kesin bilgiler bulunmamaktadır. Çünkü veri girişlerinde operatörün uzmanlığına ve iş yoğunluğuna bağlı etkenler hata payını etkileyebilmektedir. RFID uygulamasıyla hatalar çok daha az olmaktadır. RFID kullanımıyla benzer ürün ve benzer kodlara sahip ürünler arasındaki karışıklıklar önlenerek yanlış işlem yapma ihtimali büyük ölçüde azalmaktadır [7].

Dinamik, güncel ve sıralı veri ile ürün takibi: Ham madde ya da yarı mamul üzerine yerleştirilen akıllı RFID etiketler ile parçaların üretim süreci boyunca hangi ürün içerisinde kullanıldığı, kim tarafından hangi aşamada monte edildiği gibi güncel

veriler veri tabanında tutulabilir. Bu sayede, ilgili parçanın kullanıldığı ürünler otomatik olarak tespit edilip gerekli işlemlere tabi tutulabilir.

Veri aktarımında insan etkisini azaltma: RFID etiketler ile üretim hattından sağlıklı bilgiler temin edilebilir, hatalı ürünlerin üretim bandındayken belirlenip diğer işlemlere tabi tutulması önlenir ve belirlenen rota dâhilinde yönlendirilebilir. RFID etiketi, ürün üzerine yerleştirildiğinde stok takibi, nakliye, teslimat ve faturalama gibi kritik iş süreçleri planlanabilir, ürün hayatının değişik evrelerinde insan müdahalesi olmadan kullanılabilir. Bu sayede zaman ve işgücü kaybı en aza indirilebilmektedir.

Tedarik zincirinde etkin yönetim: Tedarik zinciri yönetiminde RFID uygulamalarının faydaları, stok hareketlerinin gerçek zamanlı takibi sonucu etkin lojistik yönetimi, etkin satın alma ve tedarikçi yönetimi, gerçek zamanlı bilgi aktarımı ile hem firma içinde, hem tedarikçilerle hem de müşterilerle daha doğru ve hızlı iletişim, bayi ağında izlenebilirlik sağlanması ve kontrol mekanizmalarının geliştirilmesi, teslimat zamanlarının azalması, teslimat zamanlarının önceden belirlenmesi, tekrarlanan işlerin azaltılması, işgücü ile gerçekleşen işlemlerin otomasyonla gerçekleşmesi sonucunda hataların azalması ve işgücü maliyetlerinde azalma, üretimden 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 açıklanabilir [36, 37].

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. Üretim bantlarındaki durumun gerçek zamanlı izlenmesi ve analiz edilmesi sonucunda kapasite optimizasyonu yapılabilir, maliyetler azalır, satışlar gelişir, nakit akışı artar, özelleştirilmiş servis hizmetleri ve üst düzey müşteriler için üretim geliştirilerek büyük pazar payı yakalanır ve işçi başına, müşteri başına genel aktifleştirme geliştirilir.

RFID sayesinde mağaza içinde ürünlerin gerçek zamanda nerede bulduklarının izlenebilmesi, perakendecilerin fire nedenleri hakkında doğru bilgiye sahip olmalarını sağlamaktadır.

Stok takibi, veri yönetimi ve analizi: RFID sistemleri ile firmaların nereye, ne kadar, hangi tarihte ürün veya hizmet sağlamaları gerektiğinin kararı, etkileşimli olarak hangi üründen ne kadar ve hangi süreyle stok bulunduracağına yönetimi, elektronik ortamda alıcı ve satıcılar arasında etkileşimin sağlanması gibi avantajlar elde edilir. RFID sistemleri ile geliştirilebilecek veri madenciliği teknikleri sayesinde müşterinin hangi mala talep duyduğu yönünde bir veri tabanı oluşturulmasına imkan sağlanabilir. Bu kapsamda işletmeler müşteri taleplerini veya satış reyonlarını yönlendirme şansını da elde edebilir [36, 37].

RFID raftaki stoklar tükenmeden gerekli siparişlerin verilmesini temin etmekle müşteriler için önemli bir kıstas olan perakendecinin sürekli olarak sevk yapabilme kapasitesini olumlu yönde etkilemektedir [38].

Stokların tükenmesi durumu ile ilgili daha az endişelenen perakendecinin azalan kaygısı sonucu, emniyet stoku tutma ihtiyaç da azalmaktadır. Bu durum stok tutma maliyetlerinde önemli bir azalışa neden olmaktadır.

Verilerin şifrelenmesi ve güvenlik: RFID çiplerinin kopyalanması oldukça zordur. Her etiket, güvenlik amacıyla üretici firma tarafından belirlenen ve değiştirilemeyen bir kimlik koduna sahiptir. Etiket üzerindeki bilgiler üzerine birden fazla koruma seviyesi eklenmektedir. Yeni Gen 2 standardındaki 32 bitlik şifreleme sayesinde yetkisiz kişilerin çip üzerindeki bilgilere ulaşması engellenmekte, çip kilitlenmekte ve gerekirse kullanılmaz hale getirilmektedir. RFID' nin güvenliği artırılması mal teslimini ve kontrolünü geliştirir, maliyetlerde önemli azalmalara götürür, hırsızlığı azaltmanın yanında anti-sahtecilik önlemlerini artırır, kullanıcı hatalarını azaltır, yanlış bilgi girişi elimine edilir, benzer ürün ve benzer kodlara sahip ürünler arasındaki karışıklıklar önlenir [39].

RFID sistemi ile raflardan büyük miktarda şüpheli ürün alımları anında tespit edilebilmektedir. RFID sisteminin kaydettiği raftaki alımlar güvenlik kameraları ve ödeme noktalarındaki bilgisayarlar ile bağlanabilmektedir. Yani RFID sistemi tarafından tespit edilen raftaki bir hareketin, güvenlik kameraları veya ödeme noktalarındaki bilgisayarları uyardığı durumlarda, perakendeciler ürünlerin kim tarafından alındığı, ürünler için ödeme yapılıp yapılmadığını kontrol edebilmektedirler.

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 manüel sisteme göre çok daha hızlı işlem yapılabilmektedir. Veri girişlerindeki hız artışıyla, işgücü verimliliği de artmakta ve çalışanlar daha üretken oldukları alanlara kaydırılabilmektedir. Ayrıca RFID kullanımının bir diğer yararı da ekonomik olmasıdır. Zira, doğru veri girişi ve veri girişindeki hızın yükselmesi o işle ilgili istihdam edilen personel sayısında azalma yaratacağından dolayı sistemi daha ekonomik hale getirmektedir [40].

Bilgilerinin zamanında güncellenmesi ve analizi: RFID kullanımıyla muhasebe ve veritabanı sistemlerinde yer alan bilgiler zamanında güncellenir, raporlama ve analiz için gerekli olan doğru bilgiler zamanında elde edilir. RFID, ürünün faturalanması, gönderilmesi, fiziksel stok takibi ve varlık hesaplarının izlenmesi gibi birçok potansiyel etkinliğe sahip olur. RFID sistemiyle entegre çalışan bir stok takip programıyla bilgilere/verilere kolaylıkla ulaşılabilir, veriler dinamik olarak güncellenerek stoklar takip ve kontrol edilir, ambar ve satış denetimi yapılabilir, herhangi bir tarihte stoktan çekilen ve stokta kalan maddeler maliyetleriyle birlikte izlenebilir ve etkin stok yönetimi ve analizi yapılabilir.

RFID kullanımı daimi envanteri mümkün kılmaktadır. Bu, perakendecilerin güncel envanterleri hakkında her an doğru bilgiye sahip olmalarını sağlamaktadır. Daimi envanter uygulaması ile hem fiziki envanter sayımı için harcanan zaman, oluşan masraf hem de yanlış envanter bilgisi temelinde ihtiyaçtan fazla/az stoklama yapılması önlenmiş olmaktadır. RFID teknolojisi çerçevesinde kullanılan akıllı raflar

sayesinde raflar üzerindeki ürünler hakkında bilgi edinmek ve boşalan rafları hemen doldurmak mümkün olmaktadır [38].

Uygulama kolaylığı ve düşük maliyet: RFID uygulaması veri giriş formlarını elimine ederek hem kırtasiye hem de depolama maliyetlerini düşürür. RFID etiketi için karmaşık bir ekipmana-kırtasiyeye gerek kalmadığından veri kaydetme/depolama işlemi oldukça kolay ve diğer otomatik tanıma teknolojilerine göre düşük maliyetli olmaktadır. Kullanımda meydana gelebilecek hasar, eskime, yırtılma vb. faktörler sebebiyle diğer Auto-ID teknolojilerine oranla daha dayanıklı ve kolay uygulanabiliridir.

5.2. RFID Sisteminin Dezavantajları

Yukarıda bahsedilen avantajlarına rağmen satın alma maliyetinin yüksekliği, tüketicilerin RFID kullanımının veri gizliliğine zarar vereceği yönündeki endişeleri, standardizasyon problemleri RFID sistemini kullanma konusunda çekimlere neden olmaktadır.

Maliyetlerin yüksekliği: Önemli RFID maliyet kalemleri etiket, okuyucu, yazılım, entegrasyon ve bakım hizmetlerinin maliyetleridir. Bu kalemler arasında en önemli maliyeti ise etiket fiyatları oluşturmaktadır. Değişken bir maliyet olan etiket maliyetlerinin yüksekliği kullanıcıların RFID sistemi yatırım kararlarını etkileyen önemli bir faktördür [41].

RFID' nin kişisel verilerin korunması açısından yarattığı tehlikeler: Özellikle son dönemde ulusal ve uluslar arası alanda RFID teknolojisinin özel yaşamın gizliliği hakkına ve kişisel verilerin korunmasına yönelik taşıdığı tehlikelere dikkat çeken çeşitli çalışmaların yapıldığı görülmektedir.

RFID etiketleri gözden kaçabilecek kadar küçük boyutlarda olmaları, nesnelerin içine yerleştirilebilmeleri, duylularla algılanamamaları ve bunların varlığına ilişkin herhangi bir işaretin bulunmaması nedeniyle bunları üzerinde taşıyan kişilerce fark edilmeyebilirler. Bir başka ifadeyle, görünmez olabilirler. RFID, etiketlenmiş

nesneleri taşıyan kişilere ilişkin bilgilerin onların haberi olmadan toplanmasına ve üçüncü kişilere aktarılmasına olanak tanıyabilir. Hatta bu kişilerin ayrıntılı profillerinin çıkarılmasına neden olabilir. Bu durum özellikle, güvenli olmayan etiketli pasaport ya da ilaç taşıyan kişiler için ciddi bir potansiyel bir tehlike oluşturacaktır[41, 42].

Bunun gibi RFID' nin temel etkinliklerinden izleme de ciddi sorunlar yaratabilir. İzleme, gizli ya da açık olabilir. Bazı durumlarda (örneğin, RFID'nin çocukların takibi için kullanılmasında) izleme aleni iken, etiketli objenin saklı olduğu, kişinin etiketi üzerinde taşıdığını bilmediği durumlarda, izlenen kişinin haberi olmadan da yapılabilir. Ayrıca RFID' nin "birlikte işler" (açık döngü-open loop) yapısı da kişisel bilgilerin toplanması ve işlenmesi olanaklarını arttırmaktadır.

RFID teknolojisi ile müşterilerin bilgisi olmadan müşterilerle ilgili bilgi toplama (ör: satın alma davranışları) oldukça kolaylaşmıştır. Bunun yanında etiket üstündeki kişisel bilgilerin satıştan sonra kalması ile ilgili kaygılar önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Müşteri dükkândan çıkmadan önce RFID etiketleri çıkarılmaz veya etkisiz hale getirilmezse müşteri satın aldığı eşyaların algıladığı radyo sinyalleriyle kontrol edilebilmektedir. Verilerin yanlış kullanımı, yetkisiz kişiler tarafından erişimi, müşterilerin satın alma davranışı ile ilgili verilerin üçüncü taraflara transferi, sonuç olarak müşterilerin her hareketinin izlenmesi ortaya çıkabilecek problemlere örnek olarak verilebilir [43].

Zawal, RFID teknolojisine geçişin teknolojiye uyum, firma içinde iyileşmeler ve firma dışında iyileşmeler olarak 3 aşamada gerçekleşeceğini öngörmektedir (Chau 2004). RFID sistemleri sonucu elde edilen verinin artması ve firmaların artan veriyi etkin bir biçimde kullanabilme zorunluluğu dikkate alınması gereken bir başka konudur. RFID sistemlerinden elde edilen verilerin kurum içinde kullanılan diğer bilgi sistemleriyle entegre edilmesi gerekmektedir (Ör: Muhasebe kayıtları ve Müşteri İlişkileri Yönetimi). Bunun yanında birçok perakendeci firma mevcut verilerini dahi çok az kullandığını belirtmektedir. RFID sistemlerini işletmedeki süreç ve sistemlerle bütünleşmiş etmek oldukça karmaşık ve maliyetlidir. Bunun yanında Zawal "RFID teknolojisini işletmedeki sistemlerle bütünleşmiş edildiği

durumda gerçek faydanın elde edileceğini belirtmektedir. RFID teknolojisine yapılan yatırımın önemli geri dönüş olasılıkları olan önemli bir yatırım olduğunu, işletme süreçleriyle sağlanan entegrasyonun maliyetleri azaltıp karları artırabileceğini belirtmektedir.”

Standardizasyon Problemi: RFID sistemleri ile ilgili bir başka sorun ise, bu sistemlerin küresel kullanımı mümkün kılan, tüm dünyada geçerli tek tip talimatların, kanunların ve uygulamanın bulunmamasıdır. Frekanslar, etiket ve okuyucuları destekleyen yazılımlar, RFID sistemlerinin belirli alanlarda kullanımı, etiketlerdeki verinin işlenmesi, yapısı kodlanması, hem güvenlik hem gizlilik için gerekli olan verilerin korunması, hava ara yüzü için gerekli parametreler, okuyucuların etiketler ile iletişimini sağlayan algoritmalar gibi hususlarda RFID sistemlerinin küresel kullanımını ve farklı RFID sistemlerin birlikte işlerliğini temin için standartlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tarz standardizasyon çalışmaları pek çok farklı organizasyon (örn: EPC, ISO) tarafından yürütülmektedir. Yürütülen farklı standardizasyon çalışmaları kimi zaman birbirleri ile çelişebilecek standartların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Belirli bir organizasyonun koymuş olduğu standartlarına göre RFID sistemini kuran işletmeler başka bir standart altında çalışamazlar. Standartlar, RFID işlerliğini mümkün kılması ve dolayısıyla RFID sisteminin kullanımının yaygınlaşması, standartları geliştiren organizasyonların işbirliği yapması ve söz konusu standartları birbiri ile uyumlu hale getirmesi ile mümkün olacaktır. Ülkeler arasındaki telekomünikasyon kanunları ve düzenlemeleri bu tarz bir işbirliğin zorlaştırdığı için kanun koyucularında standardizasyon çalışmalarına destek vermesi önemlidir. Standardizasyon problemleri, özellikle tedarikçileri kendi sistemlerinin temel aldığı standartlardan farklı standartlara göre geliştirilmiş RFID sistemi kullananlar için sorun teşkil etmektedir [43,44].

5.3. RFID Teknolojisinin Gelişememe Nedenleri

RFID teknolojisi ile ilgili uygulama sayısının artmasını engelleyen birçok neden bulunmaktadır:

- Entegre bir sistem oluşturmak için oldukça az sayıda firma olması nedeniyle RFID ile ilgili yatırım yapan firmalar teknolojiyi sağlayan firmalardan elde ettikleri teknolojileri kullanarak sistemi kendileri oluşturmak durumundadır.
- Elde edilen faydanın artması için uygulamanın tedarik zincirine yayılması gereklidir. Maliyet ve faydalarla ilgili tartışmaların yoğunluğu nedeniyle projeye başlamak oldukça zordur.
- RFID teknolojisi standart değildir. Standartlarla ilgili birçok öneri olmasına ve birçok standart üzerinde çalışılmasına rağmen gelecekte hâkim olacak standart ile ilgili belirsizlik hâkimdir. Dolayısıyla, standartlar konusundaki belirsizlik RFID'ye yapılan yatırımların azalmasında önemli bir etkidir.
- RFID teknolojisiyle ilgili hatalar teknolojinin yaygınlaşmasını engellemektedir. Bu hatalar radyo dalgalarının çakışması, ürünlerin farklı özellikleri nedeniyle farklı etiketlerin kullanılmasının gerekliliği, herhangi bir ülkede bir etiketle işlem gören frekansın başka bir ülkede çalışmaması,
- RFID teknolojisinin yaygınlaşmasını engelleyen bir diğer neden ise etiket maliyetleridir. Etiket maliyetlerinin önemli bir engel olması her malzemeye etiket takılması söz konusu olduğunda önemini arttırmaktadır. Etiket maliyetleri düşük fiyatlı ürünlerde RFID kullanımının ekonomik uygunluğunu ortadan kaldırmaktadır. Etiket fiyatları 5 cent'e düşmeden RFID yatırımlarının ekonomik olmayacağı görüşü hâkimdir.

BÖLÜM 6. BİLGİ GÜVENLİĞİ

Bilgi teknolojileri geliştikçe ve bizim onlara olan ihtiyacımız arttıkça, bilginin ve üzerinde aktığı veya beklediği bilgi sistemlerinin güvenliği de üzerinde düşünülmesi gereken bir konu haline gelmektedir. Bilgi güvenliği üzerinde elektronik ticaretin aktığı bilgi teknoloji sistemlerinin ve yaratılan sanal ortamların hukuki geçerliğe sahip olmasını sağlayarak, katılımcıların mahremiyet, kimlik, eser sahipliğini ve tüketici haklarını korumaktadır.

Veri güvenliği arında verilerin kötüye kullanımını, verilere yetkisiz kişilerin erişimini, verilerin tahrifini, veri kaybını, verilerin taklidini, tahribini, silinmesini önlemeye yönelik tüm organizasyonel ve teknik önlemler anlaşılmaktadır [2].

Ürünlerin tesliminden, döküm kontrolüne, satın almadan ödemeye kadar yürüyen prosedürler, ortamı tüm kullanıcılar için güvenli bir hale getirmişti. Bilgi güvenliği teknolojileri, ticaret hayatını birçok noktadan kucaklayarak, hukuki ve gerçek anlamda gereken güvenlik mekanizmalarını işletir ve yapılan işlemlerin, doğru, eksiksiz, güvenilir ve denetlenebilir olmasını sağlamaktadır.

6.1. RFID ve Güvenlik

RFID teknolojisinin yeni bir teknoloji olmamasına ve gün geçtikçe önem kazanıp yapılan çalışmaların artırılmasına rağmen, gizlilik ve güvenlik ile ilgili sorunları tam olarak çözülmemiştir. Verimlilik artışındaki sağladığı getirilerin yanında, RFID sistemleri, bireylerin ve organizasyonların güvenliğine yeni tehditleri de beraberinde getirmektedir.

RFID Journal Makalesine göre dikkat edilmesi gereken 3 ana alan bulunmaktadır [45].

- Etiket üzerindeki veriyi korumak.

- Etiket in entegresini korumak.
- Etiket in seri numarasıyla ilgili veriyi korumak.

Korunmayan etiketler, trafik analizi, servis durdurma, dinleme, yanıltma gibi saldırılara maruz kalınabilmektedir. Yetkisiz okuyucular yongalar üzerindeki bilgiyi okuyabilmektedirler. Etiket yongası üzerinde etiket şifrelenmiş bile olsa, okuyucu bu etiketin nerede olduğunu öğrenmiş olacak, izleyebilecek ve “konum gizliliği” kalmayacaktır.

Potansiyel kullanıcıların ve etiketli objeleri tüketebilecek potansiyel tüketicilerin RFID sistemlerinde veri güvenliğinin temini ile ilgili endişeleri bu sistemlerin pratikte yayılmasının önündeki önemli engellerden biridir. RFID saldırı yöntemlerinin iyi bilinenleri aşağıda sıralanmaktadır [44,46]:

Fiziksel Saldırıları: RFID etiketinin yırtılması, kazınması, devrelerin parçalanması, radyasyona maruz kalması gibi dış etkilerdir.

Servis Durdurma: RF kanallarının sinyallerinin bozulması buna örnektir.

Taklit Etme: RFID etiketlerinin istenilen şekilde değiştirilmesi. Etiket in taklidi durumunda saldırgan etiket tanımlayıcısı ve/veya etiket in güvenlik verilerini ele geçirerek etiketleri emüle edip klonlayabilmektedir.

Yanıltma: Etiket in taklit edilmesi yoluyla okuyucunun aldatılması.

Dinleme: Etiket ile okuyucu arasındaki mesajların izinsiz dinlenmesi.

Veri trafiği analizi: Etiket ile okuyucu arasındaki etkileşimdeki mesajların izlenerek veri analizi yapılması. Özellikle şifrelenmiş verilerin çözümlenmesinde örnek elde etmek için kullanılmaktadır.

Ara bellek taşması: Saldırmanın doğrudan (kullanıcı girdisi ile) veya dolaylı(ortam değişkenleri ile) olarak veri girdisi yapması ile başlar. Bu veri girdi bellekte ayrılan alandan daha büyüktür ve bu alanda olan ne varsa üzerine yazılacaktır.

Code Insertion: Bazı betimleme dilleri kullanılarak, tehlike yaratabilecek kod parçaları RFID sistemlerine gönderilebilmektedir.

SQL Injection: Kötü SQL komutlarının gönderilecek veritabanı üzerinde çalıştırılmasıdır.

Etiketlerin çalışamaz duruma getirilmesi: Etiketlerin çalışamaz duruma getirilmesi, etiketlerin ya fiziksel olarak tahribi ya da yetkisin kişilerce “kill” komutu kullanımı ile kullanılamaz hale getirilmesidir.

Etiketlerin objelerden sökülmesi: Etiketlerin ait oldukları ve monte edildikleri bir objeden sökülerek ait olmadıkları tanımlamadıkları başka bir objeye monte edilmesi de veri güvenliğine zarar veren bir saldırdır.

Blocker tag kullanımı ile okuyucunun bloke edilmesi

İzinsiz okuma: İzinsiz okuma altında RFID etiketlerini okuma yetkisi olmayan saldırmanın etiketlere erişerek üzerindeki verileri okumasıdır.

Etiket ve okuyucu arasındaki frekansın bozulması: Etiket ve okuyucu arasındaki frekansın bozulması, radyo ara yüzü üzerinden veri alışverişinin etiketlerin örtülmesi ya da parazit gönderme istasyonlarının radyo sinyallerini bozması yoluyla engellenmesidir.

Etiketlerin çalışamaz duruma getirilmesi, objelerden sökülmesi: Blocker tag kullanımı ile okuyucunun bloke edilmesi, etiket ve okuyucu arasındaki frekansın bozulması ile iletişimin engellenmesi RFID sisteminin kullanımını engelleyen saldırılar olduğu için ilgili literatürde servis kullanımını engelleme saldırıları (denial of service, DoS) adı altında toplanmaktadır [47].

Etiket ve okuyucu arasındaki iletişimin izinsiz dinlenmesi.

İzleme: Radyo sistemlerinde izleme saldırıları saldırganların farklı noktalara yerleştirdikleri okuyucuların önlerinden geçen etiketli objelere ait verileri okumaları ve bu veriler arasında ilişki kurma yoluyla hareket profilleri çıkarmaları, sosyal etkileşimleri tespit etmeleri, finansal işlemleri takip etmeleri şeklinde gerçekleştirilmektedir [47].

Yönlendirme Saldırıları: Yönlendirme saldırıları saldırganın birbirleri ile iletişim kurması gereken bir etiket ve okuyucunun birbirleri ile iletişim kurduklarını sanarken ayrı ayrı saldırgan ile iletişim kurmasını sağlaması ile gerçekleşir. Bu saldırı için saldırgan iki ek araca ihtiyaç duymaktadır. Bunlardan ilki, RFID okuyucusu ile iletişim sağlayan, etiket gibi görünen ve hayalet adı verilen araçtır. Diğeri ise etiket ile iletişimi mümkün kılan, okuyucu gibi görünen ve “sülük(leech)” olarak adlandırılan araçtır. Okuyucudan hayalete yapılan her talep sülüğe iletilmektedir. Sülükte bu cevabı hayalete iletmektedir. Gelen talebe karşı etiketten sülüğe bir cevap gönderilmektedir. Sülükte bu cevabı hayalete iletmektedir. Hayalette cevabı okuyucuya göndermektedir. Hayaletten gelen cevap onaylanmış etiketten gelen doğru cevap olduğu için hayalet onaylanmış olmaktadır. Böylece hayaleti kullanan saldırgan erişimi sınırlı olan alana erişim hakkı ele etmektedir[46,47].

RFID kötücül yazılımları (RFID-Malware): RFID kötücül yazılımları üç kategoride gruplanmaktadır: RFID korunmasızlık sömürücüleri, RFID solucanları ve RFID virüsleri. RFID korunmasızlık sömürücüleri internette bulunan korsan saldırılara, benzemektedir. RFID korunmasızlık sömürücülerinin bu saldırılardan farkı sömürücü saldırılarının kaydedildiği etiket belleğinin veri kapasitesinin küçük olabilmesidir. RFID solucanları ve virüsleri orijinal korunmasızlık sömürücüsü kodunu yeni RFID etiketlerine kopyalayan korunmasızlık sömürücüleridir. RFID solucanları ile virüsleri arasındaki fark solucanların yayılması için ağ bağlantılarına ihtiyaç duymaları virüslerin ise ağ bağlantısına gerek olmaksızın RFID sistemi aralığıyla kendi kendilerine yayılabilmeleridir. RFID kötücül yazılımları etiketler okunduklarında aktif hale gelir ve sisteminin ara katman yazılımına veya arka uçtaki veri bankasına geçerler. Sistemin güvenliği yeterince sağlanmamışsa

sisteme bulaşan kötücül yazılım sistemin zayıflığından yararlanır ve kendini diğer etiketlere kopyalanmaktadır [46,47].

6.2. Güvenlik Önlemleri

Yukarıda izah edilmiş saldırıları engellemek ya da bu saldırıların etkilerini azaltmak amaçlı aşağıda sayılan önlemler uygulanabilir [14, 44, 46]:

Kimlik doğrulama: Kimlik doğrulama metodunda verilere erişim ancak başarılı bir kimlik doğrulama sonrası mümkündür. Etiket kimliği doğrulama, okuyucu kimliği doğrulama ya da çoklu simetrik kimlik doğrulama ile izinsiz okuma, veri tahrifi, etiket taklidi, “kill” komutunun kötüye kullanımı önlenir [5,6]. RF sistemlerinde kullanılan kimlik doğrulama metodlarına örnek olarak challenge-response metodu, parola kullanımı temelinde kimlik doğrulama (password authentication), hash temelli mesaj doğrulama kodu (hash-based message authentication (HMAC)), dijital imzalar (digital signatures) verilebilmektedir.

Kod saklama: Kod saklama gizli dinleme saldırılarına karşı ileri yönde kanal (forward channel) üstünden transfer edilen verileri saklayan bir metottur. Bu metodun kullanıldığı EPCglobal birinci sınıf ikinci nesil etiketlerde okuyucu etikete etiketten bir anahtar istediğini bildirir bir mesaj gönderir, etiket anahtar olarak 16 bit’lik bir rastgele sayı üretir ve okuyucuya gönderir. Okuyucu bildirilen anahtar ile gönderilecek veriye özel veya (exclusive-or, XOR) operasyonunu uygulayarak şifreli veriyi üretir. Şifreli veri okuyucu tarafından etikete gönderilmektedir. Etiket şifreli veri ve anahtara özel veya operasyonunu uygulayarak gönderilen veriyi deşifre etmektedir [48].

Transfer edilen verinin şifrenmesi (encryption of data in transit) : Transfer edilen verilerin şifrenmesi yaklaşımında etiketler üzerindeki veriler K isimli bir anahtar ile şifrenenerek taşınır. Verilerin işe yaraması için deşifre edilmesi gerekir. Veriler gönderildikleri yerde bir başka anahtar K' ile deşifre edilir. K ve K' aynı ise simetrik şifreleme kullanılmış demektir. K ve K' farklı ise asimetrik şifreleme yapılmış demektir. RFID sistemlerinde genelde simetrik

şifreleme kullanılır. Gizli dinleme ile anahtarın öğrenilmesi ihtimaline karşı sözde rastgele sayı üretici ile bulunan sözde rastgele sayılar anahtar olarak kullanılır. Bu sayılar ile orijinal veriye bir şifreleme fonksiyonu (örn. simetrik şifreleme fonksiyonu DES, 3DES) uygulanarak orijinal veri şifreli veriye dönüştürülür. İzah edilen metot radyo ara yüzü üzerinden gerçekleştirilen veri transferinin dinlenmesini önler bir metottur [48].

Etikette kayıtlı verilerin şifrenmesi: Etikete kaydedilecek verilerin kayıt işlemi öncesi şifrenmesi ve şifrenmiş verilerin etiketlere kaydedilmesi ile yetkisiz okuma saldırıları önlenmektedir. Şifreli veriler etiket dışında ilgili okuyucu, ara katman yazılımı ya da kurumsal alt sistem tarafından deşifre edilmektedir [47, 48].

Kalkanlama: Kalkanlama RF sisteminin bulunduğu mekanın ya da sistemin ilgili bileşenlerinin bir materyal ile korunması ve böylelikle radyo frekans sinyallerinin korunan alanın/bileşenin dışına yayılmasının sınırlandırılmasıdır. Bu metot ile gizli dinleme ya da izinsiz okuma işlemleri ile saldırganların RF sisteminden veri toplamaları engellenmektedir [48].

Press-to-activate anahtarının kullanımı: Etiketlerde press-to-activate anahtarı kullanımı ile etiketler istendiğinde adı geçen anahtara basılarak aktif yani çalışır duruma getirilir. Anahtara basılmadığı sürece etiketler çalışamaz durumda bekler. Anahtara basılınca etiket radyo frekanslı iletişime katılabilir. Etiket aktif durumdayken anahtara basıldığında tekrar çalışamaz duruma geçer. Bu metot kullanıcıların etiketlerin okuyuculara ne zaman ve nerede cevap vereceğini kontrol etmelerini sağlar. Böylelikle izinsiz dinleme saldırıları ve izinsiz okuma/yazma işlemleri önlenir [46, 48].

Kill komutu kullanımı : “Kill” komutu kullanımı ile etiketlerin etkinliğinin daimi olarak sonlandırılması mümkündür. Bu komut etiketler üzerindeki verilerin yetkisiz kişilerce okunmasını, izleme saldırılarını önler [14]. “Kill” komutunun yetkisiz kimselerce kullanımı etiketlerin istem dışı etkisiz hale getirilmesine neden olur. Komutun yetkisiz kişilerce saldırı amaçlı kullanımını önlemek adına

komut bir kimlik doğrulama mekanizması ile kullanılmalıdır [6]. Örneğin EPC birinci sınıf ikinci nesil etiketlerde etiketi öldürmek için okuyucunun “kill” komutunu etikete spesifik 32 bit uzunluğundaki doğru PIN ile kullanması gerekmektedir [14].

Kırılır etiketler kullanımı: Kırılır etiketler kullanımı ile etiketlerin etkinliğini sonlandırmak ve yetkisiz kişilerce okunmasını, izlenmesini önlemek mümkündür. Bu tip etiketlerde kullanıcı etiketin antenini imha ederek etiketi çalışamaz duruma getirmektedir [15].

Blocker tag kullanımı: Blocker tag’lar aynı zamanda yetkisiz kişilerce etiketlerin okunmasını, izlenmesini önlemek amaçlı bir güvenlik önlemi olarak da kullanılabilirler.

Bir okuyucu tarafından gönderilen sorguyu birden fazla etiket yanıtlarsa, okuyucu çakışma olduğunu varsayacaktır. Etiket okumada kullanılan önemli protokoller “ALOHA” (13.56MHz) ve “treewalking” protokolleridir(915 MHz). Bunlardan kısa frekansta kullanılan “tree-walking” protokolünün çalışma mantığı kullanılarak pasif bir sinyal bozma yöntemi geliştirilmiştir. “Blocker tag” adı verilen bu yöntem ile yeniden tasarlanan etiketin, olası tüm seri numaralarının benzetimini yapması ve RFID okuyucuyu yanıltması sağlanmıştır [14].

Aktif sinyal bozma yaklaşımı: Aktif sinyal bozma yönteminde rastgele radyo sinyalleri yayan bir radyo frekansı cihazı ile radyo kanalı rahatsız edilerek etiketlerin okunması, izlenmesi önlenmektedir [14,46].

Lock komutu kullanımı: Parola korumalı kilitleme özelliğine sahip etiketlerde etiket belleklerinin okunması ve/veya bellekteki bilginin değiştirilmesi önlenmektedir. Bu tür etiketlerde kilitleme (lock) komutu kalıcı olarak ya da istendiği zaman devreye girecek şekilde etiketin tüm belleğine ya da bellekte belirli bir bölgeye uygulanarak veri tahrifi, izinsiz okuma saldırıları önlenmektedir [46, 49].

Arka uçtaki veri bankasında veri arka uçta bir veri bankasında veri saklama metoduna göre RFID etiketlerinde etiketleri tanımlayan veriler dışında herhangi bir veri saklanmaz. Etiketlenen objeyi ilgilendiren tüm veriler ekstern bir veri bankasında saklanır. Tanımlayıcı bir kod kullanımı ile ekstern veri bankasındaki verilere istenildiği zaman çok hızlı bir şekilde erişilebilir. Bu metot ile etiketlere yönelik olası fiziksel bir saldırıda verilerin zarar görmesi önlenmiş olur, bellek kapasitesi daha düşük ve dolayısıyla maliyeti daha uygun olan etiketler kullanılabilir, izinsiz okuma ve dinleme saldırıları önlenebilmektedir.

Takma ad (pseudonym) kullanımı: Etiketlerin yetkisiz kişilerce okunmasını önlemek amaçlı takma ad kullanımı metodu da uygulanabilir. Takma ad kullanımı ile etiketlerin kimlikleri saklanır. Gerçek kimliği sadece yetkili okuyucular bilir. Hash-lock, randomized hash-lock, chained hashes takma ad kullanımına verilebilecek birkaç örnektir.

Dedektör kullanımı: Okuyucu ve etiket arasındaki frekansı bozmaya yönelik saldırılar parazit istasyonlarından gönderilen sinyalleri tespit edebilecek detektörler kullanımı ya da taşıyıcı frekansının kısa aralıklarla sürekli değiştirildiği bir yaylı spektrum yöntemi olan frekans hoplaması metodu ile önlenebilmektedir .

Frekans hoplaması: Okuyucu ve etiket arasındaki frekansı bozmaya yönelik saldırılar parazit istasyonlarından gönderilen sinyalleri tespit edebilecek detektörler kullanımı ya da taşıyıcı frekansının kısa aralıklarla sürekli değiştirildiği bir yaylı spektrum yöntemi olan frekans hoplaması metodu ile önlenebilmektedir.

Tekrar adlandırma yaklaşımı: Etiketlerin objelerden sökülmesi, etiketlerin çalışamaz duruma getirilmesi (örneğin “kill” komutu, kırılır etiketler kullanımı), tekrar adlandırma yaklaşımı ve bazı özel cihazların kullanımı ile de izleme saldırıları önlenebilir [46].

RF sistemi kullanıcısı tarafından taşınan özel cihazlar: Etiketlere erişim RF sistemi kullanıcıların taşıyacağı watchdog tag, RFID koruyucusu (RFID guardian) gibi özel cihazlar ile de temin edilebilir. Watchdog tag'ın amacı bu cihaza yakın olan okuyucu sinyallerinden okuyucular hakkında bilgi edinmektir (örn. okuyucu tanımlayıcısını (reader identifier) öğrenmek). RFID koruyucusu yakınındaki etiketlere sadece kimliği doğrulanmış okuyucuların erişimine izin verir. Yetkisiz bir okuyucunun etikete erişimi sinyal bozma ya da seçici bloklama (selective blocking) gibi metotların uygulanması ile engellenmektedir.

BÖLÜM 7. RFID ÖZEL YAZILIMLARI VE BİLGİ TEKNOLOJİLERİNE ENTEGRASYONU

İlk RFID gelişmeleri etiket üzerine bazı şeyler iliştiirmek ve bunları donanımda otomatik olarak geniş frekanslarda tanımlama işlemine yoğunlaşmışlardır. Ancak daha sonra, veri toplama, filtreleme, RFID sistemlerine entegrasyonda desteği gerçekleştirilmeye yoğunlaşmışlardır.[49]

RFID' nin tam faydalarından yararlanabilmek için, kendi karar verme işlemlerimize RFID datalarını içeren RFID çözümlerini dâhil etmenin bir yolunun bulunması gerekmektedir. Şirket IT sistemleri bu işlemlerin tam merkezinde bulunmaktadır. RFID' ye yatırım yapan şirketler ve organizasyonlar, etkinliğin artırılabilmesini ve organizasyonel işlemlerin gelişmesini, ancak RFID'nin IT sistemleri içine karışmasıyla sağlayabileceklerdir.

Bu özel yazılımların geldiği yerdir. Özel yazılımlar, şirket IT sistemleriyle yeni RFID donanımlarını birbirine bağlayan yazılımlardır.

Bilgisayarlar, değerleri, üzerinde çalışan yazılım uygulamalarından sağlamaktadırlar. Benzer şekilde, RFID donanımları da kullanıcıların üzerlerinde çalıştıkları yazılım araçları olmadan hiçbir anlam ifade etmezler. Özel yazılımlar sadece bir yazılım aracıdır.

Özel yazılımlar, RFID ağları ve organizasyon içerisinde bulunan IT sistemleri arasında veri yönlendirmesi için kullanılmaktadır. Bu da RFID sistemleri ile IT sistemlerinin bütünleşmesi anlamına gelmektedir. Özel yazılımlar, RFID sistemleri tarafından üretilen bilginin kullanılabilir olmasından ve kalitesinden sorumludur. Bir trafik polisi gibi davranarak, birçok okuyucu ve organizasyon içerisindeki tedarik zinciri yönetimi, şirket kaynak planlaması uygulamaları gibi şirket uygulamaları arasındaki veri akışını yönetmektedir.

Özel yazılımlar ile verinin kullanımı etkili ve faydalı yapılır, etiketlerin ürettiği bilgilerin akışları ile ilgili olan yollar standartlaştırılır, veri hacmi küçültülür, veri ağ içerisinde seçilerek iletilir ve gerçek zamanlı olarak yönetilebilir [1, 11].

RFID yazılımları hem sabit hem de mobil sistemler için modüler hale getirilebilir olup ihtiyaca göre optimize edilerek kısa bir süre içinde kullanıma hazır özellikte olmalıdır. Ara katman yazılımı, firmaların/kurumların değişen ihtiyaçlarına uygun olarak entegratör firmalar tarafından o firmaya/kuruma özel olarak geliştirilmeli ve firmanın/kurumun kullandığı ERP/MRP sistemine entegre edilerek birlikte çalıştırılmalıdır. Bu şekilde firma/kurum personeli alışkın olduğu şekilde veri alabilecek, raporlara ulaşabilecek ve her işlem için farklı bir yazılım çalıştırmak zorunda kalmayacaktır. Bu entegrasyon hizmeti RFID hizmetini veren firma, bu firmanın kullandığı mevcut sistemin desteğini veren firma ile birlikte çalışarak, gerekli verilerin doğru yerlere yazılıp-okunmasını sağlayacak şekilde yapılmalıdır [51,52].

7.1. RFID Özel Yazılımlarının Çekirdek Fonksiyonları

Özel yazılımlar terimi sadece RFID uygulamaları için değildir ama hepsi IT içerisinde olan çok geniş bir alanda uygulanmaktadır. Diğer özel yazılım örneklerine gibi olmayan, RFID özel yazılımları genellikle merkezden daha çok IT sistemlerinin köşesinde işletilmek için tasarlanmaktadır. Örneğin, RFID ağlarının özel yazılım bileşenleri, organizasyonların IT sistemlerinin merkezinden çok depolarda ve fabrikalarda bulunmaktadır. Bu da dağıtılmış ağlara ve merkezileşmiş IT altyapılarına gereksinim duymaktadır.

RFID özel yazılımları, veriyi işlem noktasına ve işlem noktasından taşır. Örneğin etiket okuma işlemlerinde, etiket üzerindeki veri okuyucudan tercih edilen IT sistemine taşınacaktır. Bunun aksine, etiket yazma işlemlerinde, özel yazılım, veriyi şirket IT sistemlerinden tercih edilen okuyuculara ve en sonunda seçilen etikete taşıyacaktır. RFID özel yazılımlar 4 ana fonksiyondan oluşmaktadır:

Veri Toplama: Özel yazılımlar, RFID ağı boyunca çeşitli RFID okuyuculardan gelen verileri alma, toplama, düzeltme ve filtreleme işlemlerinden sorumludur.

RFID özel yazılımları, RFID okuyucular tarafından toplanan büyük hacimli ham veri ile şirket IT sistemleri tarafından karar verme işlemlerinde kullanılacak nispeten küçük boyuttaki veriler arasında bir buffer olarak hizmet vermektedir. Özel yazılım bufferı olmazsa, şirket IT sistemi kolaylıkla veri akışı sırasında kendini kaybedebilir. Örneğin, Wal-Mart ürün-seviyesinde etiketleme yaptığıında, her saniyede 2 terabyte ham veri akışı olmaktadır.

Veri Yönlendirme: Özel yazılım, RFID ağlarının şirket sistemiyle entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır. Bunu veriyi, organizasyon içerisinde bulunan uygun şirket sistemine yönlendirme ile yapmaktadır. Diğer bir ifade ile, özel yazılım, hangi verinin nereye gideceğini belirlemektedir. Örneğin, okuyucu ağı tarafından toplanan bazı veriler, envanter takibini tutmak için gerekli depo yönetim sistemi girdisi olabilirken diğer veri ise daha çok stok ve borç hesapları için geliştirilen uygulamalara yönlendirilebilecektir.

İş Yönetimi: Özel yazılımlar, şirket kurallarına bağlı olayları tetiklemek için kullanılmaktadır.

Cihaz Yönetimi: Özel yazılımlar, ayrıca okuyucuları gözlemlemek ve koordine etmek için kullanılmaktadırlar. Büyük şirketler, ağ boyunca farklı bantlarda ve farklı tiplerde binlerce veya yüzlerce okuyucu kullanılmaktadırlar. Bu okuyucuları bağlamak ve izlemek, cihazların durumlarını ve yaşamlarının izlerini takip etmek, başlı başına çok büyük bir iştir ve özel yazılımlar seviyesinde çok büyük etkinliği bulunmaktadır

Bir RFID özel yazılımı bazı avantajlar sağlamaktadır[53]:

- RFID donanımından uygulamaları ayırmaktadır.
- RFID okuyucular tarafından okunan etiketi bilgilerini tutar ve uygulamaya uygun verileri göndermeden önce işlemektedir.
- RFID okuyucuların ve sıralanmış RFID verilerinin aynı şekilde yönetimi için uygulama- seviyesi ara yüzü sağlamaktadır.

- RFID ağlarını uzaktan yönetmek, özel yazılımlar aracılığı ile mümkün olabilmektedir.

7.2. RFID Sistemlerinin Parçası Olarak Özel Yazılımlar-EPC Mimarisi

Birçok RFID özel yazılımı, Savant olarak bilinen, EPCglobal standartlarına dayalı olarak geliştirilmektedir.

Savant tanımlamaları, Şekil 7.1' de gösterilmekte olan fonksiyonlara uygun olarak yazılım bileşenlerini sıralamaktadır. 3 fonksiyonel kategori bulunmaktadır [5]:

- Çekirdek İşlemleri
- Okuyucu Ara yüzleri
- Şirket Uygulama Bağlantıları

7.2.1. Çekirdek işlemleri

Çekirdek işlemleri, şirket uygulamalarında herhangi bir yerde oluşan darboğazları ve tıkanıklıkları azaltmaya yardımcı olarak, ağda bulunan okuyuculardan toplanan verileri IT uygulamalarına katılması için yönlendirmeden önce sıralamak ve değiştirmektedir.

Özel yazılım uygulamalarındaki çekirdek işlem fonksiyonları, merkezi yerleşimden daha çok, depo gibi şirket ağlarının daha köşelerinde, merkezi işlem bilgisayarlarındaki ve veri iletim ağlarındaki zorunu yerleşmeyi azaltan kullanıma vermektedirler.

En azından, yazılım yanlış yönlendirilmiş, lüzumsuz ve tekrar eden sistemin girişine doğru akan verilerin sayısını azaltan verileri, ortadan kaldıracaktır. İyi ayarlanmış bir operasyonda, RFID ağı tarafından toplanan verilerin çoğu umulan veriler olacaktır. Örneğin, Hewlett Packard(HP), her gün 5 terabytelık üretim yapan Amerika'da ve Brezilya'da RFID fabrikaları işletmektedir. Şirket tüm bu bilgileri kullanmamaktadır. Sadece nakliyedeki hatalar ve beklenmedik durumlar kullanılmaktadır ve özel yazılım uygulamaları sorunlu olanları atmaktadır [5, 53].

Bilgilerin şirket sisteminden RFID sistemlerine doğru, bilginin çıkışa doğru akışı, çekirdek işlem fonksiyonları, iş kurallarını ve şirket iş yönetim komutlarını cihaz ayarlama komutlarına çevirmektedir. Örneğin, şirket IT uygulaması, batı yakası depo fabrikasından, doğu yakası dağıtım merkezine palet göndermek için bir komut meydana gelmiştir. Özel yazılım, okuyucuların ağındaki bu paleti bulmaktan ve bunu nakliye işlemleri boyunca takipte tutmaktan sorumlu olmaktadır.

7.2.2. Okuyucu ara yüzü

Okuyucu ara yüzü çekirdek işlem fonksiyonları ve RFID donanımları arasında çalışmaktadır. Okuyucu ara yüzü, RFID sistemlerini geliştirmek, yönetmek ve okuyucu ve etiketleri kontrol etmek için olanak sağlamaktadır. Bu farklı coğrafik lokasyonlardaki büyük fabrikalarda, fazla sayıdaki okuyucunun ve etiketin bulunduğu büyük organizasyonlarda zor bir iştir. Özellikler farklı markaların, veri formatları ve haberleşme ara yüzleri işi zorlaştırmaktadır.

Okuyucu ara yüzleri, çekirdek işlem özel yazılımları ile okuyucu arasında aynı biçimde haberleşme sağlamaktadır. Kapı arkasında X Firmasına ait okuyucu, üretim bandında Y firmasına ait okuyucu kullanan bir depo düşünüldüğünde bu okuyucuların farklı veri formatları ve haberleşme ara yüzleri bulunmaktadır. Böyle bir durumda, şirket IT sistemi ve RFID ağı arasındaki haberleşmedeki farklar olacaktır. Bu özel yazılım seviyesinde çok etkilidir ve okuyucu ara yüzü seviyesinde oldukça belirleyici olmaktadır.

RFID ara yüzleri, birini diğerinden koruyarak ve ikisi arasında buffer olarak hizmet vererek, RFID ağları ve çekirdek yazılımları arasında haberleşmeyi sağlayacaktır. Bunu yaparken, okuyucular arasındaki farklar, çekirdek işlem fonksiyonları ve şirket IT istemlerini içeren her ağ bileşeni için görünmez hale gelecektir[5].

Ağ ara yüzleri, ayrıca verinin doğru okuyucuya yönlendirilmesinden sorumludurlar.

7.2.3. Kurumsal uygulama bağlayıcıları

Kurumsal uygulama bağlayıcıları, çekirdek işlemleri ve şirket IT sistemleri arasında çalışmaktadır. Bunların her ikisi de depo yönetimi, şirket kaynak planlaması, sıra yönetimi, trafik yönetimi ve üretim işlem sistemleri ve veri depolaması gibi şirket uygulamalarından ve şirket uygulamalarına RFID verisi sağlamakla görevlidirler.

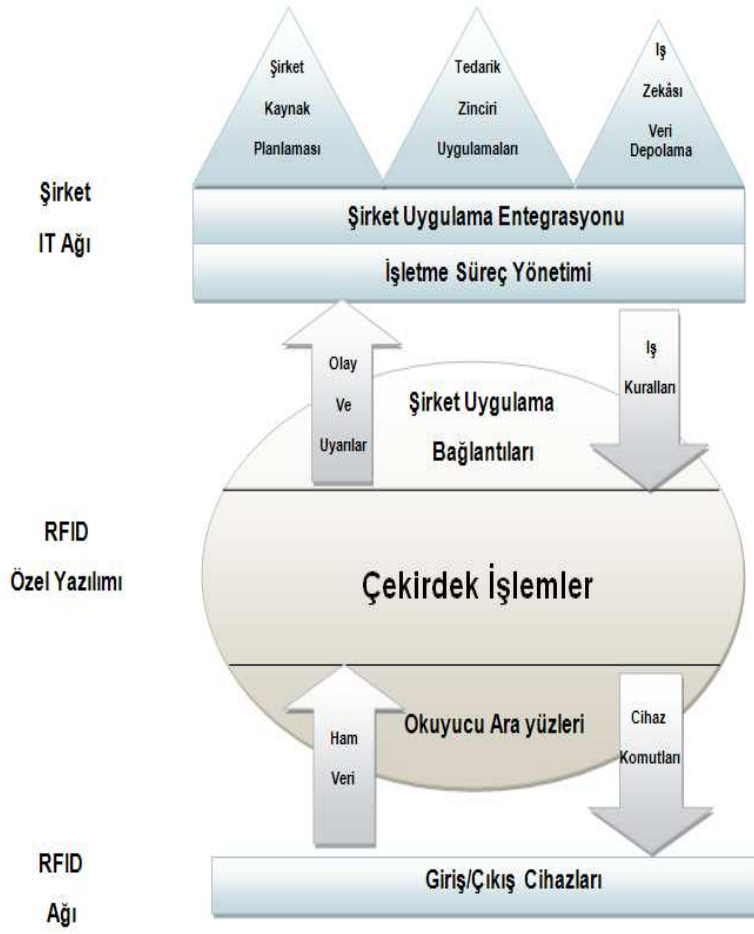
Şirket uygulama bağlayıcıları, belirli olay ve uyarı uygulamalarında çekirdek işlemlerinden veri akışına çevirmektedirler.

Şirket ağlarının köşesinde bulunan özel yazılımlarda oluşmasına izin verilerek, şirket IT ağlarındaki trafik azaltılmaktadır. Aşağı doğru akış yönünde ise, şirket uygulama bağlayıcıları, şirket sistemlerindeki çoklu uygulamalardan gelen iş komutlarını ve şirket kurallarını çekirdek işlemlerinde çalıştırılabilecek ortak bir formata çevirmektedir.

7.3. Özel Yazılım Geliştirme'nin Şu Anki Durumu

Pazardaki, şu anki RFID özel yazılım çözümleri, okuyucu entegrasyonu, koordinasyonu ve basit veri filtrelemesine odaklanmaktadır. Birçok RFID pilot sistemi sadece-okunabilir sistemlerken, özel yazılım çözümleri bugün sadece okunabilire ek olarak etiket yazma fonksiyonlarını da mümkün hale getirmişlerdir.

Gelecekte, özel yazılım çözümleri, RFID' nin tüm imkânlarından faydalanmak için yeni kabiliyetler sunmak zorunda kalacaklardır. Buna dâhil edilebilecekler: okuyucu ve cihaz yönetimi, uygulama entegrasyonu, iş ortaklığı entegrasyonu, iş yönetimi ve uygulama geliştirme kabiliyeti, mimari ölçeklenebilirliği ve idare özellikleridir.



Şekil 7.1. RFID özel yazılımları mimarisi [2]

BÖLÜM 8. RFID ONLINE VERİ TOPLAMA UYGULAMASI

Günümüzde Radyo Frekans tanımlama pasif UHF bandında popüler olmaya başlamıştır. Teknolojinin çevrimiçi veri toplama özellikleri olmasına rağmen, yüksek maliyetler, yaygınlaşmasının önünde bir engel teşkil etmektedir. Söz konusu proje UHF pasif RFID teknolojisinin imkânlarını kullanarak, maliyet etkin çözüm sunacaktır.

Genel olarak; ISO 18000 6c standardında çalışacak RFID okuyucu ile ortamda bulunan ve etiketlenmiş malzemelerin çevrimiçi takibi bu uygulama kapsamında değerlendirilmektedir. Uygulama, yerli olanaklarla üretilecek, UHF 860-920 Mhz. bandında çalışacak şekilde geliştirilecek ergonomik(raf dizinleri) ve mağazalara uygun antenler vasıtasıyla tek bir RFID okuyucunun RF sinyali zaman paylaşımli olarak anten dizilerine aktarılacak ve antenlerin kapsama alanındaki etiketler okunarak online veri toplanacaktır. Şekil 8.1 sistemin çalışmasını resmetmektedir.

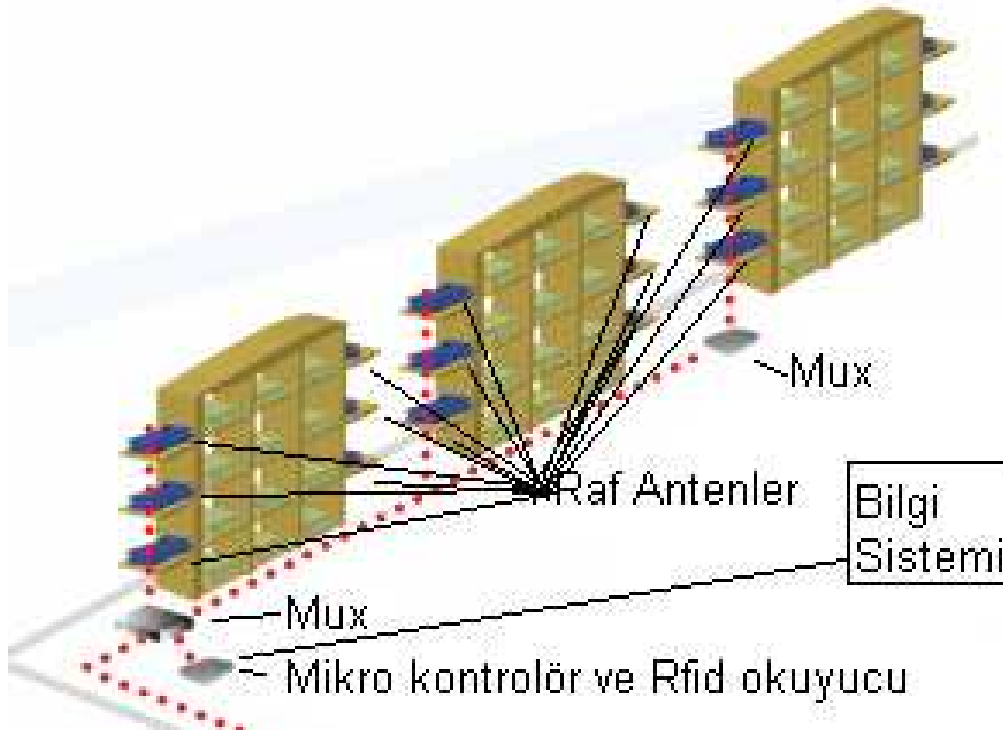
Uygulamanın teknolojik Ar-Ge boyutunu, yeni tasarlanacak anten dizileri, verilerin değerlendirilmesinde kullanılacak mikroişlemci düzeyindeki gömülü yazılımlar ve merkezi yönetim yazılımlarıdır.

Uygulamanın getireceği online ürün mevcudu, kayıp, çalınma bilgileri özellikle mağazacılıkta çok önemli verimlilik artışları olarak değerlendirilmektedir.

Uygulamada amaç, UHF RFID teknolojisi kullanarak, ürün bilgilerini online maliyet etkin toplama ve değerlendirmektir.

Uygulamada; online ürün/malzeme bilgileri esas çıktıyı oluşturacaktır. Bunun yanında bu verilerin sağlayacağı dolaylı planlamalarda esas verimlilik artışı sağlayan çıktılar olacaktır. Mevcut yapıdaki ürün/malzeme takibinde kullanılan manüel yöntemlerle karşılaştırılan online verilerin uyuşumu başarı kriteri olarak değerlendirilecektir. Ayrıca projenin planlanan maliyetlerde gerçekleştirilebilir

olması da hedeflenmektedir. Projenin ürün/malzeme takibinde sağlayacağı online veriler için güvenlik boyutunu da başarı ölçütü olacaktır.



Şekil 8.1.RFID online veri toplama uygulaması yapısı

Mevcut RFID donanımlarında olan bir okuyucuyla en fazla 4 okuma noktası oluşturma kısıtlı bu uygulama çıktıları ile aşılarak bir okuyucuya onlarca anten bağlanarak zaman paylaşımli olarak kullanmak mümkün olacaktır. Bu hem ürün yeniliği hem de bu olanaktan faydalanarak depo yönetimlerinde, envanter takip ve yer bulma süreçlerinde önemli süreç yenilikleri kazandıracaktır.

Uygulamada maliyet etkin çevrimiçi ürün/malzeme takibi yapılacağından özellikle mağazacılık sektöründe iş akışlarında ve planlamalarda büyük sürat artışları getirecektir. Ayrıca projenin sağlayacağı doğru yerde ve zamanda doğru ürün/malzemenin bulunabilir olması müşteri memnuniyetini arttıracaktır.

Uygulama RFID teknolojisinin bileşenlerine bağlı kalarak, Visual Studio 2005 editörü kullanılarak geliştirilmiştir. Uygulamada verilerin tutulmasını sağlamak amacıyla veritabanı olarak SQL Server 2005 seçilmiştir.

RFID Online veri toplama uygulaması tanımlanmış raflar üzerindeki ürünlerin miktarlarıyla ilgili bilgi takibi yapılmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Uygulama RFID teknolojisi kullanarak raflar ve ürünleri kimliklendirmekte ve bu kimlik üzerinden takip işlemini gerçekleştirmektedir. Yapılan uygulamada sistemde kullanılacak raf ve ürünlerin tanımlamaları, aralarındaki eşleştirmeler, raf ve ürünlere ait etiket bilgilerinin belirlenmesi ve bilgilerin etiket üzerine kodlanması, veri toplanması ve toplanan veriler üzerinde ilgili raporların hazırlanması işlemlerini gerçekleştirilmektedir.

RFID kimliklendirme işlemini, RFID bileşenlerini kullanarak etiketler ile sağlamaktadır. Etiketlere kodlanabilecek bilgidaki esneklik uygulamanın altyapısının hazırlanmasında, büyük kolaylık sağlamaktadır.

Uygulamada kullanılan okuyucu Sarfid 1000 okuyucudur. Amaç tek bir okuyucu ile birden çok rafa hükmedebilmektedir. Böylelikle daha az maliyetli sistemlerin oluşturulmasına imkân verilecektir. Multiplexer olarak da adlandırılan çoğullayıcılar sayesinde tek okuyucu her rafa konulacak antenlerle iletişim kurabilecek, raflardaki etiketleri okuyabilecektir.

8.1. Sarfid 1000 RFID Okuyucu

Sarfid 1000 Masaüstü UHF RFID Okuyucu, kısa mesafe operasyonlarında kullanılan, bir masaüstü RFID okuyucudur. UHF RFID etiketleri okumak ve kodlamak için tasarlanmıştır.

Okuyucunun RF çıkış gücü 15mW'den 1000mW'a kadar ayarlanabilir. Toplan 2 anten portu bulunmaktadır. Anten portu dışarıdan bağlanabilmektedir.

Sarfid 1000 Masaüstü okuyucu, UHF 865-868 MHz. Bandında çalışan EPC Sınıf 1 Nesil 1 ve Nesil 2 protokollerini desteklemektedir. Şekil 8.2 Sarfid 1000 Masaüstü Okuyucuyu resmetmektedir.



Şekil 8.2. Sarfid 1000 masaüstü okuyucu

Sarfid 1000 Masaüstü okuyucu Şekil 8.2.'de de görüldüğü gibi üzerinde:

- 9V 2000mA Adaptör girişi.
- 1 Adet Ethernet ve 1 Adet Seri Port olmak üzere iki adet çevresel haberleşme birimi
- Çift anten bağlantısı.
- I/O portları.
- 1 Adet USB girişi

Devre elemanları bulundurmaktadır. Uygulamanın, ortamın, çevre koşullarının durumuna bağlı olarak elemanların kullanımı farklılık göstermektedir.

9V 2000mA, uygulamaya bağlı olarak 5 V'a indirgenebilmektedir.

Uygulamanın gereklerine göre var olan 2 anten girişinin kullanımı da farklılık gösterebilmektedir. Üzerinde var olan sonlandırıcılar ile gerektiği takdirde 1 anten ile de uygulama geliştirilmesi mümkündür.

I/O portları uygulamanın yapısına göre kullanılmaktadır. Örneğin okuyucunun okuduğu bilgiler doğrultusunda, dışarıdan bir donanıma hükmedilmesi gerektiğinde sistem I/O portları vasıtasıyla bu işi gerçekleştirebilmektedir. Okuma alanına yetkili bir kullanıcı girdiği takdirde kapının açılması örneğinde olduğu gibi.

Okuyucu ile İletişim: Okuyucu ile bir bilgisayar üzerinden iletişim kurmak için iki yol mevcuttur. Seri (RS-232) ve ağ (TCP/IP) altyapısını kullanarak okuyucu ile bağlantı kurulabilir.

Seri Bağlantı: Bu metot yeni bir okuyucu ile ilk çalışmaya başlandığında veya IP adresi bilinmeyen bir okuyucu ile çalışılacak ise kullanılan bir yöntemdir. RS-232 portundan bir bilgisayara bağlanarak iletişim kurulabilir.

Ağ Üzerinden Bağlantı: TCP bağlantısı, okuyucunun Ethernet portunun bir ağa uygun şekilde bağlı olmasını gerektirir.

Reader Heartbeat Özelliği: TCP ağına bağlı bir okuyucu, normal çalışmasını sürdürürken belirlenen aralıklarla, network üzerinden, standart bir mesaj gönderir. Bu gönderi ile reader'ın problemsiz çalıştığı anlaşılır. Bu mesajın gönderilip gönderilmeyeceği, hangi IP adresine ve portuna gönderileceği ve gönderiler arasındaki zaman aralığı kullanıcı tarafından ayarlanabilir.

Bu mesaj XML formatında olup örnek ileti bilgileri aşağıdaki gibidir:

```
<STS-Reader-Heartbeat>
  <ReaderName>Sarfid1000 Reader</ReaderName>
  <ReaderType>Sarfid1000 1W</ReaderType>
  <IPAddress>192.168.2.60</IPAddress>
  <CommandPort>23</CommandPort>
  <HeartbeatTime>30</HeartbeatTime>
```

```

<MACAddress>01:02:03:04:05:06</MACAddress>
<ReaderVersion>1.0</ReaderVersion>
</STS-Reader-Heartbeat>

```

Etiket Okuma: Okuyucunun temel işlevi olan RFID etiket okuma, iki yöntem ile gerçekleştirilmektedir:

- Etkileşimli Mod: Bu moda okuyucu kendine gönderilen komuta cevap vermekte ve yeni komutu beklemektedir. Okuyucu kendi başına bir işlev görmemektedir.
- Otomatik Mod: Bu moda okuyucu, kurulum yapıldıktan sonra, bir daha herhangi bir komut beklemeden okuduğu etiket bilgisini otomatik olarak göndermektedir. Otomatik modda üç seçenek bulunmaktadır:
 - Full-Otomatik: Okuyucu ikinci bir komuta kadar sürekli okuma yaparak, okuduğu etiket bilgisini göndermektedir.
 - Yarı-Otomatik: Okuyucu, daha önceden belirlenen sayıda okuma yaparak, yine daha önceden belirlenen kriterlere göre ya her okumanın sonunda ya da tüm okuma sonunda bir kez, okumuş olduğu etiket bilgisini göndermektedir.
 - I/O tetiklemeli: Okuyucu dijital input portları ile tetiklendikten sonra okuma yapmakta ve okunan etiketleri göndermektedir. Örneğin okuyucunun dijital I/O portlarından birine hareket dedektörü bağlanırsa, hareket dedektörü bir hareket hissettiğinde okuyucuyu tetiklemekte ve okuyucu bu tetiklemeden sonra okuma yaparak okuduğu etiketleri göndermektedir.

Sarfid 1000 Masaüstü RFID Okuyucunun avantajlarını ise şu şekilde sıralayabiliriz:

- Endüstri-lideri fiyat avantajı
- Parça bazında envanter ve varlık yönetimi uygulamaları için tasarlanmıştır.
- Basit/Tak-kullan entegrasyon
- Avrupa güvenlik ve yayın şartlarına uygun
- Hızlı entegrasyon ve pazara giriş için olağanüstü işlevsellik
- Düşük enerji tüketimi
- Maliyet-etkinliği
- Evrensel yazılım arayüzü ile tasarım ve çözüm esnekliği

Sarfid 1000 Masaüstü RFID okuyucuya ait teknik özellikler Tablo 8.1.'de özetlenmektedir.

Tablo 8.1. Sarfid 1000 RFID okuyucu teknik özellikleri

Model	Sarfid 1000
RFID Protokolleri	EPCGlobal Gen1, EPCGLobal Gen2, ISO 18000- 6 c
İletişim Arayüzleri	RS-232(DB-9 F), TCP/IP(RJ 45) (Opsiyonel)
Yazılım Destek	Sarfid okuyucu protokolü için .Net API
Demo ve Test Yazılımı	Sarfid Gateway
Yazılım SDK	.NET API
AC/DC Güç Adaptör	15 Watt maksimum 120 yada 240 VAC 9VDC
Frekans	865.6-867.6 MHz.
Kanallar	10 Kanal Boşluğu 200 KHz
RF Gücü	1 Watt(maksimum)
Anten Portları	2 okuma noktası
Okuma Topolojisi	Monostatik ve Multistatik
Anten Seçeneği	50Ω
Bağlantılar	SMA Bağlantıları
Girişler/Çıkışlar	2 giriş, 2 çıkış, optik olarak yalıtılmış
Okuma Mesafesi	4-6m.
Ebatlar	255x185x65mm
Ağırlık	0.7Kg
Case	ABS
Çalışma Isısı	-20+50C
LED	IndicatorsPower,Link, Active
Uyum	Safety EN 60950, EN 50364
Yayın	EN 302-208, EN 301-489, EN 300-220

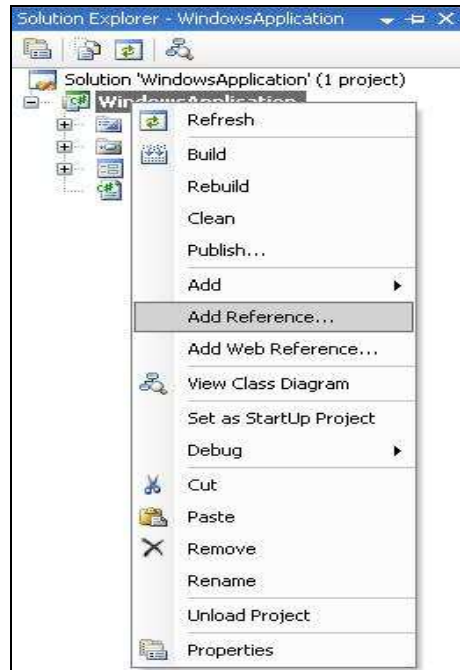
8.2. Sarfid 1000 Kütüphanesi

Sarfid1000 DLL, Sarfid 1000 Masaüstü RFID okuyucuyla iletişim kurmak için .Net desteği olan C# programlama dili ve Visual Studio 2005 editörü kullanılarak geliştirilmiş Windows kütüphanesidir.

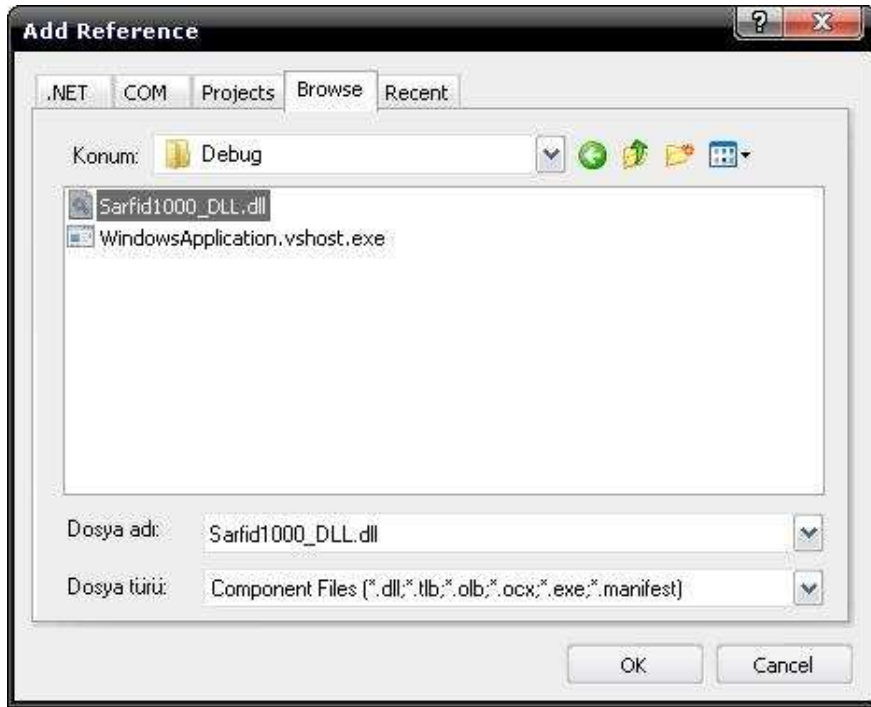
Sarfid 1000 DLL .Net platformunda desteklenmektedir. .Net destekli bir uygulama içersine bri kütüphane olarak eklenebilmektedir. COM Dll' i olmadığı için Windows

içerisinde bir register işlemine gerek duymamaktadır. Uygulama klasörüne kopyalanan Sarfid1000.dll dosyası, Solution üzerine sağ tıklanarak açılan menüden , Add Reference seçeneğini seçerek, açılan ekrandan Browse tabı kullanılarak dll'i kopyaladığımız yolu bularak Sarid1000.dll'in seçilerek Add denilerek kütüphanenin uygulamaya dahil edilmesi sağlanmaktadır.

Şekil 8.3. ve Şekil 8.4. Sarfid1000.dll'şn uygulamaya dahil edilmesi işlemini resmetmektedir.



Şekil 8.3. Sarid1000 dll'in uygulamaya dahil edilmesi



Şekil 8.4. Sarfid1000 dll'in seçilmesi

8.2.1. Sarfid 1000 DLL sınıfı, özellik ve fonksiyonları

Sarfid 1000 masaüstü okuyucu ile yazılımsal olarak haberleşmeyi mümkün kılan Sarfid 1000 dll yazılımı kendi içerisinde bazı sınıf, özellik ve fonksiyonlar içermektedir. Aşağıda bunlar üzerinde durulmaktadır.

DeviceName: Bu komut, çok sayıda okuyucunun olduğu ortamlarda, kimlik tespitine yardımcı olmak için isteğe bağlı bir metin adının atanmasını veya öğrenilmesini sağlamaktadır. Geriye dönüş değeri olarak string bir değer döndürür. Bu özellik ile okuyucunun adı değiştirilebilir ya da okuyucu adı öğrenilebilir.

Version: Bu komut, okuyucunun versiyon bilgisinin öğrenilmesi için kullanılmaktadır. Geriye string değer döndürmektedir.

AntennaConfig: Bu komut, okuyucunun okuma yapabilmesi için gerekli olan anten ayarlarının öğrenilmesi veya değiştirilmesi için kullanılmaktadır. Geriye dönüş değeri olarak string değer döndürür ve string değer atanabilmektedir.

Temperature: Bu komut, okuyucunun sıcaklık değerinin öğrenilmesi için kullanılmaktadır.Geriye dönüş değeri olarak string değer döndürmektedir.

FirmwareUpgrade: Bu fonksiyon, verilen upgrade dosya yolunu(filename) kullanarak reader'ın firmware upgrade işlemini gerçekleştirmektedir. Bu fonksiyon geri dönüş değeri bool tipinde değer döndürmek. Dönen cevap True ise güncelleme işlemi başarı ile tamamlanmış, false ise güncelleme işlemi gerçekleştirilememiş demektir.

SaveConfiguration: Bu fonksiyon, okuyucunun ayarlarında değişiklik yapıldığı zaman, yapılan değişikliklerin okuyucu içerisine kaydedilmesi için kullanılmaktadır. Kayıt işlemi sonunda okuyucu kendisini yeniden başlatmaktadır ve yapılan ayarları birdaha kaybetmemek üzere hafızasında saklamaktadır.Bu fonksiyon geri dönüş değeri bool tipinde değer döndürür. Dönen cevap True ise kayıt işlemi başarı ile tamamlanmış, false ise kayıt işlemi gerçekleştirilememiş demektir.

ReaderIP: Bu komut, okuyucunun ip adresinin öğrenilmesi veya değiştirilmesi için kullanılmaktadır.Geriye dönüş değeri olarak string değer döndürmektedir ve string değer atanabilmektedir.

ReaderPort: Bu komut, ReaderPort ayarları, ağ bağlantısında okuyucu tarafından kullanılacak port numarasını atamak ve elde etmek için kullanılır.Bu ayarları değiştirmek,okuyucu ile seri bağlantısı ve/veya web bağlantısını etkilememektedir. Geriye dönüş değeri olarak string bir değer döndürür. Değer olarakta string bir değer alır.

IsOpen: Bu komut, okuyucu ile olan bağlantının durumunu belirtmektedir. Bağlantının açık olup olmama durumunun öğrenilmesini sağlamaktadır.Geriye dönüş değeri olarak bool değer döndürür. Bağlantı mevcut ise "true", değilse "false" değerini döndürmektedir.

ConnectionTimeout: Okuyucu kendi komut portu üzerinden bir komut aldığıında, bir TCP soketi açmakta ve datanın gelmesini beklemektedir. Bağlantının kesilmesi durumunda, soketi süresiz olarak açık tutmak yerine, okuyucu belli bir süre

beklemekte ve daha sonra almış olduğu kısmi komutları görmezden gelerek bağlantıyı otomatik olarak kapatmaktadır. Bu zaman periyodu ağ zaman aşımı süresidir. Geriye dönüş değeri olarak string bir değeri döndürür. Değeri olarakta string bir değeri alır. Verilecek değerler 0 – 65535 arasında bir değeri olması gerekmektedir. Bu değeri saniye cinsindedir.

DHCP: Bu komut, genellikle mevcut DHCP protokolünü kullanarak otomatik ağ kurulumunu desteklemektedir. Eğer okuyucu kurulum sitesinde DHCP mevcut ise, bu protokol başlatılabilmektedir. Eğer DHCP mevcut değilse veya istenmiyorsa bu protokolün kullanımını iptal edilebilmektedir. Geriye string bir değeri döndürmektedir. Bu değerler “ON” ya da “OFF” değerleridir.

Gateway: Bu komut, eğer DHCP otomatik kurulum için kullanılmıyorsa, okuyucunun manuel olarak ağ üzerinde kullanım için yapılandırılması gerekmektedir. Ağ geçidini değiştirmek için DHCP off konumunda olması gerekmektedir. Geriye dönüş değeri olarak string bir değeri döndürmektedir. Değeri olarakta string bir değeri almaktadır.

Netmask: DHCP kullanılmadığı durumda, okuyucunun ağ üzerinde kullanım için manuel olarak yapılandırılması gerekmektedir. Komut; Subnet Mask değerini elde etmeyi veya Subnet Mask’a yeni bir değeri atanmasını sağlamaktadır.

Subnet Mask değerinin değiştirilebilmesi için DHCP’nin OFF konumunda olması gerekmektedir. Geriye dönüş değeri olarak string bir değeri döndürmektedir. Değeri olarak string bir değeri almaktadır.

NetworkReboot: Bu fonksiyon, network ayarları(reader ip, netmask vb.) değiştirildikten sonra reader’ın bu ayarlara göre çalışmasını sağlamak için kullanılmaktadır. Yapılan network ayarları reboot edilmez ise reader yapılan yeni ayarlara göre çalışmamaktadır. Bu fonksiyon geri dönüş değeri bool tipinde değeri döndürür. Dönen cevap True ise reboot işlemi başarı ile tamamlanmış, false ise reboot işlemi gerçekleştirilememiş anlamına gelmektedir.

TagMask: RFID etiketlerinin arasından istenilen etiketi okumak için maskeleyen yöntemi kullanılmaktadır. Geriye string tipinde değer döndürmektedir.

Automode: Bu komut, okuyucunun otomatik okuma yapabilmesi için kullanılmaktadır. Sadece ON ve OFF değeri almaktadır. ON değeri otomatik okumaya başla, OFF değeri ise otomatik okumayı bitir anlamına gelmektedir. Geriye dönüş değeri olarak string değer döndürmektedir ve string değer atanabilmektedir.

NotifyAddress: Bu komut, okuyucunun veriyi göndereceği bildirim adresinin öğrenilmesi veya bildirim adresinin değiştirilmesi için kullanılmaktadır. Geriye string tipinde değer döndürmektedir ve string değer atanabilmektedir.

NotifyPort: Bu komut, okuyucunun veriyi göndereceği bildirim portunun öğrenilmesi veya değiştirilmesi için kullanılmaktadır. Geriye string tipinde bir değer döndürmektedir ve string değer atanabilmektedir.

HeartbeatEnable: Heartbeat özelliği, okuyucunun çalışır durumda olup olmadığını gösteren bir özelliktir. Reader çalışır durumda ise verilen IP ve porta verilen heartbeattime aralıklarıyla çalışır bilgisini göndermektedir. Bu komut, readerın çalışırken çalışır durumda olduğu bilgisini gönderme özelliğinin açılması ve kapatılmasını sağlamaktadır. Sadece true ve false değeri almaktadır. True değeri çalışır durum bilgisini gönderme, false değeri ise çalışır durum bilgisini gönderme anlamına gelmektedir. Geriye bool tipinde değer döndürmektedir. Değer olarakta bool bir değer almaktadır.

HeartbeatAddress: Heartbeat özelliği, reader'ın çalışır durumda olup olmadığını gösteren bir özelliktir. Reader çalışır durumda ise verilen IP ve porta, verilen heartbeattime aralıklarıyla çalışır durumda olduğu bilgisini göndermektedir. Bu komut, readerın çalışır durumda olduğu bilgisinin gönderileceği IP adresini öğrenilmesini ve değiştirilmesini sağlamaktadır. Geriye dönüş değeri olarak string bir değer döndürmektedir. Değer olarak string bir değer almaktadır.

HeartbeatPort: Heartbeat özelliği, reader'ın çalışır durumda olup olmadığını gösteren bir özelliktir. Reader çalışır durumda ise verilen IP ve porta verilen heartbeattime aralıklarıyla çalışır bilgisini göndermektedir. Bu komut, readerın çalışır durumda

olduğu bilgisinin gönderileceği port bilgisinin öğrenilmesini ve değiştirilmesini sağlamaktadır. Geriye integer tipinde bir değer döndürmektedir. Değer olarak integer bir değer almaktadır.

HeartbeatTime: Bu komut, readerın çalışır durumda olduğu bilgisinin gönderileceği saniye cinsinden zaman aralığı bilgisinin öğrenilmesini ve değiştirilmesini sağlamaktadır. Geriye integer tipinde değer döndürmektedir. Değer olarak integer bir değer almaktadır.

OnTagInfoReceive: Bu komut, okuyucu sürekli okuma modundayken okuma alanından okunan her etiket paketinde tetiklenecek olaydır. Bu eventhandler ile veri geldikçe otomatik tetiklenecek olan bir metod içinde gelen veri alınıp üzerinde işlemler yapılabilir.

PowerWrite: Bu komut, okuyucunun RFID etiketlere yazma(kodlama) gücünün öğrenilmesi veya değiştirilmesi için kullanılmaktadır. 5 Dbm ile 30 Dbm arasında değer almaktadır. Geriye string tipinde değer döndürmektedir ve string değer atanabilmektedir.

WriteTag: Bu fonksiyon, RFID etiketlerini programlamak için kullanılmaktadır. Etiket programlamak için ortamda sadece bir etiketin bulunması gerekmektedir. Programlanacak etiketin yeni ID'si parametre ile verilen "EPC" değeridir. Bu fonksiyonun geriye bool tipinde bir değer döndürür. Geri dönen değer, etiket başarılı bir şekilde programlandıysa "true" programlanamadıysa "false" olmaktadır.

ReadTagMemory: Bu komut, etiketin belirli bloğundaki, belirli sayıda bilginin öğrenilmesini sağlar. Geriye string tipinde bir değer döndürmektedir. Bu fonksiyon ile bir etiketin istenilen bloğundaki, istenilen uzunlukta veri öğrenilebilir. ReadMemory 1 byte, ReadAddress 4byte, WordCount 1 byte, AccessPassWord ise 4 byte uzunluğunda değer almaktadır.

WriteTagMemory: Bu fonksiyon, verilen bilgilere göre etiketin belirli bloğundaki, belirli sayıda bilginin yerine yeni bir değer verilmesi için kullanılır.

Geriye bool tipinde bir değer döndürmektedir. Bu fonksiyon ile bir etiketin istenilen bloğundaki, istenilen sayıda veri değiştirilebilir. Dönen cevap True ise yazma işlemi

başarı ile tamamlanmış, false ise yazma işlemi gerçekleştirilememiş demektir. ReadMemory 1 byte, ReadAddress 4byte,AccessPassWord ise 4 byte uzunluğunda değer almaktadır.

KillTag: Bu fonksiyon, etiketin verilen killPassWord bilgisi doğru olması durumunda kullanım dışı kalmasını sağlamaktadır. Geriye bool tipinde bir değer döndürmektedir. Bu fonksiyon ile bir etiketin kullanım dışı kalması sağlanır. Dönen cevap True ise işlem başarı ile tamamlanmış, false ise işlem gerçekleştirilememiş demektir.KillPassWord bilgisi “00000000” olan bir etiket bu işlem uygulanamaz. Bu fonksiyon kullanılmadan önce mutlaka bu değerden farklı bir KillPassword değeri verilmelidir. KillPassword 4 byte uzunluğunda değer almaktadır.

Lock: Bu fonksiyon, etiketin verilen accessPassWord bilgisi doğru olması durumunda istenilen bloğunun kullanım dışı kalmasını sağlamaktadır. Geriye bool tipinde bir değer döndürmektedir. Bu fonksiyon ile etiketin belirli bir bloğunun kullanım dışı kalması sağlanır. pLock parametresi hangi bloğun kilitleneceğine dair bilginin gönderildiği parametredir. Kilitlenmek istenen blok Access Password kısmı ise pLock değeri “Access Password”, Kill Password bloğu ise “Kill Password”, EPC bloğu ise ”EPC”, User Memory bloğu ise “User Memory” olarak atanmalıdır. Permanent parametresi bool tipinde değer almaktadır. Kilitlenmenin kalıcı veya geçici olmasında göre değer atanır. İşlem gönderilen AccessPassword bilgisinin doğru olması durumunda gerçekleşebilmektedir. AccessPasword 4 byte uzunluğunda bir değer almaktadır. Fonksiyondan dönen cevap True ise kilitleme işlemi başarı ile tamamlanmış, false ise işlem gerçekleştirilememiş demektir.

8.3. RFID Online Veri Toplama Uygulaması Yönetim Yazılımı

RFID Online veri toplama uygulaması tanımlanmış raflar üzerindeki ürünlerin miktarlarıyla ilgili bilgi takibi yapılmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Uygulama RFID teknolojisi kullanarak raflar ve ürünleri kimliklendirmekte ve bu kimlik üzerinden takip işlemini gerçekleştirmektedir. Yapılan uygulamada sistemde kullanılacak raf ve ürünlerin tanımlamaları, aralarındaki eşleştirmeler, raf ve ürünlere ait etiket bilgilerinin belirlenmesi ve bilgilerin etiket üzerine kodlanması,

veri toplanması ve toplanan veriler üzerinde ilgili raporların hazırlanması işlemlerini gerçekleştirmektedir.

8.3.1. RFID online veri toplama uygulaması veri tabanı

Uygulamada veri depolama aracı olarak SQL Server 2005 kullanılmıştır. Her tabloda ortak ilgili tabloya ait eklenen kaydın oluşturulma tarihini tutan datetime veri tipinde Created_date, kaydın kim tarafından oluşturulduğunu tutan integer veri tipinde created_by, kaydın güncellenmesi durumunda güncelleme tarihinin tutan datetime veri tipinde updated_date ve güncelleme işleminin kim tarafından yapıldığını tutan integer veri tipinde updated_by alanı bulunmaktadır.

RFID Online Veri Toplama uygulamasında kullanılan veritabanının tabloları ve bu tablolar üzerinde oluşturulan alanlar aşağıda verilmiştir.

8.3.1.1. Items tablosu

Item tablosu ürünlere ait bilgilerin tutulması için kullanılmaktadır. Item_id, definition, created_date, created_by, updated_date ve updated_by alanları tanımlanmıştır.

Item_id, ürün numarası bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi olarak integer belirlenmiştir. Tablonun primary key alanıdır. Boş bırakılmasına izin verilmemektedir.

Definition, ürüne ait tanım bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi 50 karakter uzunluğunda nvarchar olarak belirlenmiştir. Boş bırakılmasına izin verilmemektedir.

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	ITEM_ID	int	<input type="checkbox"/>
	DEFINITION	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
	CREATED_BY	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	CREATED_DATE	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	UPDATED_BY	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	UPDATED_DATE	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Şekil 8.5. Items tablosu

8.3.1.2. Shelf tablosu

Shelf tablosu raf bilgilerinin tutulması için kullanılmaktadır. Shelf_id, definition, type, created_date, created_by, updated_date ve updated_by alanlar bulunmaktadır.

Shelf_id, raf numarası bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi olarak integer belirlenmiştir. Tablonun primary key alanıdır. Boş bırakılmasına izin verilmemektedir.

Type, rafa bağlanacak olan anten tip bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi integer olarak belirlenmiştir. Boş bırakılmasına izin verilmemektedir.

Definition, rafa ait tanım bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi 50 karakter uzunluğunda nvarchar olarak belirlenmiştir.

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	SHELF_ID	int	<input type="checkbox"/>
	TYPE	int	<input type="checkbox"/>
	DEFINITION	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CREATED_BY	nchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CREATED_DATE	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	UPDATED_DATE	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	UPDATED_BY	nchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Şekil 8.6. Shelf tablosu

8.3.1.3. Shelf-Items tablosu

Rafa ait ürün bilgilerinin tutulması için kullanılmaktadır. Shelf_id, item_id, min_stock, max_stock, created_date, created_by, updated_date ve updated_by alanlar bulunmaktadır.

Shelf_id, Shelf tablosunda tanımlı raflara ait raf numarası bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi integer olarak belirlenmiştir. Tablonun primary key alanıdır. Boş bırakılmasına izin verilmemektedir.

Item_id, Items tablosunda tanımlı ürünlere ait ürün numarası bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi integer olarak belirlenmiştir. Tablonun primary key alanıdır. Boş bırakılmasına izin verilmemektedir.

Min_stock, Shelf_id bilgisiyle tutulan rafta, Item_id bilgisiyle tutulan üründen bulunması gereken minimum stok değerinin tutulduğu alandır. Veri tipi integer olarak belirlenmiştir.

Max_stock, Shelf_id bilgisiyle tutulan rafta, Item_id bilgisiyle tutulan üründen bulunması gereken maksimum stok değerinin tutulduğu alandır. Veri tipi integer olarak belirlenmiştir.

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	SHELF_ID	int	<input type="checkbox"/>
	ITEM_ID	int	<input type="checkbox"/>
	MIN_STOCK	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	MAX_STOCK	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	QUANTITY	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	CREATED_BY	nchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CREATED_DATE	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	UPDATED_BY	nchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	UPDATED_DATE	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Şekil 8.7.Shelf-Items tablosu

8.3.1.4. Count-Error tablosu

Sayım sonucundaki hatalı sonuçların tutulması için kullanılmaktadır. Shelf_id, item_id, quantity,error, created_date, created_by, updated_date ve updated_by alanlar bulunmaktadır.

Shelf_id, Shelf tablosunda tanımlı raflara ait raf numarası bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi integer olarak belirlenmiştir. Tablonun primary key alanıdır. Boş bırakılmasına izin verilmemektedir.

Item_id, Items tablosunda tanımlı ürünlere ait ürün numarası bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi integer olarak belirlenmiştir. Tablonun primary key alanıdır. Boş bırakılmasına izin verilmemektedir.

Quantity, sayım sonucunda ilgili rafta ilgili ürüne ait hatalı miktarın tutulduğu alandır. Veri tipi olarak integer belirlenmiştir.

Error, sayım sonucunda oluşan hatanın metinsel olarak tutulduğu alandır. Veri tipi olarak 100 karakter uzunluğunda nvarchar veri tipi belirlenmiştir.

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	SHELF_ID	int	<input type="checkbox"/>
	ITEM_ID	int	<input type="checkbox"/>
	ERROR	nvarchar(100)	<input checked="" type="checkbox"/>
	QUANTITY	int	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Şekil 8.8. Count Error tablosu

8.3.1.5. Temp-Count-Error tablosu

Count_Error tablosunun alanlarının aynısını içeren ve sadece o anki sayım sonuçlarının tutuldu bir de Temp_Count_Error tablosu bulunmaktadır. Count_Error tablosu tüm sayım sonuçlarını içerirken Temp_Count_Error tablosu son yapılan

sayıma ait sonuçları içermektedir. Her yeni sayım başlangıcında bu tablonun kayıtları silinmektedir.

8.3.1.6. Users tablosu

Uygulamayı kullanacak kullanıcılara ait bilgilerin tutulması için kullanılmaktadır. Name, lastname, role, user_password, username, created_date, created_by, updated_date ve updated_by alanlar bulunmaktadır.

Name, kullanıcıya ait isim bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi 20 karakter uzunluğunda NCHAR olarak belirlenmiştir.

Lastname, kullanıcıya ait isim bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi 20 karakter uzunluğunda NCHAR olarak belirlenmiştir.

Role, kullanıcının sistemdeki rol bilgisinin tutulması için kullanılmaktadır. Sistemde Sistem Yöneticisi, Envanter Yöneticisi ve kullanıcı olmak üzere 3 tip kullanıcı bulunmaktadır. Sistem Yöneticisi 0, Envanter Yöneticisi 1, Kullanıcı 2 olmak üzere integer değer almaktadır.

User_password, kullanıcının sisteme girmesi için gerekli şifre bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi 10 karakter uzunluğunda nchar veri tipi olarak belirlenmiştir. Boş bırakılmasına izin verilmemektedir.

User_name, kullanıcının sisteme girmesi için gerekli kullanıcı adı bilgisinin tutulduğu alandır. Veri tipi 10 karakter uzunluğunda NCHAR olarak belirlenmiştir. Tablonun primary key alanı olarak belirlenmiştir. Boş bırakılmasına izin verilmemektedir.

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	NAME	nchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
	LASTNAME	nchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
	ROLE	int	<input type="checkbox"/>
	USER_PASSWORD	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
🔑	USER_NAME	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
	CREATED_BY	nchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CREATED_DATE	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	USER_ID	nchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	UPDATED_DATE	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	UPDATED_BY	nchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Şekil 8.9. Users tablosu

8.3.2. RFID online veri toplama uygulaması yönetim yazılımı

Uygulama Visual Studio 2005 ortamında Windows Application olarak hazırlanmıştır. RFID Online Veri Toplama uygulaması, bir Ana Form üzerinden gerekli ekranlara ulaşmaya imkân verecek şekilde yapılandırılmıştır. Uygulamada Rapor Tool u olarak Crystal Report kullanılmıştır.

Reader'a bağlantı sağlanması için Sarfid 1000 readerına özel Sarfid1000.dll'i uygulamamıza eklenmiştir.

Uygulamada ilk karşımıza gelen ekran Kullanıcı Giriş Ekranı'dır. Bu ekran ile uygulamamıza sadece sistemde kayıtlı ve yetkilendirmiş kullanıcılar erişebilmektedir. Uygulamanın yapısı gereği veritabanında yapılan tüm değişikliklerin kullanıcı bazlı olması, kullanıcı giriş ekranını mecbur kılmıştır.

8.3.2.1. Kullanıcı giriş ekranı

Kullanıcı Giriş Formu ile sistemde kayıtlı kullanıcıların sistemi kullanması ve veriler üzerinde değişiklik yapabilmesi sağlanmıştır. Kullanıcı kendisine verilen kullanıcı adı ve şifresini kullanarak sisteme giriş yapabilmektedir.

Şekil 8.10. Kullanıcı giriş ekranı

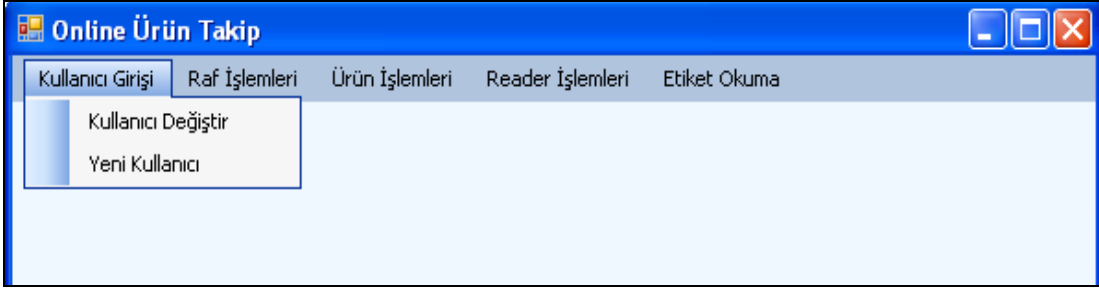
8.3.2.2. Online ürün takip ana ekranı

Bu form kullanılarak diğer formlara ulaşmak mümkün kılınmıştır. Ekran üzerindeki ana menü aracılığıyla diğer alt menülere, dolayısıyla yapılacak işlemler için gerekli ekranlara ulaşmak mümkündür. Ana ekranımızdaki menüde Kullanıcı Girişi, Raf İşlemleri, Ürün İşlemleri, Reader İşlemleri, Etiket okuma menüleri bulunmaktadır. Tüm menülerimizden yapılacak işlemlere ait ekranların görüntülenmesini sağlayacak alt menüleri ulaşılmaktadır.

Şekil 8.11. Ana menü ekranı

8.3.2.3. Kullanıcı girişi menüsü

Kullanıcı Girişi menüsü, Kullanıcı Değiştir ve Yeni Kullanıcı olmak üzere 2 alt menüden oluşmaktadır. Yapılacak işleme göre bu alt menülerden biri seçilerek gerekli ekrana ulaşılmaktadır.



şekil 8.12. Kullanıcı girişi menüsü

8.3.2.4. Kullanıcı değiştirme ekranı

Kullanıcı Değiştir alt menüsü uygulamamızı ilk çalıştırıldığında ekrana gelen Kullanıcı Girişi ekranını açmaktadır. Sisteme girmiş bir kullanıcıdan sonra uygulamayı kullanacak diğer bir kullanıcı uygulamayı kapatmadan Kullanıcı Değiştir menüsü ile Kullanıcı Giriş ekranına ulaşabilmektedir.

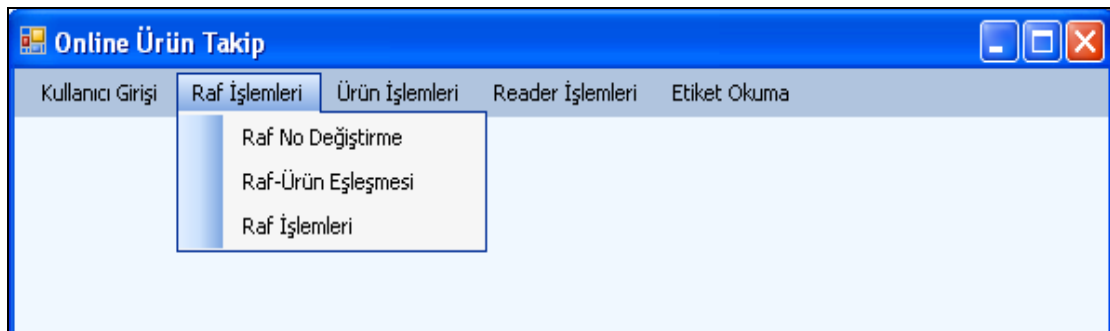
8.3.2.5. Yeni kullanıcı ekleme ekranı

Sisteme yeni bir kullanıcı eklemek istenildiğinde Yeni Kullanıcı Ekleme ekranına ulaşmak için kullanılan alt menüdür. Yeni bir kullanıcıya ait ad, soyad, kullanıcı adı, şifre, rol bilgileri girilebilmektedir. Kullanıcı adı tekil bir değerdir. Kullanıcı adı sadece bir kullanıcı için tanımlanabilmektedir. Sistemde Sistem Yöneticisi, Envanter Yöneticisi, Kullanıcı olmak üzere 3 farklı kullanıcı rolü bulunmaktadır. Bu roller kullanıcının yetkilerinin kısıtlandırılması için gerekmektedir. Kullanıcı adı, şifre ve rol alanı doldurulması zorunlu alanlardır.

Şekil 8.13. Yeni kullanıcı kayıt formu

8.3.2.6. Raf işlemleri menüsü

Sistemde raf tanımlamak veya tanımlı raflar üzerinde gerekli değişikliklerin yapılması için kullanılacak ekranlara ulaşılmasını sağlayan alt menüleri içermektedir. Raf No Değiştirme, Raf Ürün Eşleşmesi, Raf İşlemleri olmak üzere 3 adet alt menüden oluşmaktadır.



Şekil 8.14. Raf işlemleri menüsü

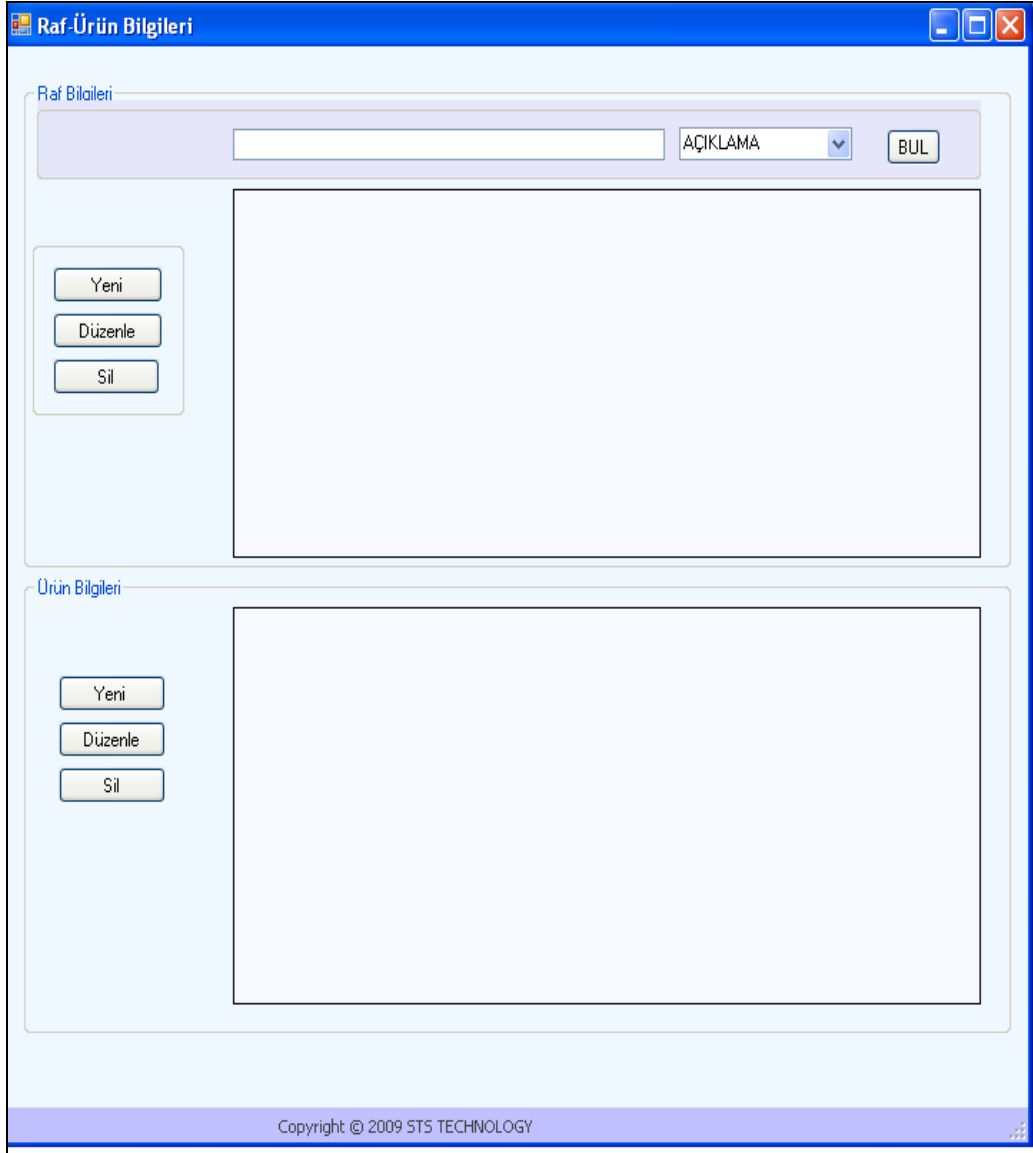
8.3.2.7. Raf numarası değiştirme ekranı

Raf No Değiştirme alt menüsünü kullanarak, sistemde tanımlı raflara ait raf numaraları üzerinde değişiklik yapılmasını sağlamak için kullanılan ekrana ulaşılması mümkündür. Raf Numarası Değiştirme ekranında kullanıcıya sistemde tanımlı raflar numaraları ve açıklamaları ile bir listede verilmektedir. Kullanıcı bu listeden gerekli rafı seçtikten sonra alt kısımda bulunan Yeni Raf No alanına yeni bir raf numarası girerek raf numarası üzerinde değişiklik yapabilmektedir. Yeni girilen raf numarasının sistemde daha önce kayıtlı olan raflara ait numaralardan biri olması durumunda sistem hata vermektedir. Yapılan değişiklikler raf-ürün eşleştirmesi ekranına da yansıtılmaktadır.

şekil 8.15. Raf numarası değiştirme ekranı

8.3.2.8. Raf ürün eşleştirme ekranı

Raf işlemleri alt menüsü Raf Ürün Bilgileri ekranına ulaşılmasını sağlamaktadır. Raf Ürün bilgileri ekranı iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda Raf Bilgileri bulunmaktadır. İkinci kısımda ise üst kısımda bulunan raflar üzerinde tanımlanmış ürün bilgilerine ulaşılmaktadır.



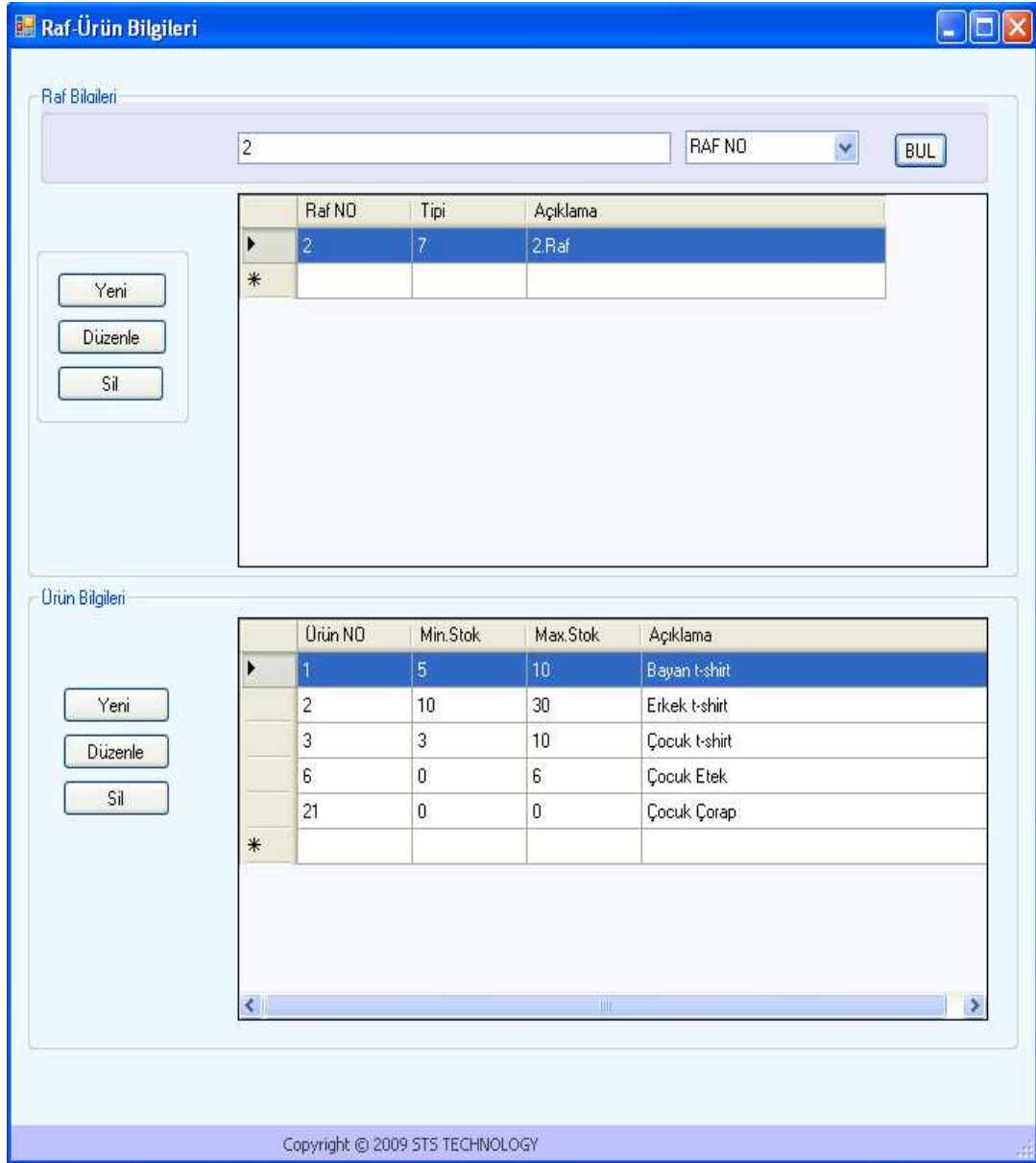
Şekil 8.16. Raf-Ürün bilgileri ekranı

Raf Bilgilerinin bulunduğu kısımda sistemde kayıtlı raflar üzerinde arama yapılmasını imkân veren bir arama bloğu bulunmaktadır. Arama bloğunda Raf açıklaması, raf numarası ve tipine bağlı olmak üzere 3 alana göre arama yapılabilmektedir. Arama kriteri seçildikten sonra, aranacak kelime arama alanına girilerek Bul butonu ile kriterlere uyan kayıtların ekranda görüntülenmesi sağlanmaktadır.

The screenshot displays a software window titled "Raf-Ürün Bilgileri". The window is divided into two main sections: "Raf Bilgileri" (Shelf Information) and "Ürün Bilgileri" (Product Information). In the "Raf Bilgileri" section, there is a search input field containing the number "2", a dropdown menu currently showing "AÇIKLAMA" with a list of options including "AÇIKLAMA", "RAF NO", and "TIPI", and a "BUL" (Search) button. Below the search field are three buttons: "Yeni" (New), "Düzenle" (Edit), and "Sil" (Delete). The "Ürün Bilgileri" section also features three buttons: "Yeni", "Düzenle", and "Sil". The bottom of the window contains a footer with the text "Copyright © 2009 STS TECHNOLOGY".

8.17. Raf-Ürün bilgileri ekranı arama bloğu

Raf bilgilerinin listelendiği tablo üzerinden seçilen raf bilgisine uyan ürün kayıtları Ürün Bilgileri bölümünde bulunan tabloda listelenmektedir.

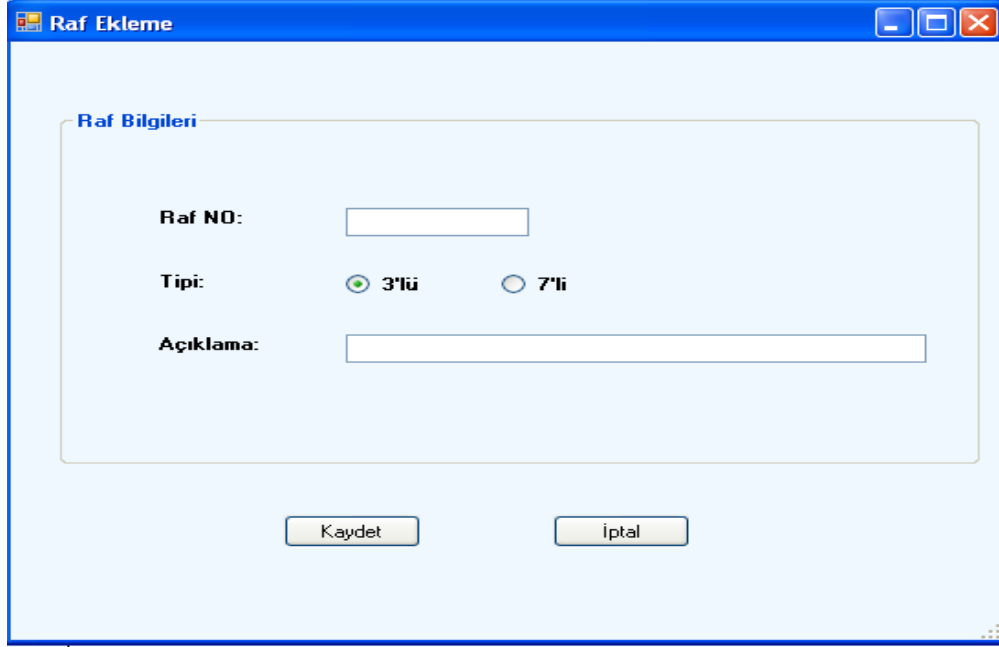


Şekil 8.18. Raf-Ürün bilgileri listeleme ekranı

Raf Bilgileri ve Ürün Bilgileri bölümlerinde bulunan rafların sol tarafındaki menü kullanılarak raf ve ürünlerle ilgili yapılacak işlemlere ait ekranlara ulaşılmaktadır. Raf Bilgileri bölümündeki Yeni seçeneği ile yeni bir raf kaydı yapılması için gerekli ekrana ulaşılmaktadır.

Raf bilgisi olarak raf numarası, raf Tipi ve tanımlama bilgileri kullanıcının doldurması gereken alanlar olarak ekran üzerinden görüntülenmektedir. Bu alanlardan Raf Numarası ve Raf tipi alanları zorunlu olarak doldurulması gereken

alanlardır. Raf numarası tekil bir alandır. Kullanıcı daha önce sistemde tanımlanmış bir raf numarasını tekrar tanımlamak istediğinde hatayla karşılaşacaktır.



The image shows a software dialog box titled "Raf Ekleme" (Add Shelf). The dialog is light blue with a blue title bar. Inside, there is a section titled "Raf Bilgileri" (Shelf Information). This section contains three input fields: "Raf NO:" (Shelf Number) with an empty text box, "Tipi:" (Type) with two radio buttons, "3'lü" (checked) and "7'li" (unchecked), and "Açıklama:" (Description) with an empty text box. At the bottom of the dialog are two buttons: "Kaydet" (Save) and "İptal" (Cancel).

Şekil 8.19. Yeni raf kayıt ekranı

Daha önce kaydedilmiş raf bilgileri üzerinde değişiklik yapmak için sol menüde bulunan Düzenle butonuna basılarak Raf Bilgileri Düzenleme ekranının görüntülenmesi sağlanır.

Raf Bilgileri Düzenleme Formu

Kayıtlı Raflar

AÇIKLAMA

RAF NO	AÇIKLAMA	TİPİ
2	2.Raf	7
3	3.Raf	3
4	4.Raf	7
5	5.Raf	7
6	6.Raf	7
7	7.Raf	3
8	8.Raf	3
9	Cocuk Ürünleri	7

Raf Bilgileri

Raf NO:

Tipi: 3'lü 7'li

Açıklama:

Şekil 8.20. Raf bilgileri güncelleme ekranı

Raf Bilgileri Düzenle ekranı kayıtlı raflar üzerinde arama yapmayı mümkün kılarken, listelenmiş raflar üzerinde güncelleme yapmayı sağlar. Ekran iki kısımdan oluşmaktadır. Üst kısım arama bloğu ve yapılan arama sonuçlarının görüntülediği bir tablodan oluşmaktadır. Alt kısımda ise tablodan seçilen rafa ait alanlar üzerinde güncelleme yapılmasına imkân veren bir giriş ekranı bulunmaktadır. Seçilen kayda ait bilgiler üzerinde güncelleme yapılabilindiği gibi, SİL butonu ile sistemden silinmesi sağlanmaktadır.

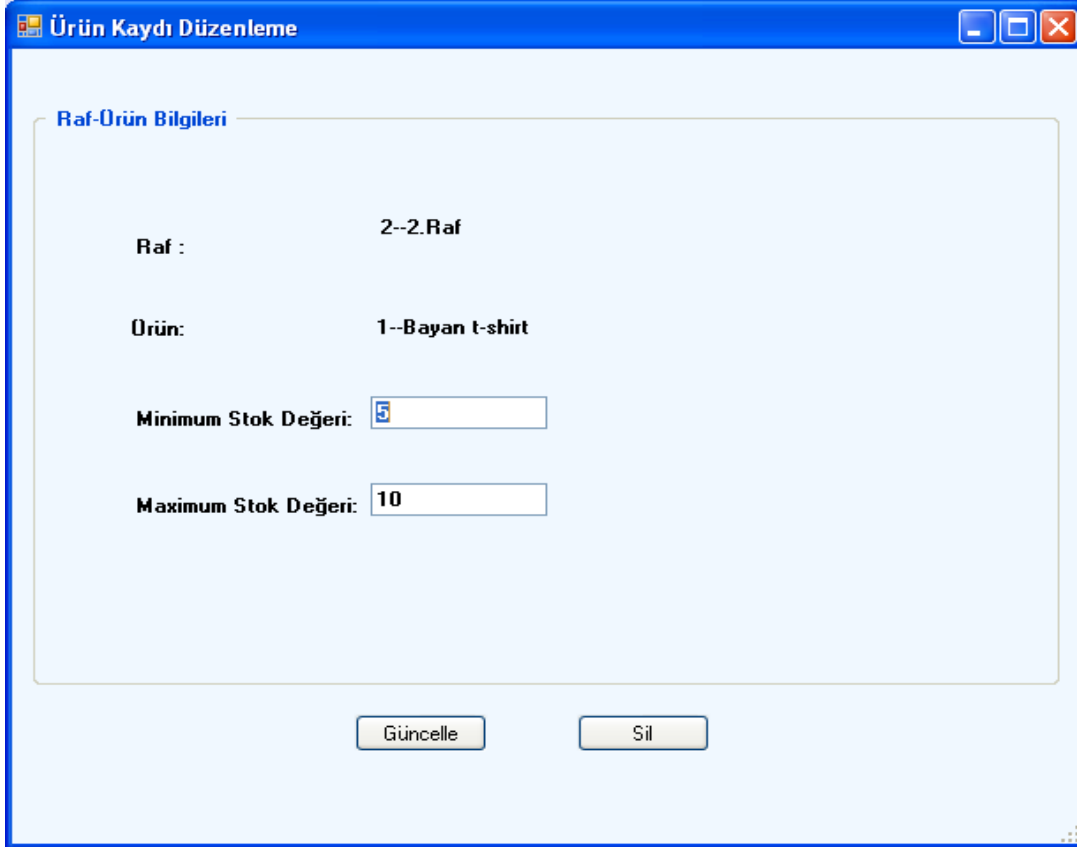
Ürün bilgileri bölümünde bulunan menüde Yeni seçeneği Raf Bilgileri bölümündeki listeden seçilmiş rafa yeni bir ürün eklemek için kullanılmaktadır.

Raf-Ürün ekranının ürün bölümünde bulunan menüden Yeni seçeneği seçildiği takdirde karşımıza Raf Ürün Eşleşmesi ekranı çıkacaktır. Bu ekran Raf Ürün ekranında Raf bölümünde seçil raf a daha önce sisteme tanıtılmış ve daha önce ilgili rafa eşleşmemiş bir ürünün eşleştirilmesi için kullanılmaktadır.

Şekil 8.21. Raf ürün kayıt ekranı

Ekran üzerindeki raf numarası otomatik olarak, bir önceki ekrandan seçilen rafa at bilgilerden gelmektedir. Ürün açılır listesi ise sistemde kayıtlı ama daha önce ilgili rafla eşleşmeyen ürünlere at bilgilerden oluşmaktadır. Minimum stok değeri ilgili rafta eşleştirilen ürünün olması gereken en az stok değerini tutan alandır. Maksimum stok değeri ise rafta seçilen üründen bulunabilecek maksimum değer temsil etmektedir. Kaydet butonu ile raf ürün eşleşmesinin sisteme eklenmesi sağlanır.

Yapılan bu eşleşme bilgilerinin minimum ve maksimum stok değerleri daha sonra güncellenebilmektedir. Bunun için Ürün-Raf ekranından Ürün bölümünde bulunan menüden Düzenle butonunun seçilmesi gerekmektedir. Açılan ekranda kayda ait sadece minimum ve maksimum stok değerlerinin değiştirilmesi mümkündür.



Ürün Kaydı Düzenleme

Raf-Ürün Bilgileri

Raf : 2--2.Raf

Ürün: 1--Bayan t-shirt

Minimum Stok Değeri: 5

Maximum Stok Değeri: 10

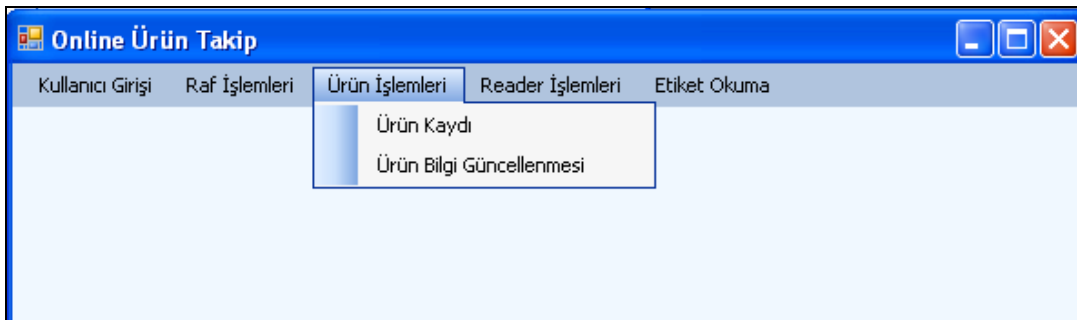
Güncelle Sil

Şekil 8.22. Raf-ürün bilgileri güncelleme ekranı

Ürün Kaydı Düzenleme ekranından ilgili ürüne ait kaydın silinmesi işleminin de gerçekleştirmesini sağlamak amacıyla Sil butonu bulunmaktadır.

8.3.2.9. Ürün işlemleri menüsü

Ürün işlemler menüsü Ürün Kaydı ve Ürün Bilgi Güncellemesi olmak üzere ik alt menüden oluşmaktadır.



Online Ürün Takip

Kullanıcı Girişi Raf İşlemleri Ürün İşlemleri Reader İşlemleri Etiket Okuma

Ürün Kaydı

Ürün Bilgi Güncellenmesi

Şekil 8.23. Ürün işlemleri menüsü

8.3.2.10. Ürün kayıt ekranı

Sisteme ürün eklemek için gerekli olan Yeni Ürün Kaydı ekranına ulaşmayı sağlayan alt menüdür. Açılan ekrandan Ürün Numarası ve tanım bilgilerini girerek sisteme yeni bir ürün eklenmesi sağlanır. Ürün numarası tekil bir değer olduğu için daha önce tanımlanmış bir ürün numarasının yeni kaydı yapılacak ürüne verilmesi halinde hata mesajıyla karşılaşılacaktır.

The image shows a software window titled "Ürün Kayıt Formu". Inside the window, there is a light blue background. At the top left, the text "Ürün Bilgileri" is displayed in blue. Below this, there are two input fields. The first is labeled "Ürün NO:" and has a single-line text box. The second is labeled "Açıklama:" and has a multi-line text box. At the bottom of the window, there are two buttons: "Kaydet" (Save) and "İptal" (Cancel).

Şekil 8.24. Yeni ürün kayıt ekranı

8.3.2.11. Ürün bilgi güncelle ekranı

Ürün Bilgi Güncelleme alt menüsü Ürün Bilgi Güncelleme ekranına ulaşılmasını sağlamaktadır. Ekran 2 kısımdan oluşmaktadır. Üst kısımda sistemde kayıtlı ürünler üzerinde arama yapılmasını sağlayan arama bloğu ve yapılan aramanın sonucunun gösterilmesini sağlayan bir tablo yer almaktadır. Bu tablonun hemen yanındaki Yeni butonu Ürün kayıt ekranının görüntülenmesini sağlamaktadır. Arama işlemi Ürün Numarası ve açıklama olmak üzere iki kritere göre yapılabilmektedir. Alt kısımda ise tablodan seçilen kayda ait bilgilerin gösterileceği alanlar bulunmaktadır. Bu alanlar

üzerinde değişiklik yapılarak Güncelle butonu ile bu değişikliklerin sisteme yansıtılması sağlanır. Güncelleme işlemi sadece Açıklama üzerinde yapılabilmektedir. Alt kısımda bulunan SİL butonu ile ürün kaydının sistemden silinmesi sağlanmaktadır.

The screenshot shows a software window titled 'Ürün İşlemleri Formu'. It is divided into two main sections: 'Kayıtlı Ürünler' (Registered Products) and 'Ürün Kaydı Değiştirme' (Product Record Change).

Kayıtlı Ürünler: This section contains a search bar with the letter 'a' and a dropdown menu labeled 'AÇIKLAMA'. A 'BUL' (Find) button is next to it. Below the search bar is a table with the following data:

ÜRÜN NO	Açıklama
1	Bayan t-shirt
4	Bayan Etek
12	Erkek Pantolon
14	Bayan Pantolon
21	Çocuk Çorap
25	Bayan Çorap
*	

A 'Yeni Ürün' (New Product) button is located to the left of the table.

Ürün Kaydı Değiştirme: This section contains two input fields: 'Ürün NO:' with the value '1' and 'Açıklama:' with the value 'Bayan t-shirt'. Below these fields are two buttons: 'Güncelle' (Update) and 'Sil' (Delete).

Şekil 8.25. Ürün bilgi güncelleme ekranı

8.3.2.12. Reader konfigürasyonu ekranı

Reader İşlemleri menüsü altında yer alan Reader Konfigürasyon Ayarları menüsü kullanılarak Reader Konfigürasyonu ekranına ulaşılmaktadır. Şekil xxx'de gösterilmekte olan Reader Konfigürasyon ekranı, RFID Online Veri Toplama

uygulamasında, etiket okuma ve etiket kodlama işlemlerinde kullanılacak okuyucuya ait özellikler üzerinde değişiklik yapılmasını sağlamaktadır. Ürünler üzerine yapıştırılacak olan etiketlere bilgi kodlanması, daha sonrasında veri toplaması aşamasında okuyucunun ayarlarında değişiklik yapılması gerekebilmektedir. Reader Konfigürasyon ekranı ile okuyucuya ait tüm özelliklere erişilebilmekte, bu özellikler üzerinde değişiklik yapılabilen, etiket okuma, etiket kodlama işlemleri yine bu ekran üzerinden gerçekleştirilebilmektedir.

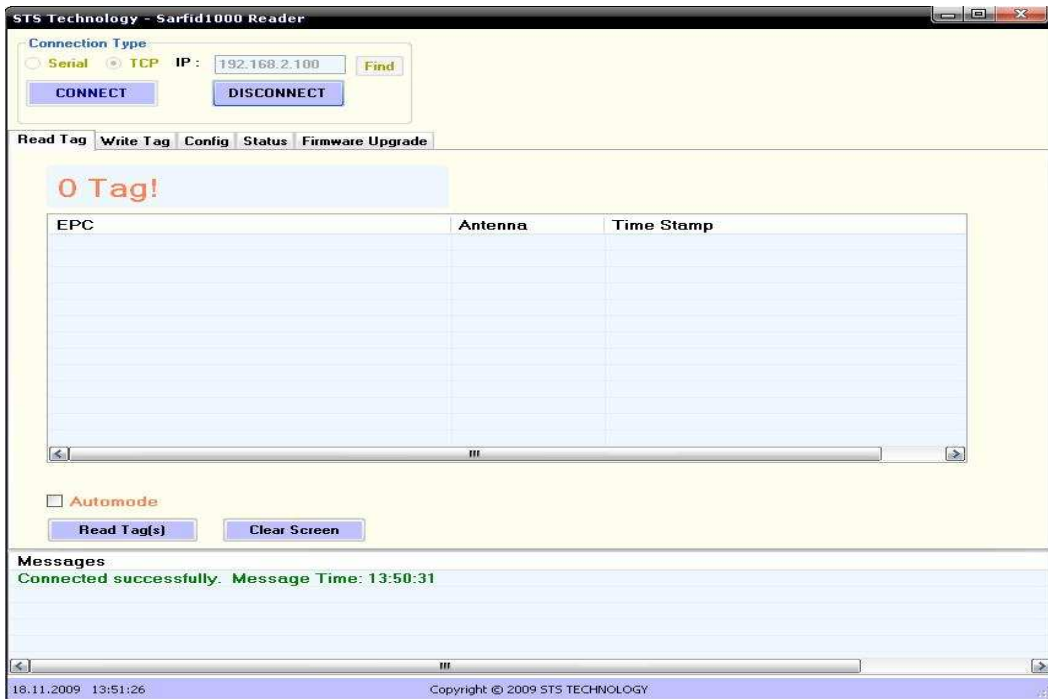
Form ilk açıldığında ekranda sadece bağlantı tipinin seçileceği ve okuyucuya bağlantının gerçekleştirileceği Bağlantı alanı ile yapılan tüm işlemlerle ilgili kullanıcıyı bilgilendirmek amacıyla ekranda görüntülenmesi gereken mesajları yazıldığı Mesajlar alanı bulunmaktadır.

Ekran üzerinde bulunan bağlantı tipi bölümü, uygulamada kullanılan readera bağlanmak için kullanılacak bağlantı şeklinin seçilmesi için kullanılmaktadır. Uygulamada kullanılacak olan Sarfid 1000 reader TCP ve seri port olmak üzere 2 tip bağlantı gerçekleştirebilmektedir. Seri porttan yapılacak bağlantılarda bağlantı tipi olarak Seri'nin seçilmesi yeterli olmaktadır. TCP den yapılacak bağlantılarda, okuyucuya ait IP adresinin IP adresi alanına girilmesi gerekmektedir. Kullanıcı, okuyucuya ait IP adresini biliyorsa el ile giriş yapabilmektedir. IP adresinin bilinmediği durumlarda, eğer okuyucu ağa bağlı ise BUL butonuna basılarak okuyucuya ait IP adresinin otomatik olarak bulunması sağlanmaktadır. Bağlantı işlemi seçildikten ve gereken diğer işlemler yapıldıktan sonra BAĞLAN butonu ile okuyucuya bağlantı gerçekleşmiş olacaktır. Okuyucu bağlantısının kesilmesi istendiği takdirde, Bağlantıyı Kes Butonu ile okuyucuya ait bağlantı kapatılacaktır.



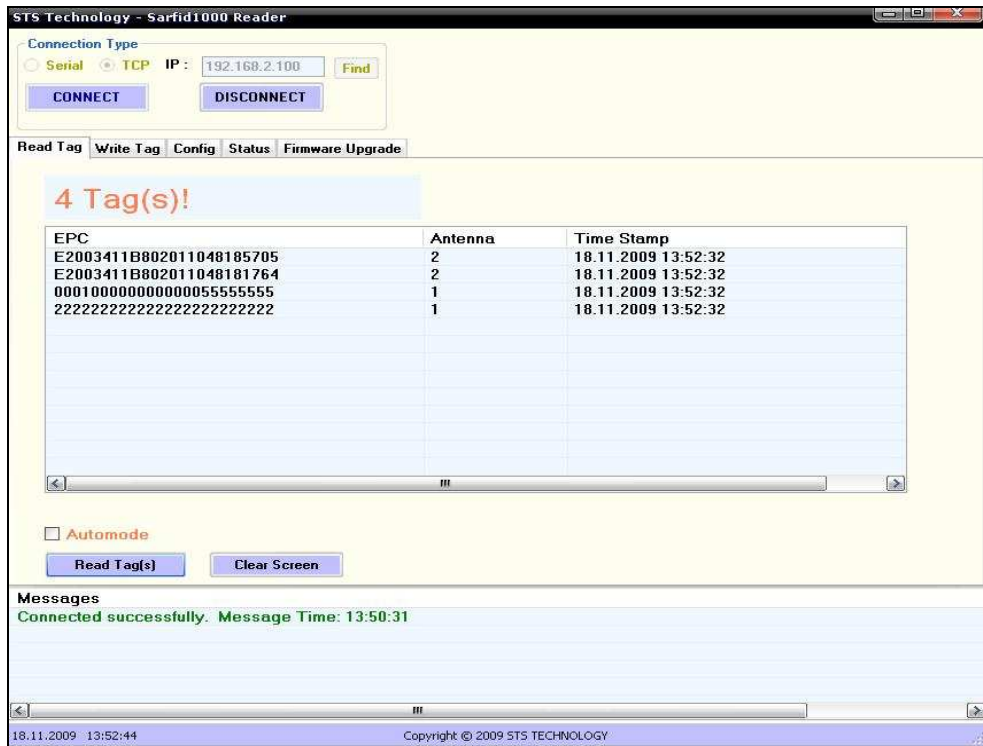
Şekil 8.26. Okuyucu bağlantı ekranı

Bağlantı işlemi sorunsuz gerçekleştiği takdirde, okuyucuya ait bilgiler ekranda formun gerekli alanlarında görüntülenmektedir. Form üzerinde bulunan tüm tablalar okucuya ait işlemlerin yapılmasını sağlamaktadır. Şekil 8.27 okuyucuya bağlantı gerçekleştirildiği durumdaki ekranı göstermektedir.



Şekil 8.27. Okuyucu işlemleri ekranı

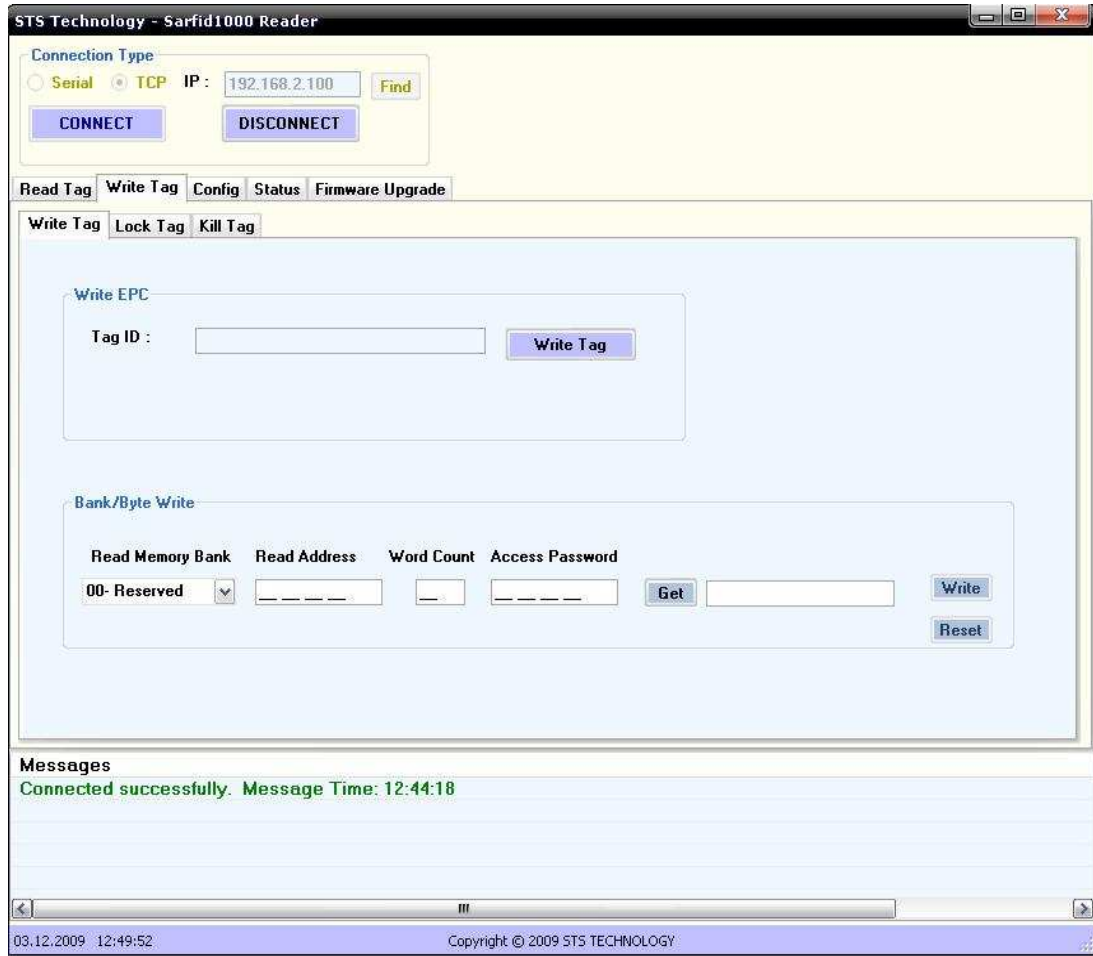
Read Tag tabı, okuyucunun etiket okuma işlemini gerçekleştirmesi için kullanılmaktadır. Sarfid 1000 okuyucu 2 tip okumaya imkân vermektedir. Okuma işleminin normal moda gerçekleşmesi isteniyorsa, ekranda herhangi bir değişiklik yapılmadan Read Tag butonuna basılması gerekmektedir. Belirli süre anten yayınından sonra okunan etiketler ekran üzerinde liste şeklinde görüntülenmektedir. Etikete ait EPC bilgisi, okunduğu anten bilgisi ve okuma zamanı bilgisi listelenmektedir. Okuma işleminin sürekli moda yapılması isteniyorsa, ekran üzerinde yer alan Automode kutucuğu işaretlenerek, Persistime alanına milisaniye cinsinden bir değer girilmesi gerekmektedir. Gerekli işlemler gerçekleştirildikten sonra yine Read Tag butonuna basılması gerekmektedir. Yapılan ayarlamalar doğrultusunda okuyucu okuma yapacak ve normal moda yapılan okumayla aynı şekilde listelenecektir. Her iki durumda da Stop Listenin butonuna basılarak okuma işleminin durdurulması gerekmektedir. Clear Screen listedeki bilgileri temizlemek için kullanılmaktadır. Şekil 8.28 okuma gerçekleştikten sonra ekran görüntüsünü resmetmektedir.



Şekil 8.28. Okuyucu etiket okuma ekranı

Formun Write Tag kulakçığı, etiket kodlama, etiket kilitleme ve etiketi geçersiz hale getirme işlemlerinin yapılabildiği kısımdır. Kendi içinde bulunan kulakçıklar ile farklı işlevlerin yapılması sağlamaktadır.

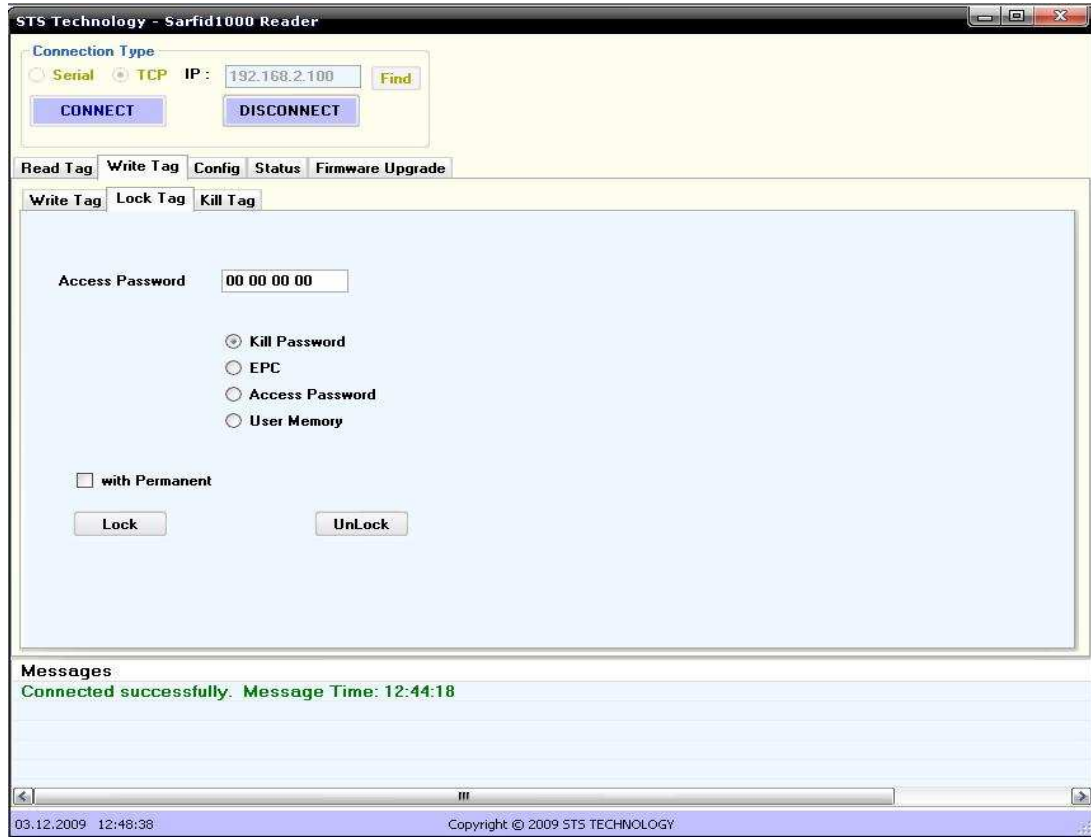
Write Tag kulakçığı etiket üzerine yazma işlemlerinin yapılabildiği kısımdır. Üst tarafta bulunan Write EPC bölümü ile etiketin EPC bloğu değiştirilebilmektedir. Kodlanacak etiket seçildikten sonra Tag ID kısmına etikete kodlanacak olan 24 hanelik EPC numarasının girilmesi gerekmektedir. Girilen EPC numarasının 24 den büyük veya küçük olmaması gerekmektedir. Girilen EPC nin etikete kodlanması için, ekran üzerinde bulunan Write Tag butonuna basılması gerekmektedir. Etiket kodlanması durumunda OK işaretiyle kullanıcı uyarılmaktadır. Şekil 8.29. Yazma alanını göstermektedir.



Şekil 8.29. Etiket kodlama ekranı

Bank/Byte Write bölümünde ise etiket üzerinde seçilen bloğa yazma işlemi gerçekleştirilmektedir. Değiştirilecek blok öncelikle seçilir ve Get butonuna basılarak ekranda görüntülenmesi sağlanmaktadır. Görüntülenen değer üzerinde gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra Write butonuna basılarak değişikliğin etiket üzerine uygulanması sağlanır. “Writing is successfully” mesajı ile yazma işlemi başarı ile gerçekleşmiş olmaktadır.

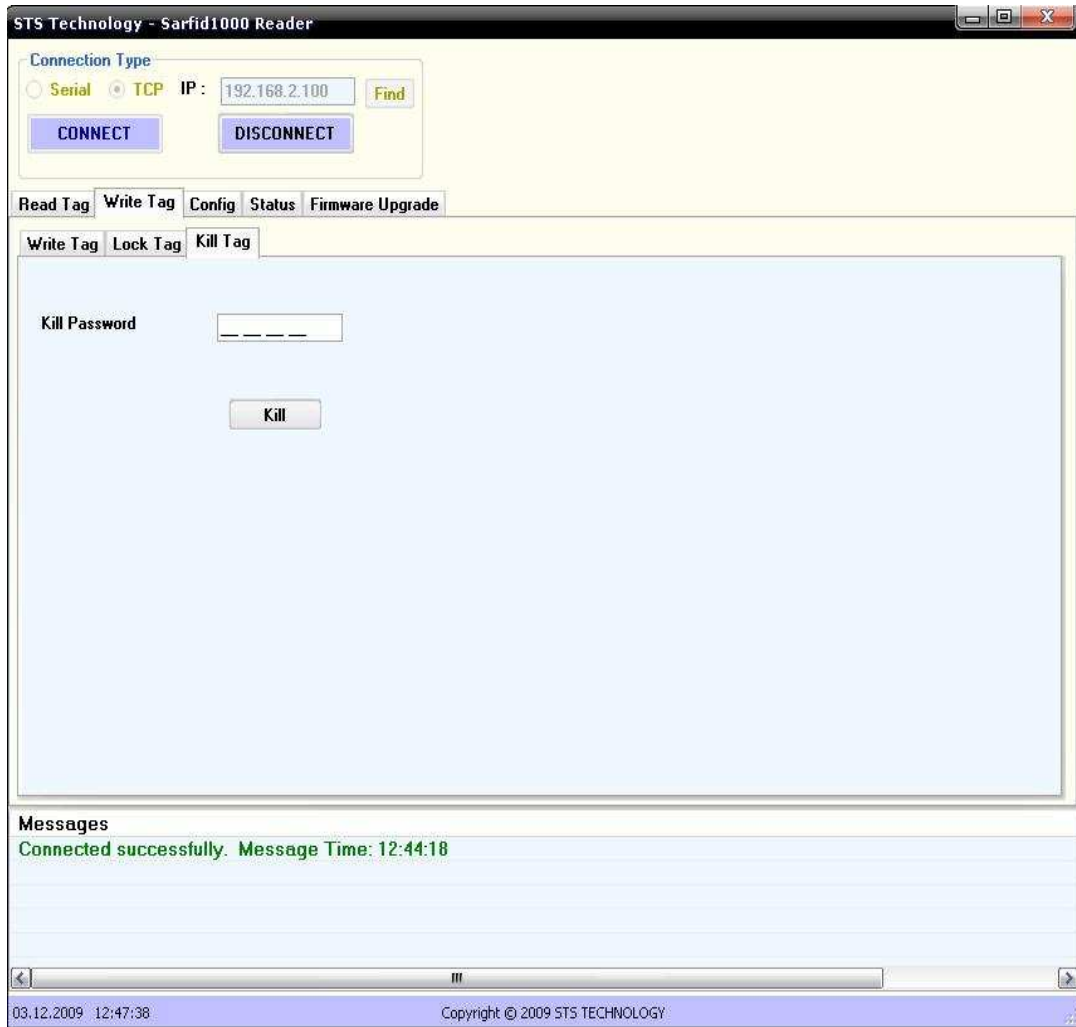
Lock Tag kulakçılığında ise etiketin belirli bir bloğunu kilitleme ve kilitlenmiş bir etiketin kilidini açma işlemi gerçekleştirilmektedir Etikete ait 4 byte lık Access Password alanı girildikten sonra kilitlenecek blok seçilir. Kilitleme işleminin kalıcımı yoksa değiştirilebilir mi olacağı with Permanent kutucuğu işaretlenerek belirlenir. Kalıcı bir değişiklik için bu kutucuğun işaretlenmesi gerekmektedir. Bu işlemler yapıldıktan sonra Lock butonuna basılır. “Locking is successfully” mesajı ile kilitleme işlemi başarı ile gerçekleşmiş olmaktadır.



Şekil 8.30. Etiket kilitleme ekranı

Daha önce, her hangi bir bloğu kilitlemiş bir etiketin kilidinin açılması için, kilitleme işlemleri tekrarlanmaktadır. Ancak burada with Permanent kutucuğunun herhangi bir işlevi bulunmamaktadır. Gerekli işlemler yapılarak UnLock butonuna basılır. “Unlocking is successfully” mesajı ile kilit açma işlemi başarı ile gerçekleşmiş olmaktadır.

Kill tabında ise etiketin kullanım dışı bırakılması sağlanmaktadır. Etikete ait 4 byte uzunluğunda Kill Password girilerek, Kill butonuna basılır. “Killing is successfully” mesajı ile etiketin kullanım dışı kalma işlemi başarı ile gerçekleşmiş olmaktadır.



Şekil 8.31. Etiket öldürme ekranı

Ekran üzerinde yer alan Config tabı, okuyucuya ait bilgilerin görüntülenmesini ve bu bilgiler üzerinde değişiklik yapılmasına olanak sağlamaktadır. Okuyucuya ait bilgiler, Reader Konfigürasyonu ve Network Konfigürasyonu olmak üzere iki kısımda gösterilmektedir. Şekil 8.32’de gösterilmekte olan Reader konfigürasyonu bölümünde, readera ait versiyon, anten portu, okuma gücü, yazma gücü, okuma döngüsü, kaç kere okuduktan sonra okuduğu bilgileri döndüreceğine ait bilgiler bulunmaktadır. Bu bilgiler üzerinde gerekli düzenlemeler yapılarak Kaydet butonu ile değişikliklerin okuyucu için kalıcı olarak değiştirilmesi sağlanmaktadır. Apply butonu ise değişikliklerin sadece o anki bağlantı için geçerli olması için kullanılmaktadır. Reader Config bölümünde değiştirilebilecek özellikler:

Reader Versiyonu: Okuyucuya ait versiyon numarasını vermektedir. Sadece okunabilir bir alandır.

Anten Portu: Okuyucunun okuma yaparken kullanacağı antenin ya da antenlerin gösterildiği ve ayarlanabildiği alandır.

Okuma Gücü: Okuyucunun okuma gücünün gösterildiği ve ayarlanabildiği alandır. En az 5 dbm en fazla 30 dbm olmak üzere ayarlanabilmektedir.

Yazma Gücü: Okuyucunun etiket kodlama gücünün gösterildiği ve ayarlanabildiği alandır. En az 5 dbm en fazla 30 dbm olmak üzere ayarlanabilmektedir.

Okuma Çevrimi (ms): Okuyucunun okuma yapması için geçen sürenin gösterildiği ve ayarlanabildiği alandır. Örneğin read cycle 1000 milisaniye olarak ayarlanmış ise reader 1000 ms boyunca okuma yaparak, okuma anında okuduklarını hafızasında tutar 1000 ms sonunda okuduğu etiketlerin listesini göndermektedir.

Anten : Okuyucunun okuma yapacak anten ayarlarının gösterildiği ve ayarlanabildiği alandır. DefaultAntenna seçilirse reader “General Commands>Antenna Port” ayarına göre etiket okumaya başlar, StartWithFirstAntenna seçilirse reader birinci antenden okumaya başlar read cycle kadar süre sonra ikinci antenden okumaya devam eder,

StartWithSecondAntenna seçilirse reader ikinci antenden okumaya başlar read cycle kadar süre sonra birinci antenden okumaya devam eder.

Loop Count:Okuyucunun otomatik bildirim sürecinde okuma sayısının gösterildiği ve ayarlanabildiği alandır. Sıfır(0) olarak ayarlanırsa okuyucu otomatik bildirim sonlandırılana kadar sonsuz döngü içerisinde etiket listesi göndermektedir. Okuyucunun otomatik bildirim sürecinde Loop Count değeri 0 dan farklı ise bu değer kadar okuma yapar ve durur.

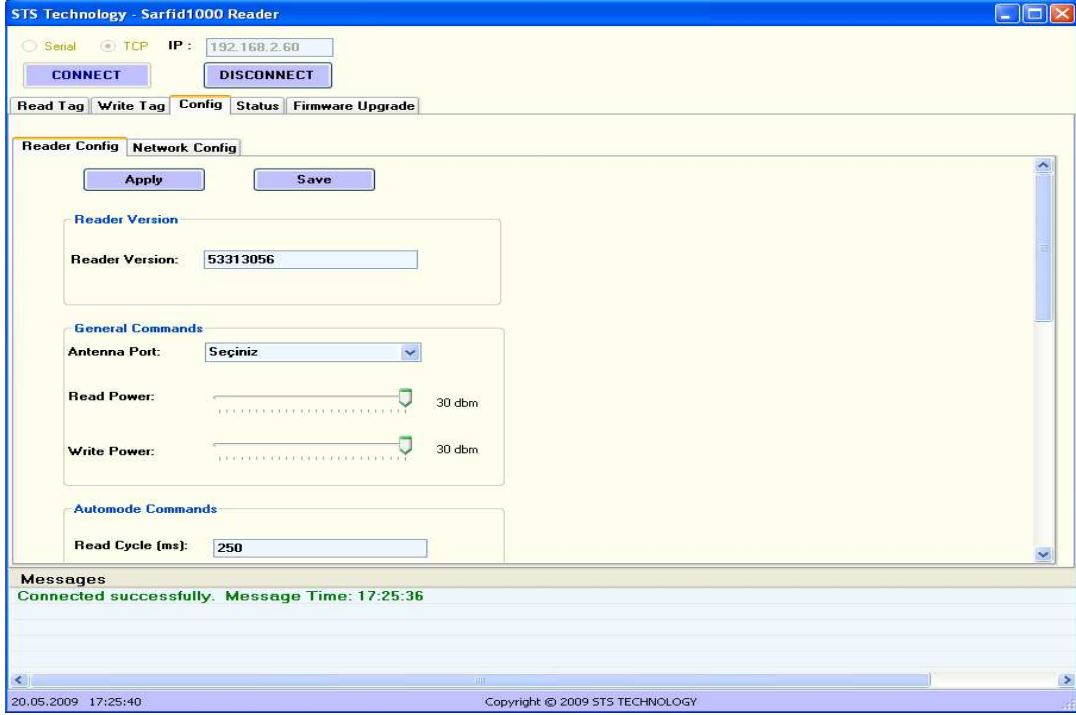
Gönderme: Send parametresi “Ones” olarak ayarlanmış ise reader etiketleri loop count kadar okur ve en sonunda yollar, “Each Cycle” olarak ayarlanmış ise her okumada yollar.Heartbeat, reader’ın çalışır durumda olup olmadığını gösteren bir özelliktir. Reader çalışır durumda ise verilen IP ve porta, ayarlanan heartbeattime aralıklarıyla çalıştığı bilgisini göndermektedir.

HeartbeatEnable: Heartbeat özelliği durumunun gösterildiği ve ayarlanabildiği alandır. True ise heartbeat özelliği çalışıyor, False ise heartbeat özelliği kapalı demektir.

HeartbeatTime: Okuyucunun çalışır durumda olduğu bilgisinin gönderileceği saniye cinsinden zaman aralığı bilgisinin gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır.

HeartbeatAddress: Okuyucunun çalışır durumda olduğu bilgisinin gönderileceği IP adresinin gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır.

HeartbeatPort: Okuyucunun çalışır durumda olduğu bilgisinin gönderileceği port bilgisinin gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır.



Şekil 8.32. Okuyucu ayarları ekranı

Okuyucu ile Ethernet bağlantısı kurulduğunda okuyucunun network ayarları otomatik olarak Şekil 8.33’de gösterilmekte olan network config bölümündeki ilgili yerlere yazdırılmaktadır. Bu sayede reader üzerindeki network ayarlar görülebilir ve ihtiyaç halinde değişiklik yapılabilir. Ayarlarda değişiklik yapmak için ilgili alanlarda istenilen değişiklikler yapılır ve “Save” butonu tıklanır. “Saved Successfully” mesajı ile kayıt işlemi başarı ile gerçekleştirilmiş olur. Yapılan değişikliklerin yapıldığından görsel olarak emin olmak isteniyorsa kayıt işleminden sonra “Display Changing” butonu tıklanır.

Reader Name: Okuyucu adının gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır.

IP Address: Okuyucu IP adresinin gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır.

Reader Port: Okuyucunun veri göndereceği portun gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır.

Notify Address: Okuyucunun verileri göndereceği bildirim adresinin gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır.

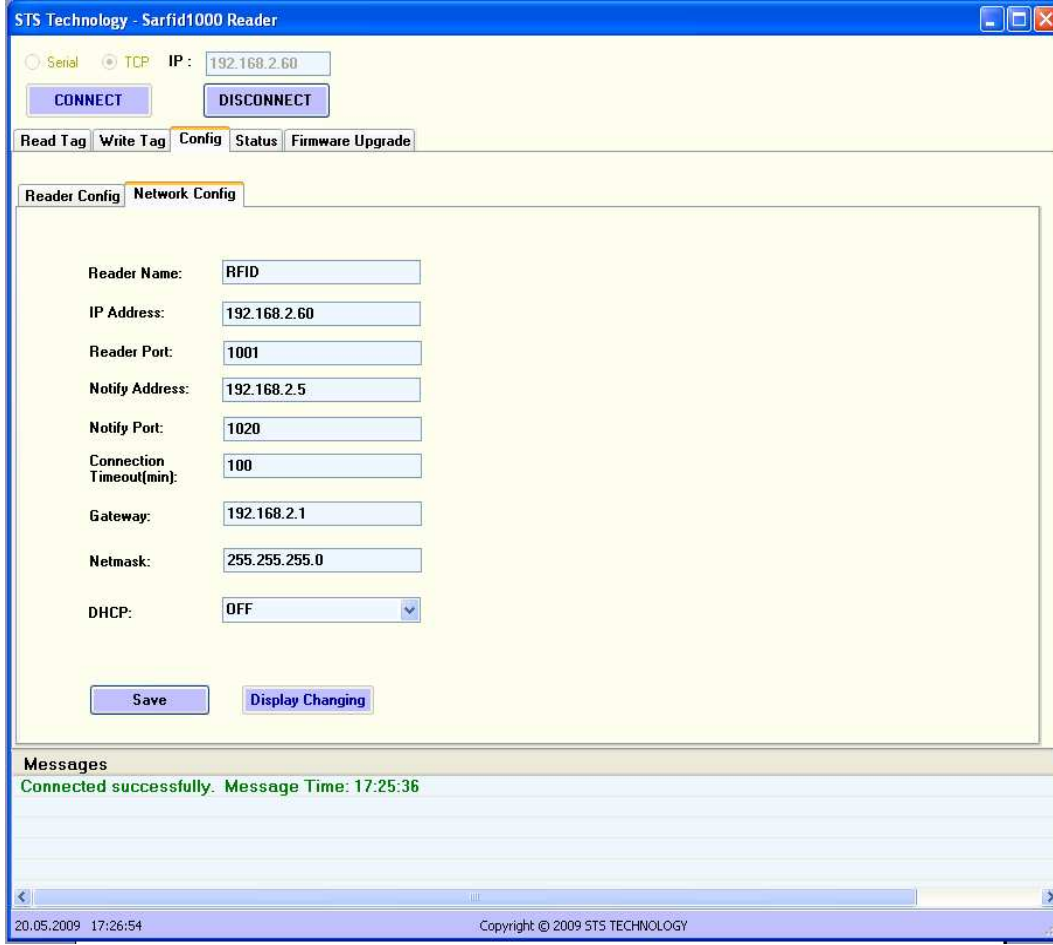
Notify Port: Okuyucunun verileri göndereceği bildirim portunun gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır.

Connection Timeout(min): Okuyucunun ağ aşım süresinin gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır. Okuyucu kendi komut portu üzerinden bir komut aldığıında, bir TCP soketi açar ve datanın gelmesini bekler. Eğer gelen bağlantı kesiliyorsa, soketi süresiz olarak açık tutmaktan ziyade, reader belli bir süre bekler ve daha sonra almış olduğu kısmi komutları görmezden gelerek bağlantıyı otomatik olarak kapatır. Bu zaman periyodu ağ zaman aşımı süresidir.

Gateway: Okuyucunun ağ geçidi bilgisinin gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır.

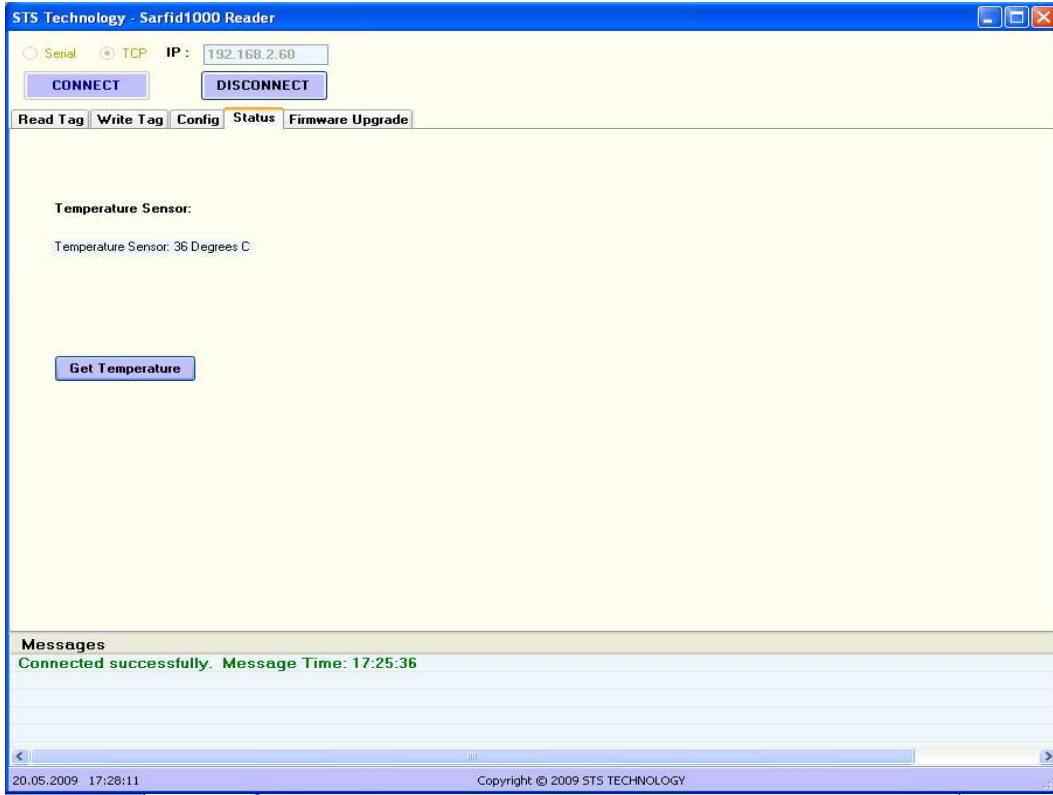
Netmask: Okuyucunun ağ maskesinin gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır.

DHCP: Okuyucunun DHCP protokolünün durumunun gösterildiği ve ayarlanabileceği alandır.



Şekil 8.33. Okuyucu network ayarları ekranı

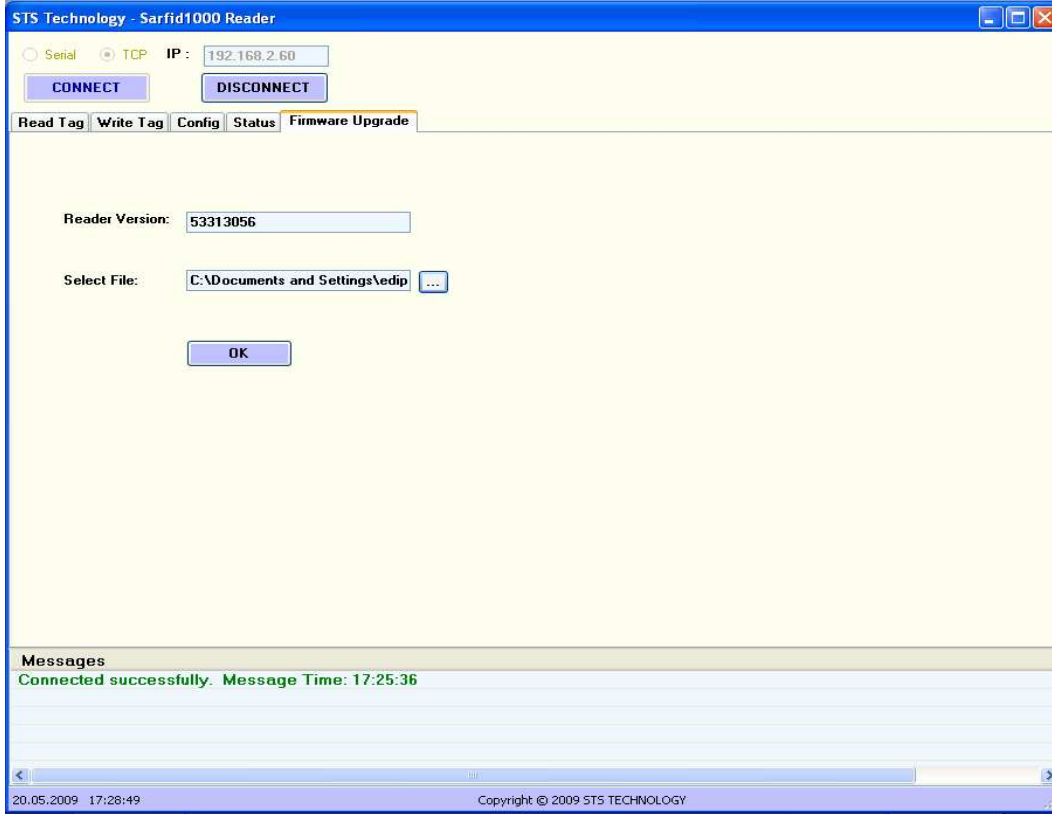
Şekil 8.34’de gösterilmekte olan, formun Status kısmı reader durum bilgilerinin öğrenildiği kısımdır. “Get Temperature” butonu ile readerın o anki sıcaklık bilgisi öğrenilebilmektedir.



Şekil 8.34. Okuyucu sıcaklık alma ekranı

Şekil 8.35’de gösterilmekte olan, formun Firmware Upgrade kısmı reader versiyon bilgisinin öğrenilebileceği ve reader gömülü yazılımı güncelleme işlemlerinin yapılabileceği kısımdır.

Gömülü yazılım güncelleme işlemi gerektiğinde Select File kısmında STS Technology tarafından verilen .sfu uzantılı güncelleme dosyası seçilerek “Ok” butonu tıklanmaktadır. Güncelleme işlemi 1-2 dakika kadar sürebilir ve işlem tamamlandığında “Upgraded Successfully” şeklinde mesaj alınmaktadır.



Şekil 8.35. Okuyucu yazılım güncelleme ekranı

8.3.2.13. Raf sayım ekranı

RFID Online Veri Toplama uygulamasının asıl işlevinin gerçekleşmesini sağlayan ekran olan Etiket Okuma Formuna bu menü kullanılarak ulaşılmaktadır. Etiket Okuma Formu ilk açıldığında ekranda sistemde tanımlı olan raflar listelenmektedir. Okuma işlemine başlamadan önce ilk olarak okuma yapılacak okuyucuya bağlantı işleminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ekranın üst kısmında bulunan bağlantı bölümünden öncelikle bağlantı şekli seçilmektedir. Seçilen bağlantının TCP olması durumunda okuyucuya ait IP adresi biliniyorsa IP adresi kısmına yazılması gerekmektedir. Okuyucuya ait IP adresi bilinmiyorsa ve okuyucu ağda bağlı ise IP adresi yazılacak alanın hemen yanında bulunan BUL butonu aracılığıyla IP adresinin otomatik olarak bulunması sağlanmaktadır. IP adresi girildikten sonra BAĞLAN butonuna basılarak okuyucu ile bağlantı sağlanmış olmaktadır. Okuyucu ile bağlantı sağlandıktan sonra, ekran üzerinde listelenmiş olan raflardan üzerlerindeki ürünlerin okunması istenilen rafların seçilmesi gerekmektedir. Raf seçim işlemi, rafların listelendiği alanda rafların yanında bulunan kutucukların üzerine bir kez fare ile

basılarak seçili hale gelmesini sağlayarak mümkün olmaktadır. Seçilmiş olan bir rafın seçiminin kaldırılması için ise kutucuğa bir kez daha basılması yeterli olmaktadır.

Okunması istenen raflar seçildikten sonra, ürünlerin okunması Okumaya Başla butonuna basılarak gerçekleştirilmektedir.

Etiket okuma işlemi sırasında, kullanıcı tarafından seçilen tüm rafların üzerlerinde olması gereken ürünler ve bu ürünlere ait miktar, minimum maksimum değerler kontrol edilerek okuma sonucunda bu verilere uymayan değerler veritabanına kaydedilmektedir. Daha önce raflar ve üzerinde olması gereken ürünler ve bu ürünlere ait minimum maksimum değerler sisteme kullanıcı tarafından gerilmiştir. Girilen bu değerlere bağlı kalarak okuma sırasında, ilgili raftaki herhangi bir ürüne ait minimum stok değerinin altında bir sayıyla karşılaşıldığında veya maksimum stok değerinin üstünde bir sayıyla karşılaşıldığında hatalı sonuç olarak sisteme kaydedilmektedir. Bu hatalı sonuçlar kullanıcıya rapor olarak sunulmaktadır.

Kullanıcı okuma sonucundaki, sorun bulunan rafları, bu raflar üzerindeki maksimum ve minimum stok değerleriyle ilgili olarak karşılaşılan hataları kontrol etmek istediğinde ekran üzerinde bulunan Rapor Önizleme butonuna basması gerekmektedir. Rapor Önizleme ile o okumaya ait hatalı sonuçlar görüntülenmektedir.

Rapor üzerinde kullanıcıya, hatanın karşılaşıldığı rafa ait bilgiler, sorun oluşan ürüne ait bilgiler ve karşılaşılan hata bilgisi listelenmektedir.

BÖLÜM 9. SONUÇLAR, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

9.1. Sonuçlar

RFID teknolojisi son zamanlarda Auto-ID teknolojileri arasında yıldızı parlayan bir teknolojidir. Auto-ID grubunda yer alan ve grubun en yaygın kullanılan elemanı olan barkot teknolojisine göre RFID teknolojisinin sahip olduğu üstünlükler bu teknolojinin giderek yaygınlaşmasını sağlamaktadır.

Kullanımı 2. Dünya savaşına dayanan RFID teknolojisinin yaygınlaşmasının önündeki en büyük engel etiket fiyatlarının aşağı çekilememesi olmuştur. Ancak, RFID teknolojisinin getirdiği önemli yenilikler bu teknoloji kullanılarak gerçekleştirilen uygulamalara önemli özellikler katmıştır. Bu uygulamalar, RFID teknolojisinin alternatif teknolojiler kullanılarak geliştirilen uygulamaların yerini giderek almaktadır.

RFID teknolojisinin sağladığı önemli avantajlardan biri görüş alanı probleminin olmamasıdır, Okunacak etiketin okuyucu tarafından direk görülmesi zorunluluğu olmaması RFID 'yi diğer Auto-ID teknolojilerinden bir adım öne geçirmektedir. RFID etiketleri bir kutunun içinden, kitabın sayfaları arasından, araba camından kolaylıkla okunabilmektedir.

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 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.

Günümüzde ileri teknolojiler kullanılarak geliştirilen uygulamaların yaygınlaşması beraberinde güvenlik sorunlarının ortaya çıkması sonucunu doğurmuştur. RFID etiketlerinin kopyalanmasının zor olması daha güvenli uygulamalar geliştirilmesini sağlamıştır. Etiketlerin kullanımında meydana gelebilecek tozlanma, yıpranma, hasar görme durumlarına karşı grubundaki diğer teknolojilere oranla daha dayanıklıdır ve kullanımı daha kolaydır.

Sayılan avantajlar, RFID teknolojisinin kullanılmasını beklenen hızda yaygınlaşması için yeterli olmamaktadır. Bu sonucun ortaya çıkmasının nedenleri etiket fiyatlarının düşürülememesi, standartlaşmanın gecikmesi ve bu gelişim aşamasında yapılan hatalara bağlanmaktadır. RFID uygulamalarında dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan bir tanesi çalışılacak ortamın şartlarıdır. Ortamda bulunacak metal veya sıvı maddeler RFID çalışma performansını olumsuz etkileyerek sistemin düzgün çalışmamasını sağlamaktadır. Her teknolojinin eksileri olduğu gibi RFID teknolojisinin de olumsuz yanları bulunmaktadır. Uygulamalar geliştirilirken teknolojinin bu yönleri göz önünde bulundurulmalı ve sistemlerin performanslarının olumsuz etkilemesi önlenmelidir.

RFID bileşenlerinin uygulamaya uygun seçilmesi, sistem başarısında doğrudan etkilidir. Okuyucu ve etiket seçimi yapılırken tüm şartların göz önünde bulundurularak uygun ürünlerin seçilmesi sistem performansını arttıracaktır. Okunacak mesafe, uygulamanın çalıştırılacağı ortam, etiket üzerinde saklanması gereken bilginin boyutu gibi parametreler bize sistem bileşenlerinin seçimi hakkında bilgi vermektedir.

Uygulamada RFID teknolojisinin kullanımıyla hızlı, güvenilir, insan bağımsız veri toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. İnsan hataları en aza indirgenerek stok yönetimi konusunda büyük avantaj sağlanmıştır. Raftaki ürünlerin miktarlarının, olması gereken maksimum ve minimum stok değerlerinin veritabanında tutuluyor olması ve bu raftaki ürün miktarlarının sürekli kontrol edilmesiyle eksik bulunan ürünlerin ilgili mağazaya sevkiyatı sağlanacak bu da lojistik işleminin daha etkin yönetilmesinde etkili olacaktır. Bu işlemler gerçekleştirilirken sayım ve kontrol sırasında insan gücüne gereksinim durulmayacaktır.

Bu tez çalışması sırasında tasarlanan sistem ve geliştirilen uygulamanın kullanılması genel olarak RFID sistemlerin olumsuz yanı olan yüksek maliyet dezavantajının ortadan kaldırılabileceğini ortaya koymuştur. Buna ilave olarak tasarlanan sistem insan gücüne fazla ihtiyaç duyulmadan etkin bir online ürün takip sisteminin oluşturulabileceğini göstermiştir.

9.2. Tartışma ve Öneriler

Sonuç bölümünde de vurgulandığı gibi bu tez çalışması sırasında geliştirilen sistem, ürünlerin online olarak takibini gerçekleştirebilmek için tasarlanmıştır. Amacımız, mevcut uygulamalarla kıyaslandığında daha etkin, daha avantajlı bir tasarım ve uygulama ortaya çıkarmaktır.

Bu tasarımda, okuyucu başına kullanılan anten sayısını arttırarak önemli bir maliyet avantajı elde edilmiştir. Tasarlanan bu yapı için geliştirilen yazılım kullanılarak da depo yönetimi için (sayım, envanter takip, yer bulma) önemli esneklik ve kolaylık sağlanmıştır.

Buna ilave olarak geliştirilen uygulama ile maliyet etkin online ürün/malzeme takibi yapılacağından özellikle mağazacılık sektöründe iş akışlarında ve planlamalarda büyük sürat artışları sağlanabilecektir. Ayrıca projenin sağlayacağı doğru yerde ve zamanda doğru ürün/malzemenin bulunulabilir olması müşteri memnuniyetini de arttıracaktır.

Sistem üzerinde koşacak yazılımın geliştirilmesi sırasında, basit, kullanımı kolay ekranlar tasarlanmış ve bu şekilde uygulamaya kullanım etkinliği sağlanmıştır.

Uygulamada veri toplama teknolojisi olarak RFID teknolojisinin seçilmiş olmasının nedeni RFID teknolojisinin getirmiş olduğu avantajlardır. RFID etiketleri defalarca kodlanabilmektedir, depo, ambar ve sevkiyat koşullarında toz, kir gibi dış etkenlerden okuma performansı düşmemektedir. Görüş alanı problemi bulunmamaktadır. Bir okuma döngüsünde birçok etiket okuyabilmektedir. Bu da işlem hızını arttırmaktadır. Okuma işlemi sırasında sistem insandan bağımsız

çalışmaktadır. Okuma mesafesi UHF etiketlerin kullanımı ile 3-10 metre arasında değişmektedir.

RFID teknolojisiyle çalışırken, getirdiği avantajlardan en iyi şekilde faydalanabilmek için öncelikle sistemin yapısı, ortam koşulları, elde edilmek istenen sonuçlar iyi analiz edilmesi gerekir.

Tüm avantajlarına rağmen RFID'nin bazı dezavantajları bulunmaktadır. Çalışılacak ortamda akıcı ve metallerin bulunması sistemin çalışmasını olumsuz etkilemektedir. Ortamda metal bulunacağı durumlarda metal için uygun metal etiketlerin kullanılması yoluna gidilmelidir. Takibi yapılacak ürünlerin değerli olması ve okuma mesafesinin uzun olması durumunda uygulama geliştirecek kişilerin aktif etiket kullanılması avantaj sağlayacaktır. Aktif etiketler üzerinde bulunan piller dolayısıyla daha uzun mesafeden okuma imkanı sağlamaktadırlar ve ömürleri pasif etiketlere oranla daha uzundur. Pasif etiketler daha kısa mesafeden okuma yapmak için kullanılmalıdır.

Okuyucu seçiminde de sistemin yapısı göz önünde bulundurulmalıdır.

RFID teknolojisinin uygulama alanı oldukça fazladır. Özellikle tedarik zinciri uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Her uygulamanın kendine ait bir yapısı vardır. Etiketlerin yönü, frekansı, etiketlerin ürün üzerine yerleşimi, okuyucu antenlerinin yerleşimi sisteme uygun bir şekilde, tüm faktörler göz önünde bulundurularak karar verilmelidir. Her uygulamada tasarım farklı olsa da uygulamaların amacı ürünler hakkında bilgi toplamaktır. Toplanan bu bilgiler gereksinimler doğrultusunda farklı alanlarda kullanılabilir. Özellikle veri madenciliği uygulamalarında bu şekilde çalışan bir sistem aracılığı ile toplanan verilerden yararlanılabilir. Veriler, üzerine filtreler ve sorgulamalar uygulanarak raporlamada, istatistik uygulamalarında, anket sonuçlarında, üretimde, dağıtımda kullanılabilir.

RFID teknolojisi sağladığı avantajlar ile kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Sağlık sektöründe, tedarik zincirinde, geçiş sistemlerinde kullanımı yaygınken, standartlarının giderek belirgin hale gelmesi, uygulama örneklerinin yaygınlaşması

sisteme olan ilginin artmasını sağlamaktadır. RFID'nin önünde en büyük problem olarak görülen etiket fiyatlarının aşağı çekilmesi sağlanabilirse sistemin kullanımı daha yaygın hale gelecektir.

RFID teknolojisiyle çalışmak isteyenler 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.

RFID teknolojisinin sıvı ve metalle karşılaştığındaki davranışı bize bu noktada duyarlı olmamız gerektiğini göstermektedir. Sıvı ve metal ile karşılaşıldığında okuma performansını düşmekte kimi zaman hiç okuma gerçekleşmemektedir. Bu noktalara dikkat ederek teknolojinin kullanılması gerekir.

Yapmış olduğum uygulamaya toplanan verilerin değerlendirilmesiyle ilgili yeni özellikler eklenebilir. Özellikle bu veriler, veri madenciliği uygulamaları ile kullanıldığında veri toplama işleminin yanı sıra toplanan bu verilerin kullanıma kurumun istatistiksel veriler tutmasında, ürünlerle ilgili üretim kararları verilmesinde yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Otomatik Tanımlama ve Veri Toplama, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Otomatik tan%C4%B1ma ve veri toplama](http://tr.wikipedia.org/wiki/Otomatik_tan%C4%B1ma_ve_veri_toplama), 15.10.2009
- [2] FINKENZELLER, K. ,RFID Hand Book Fundamentals and Applications in Contactless SmartCards and Identification, Wiley Publishing, pp.1-7,29-57, 229-271, Munich/FRG, 2003
- [3] SWEENEY, P.J., RFID For Dummies, Wiley Publishing Inc., pp. 31-40, 45-47, Indiana, 2005
- [4] Optik Karakter Tanıma, <http://tr.wikipedia.org/wiki/OCR> , 17.10.2009
- [5] HUNT, V. D., PUGLIA, A., PUGLIA M., RFID-A Guide to Radio Frequency Identification, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken,pp. 10-120, New Jersey, 2007
- [6] YÜKSEL, M. E., ZAIM A. H., Otomatik Nesne Tanımlama ve Takibinde, Veri Yönetimi ve Analiz Sistemlerinde RFID Üstünlükleri, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), sf. 1-6, Karabük, Türkiye, 2009.
- [7] WARD, M., KRANENBURG, R., RFID: Frequency, standards, adoption and innovation, JISC Technology and Standards Watch, 2006
- [8] CHEN, J., W., A Ubiquitous Information Technology Framework Using RFID to Support Students' ,Learning,icalt, pp. 95-97, Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2005.
- [9] ILIE-ZUDOR., E., KEMENY, Z. , EGRI., P.. MONOSTORU., L., The RFID Technology and ITS Current Applications, In Proceedings of The Modern Information Technology in the Innovation Processes of the Industrial Enterprises-MITIP,ISBN, pp 29-36, Hungary, 2006
- [10] HURJUI., C., TURCU., C. E., GRAUR., A., A System of Monitoring the Products from a Refrigerating Warehouse using RFID Technologies, 6th Internationa Monitoring Conference on Electromechanical and Power Systems, Moldova, pp 1-2, 2007
- [11] SYED A. A, ILYAS, S. A. M, "RFID Handbook, Applications, echnology, Security, and Privacy", CRC Press, Boca Raton, pp. 30-55, 2008

- [12] JONES., A. K., S. Dontharaju, S. Tung, P.J. Hawrylak, L. Mats, R. Hoare, J.T. Cain, and M.H. Mickle, "Passive active radio frequency identification tags (PART),"International Journal of Radio Frequency Identification Technology and Application (IJRFITA), pp. 52-73, 2006
- [13] ZEISEL., E., SABELLA., R., RFID +, Que Publishing, United State of America, 2006
- [14] SOLAK., İ., UHF RFID Etiketler İçin SRAM Tabanlı Donanımsal Rastgele Sayı Üreteci Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, sf.2- 15, 2008
- [15] MCCARTH., S., CURRAN., K., An RFID-Enabled Middleware Architecture for Urban Gaming, Journal of Location Based Services Vol. 1, No. 1, pp. 62–76, 2007
- [16] WANT, R., A Introduction to RFID Technology, Pervasive Computing, pp. 25-33, 2005
- [17] MARROCCO., G., The Art of UHF RFID Antenna Design: Impedance Matching and Size-Reduction Techniques, Published in IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol.50, N.1, 2008
- [18] CHAWLA., V. , SAM HA., D., An Overview of Passive RFID, Virginia Polytechnic Institute and State University Applications Practice
- [19] ASIF., Z., MANDWİLLA., M., Integrating the Supply Chain with RFID: A Technical and Business Analysis, Communicatins of The Association for Information Systems, Volume15, Article 24, 2005
- [20] SIVAKUMAR., M., A Dual Resonant Microstrip Antenna for UHF RFID in the Cold Chain Using Corrugated Fiberboard as a Substrate., Electronics and Communication Engineering, St. Peter's Engineering College, Anna University, Master's Thesis, India, 2005
- [21] GLOVER B. , HIMANSHI B, RFID Essentials, O-REILLY MEDIA , pp 32-48, 2006
- [22] GALEHDAR., A., THIEL., A.V., and O'KEEFE., S.G., Antenna Efficiency Calculations for Electrically Small, RFID Antennas, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 6, 2007
- [23] LIU., W., RFID Applications in Assets and Vehicles Tracking, The internet of things, Auerbach Publications Taylor & Francis Group, 2008
- [24] MILES, S., Introduction to RFID History and Markets. RFID Technology and Applications, Cambridge University pres,pp, 2008

- [25] TagSense Inc., TagSense Nano-UHF RFID Reader, Cambridge, pp. 3-7,2007
- [26] YAN, L., ZHANG, Y., NING, H., The Internet of Things, Taylor & Francis Group, pp, 2008
- [27] RFID and Security Rotterdam Hai Liu, Hong Kong Baptist University Miodrag Bolic and Amiya Nayak, University of Ottawa Ivan Stojmenovic', University of Ottawa and The University of Birmingham Taxonomy and Challenges of the Integration of RFID and Wireless Sensor Networks
- [28] CARLUCCIO., D., KASPER T., PAAR C., Implementation Details and Multi Purpose ISO 14443 RFID-Tool, Workshop on RFID Security ,2006
- [29] MULDER., D. E., AERTS., W., PRENEEL., B., VANDENBOSCH., G., VERBAUWHEDE I., A Class E Power Amplifier for ISO-14443A, In 12th IEEE Workshop on Design and Diagnostics of Electronic Circuits & Systems (DDECS 2009), IEEE, pp. 20-23, 2009
- [30] HAWRYLAK, P. J. , CAIN., J.T., MICKLE., M. H., Analytic modelling methodology for analysis of energy consumption for ISO 18000-7 RFID Networks, International Journal of Radio Frequency Identification technology and Applications , Vol. 1, NO. 4, pp. 371-400, 2007
- [31] ISO/IEC SC31 RFID RELATED STANDARDS, http://www.highteaid.com/standards/RFID_Standards_SC31.htm, 12.11.2009
- [32] Standardization of RFID, <http://rfid-Handbook.de/rfid/standardization.html>, 15.11.2009
- [33] A Summary of RFID Standards, <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1335/1/129/>, 01.12.2009
- [34] New RFID Standard Groups at EPCglobal, <http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1113>, 30.11.2009
- [35] YÜKSEL., M. E., ODABAŞI., Ş.D. , Nesnelere İzlenebilir ve Yönetilebilir mi? Çözüm:RFID, Akademik Bilişim 2009 Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 2009
- [36] SMITH., A. D., Exploring Radio Frequency Identification Technology and Its Impact on Business Systems, Information Management & Computer Security, pp.16-28, 2005
- [37] ANGELES., R., RFID Technologies: Supply-Chain Applications and Implementation Issues, Information Systems Management, pp. 51-65, 2005
- [38] ERICKSON, G.S., KELLY, P.E., Building Competitive Advantage With

- Radio Frequency Identification Tags, Competitiveness Review, Vol 17, Issue 1 / 2, pp.1-7, 2007
- [39] GARFINKEL., S.L., JUELS., A., PAPPU., R., RFID Privacy: An Overview of Problems and Proposed Solutions, Security & Privacy Magazine IEEE, pp. 34-43, 2005
- [40] XIAO, Y. S., YU K., WU., Ni, Q., JANECEK, C. and Nordstad, J., Radio frequency identification: technologies, applications, and research issues, Wireless Communications And Mobile Computing Wirel. Commun. Mob. Comput., pp. 457-472, 2007
- [41] STRASSNER., M., FLEISCH., E., Innovationspotenziale von RFID für das Supply Chain Management, Wirtschaftsinformatik, Vol. 47, No.1, pp. 45-54, 2005
- [42] GAUKLER., G.M., SEIFERT, R.W., HAUSMAN, W.H., Item-Level RFID in the Retail Supply Chain, Production and Operations Management, Vol. 16i No.1, pp. 65-78, 2007
- [43] SAATÇIOĞLU., Y. Ö., RFID Teknolojisi Fırsatlar, Engeller ve Örnek Uygulamalar, Ege Akademik Bakış, Cilt6, Sayı 1, sf 24-30, 2006
- [44] MORTENSEN., J., H.H., PEDERSEN., T. A., Possible Use of RFID Technology in Support of Construction Logistics, Agder University College Graduate Thesis, Master of Technology Information- and Communication Technology, 2004
- [45] BAYRAK MEYDANOĞLU., E. S., Perakendeci Piyasalarında RFID Sistemleri, Ege Akademik Bakış, Vol. 9. No:1, pp 141-157, 2009
- [46] BAYRAK MEYDANOĞLU., E. S., RFID Sistemleri ve Veri Güvenliği, Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt 1, Sayı:3, 2008
- [47] SOON.,T. J., TIEYAN., L., RFID Security, Synthesis Journal, pp. 34-38, 2008
- [48] KARYGIANNIS, T. ,EYDT., B., BARBER., G., BUNN., L., PHILIPS., T., Guidelines for Securing Radio Frequency Identification (RFID) Systems – Recommendations of the National Institute of Standards and Technology (NIST), NIST Special Publication 800-98, Computer Security Division Information Technology Laboratory National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, 2007
- [49] HYUNWOO., K., WOOSEOK., R., HONG., B., Extension of RFID Middleware for Active Sensor Tags, Department of Computer Engineering Pusan National University Pusan, Republic of Korea, 2006
- [50] LIANG., D., DONG., W., HUANYE., S., Design of RFID Middleware

Based on Complex Event Processing, Cybernetics and Intelligent Systems, pp. 1-6, 2006

- [51] PINE., H.B., RFID and the Importance of Integration and Software, ABI Research, 2005
- [52] CHEN., N.K., CHEN., J.L., CHANG, T.H., LU., H.F., Reliable Middleware for RFID Network Applications, Rocinternational Journal Of Network Management, Wiley InterScience, doi:10.1002/nem.698, 2008
- [53] GHAYAL., A., SmartRF: A Flexible and Light-weight RFID Middleware , Department of Computer Science and Engineering Indian Institute of Technology, Kanpur, 2007

ÖZGEÇMİŞ

Selin Ülper, 17.05.1984'de Kocaeli'nde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Gölcük'te tamamladı. 2002 yılında Gölcük Atatürk Anadolu Lisesinden mezun oldu. 2002 yılında başladığı Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünü 2006 yılında bitirdi. 2006-2007 yılları arasında Poyraz Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.nde mühendis olarak çalıştı. 2007 yılında Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği Bölümü' de Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2009 ilkbahar döneminde Hereke Nuh Çimento Meslek Lisesinde bilgisayar öğretmeni olarak çalıştı. Haziran 2009 tarihinden STS Teknoloji Şirketinde Yazılım Mühendisi olarak görev yapmaktadır.