




**T.C.**

**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# SAVUNMA SEKTÖRÜNDE RADYO FREKANSLI TANIMA (RFID) SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI

**Gökhan ÖZBEK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Temmuz-2014**

**KONYA**

**Her Hakkı Saklıdır**

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

## SAVUNMA SEKTÖRÜNDE RADYO FREKANSLI TANIMA (RFID) SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI

**Gökhan ÖZBEK**

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**
**Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç.Dr. Seral ÖZŞEN**

**2014, 88 Sayfa**

**Jüri**
**Danışman Doç.Dr. Seral ÖZŞEN**
**Doç.Dr. Ercan YALDIZ**
**Yrd.Doç.Dr. Sabri ALTUNKAYA**

Radyo frekanslı tanıma (RFID), radyo frekansları aracılığıyla alıcı ve verici arasında doğrudan temas olmadan cisimleri tanımlamakta kullanılan bir otomatik tanıma sistemidir. İlk olarak ikinci dünya savaşında uçakların dost veya düşman olduğunu ayırt etmek (IFF) için kullanılmaya başlanan RFID uygulamaları, günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte pek çok uygulamada kullanılmaya başlanmıştır. Amerikan Savunma Bakanlığı 2004 yılında FISC üssünde pilot proje başlatmış ve bunun sonucunda tüm tedarikçilerine RFID kullanılmasını zorunluluk haline getirmiştir.

Bu tez çalışmasında; RFID sistem bileşenleri, haberleşme altyapısı gibi teknik özellikleri ve uygulama alanları incelenmiş olup örnek bir üs için RFID Envanter Yönetimi uygulaması yapılmıştır. Sistem bileşenleri olarak 125 kHz düşük frekans aralığında çalışan Phidget RFID okuyucu ve pasif etiketler kullanılmıştır. Yazılım kısmında ise VB.NET programlama dili ve Visual Basic 2010 programı kullanılmıştır.

RFID Envanter Yönetimi uygulamasında, malzemelerin envantere kaydedilmesi süreci gerçekleştirilmiştir. Otomatik tanıma sistemi sayesinde kullanıcı hataları önlenmiştir. Ayrıca RFID sisteminin envanter yönetiminde kullanılması malzeme kayıt, depolama, gönderme gibi tedarik zinciri süreçlerini daha da hızlandırmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Otomatik tanıma, okuyucu, RFID, etiket

## ABSTRACT

## MS THESIS

## RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) SYSTEMS IMPLEMENTATION ON DEFENCE INDUSTRY

**Gökhan ÖZBEK**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY**
**THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE**
**IN ELEKTRICAL AND ELEKTRONICS ENGINEERING**

**Advisor: Assoc.Prof.Dr. Seral ÖZŞEN**

**2014, 88 Pages**

**Jury**
**Advisor Assoc.Prof.Dr. Seral ÖZŞEN**
**Assoc.Prof.Dr. Ercan YALDIZ**
**Asst.Prof.Dr. Sabri ALTUNKAYA**

Radio frequency identification (RFID) is an auto-id system, which identify objects via radio frequencies without any contact between transmitter and receiver. RFID applications started to use in the second world war for the first time to identify aircrafts' friend or foe (IFF), nowadays it has been using in many applications with developing technology. DOD started a pilot RFID project at FISC base in 2004. As a result of this project, DOD forced all the suppliers to use RFID technology.

In this thesis study; RFID system components, communication infrastructures is examined such as technical specifications and finalize sample RFID Inventory Management application for a sample base. It is used 125 kHz low frequency working range Phidget reader and passive tags as system components. VB.NET programming language and Visual Basic 2010 software are used to create RFID inventory management application.

In the RFID Inventory Management application, inventory process of materials recording is carried out. Through of auto-id, user's mistakes have been prevented. In addition, the usage of RFID in the inventory system has accelerated supply chain such as recording, storage and shipping process.



**Keywords:** Auto-id, reader, RFID, tag

## İÇİNDEKİLER

**ÖZET** ..... **iv**

**ABSTRACT** ..... **v**

**İÇİNDEKİLER** ..... **vi**

**SİMGELER VE KISALTMALAR** ..... **viii**

**1. GİRİŞ** ..... **1**

1.1. Tez Konusunun Tanıtılması ..... 1
1.2. Tez Çalışmasının Amacı ve Önemi ..... 3
1.3. Tarihsel Gelişim ve Kaynak Araştırması ..... 4

**2. RFID VE ALTYAPI BİLEŞENLERİ** ..... **8**

2.1. RFID Etiketler ..... 8
2.1.1. Fonksiyonlarına Göre RFID Etiketler ..... 10
2.1.2. Frekanslara Göre RFID Etiketler ..... 12
2.1.3. Bellek Tipine Göre RFID Etiketler ..... 14
2.1.4. Çipsiz RFID etiket ..... 15
2.2. Okuyucu ..... 15
2.3. Yazılım ..... 17
2.4. RFID Sisteminin Yapısı ..... 18
2.5. Okuyucunun İşlevi ..... 18
2.6. Okuyucunun Tasarım ve Performansı ..... 19
2.7. Etiketin İşlevi ..... 20
2.8. Endüktif Kuplaj – Pasif Etiketlere Güç Kaynağı ..... 21
2.8.1. Kuplaj Katsayısı ..... 22
2.8.2. Endüktans ( L ) ..... 24
2.8.3. Karşılıklı Endüktans (M) ..... 22

**3. RFID SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI** ..... **26**

3.1. Lojistik Alanındaki Uygulamalar ..... 26
3.1.1. Liman Lojistiği ..... 26
3.1.2. Lojistik Hizmet için İzleme Altyapısı ..... 27
3.1.3. İlaç Lojistiği ..... 28
3.1.4. Parça Taşıyıcılar ..... 28
3.1.5. Depo Giriş ve Çıkışlarının Kontrolü ..... 29
3.2. İnşaat Sektöründeki Uygulamalar ..... 29
3.3.Ürün Güvenilirliği ..... 30
3.3.1. İlaç Endüstrisi ..... 30
3.3.2. Gıda Alanında İzlenebilirlik ..... 30
3.4.Erişim Denetimi ..... 31
3.5.Hayvan Yetiştiriciliğinde Kullanımı ..... 31
3.6.Sağlık Sektöründeki Uygulamalar ..... 32

3.6.1. Hasta Tanımlama ..... 32
3.6.2. Kan Nakli ..... 33
3.7.Parekende Alanındaki Uygulamalar ..... 34
3.8.Trafik Alanındaki Uygulamalar ..... 34
3.8.1. Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) ve Hızlı Geçiş Sistemi (HGS) ..... 34
3.8.2. Cep Telefonundan Bilet Ödemesi ..... 36
3.9.Savunma Sektöründeki Uygulamalar ..... 36

**4. RFID ENVANTER YÖNETİMİ UYGULAMASI ..... 42**

4.1.Savunma Sektöründe Envanter Yönetiminin Önemi ..... 42
4.2.Çalışmanın Amacı ..... 43
4.3.Sistemin Tanıtımı ..... 44
4.4.Sistemin Gereksinimleri ..... 47
4.5.RFID Envanter Yönetimi Donanım Bileşenleri ..... 48
4.6.RFID Envanter Yönetimi Donanım Testleri ..... 51
4.7.RFID Envanter Yönetimi Yazılım Bileşenleri ..... 54
4.8.Veritabanının Oluşturulması ..... 55
4.9.RFID Envanter Yönetimi Yazılım Arayüzleri ..... 56

**5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER ..... 68**

5.1.Sonuçlar ..... 68
5.2.Öneriler ..... 69

**KAYNAKLAR ..... 71**

**EKLER ..... 74**

**ÖZGEÇMİŞ ..... 88**

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

| | |
|---|---|
| A | : Anten Alanı |
| B | : Manyetik Akı Yoğunluğu |
| H | : Manyetik Alan Şiddeti |
| I | : Akım |
| k | : Kuplaj Katsayısı |
| L | : Endüktans |
| M | : Ortak Endüktans |
| N | : Bobin İçin Sarım Sayısı |
| R | : Daire Yarıçapı |
| V | : Gerilim |
| X | : X Ekseni Boyunca Bobinin Merkezine Uzaklık |
| $\Phi$ | : Manyetik Akı |
| $\mu_0$ | : Manyetik Alan Sabiti |
| $\Psi$ | : Toplam Manyetik Akı |
| $\lambda$ | : Dalga Boyu |

### Kısaltmalar

| | |
|---|---|
| AUTO-ID | : Otomatik Tanıma Sistemleri |
| DOD | : Amerikan Savunma Departmanı |
| EAS | : Elektronik Nesne İzleme |
| EEPROM | : Silinip Programlanabilir Salt Okunur Bellek |
| EPC | : Elektronik Ürün Kodu |
| ERP | : Kurumsal Kaynak Planlama |
| FISC | : Norfolk Filo ve Endüstriyel İkmal Merkezi |
| HF | : Yüksek Frekans |
| IC | : Entegre Devre |
| IFF | : Dost veya Düşman Tanıma |
| IT | : Bilgi Teknolojisi |
| I/O | : Giriş / Çıkış |
| LF | : Düşük Frekans |
| OCR | : Optik Karakter Tanıma |
| PCMCIA | : Kişisel Bilgisayar Hafıza Kartı Uluslararası Kuruluşu |
| RF | : Radyo Frekansı |
| RFID | : Radyo Frekanslı Tanıma |
| ROM | : Yalnızca Okuma |
| UHF | : Ultra Yüksek Frekans |
| VHF | : Çok Yüksek Frekans |
| WORM | : Tek Yazma Çoklu Okuma |

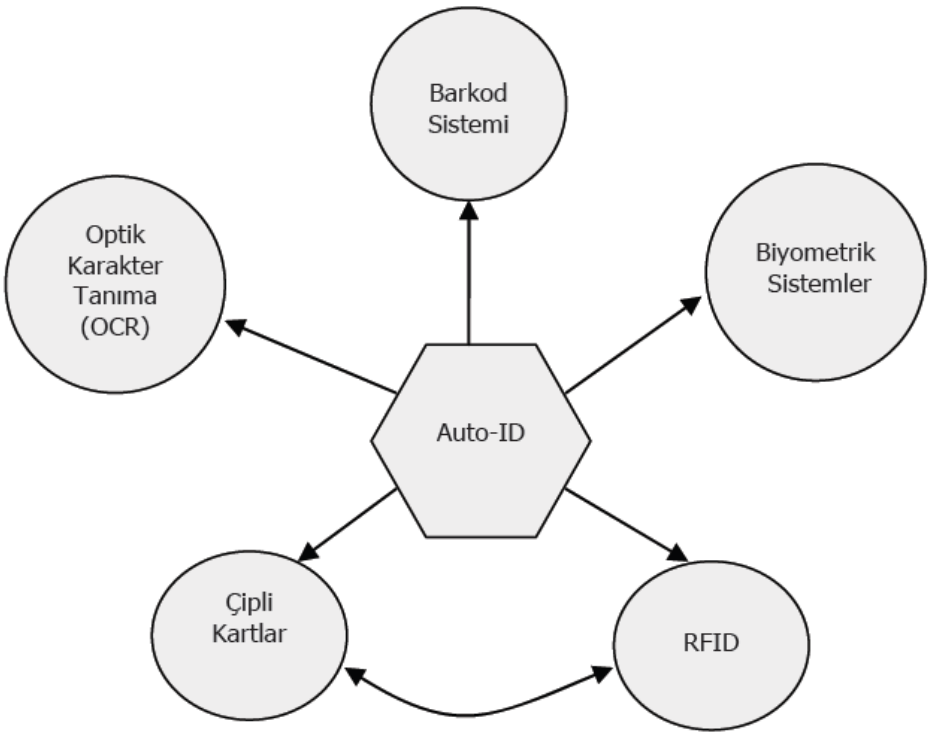
# 1. GİRİŞ

Otomatik tanıma sistemleri, günümüzde hayatımızı kolaylaştıran pek çok teknoloji gibi hızla yaygınlaşmıştır. Bunların başında gelen barkod teknolojisi hemen hemen tüm sektörlerde bilgi erişiminde kullanılan vazgeçilmez bir araç olmuştur. Maliyetinin ucuz olmasının yanında, dünya genelinde kabul gören standartlarının oluşturulması yaygın kullanımın sebeplerinin başında gelmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte artan iş yüküne paralel olarak şirket gereksinimleri artmış, barkod teknolojisi bu ihtiyaçlara tam olarak cevap verememeye başlamıştır. Bu kapsamda; alternatif olarak geliştirilen pek çok uygulamaya entegre edilebilmesiyle radyo frekans tanıma sistemleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Envanter yönetimi gibi pek çok işlem basamağından oluşan sektörlerde anlık bilgiyi doğru olarak aktarabilme olanağı sunması, sadece etiketlerin üzerindeki bilgilerin okunması değil, aynı zamanda değişen verileri sisteme girdi olarak yine aynı etiket üzerine işleyebilmesi gibi teknolojik yenilikler getirmesi sayesinde pek çok sektörde bu teknolojinin kullanılmasına başlanmıştır.

## 1.1. Tez Konusunun Tanıtılması

RFID; İngilizce açılımı ile radio frequency identification kelimelerinin baş harflerinin kısaltmasıdır. Türkçe ifadesiyle; radyo frekanslı tanıma sistemi, etrafında anten sarılı olan bir mikroçip (etiket) ve bir okuyucudan oluşan otomatik tanıma sistemidir (Auto-ID) (Şekil 1.1.) (Üstündağ, 2008). Otomatik tanıma sistemleri, son yıllarda lojistik sektörü başta olmak üzere üretim ve dağıtım yapan hizmet sektöründeki pek çok şirket tarafından kullanılmaktadır.

Radyo frekanslı tanıma sistemlerinde veri ve enerji transferi, etiket ve okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan sağlanmaktadır. Okuyucunun yaydığı elektromanyetik dalgalar antenle buluşmakta ve etiket üzerindeki devreleri harekete geçirmektedir. Etiket dalgaları modüle ederek okuyucuya geri göndermekte, okuyucu da yeni dalgayı dijital veri haline dönüştürmektedir.




**Şekil 1. 1.** Otomatik Tanıma Sistemleri (Auto-ID)

RFID, dünyada en fazla gelişecek olan iletişim (komünikasyon) ve bilgi iletişim teknolojilerinden biri olarak gösterilmektedir. Piyasa uzmanlarına göre, 2007 yılından 2017 yılına kadar olan süreçte RFID sistemleri 4.96 milyar dolardan 27,88 milyar dolara çıkarak yaklaşık beş kat artacaktır (Çizelge 1.1.) **(**OECD, 2008**).**

**Çizelge 1.1.**Sektör Analistlerinin RFID Piyasasının Gelişimi Üzerine Tahminleri

| ***Sektör analistleri*** | ***2005*** | ***2006*** | ***2007*** | ***2010/2011*** | ***2015*** | ***2017*** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Gartner** | 504 milyon | 2.7 milyar | | 3 milyar (2010) | | |
| **RNCOS** | 1.9 milyar | | | | 26.9 milyar | |
| **BCC Research** | 649 milyon | 713.4 milyon | | 1.05 milyar (2011) | | |
| **IDTechEx** | | | 4.96 milyar | | | 27.88 milyar |

OECD 2008 yılı RFID politika raporunda yer alan verilerden de görüldüğü üzere; piyasa analiz şirketlerinin tahminlerinde aynı yıllara bakıldığında büyük farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir. Bu farklılıklarda RFID teknolojisinin kullanımında şirketlerin halen karar aşamalarında olması büyük rol oynamaktadır. Şirketlerin tereddütleri arasında sistem kurulum maliyeti, işletme maliyeti, sistem verimliliği gibi sorunlar büyük yer tutmaktadır.

### 1.2. Tez Çalışmasının Amacı ve Önemi

Bu tez çalışmasında RFID teknolojisinin savunma sektöründe uygulanmasına yönelik en büyük tereddütlerden olan RFID sisteminin kurulum ve işletme maliyeti incelenmiş olup Visual Basic 2010 programı kullanılarak RFID envanter yönetimi uygulaması geliştirilmiştir. Bu kapsamda 125 kHz düşük frekans aralığında çalışan Phidget RFID okuyucu ve her bir ürün için farklı bir ürün kodu içeren pasif etiketler sistem bileşenleri olarak kullanılmıştır. Radyo frekansları aracılığıyla alıcı ve verici arasında doğrudan temas olmadan ürünleri envantere kaydeden bir otomatik tanıma sistemi oluşturulmuştur. Manuel olarak yapılan işlemlerin, RFID envanter yönetimi uygulamasıyla yapılması sonucunda elde edilen kazanımlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. 5 ana bölümden oluşan bu tez çalışmasının amacı; RFID sistemlerinin Türk Silahlı Kuvvetlerinde uygulanabilirliğini araştırıp tavsiyelerde bulunmaktır. Yapılmış örnek çalışmalardan yararlanılarak RFID sistemlerine geçilmesinin maliyet analizini yapmak ve mevcut iş akışları incelenerek sistemin kurulum aşamasında gerekli hazırlıklar ve kurulduktan sonra elde edilebilecek kazanımlar ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

Birinci bölümde bu tezde yapılan çalışmalar tanıtılıp tanıtıcı bilgiler, tarihsel gelişim ve literatür özetine yer verilmiştir. İkinci bölümde RFID sistemi hakkında genel bilgiler, sistem özellikleri ve haberleşme altyapısı anlatılmıştır. Sonraki bölümde RFID teknolojisinin dünya genelinde kullanım alanları incelenmiş ve savunma sektöründe pilot uygulama olarak denenen Norfolk Filo ve Endüstriyel İkmal Merkezindeki pilot RFID çalışmasından bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde, RFID envanter yönetimi uygulaması oluşturulmuş ve kullanılan sistem bileşenleri değişik yönlerden sınanmıştır.

Son bölümde ise, RFID sistemlerin Türk Silahlı Kuvvetlerinde uygulanabilirliği hakkında incelemelerde bulunulmuş ve bu alanda yapılacak benzer çalışmalar için bazı önerilerde bulunulmuştur.

### 1.3. Tarihsel Gelişim ve Kaynak Araştırması

Proceedings of the IRE'nin 1948 yılının Ekim ayında yayımlanan "Communication by the means of reflective Power" isimli makale, radyo frekansı ile veri iletişiminin sağlanması konusunda yayımlanan ve RFID teknolojisinin temelini oluşturan ilk bilimsel çalışmadır (Stockman H., 1948). Bu makaleyi "Application of the Microwave Homodyne" (F.L. Vernon., 1952) ve "Radio Transmission Systems with Modulatable Passive Responder" (D.B. Harris., 1960) adlı makaleler izlemiştir. Bu iki makalede de iletilen radyo sinyallerinden tanımlanabilir, ölçülebilir ve fark edilebilir dönüş sinyalleri elde edilebileceği üzerinde durulmaktadır. 1959 yılında Amerika Birleşik Devletler Ordusu RFID'nin erken formu olan ve düşman uçakların dost veya düşman olduğunu belirleyen IFF sistemini uygulamaya başlamıştır. 1950-1960'lı yıllarda RFID teknolojisi hakkında ilk deneysel gelişmeler başlamıştır. 1958 yılında Jack Kilby Texas Instruments bünyesinde ilk entegre devre sistemlerini geliştirmiştir.

1960'lı yıllara damgasını vuran en önemli çalışmalar, "Field Measurements Using Active Scatters" (R.F.Harrington., 1963) ve "Theory of Loaded Scatters" (R.F.Harrington., 1964) adlı R.F.Harrington'in elektromanyetik teorisi ile ilgili yenilikçi çalışmaları olmuştur. "Remotely Activated Radio Frequency Powered Devices" (Robert Richardson., 1961) adlı makale ile radyo frekansı ile uzaktan kontrol edilen cihazlar üzerine, "Communication by Radar Beams" (Otto Rittenback., 1969) adlı makale ile radar ışınları ile haberleşme üzerine, "Passive Data Transmission Techniques Utilizing Radar Beams" (J.H. Vogelman., 1968) adlı makale ile pasif veri gönderim teknikleri ile radar ışınlarının kullanımı üzerine, "Interrogator-Responder Identification System" (J.P. Vinding.,1967) adlı makale ile okuyucu-alıcı tanımlama sistemleri üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

1960'lı yılların sonlarına doğru Sensormatic ve Checkpoint şirketleri özellikle hırsızlığa karşı geliştirilen EAS adlı ilk ticari uygulamalarını piyasaya sunmuşlardır. Malzeme ve ürünlerin elektronik olarak izlendiği EAS sistemlerinde, 1 bit etiketler

kullanılmakta ve sistem sadece ürün/malzeme üzerinde etiketin var olup olmadığını kontrol ederek uyarı sinyali vermektedir. Özellikle giyim mağazalarında ve kütüphanelerde hırsızlığa karşı kullanılan, pil içermeyen, ucuz ve basit pasif etiketler içeren EAS sistemler, bugünkü RFID uygulamalarının temelini oluşturmuştur.

1970'li yıllar RFID teknolojisi için büyük bir gelişmeye şahitlik etmiştir. Las Mario W. Cardullo, 23 Ocak 1973'te yeniden yazılabilir hafızası ile bir aktif RFID etiketi için ilk Amerikan patentini aldığını duyurmuştur. Aynı yıl, Kaliforniyalı girişimci Charles Walton anahtarsız bir kapının kilidini açmak için kullandığı pasif bir etiket için patent almıştır. Etiket ile güçlendirilmiş bir kart, kapının yanındaki bir okuyucu ile sinyal iletişiminde bulunur. Okuyucu RFID etiketi içinde depolanan geçerli kimlik numarasını fark edince, okuyucu kapıyı açar. 1975 yılında Alamos Bilimsel Labaratuvarında çalışan Alfred Koelle, Steven Depp, and Robert Freyman tarafından kaleme alınan "Short-Range Radio-telemetry for Electronic Identification Using Modulated Backscatter," adlı çalışma büyük yankı uyandırmıştır. Entegre devreler içeren RFID etiketler, imalat süreçlerinde ürün izleme, araç izleme, çiftlik hayvanlarının tanımlanması ve izlenmesinde kullanılmaya başlanmıştır. 1980'lerin başında demiryolu araçlarının izlenmesinde kullanılmıştır.

İlk ticari uygulama ise 1984 yılında General Motors tarafından gerçekleştirilmiştir. General Motors otomobillerin gövdelerine yerleştirdiği RFID etiketlerle her gövdede doğru ekipman kullanımını amaçlamaktaydı. 1990'larda Amerika, İtalya, Fransa, İspanya, Portekiz ve Norveç'de köprü ve otobanlarda otomatik ödemeli geçiş sistemlerinde kullanılmıştır. Aynı yıllarda RFID tabanlı giriş kontrol sistemleri de çeşitli endüstrilerde kendine yer bulmuştur. Güvenlik amaçlı olarak kapı girişlerinde gerekli kontrolün sağlanmasında bu sistemlerden yararlanılmaktadır. Özellikle otomobil üreticileri, araç motorlarının izinsiz çalıştırılmasını engellemek için RFID entegre anahtarlar kullanmaktadır.

1991 yılında, elektronik sistemler konusunda dünyanın en büyük şirketlerinden biri olan Texas Instruments, sadece RFID teknolojisine yönelik TI-RFID adlı yeni bir şirket kurmuştur. Bu şirket Amerika'da bu teknoloji ile ilgili yeni sistemlerin geliştirilmesine ve uygulamaların oluşmasına öncülük etmiştir.

1990'lı yıllara kadar RFID uygulamalarının çoğu düşük frekans (LF) ve yüksek frekans (HF) sistemlerden oluşmaktaydı. Bunlar daha çok giriş kontrol sistemleri, hayvan tanımlama ve izleme, havayolları bagaj izleme, ödeme ve müşteri sadakat kartları, otomobil hırsızlığının engellenmesi, elektronik parça izleme (EAS), doküman izleme ve spor aktiviteleri uygulamalarında kullanılıyordu. Bu sistemlerin veri okuma hızı ve menzili daha düşük olmakla birlikte, hız limitleri bu sistemlerde belirli bir zaman dilimi içinde yüzlerce etiketin okutulabilmesini engellemektedir. 1990'ların sonunda ultra yüksek frekans pasif (UHF) etiketler, palet, kutu izleme, stok kontrol ve lojistik yönetimi gibi tedarik zinciri sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

2000'li yıllarda, Wal-Mart ve Metro gibi büyük perakende zincirler, 2005 yılından itibaren ise DoD gibi Amerikan hükümet kuruluşları tedarikçilerini RFID sistemlerini kullanmaları için yaptırım kararları almaya başlamıştır. Aynı yıllarda MIT Üniversitesi Auto-ID Laboratuvarı'nın girişimiyle Elektronik Ürün Kodu (EPC) standartlarının gelişmesi için çalışmalar hızlanmıştır. Tedarik zincirinde uluslararası standartların belirlenmesinde faaliyet gösteren GS1 kuruluşu, MIT, Cambridge, St. Gallen üniversiteleriyle işbirliği yaparak EPCGlobal organizasyonunu kurmuştur. Kâr amacı gütmeyen bu kuruluş, RFID standartlarının geliştirilmesi için faaliyet göstermektedir. EPC sisteminde her ürün, RFID etiketinde bulunan tekil bir numara ile izlenebilmekte, internet üzerindeki DNS yapısına benzer bir yapı olan ONS ile EPCIS ağ sistemi üzerinden ürün bilgilerine dünyanın her yerinden ulaşılabilmektedir.

"Improving supply-chain performance by sharing advance demand information" (Thoneman, 2002) adlı çalışmada, Wal-Mart ve Procter & Gamble şirketlerinin RFID teknolojisine geçtikten sonra depolama maliyetlerinin %70 azaldığı, performansı ölçen hizmet seviyelerinin de %96 dan %99 a arttığı gözlemlenmiştir.

"RF Tag Antenna Performance on Various Materials Using Radio Link Budgets" (J.Griffin, G.Durgin, A.Haldi, B.Kippelen, 2006) adlı çalışmada, Griffin ve arkadaşları Friss denklemine yeni bir faktör eklemeye çalışmışlardır. İki farklı radyo sinyalinde olan kayıpları ölçmek amacıyla yapılan çalışma sonucunda elektromanyetik olarak duyarlı malzemelerin yakın mesafeden etiket antenindeki çıkış empedansını değiştirdiğinden istedikleri sonuca ulaşamamışlardır.

"Theory and Measurement of Backscattering From RFID Tags" (P.Nikitin, K.Rao, 2006) adlı çalışmada, RFID etiket anteninden geri serpme yoluyla yansıyan gücü ölçmek amacıyla Friss denkleminin serbest uzayda yayılımına dayanan radar cross section RCS adıyl yeni bir method tanıttılar. Bu method serbest uzaydan daha kompleks bir ortamda uygulanabilir değildi.

"Unobtrusive Long Range Detection of Passive RFID Tag Motion" (B.Jiang, K.Fishkin, S.Roy, M.Philipose, 2006) adlı çalışmada, RFID okuyucuların okuma oranlarını deneysel metodla arttırmaya yönelik çalışmışlardır. Farklı çevresel koşullarda okuyucuların pozisyonunu ve etiketlerin yerlerini değiştirerek maksimum okuma bölgesini araştırmışlardır.

"A Comparative Analysis of the Department of the Defense (DOD) Passive Radio Frequency Identification (RFID) Policy and Perspective In Terms of Site Implementations" (M.Meyer, S.Demirel, 2006) adlı çalışmada, Norfolk Filo ve Endüstriyel İkmal Merkezinde uygulamaya konulan pilot RFID uygulamasının diğer üslerle genişletilmesinin sağlayacağı avantajlar ve dezavantajlar ortaya koyulmuştur.

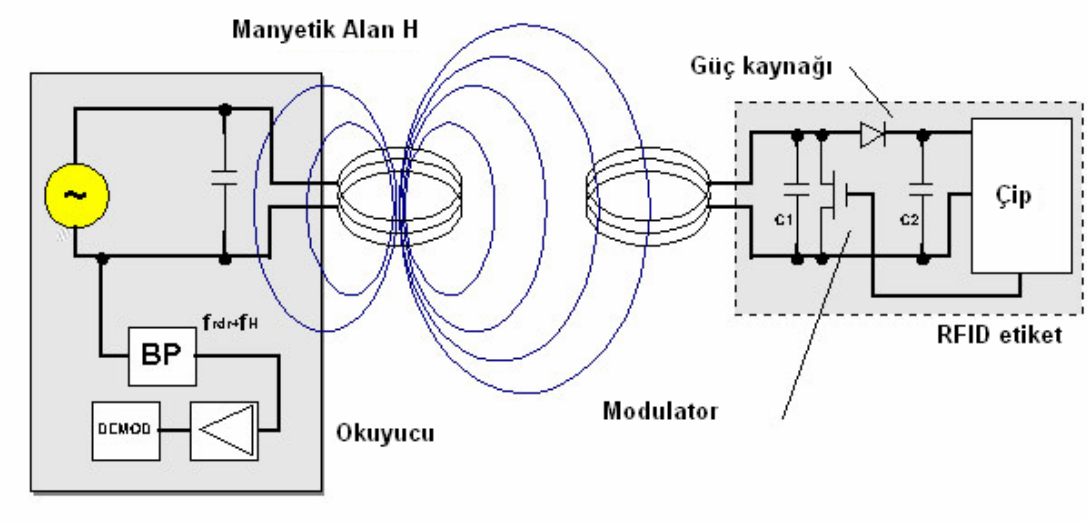
"Informations System Security" (R.Goel, 2007) adlı çalışmada, EPCGlobal standartlarına göre çip hafızası içerisinde EPC kodu içeren veriyle sadece o ürüne tanımlanan kod ile benzersiz bir tanımlama sağlanabileceği belirtilmiştir. 64,96 ve 128 bitlik farklı EPC formatları yer almaktadır. 96 bitlik EPC kodu ile 268 milyon üretici ve 16 milyondan farklı ürün tanımlanabilmektedir.

"Automatic Identification Technology: Tracking Weapons and Ammunition for The Norwegian Armed Forces" (T.Lien, 2011) adlı çalışmada, Norveç Silahlı Kuvvetlerinde kullanılan piyade tüfeklerine RFID ve diğer otomatik tanıma sistemleri uygulanarak hangi sistemin daha uygun olacağı karşılaştırılmıştır.

"Impact of RFID Technology on Supply Chain Efficiency" (A.Masum, F.Bhuiyan, M.Azad, 2013) adlı çalışmada, tedarik zincirlerinde RFID teknolojisinin, depolama maliyetini ve dağıtım giderlerini azaltmasının yanı sıra stok dışı kalmanın da önüne geçerek verimliliği ve etkinliği arttıran bir faktör olduğunu belirtmişlerdir.

## 2. RFID VE ALTYAPI BİLEŞENLERİ

RFID sistemleri, etiket, okuyucu, okuyucuya bağlı antenler, bilgisayar ve sistem yazılımlarından oluşmaktadır. RFID sistemlerinin çalışma prensibinde veri transferi kilit noktayı oluşturur. Genelde etiket ve okuyucu arasındaki veri iletişimi, geri serpme modülasyonu ile gerçekleşir (Şekil 2.1.) (Finkenzeller, 2002).

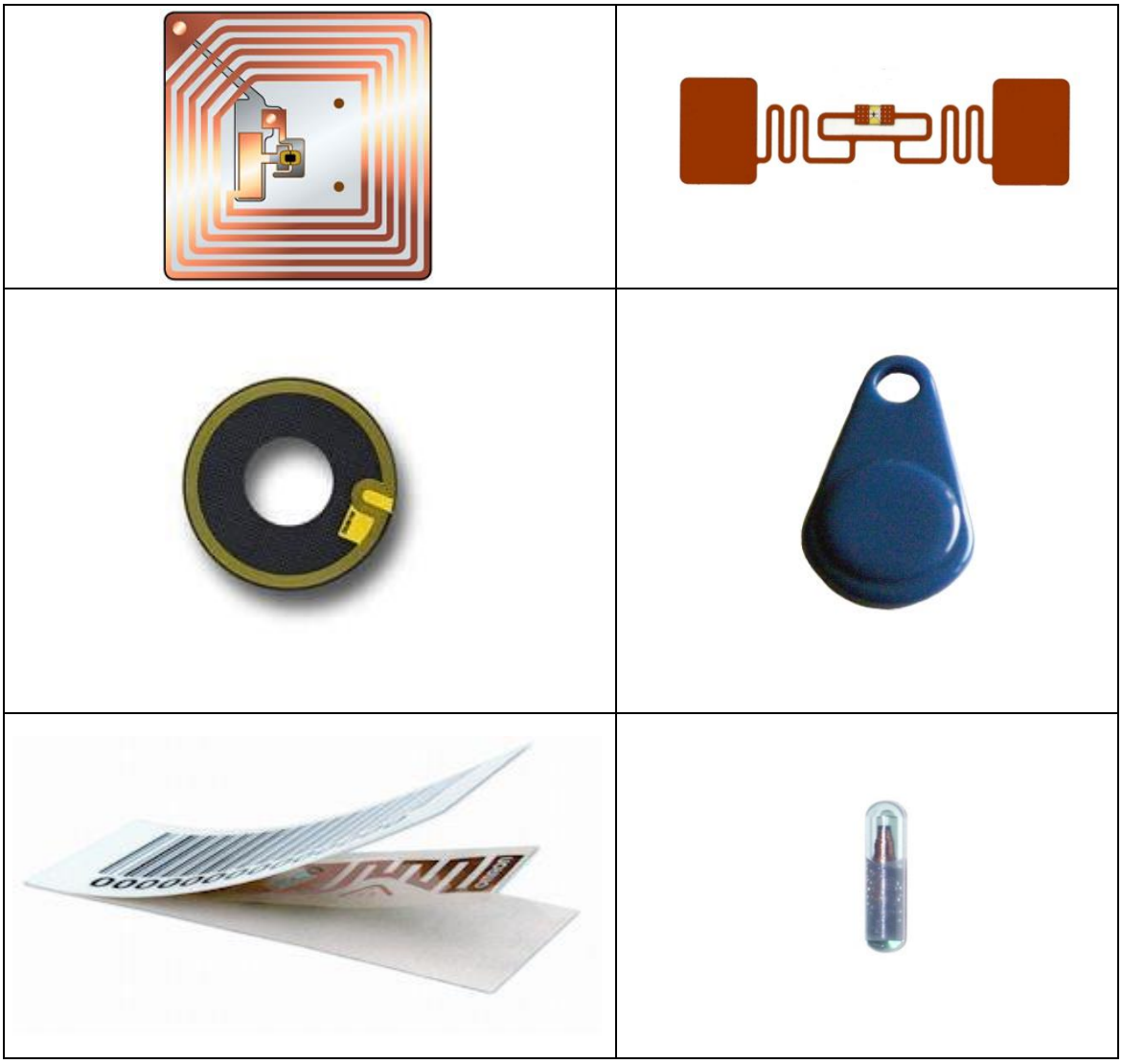



**Şekil 2.1.** Etiket, Okuyucu ve Anten Bağlantısı

Bu yöntemde okuyucunun yaydığı elektromanyetik dalgalar antenle buluşmakta ve etiket içindeki devreleri harekete geçirmektedir. Etiketin içinde yer alan kondansatör, okuyucudan gelen dalgalardaki enerjiyi alır, mikroçip bu enerjiyi kullanarak dalgaları okuyucuya geri gönderir ve okuyucu da yeni dalgayı dijital veri haline dönüştürür.

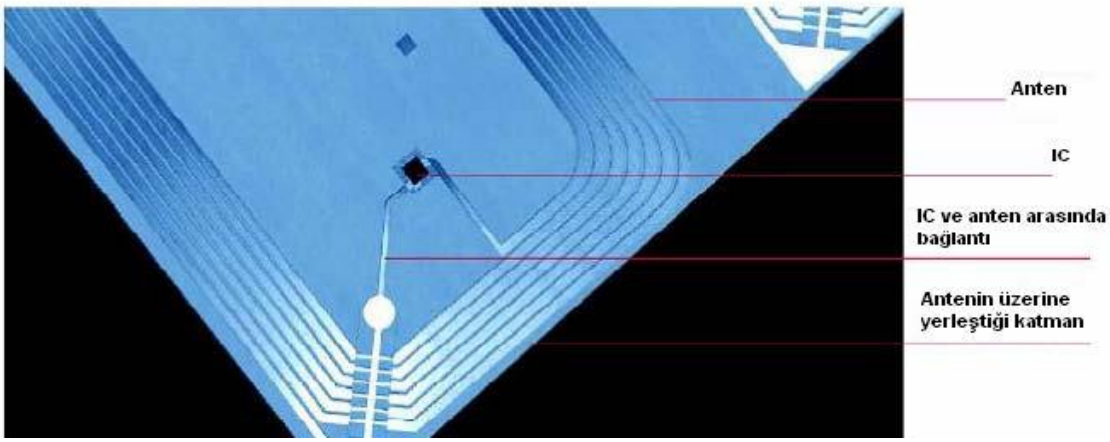
### 2.1. RFID Etiketler

RFID etiketi, sınırlı kapasitede belleğe sahip, taşınabilen bir modüldür. Bu modül bir kibrit çöpü boyutunda, kredi kartı ebatlarında veya 20 x 200 mm silindirik olabilir (Şekil 2.2.) (www.bitz.com.tr). Bazı yerlerde etiket yerine tag veya transponder ifadesi de kullanılmaktadır. RFID etiketleri her tür ürüne gömülebilir ya da yapıştırılabilir.



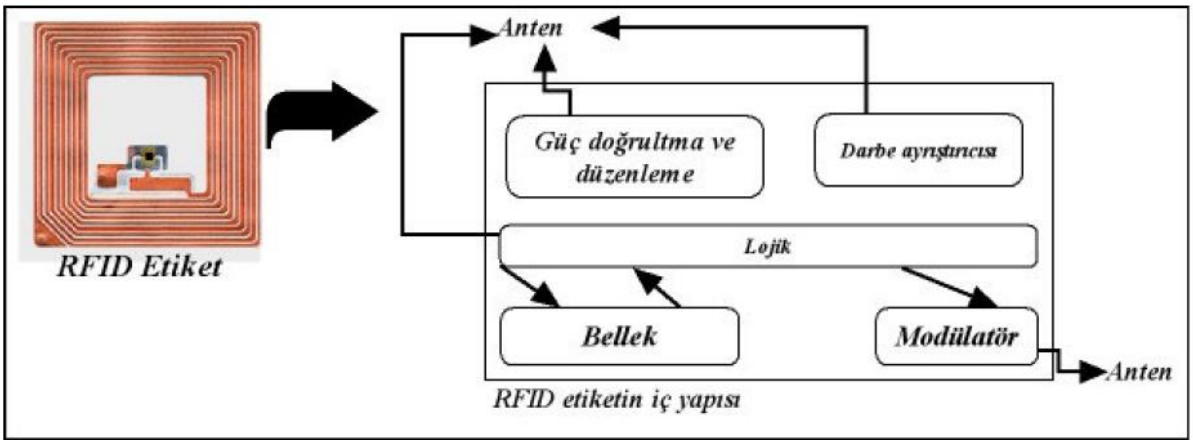
**Şekil 2.2.** Değişik Şekillerde Tasarlanmış RF Etiketler

Son derece küçük olan bu etiketler içinde bilgi barındıran (ürün numarası, üretici kodu, üretim tarihi, doz, ilaç adı, vb.) birer mikro yonga ve yine minik birer antenden oluşurlar (Şekil 2.3.) (Üstündağ, 2008).




**Şekil 2.3.** RFID Etiket Yapısı

Sinyal göndericisi (RFID okuyucusu) tarafından modüle edilip gönderilen sinyal, pasif etiketin anteni vasıtasıyla algılanır. Etiket içindeki kapasitor, gelen enerjiyi alır ve kendisini şarj eder. Bu şarj ile mikroçip içindeki devreleri harekete geçirir (Şekil 2.4.) (Pala, 2007).




**Şekil 2.4.** RFID Etiket ve İç Yapısı

Taşıyıcı dalga, anten içinde küçük bir alternatif akımın oluşmasına neden olur. Çip içindeki güç doğrultucu ve düzenleyici devresi, AC akımı DC akım olarak düzenler ve bununla çipi harekete geçirir. Bu süreç, çipin çalışmasına neden olur. Çip içindeki darbe ayrıştırıcısı, taşıyıcı dalga ile darbe dalgasını ayırır. Darbe dalgası; senkron bir biçimde lojik, bellek ve modülatör kısımlarını harekete geçirir. Çipin lojik kısmı, taşıyıcı dalgadan 1 ve 0'ları ayırır. Elde edilen veri ile iş programı karşılaştırılır ve gelen cevaba göre hareket edilir. Lojik kısım, verinin geçerli olduğunu onayladıktan sonra, kimlik bilgisi için bellek kısmına başvurur. Lojik kısım, saat ayrıştırıcısı darbelerini kullanarak veriyi kodlar. Kodlanmış veri akımı, modülatör kısmının girişine verilir. Modülatör kısmı; gelen veri akımı ile taşıyıcı dalgayı karıştırır. Anten vasıtasıyla, değiştirilen sinyal alıcıya geri gönderilir.

### 2.1.1. Fonksiyonlarına Göre RFID Etiketler

RFID etiketlerin iki genel kategorisi bulunmaktadır. Bunlardan birisi aktif, diğeri ise pasif etiketlerdir (Çizelge 2.1.) (Saatçioğlu,2009). RFID etiketlerin bazı modelleri içindeki bilgiyi koruyabilmek için pil kullanır. Bu tip etiketlere aktif etiket denir. Aktif etiketler okuma menzili bakımından pasif etiketlere (içinde pil bulunmayanlara) göre

daha verimli olmasına rağmen pil bitme riski ve fiyat yüksekliği bakımından fazla tercih edilmezler. Pasif etiketler okuyucudan yayınlanan radyo frekansı ile kendisini enerjiler, okuyucudan gelen komutu değerlendirir ve cevabını gönderir.

**Çizelge 2.1.** RFID Sistemlerde Farklı Etiketlerin Karşılaştırılması

| **Etiket** | **Aktif** | **Pasif** | **Yarı-pasif** |
|---|---|---|---|
| *Güç kaynağı* | Pil | Okuyuculardan yayılan elektromanyetik dalgalarla oluşan indüksiyon | Pil ve indüksiyon |
| *Okuma mesafesi* | 30 m. Kadar | 3 m. | 30 m. Kadar |
| *Yakınlık bilgisi* | Zayıf | İyi | Zayıf |
| *Frekans çatışması* | Yüksek | Orta | Yüksek |
| *Depolanan bilgi miktarı* | 32k veya daha fazla (okuma/yazma) | 2k (sadece okuma) | 32k veya daha fazla (okuma/yazma) |
| *Maliyet/Etiket* | 2$-100$ | 25cent | Geliştirilmekte |

Aktif RFID etiketleri bir verici ve bir güç kaynağına sahiptir. Pasif etiketlerse güç kaynağına sahip değildir. Yalnızca bir RFID okuyucu tarafından uyarıldıklarında sinyal yayar ve bilgi gönderirler. RFID okuyucular 1-3 metrede etkili bir elektromanyetik alan oluştururlar.

Pasif RFID etiketleri bu etki alanına girdiklerinde elektromanyetik alanın etkisi ile etkinleşir ve sinyal üretirler. Okuyucu bu sinyali alır ve bağlı olduğu bilgisayar sistemine iletir. Örneğin, hastane eczanesinde bulunan bir okuyucu kapıdan çıkan her serum şişesini satın alma ve depo programlarına bildirebilir. Yarı aktif etiketler ise çipin devrelerini harekete geçirmek için güç kaynağı kullanırken, iletişim kurmak için okuyucudan uyarı alırlar. Okuma işlemi yine okuyucunun yaydığı elektromanyetik alan yoluyla gerçekleşir.

Aktif ve yarı aktif etiketler uzun aralıklarla takip edilmesi gereken tren vagonları gibi yüksek değerli varlıklar için kullanılırlar, ancak pasif etiketlerden daha pahalı

olduklarından düşük değerli varlıklarda kullanılamazlar. Bugün aktif etiketleri daha ucuza mal etmek için çalışmalar yapan firmalar bulunmaktadır. Son kullanıcılar maliyeti daha düşük olan pasif etiketleri tercih etmektedir. Örnek vermek gerekirse; Boeing 737 tipi erken ihbar uçağı yaklaşık 367.000 değişik parçadan imal edilmiştir. Dolayısıyla tüm çevrimiçi yedekleri de düşünüldüğünde sadece bir uçak için yarım milyonu aşkın malzemenin etiketleneceği düşünülürse RFID envanter yönetimi uygulamasında en ekonomik seçeneğin pasif etiket olacağı kaçınılmazdır.

### 2.1.2. Frekanslara Göre RFID Etiketler

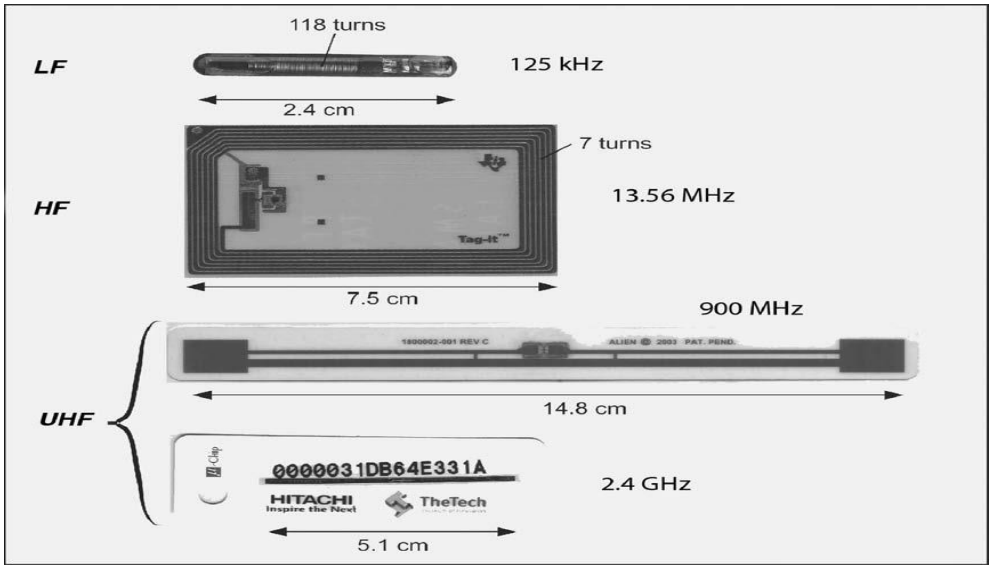
RFID etiketlerinin ayırt edici bir diğer özelliği de çalıştıkları frekans aralıklarıdır. 50 kHz den 10 GHz e kadar değişen frekans aralıklarında çalışabilirler. Dünya genelinde en çok kullanılan frekans aralıkları; 50-150 kHz, 13.56 MHz, 260-470 MHz, 902-928 MHz ve 2450 MHz dir (Çizelge 2.2.) (www.sap.com).

**Çizelge 2.2.** Bölgelere göre sıklıkla kullanılan RFID frekans aralıkları

| FREKANS | BANT | BÖLGE |
|---|---|---|
| 125-136 kHz | LF | Dünya genelinde |
| 13.56 MHz | HF | Dünya genelinde |
| 865-875 MHz | UHF | Avrupa |
| 902-928 MHz | UHF | ABD / Kanada |
| 950-956 MHz | UHF | Japonya |
| 2.45 GHz | MW | Avrupa /ABD |
| 5.8 GHz | MW | |

Düşük frekansların en önemli dezavantajı düşük veri okuma hızıdır. Aynı anda birden çok malzemenin okunması düşük veri okuma hızlarında daha zordur. Yüksek frekansın en önemli avantajı ise tüm dünyada geçerli olmasıdır. Yüksek frekanstaki en yaygın uygulamalar ulaştırmada kullanılan akıllı kartlardır. Çok yüksek frekans da ise etiketler dalgaların karışmasına karşı hassas olup, sıvı ve metallerin yanında en az etkin

olan dalga türüdür. RFID etiketlerinin değişik çalışma frekanslarında oluşturulan anten dizaynları birbirinden çok farklı olabilmektedir (Şekil 2.5.).




**Şekil 2.5.** Değişik Frekanslar İçin Dizayn Edilmiş RFID Antenler (Daniel, 2008).

Günümüzde yaygın olarak kullanılan etiketlerin frekansları daha çok yüksek frekans aralığındadır. Bir etiketin maliyeti sadece aktif ya da pasif olmasına göre değil, çalıştığı frekansa göre de değişmektedir. RFID etiketlerinin farklı çalışma frekanslarında gösterdikleri özellikler değişiklik arz etmektedir (Çizelge 2.3.).

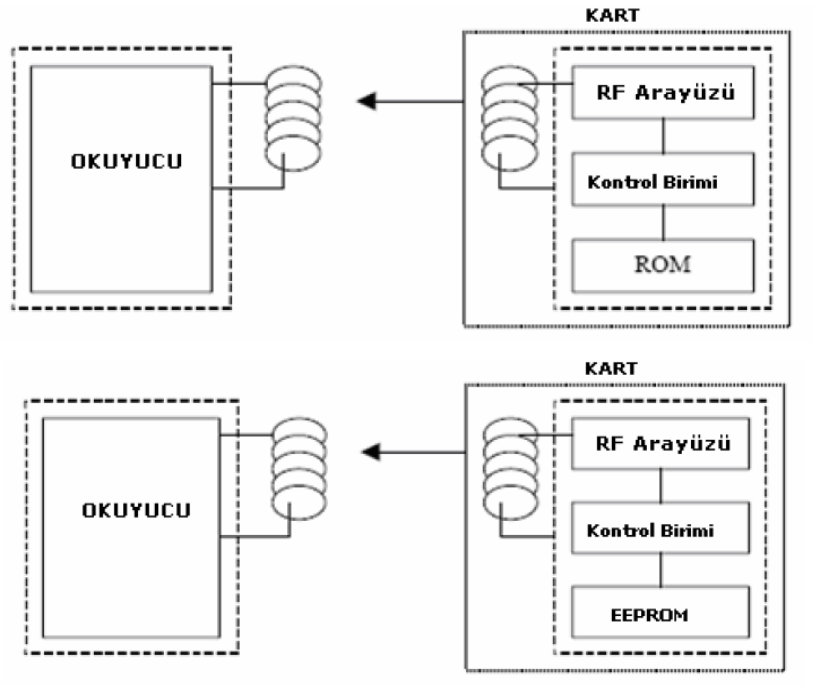
**Çizelge 2.3.** RFID etiketlerinin değişik çalışma frekanslarındaki örnekleri ve gösterdikleri özellikler

| Parametre | VLF | HF | VHF | UHF | Microwave |
|---|---|---|---|---|---|
| Maliyet | Düşük | Düşük | Orta | Orta | Yüksek |
| Parazit | Düşük | Yüksek | Yüksek | Yüksek | Düşük |
| Emilim | Düşük | Düşük | Orta | Orta | Yüksek |
| Yansıma | Yok | Düşük | Orta | Yüksek | Yüksek |
| Okuma Oranı | Düşük | Orta | Orta | Yüksek | Yüksek |

RFID envater yönetiminde 125 kHz düşük frekans aralığında çalışan pasif etiketler kullanılmıştır. Okuma oranının düşük olması dezavantajı olurken, maliyetinin düşük olması yanında parazit ve emilim oranlarının da düşük olması avantajları olarak sıralanabilir.

### 2.1.3. Bellek Tipine Göre RFID Etiketler

RFID etiketlerindeki mikroçipler 3 çeşittir: Sadece okunabilen, hem okunup hem yazılabilen ve bir kez yazılıp birçok kez okunabilen. Sadece okunabilen, hem okunup hem yazılabilen mikroçip çeşitleri Şekil 2.6.'da sırasıyla gösterilmiştir (Tuğaç, 2007).




**Şekil 2.6.** Yalnız okunabilir ve Hem Okunup Hem Yazılabilen RF Etiketler

Yalnız okunabilir RF etiketler, genellikle pasif RF etiketlerdir. Daha düşük bilgi depolama alanına sahiptirler. Üretim sırasında üzerlerine depolanan bilgiyi saklarlar. Bu bilgi değiştirilemez. Bu nedenle genellikle yalnız tanıtıcı etiket olarak kullanılırlar. Bu tip etiketlerin kullanıldığı sistemlerde merkezi bilgisayar sistemi ve veri tabanı nesnelerle ilgili tüm işlemlerin kontrolünü gerçekleştirir.

Okunup yazılabilir RF etiketler, hem pasif hem de aktif RF etiketlerdir. Yüksek bilgi depolama alanına sahiptirler. Yazılabilme özelliği olan bu etiketlere, okuyucu kapsam alanındayken yeni bilgi eklenebilir ya da bilgileri değiştirilebilir. Bu özellikleriyle mobil veri tabanı gibi davranabilirler. Yalnız okunabilir RF etiketlere oranla daha pahalıdırlar.

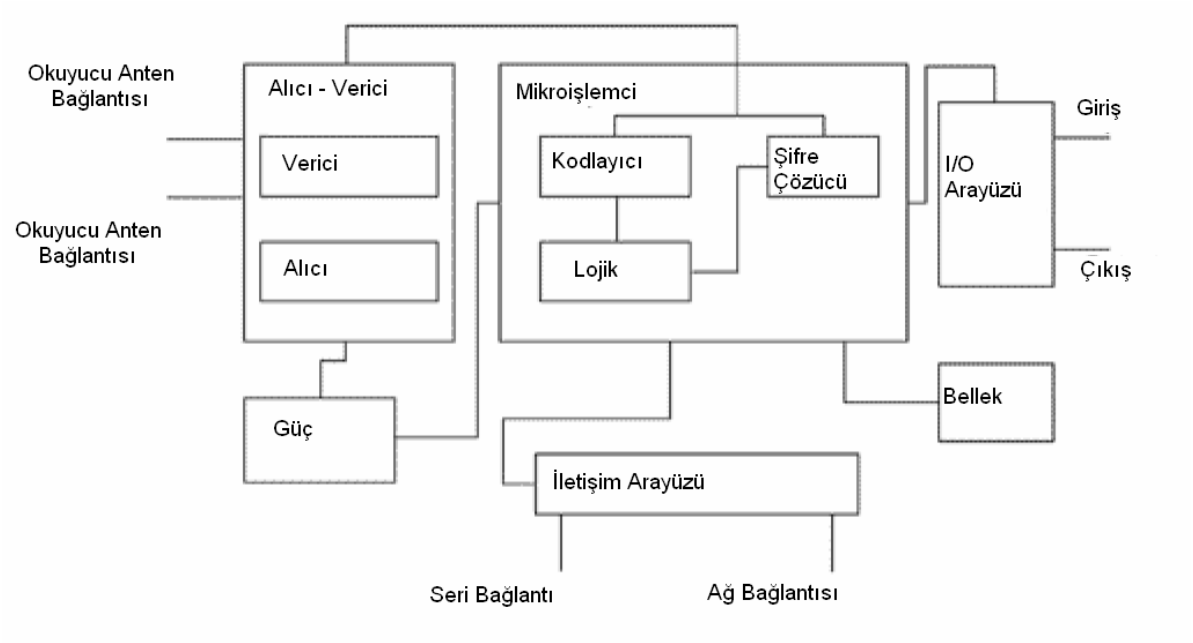
Bir defa yazılıp sürekli okunabilen etiketler, üretim sırasında üzerlerine sadece bir defa bilgi depolanabilen RF etiketlerdir. Kapasitesine bağlı olarak talep edilen bilgi üretici tarafından etikete yüklenir ve bir daha değiştirilemez.

### 2.1.4. Çipsiz RFID etiket

Çipsiz RFID etiketi, data aktarımı için radyo frekanslarını kullanan fakat silikon bir mikroçipte seri numarası bulundurmayan sistemlere verilen isimdir. Bazı çipsiz etiketler silikon mikroçipler yerine plastik ya da iletken polimerler bulundururlar. Diğer çipsiz etiketler ise kendilerine yönelen radyo dalgalarının bir kısmını geri yansıtan maddeler bulundururlar. Bir bilgisayar bu geri yönlendirilen dalgaları algılar ve etiketli objeyi tanımlamak için bir parmak izi gibi kullanır. Şirketler bazı gizli dokümanların kopyalanmasını önlemek için radyo frekanslarını yansıtan fiberleri kağıda gömme çalışmaları yapmaktadır. Bu fiberleri kullanan çipsiz etiketler tedarik zinciri kullanımlarında bir dezavantaja sahiptir. Bir anda sadece tek bir etiket okunabilir.

## 2.2. Okuyucu

RFID okuyucu, antenleri aracılığı ile kodlanmış dijital bilgiyi radyo dalgası formatında etikete gönderir ve aktive olmuş etiketten geri gönderilen sinyali alır. Hem etiket içindeki veriyi okuyabilir, hem de etiket üzerine veri yazabilir, bununla birlikte bir veya birden fazla frekans aralığını destekleyebilir. Okuyucu sistemi, alıcı, verici, bellek, kontrol işlemcisi, giriş / çıkış (I/O) arayüzleri ve antenlerden oluşur (Şekil 2.8.) (Üstündağ, 2008).




**Şekil 2.8.** RFID Okuyucu Sistemi

Okuyucular; sabit, el terminali ve mobil olmak üzere üç çeşittir. Sabit okuyucular, duvarlara veya kapılara monte edilebilir, harici bir güç kaynağı vardır ve genelde birden fazla anten içerir. El terminallerinde anten, donanımın içine yerleştirilmiştir, genelde kablosuz ağ ile IT altyapısına bağlıdır, mobilitesi (taşınırlığı) yüksektir ve güç kaynağı olarak pil kullanılır. Mobil okuyucular, laptop PC'ler için PCMCIA kartları içerir, PDA özelliğine sahip olabilir, bir kısmında mobil telefon özelliği de bulunmaktadır. Ayrıca forklift gibi lojistik taşıma araçlarına monte edilerek de kullanılabilir. Kablosuz ağ üzerinden IT sistemine bağlanır, genelde bir pil veya araç aküsünden enerjisini alır (Şekil 2.9.) (Ahson, Ilyas, 2008).




**Şekil 2.9.** Mobil Okuyucu (el terminali)

İki veya daha fazla etiket aynı anda okuyucuya sinyal gönderirse, bu işlem çarpışma (collision) olarak adlandırılır. Çarpışma sürecinde bir okuyucunun her etiketi belirli bir zaman aralığında okuması sağlanır. Çarpışmanın engellenmesi için algoritmalar kullanılabilmektedir.

## 2.3. Yazılım

RFID yazılımları etiket, okuyucu ve bilgisayar arasındaki ilişkiyi sağlayan üç farklı kategoride incelenebilir;

- Sistem yazılımı
- Ara katman yazılım
- Uygulama yazılımı

RFID sistem yazılımı, etiket ile okuyucu arasındaki etkileşimi sağlar. Etiket okuma/yazma, belirli bir zaman aralığında çok sayıda etiketin okunması, hatalı verinin tespiti veya düzeltilmesi ile okuyucu-etiket arasında güvenlik amaçlı doğrulama işlemlerini gerçekleştirir. Genelde sistem yazılımları, RFID donanımı içinde hazır bulunmaktadır.

Ara katman yazılım, kurumsal kaynak planlama, depo ve tedarik zinciri yönetimi gibi uygulama yazılımları ile etiket, okuyucu ve yazıcı gibi RFID donanım sistemleri arasında köprü görevini üstlenir. Ortamda bulunan okuyucuları, sensörleri ve yazıcıları izler. Ham veriyi toplar, işler, filtre eder, birleştirir ve istenilen formatta uygulama yazılımına iletir.

Uygulama yazılımları, anlamlı hale getirilmiş RFID verisini ara katman yazılımı aracılığı ile elde ederler. Stok kontrol, depo yönetimi, kurumsal kaynak planlama (ERP) vb. yazılımlar bu kategoride yer almaktadır. Tezde gerçekleştirilen RFID envanter yönetimi yazılımı, uygulama yazılımına bir örnektir.

## 2.4. RFID Sisteminin Yapısı

Etiket, okuyucu tarafından gönderilen elektromanyetik alana girdiğinde aktif olur. Aktif olan etiket, sadece kendisine ait olan programlanmış kimlik bilgisini okuyucuya gönderir. Okuyucu, alıcı anteni yoluyla etiketin göndermiş olduğu bilgiyi alır, haberleşme için geliştirilmiş yazılımı kullanarak bilgiyi işlenmek ve depolanmak üzere gerekli veri tabanına iletir (Şekil 2.10.) (Yüksel, Zaim, 2009).




**Şekil 2.10.** RFID Haberleşme Yapısı

## 2.5. Okuyucunun İşlevi

Okuyucu etiketle haberleşebilmek için gerekli enerjiyi radyo frekans kimlik tanıma sisteminin çalışma frekansına bağlı olarak kHz ve MHz frekanslarında zamanla değişen manyetik alan yaratarak sağlamaktadır. Okuyucu ürettiği zamanla değişen manyetik alanı genellikle dairesel çerçeve anten vasıtasıyla etikete gönderir. Dairesel

çerçeve antenden akım aktığında çerçeve antene dik düzlemde oluşan manyetik alan şiddeti,

$$H = \frac{I \cdot N \cdot R^2}{\sqrt{(R^2 + X^2)^3}} \quad (1)$$

olarak hesaplanmaktadır.

Burada;

I = Çerçeve antenden akan akım
N = Çerçeve anten sarım sayısı
R = Anten yarıçapı
X = Anten düzlemine dik doğrultudaki alıcı uzaklığını tanımlar.

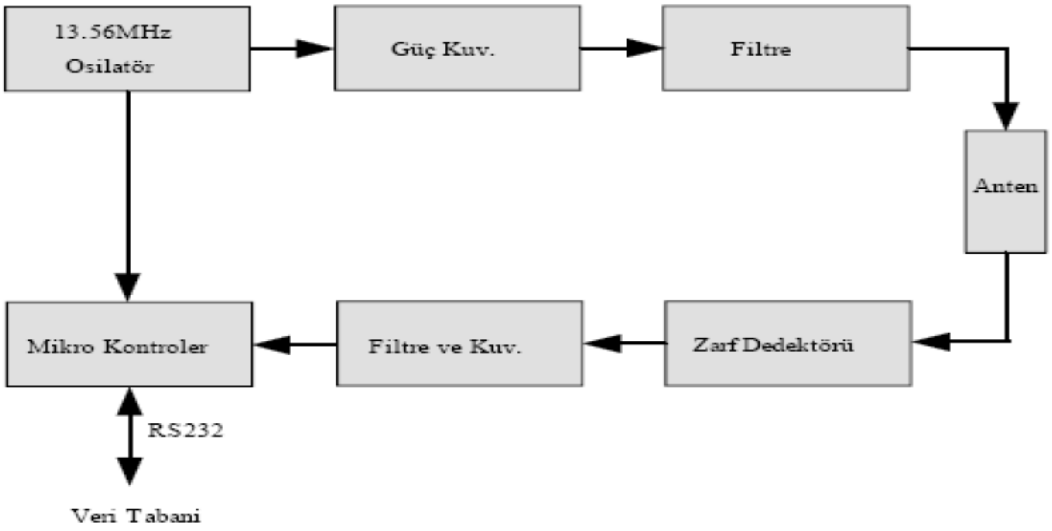
Denklemden de görüleceği üzere manyetik alan şiddeti mesafenin küpü ile ters orantılıdır. Endüktif bağlaşım prensibine dayanan radyo frekans kimlik tanıma sistemlerinde alanın mesafenin küpüyle ters orantılı olarak zayıflaması ana sınırlayıcı faktördür. Okuyucu tarafından gönderilen radyo frekans enerjisi etiketin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için taşıyıcı sinyal içermektedir. İncelediğimiz durumda söz konusu taşıyıcı frekansı 125 kHz dir. Taşıyıcı sinyal etikete enerji sağlamasının yanı sıra, etiketteki bilgilerin okuyucuya gönderilmesini ve haberleşmenin senkronizasyonunu sağlar. Etiket okuyucu tarafından gönderilen sinyali alır ve modüle ederek tekrar okuyucuya gönderir. Etiket tarafından gönderilen okuyucu antenine gelen sinyaller geri saçılım sinyalleri olarak adlandırılır. Okuyucu doğrultusunda geri saçılan sinyaller okuyucu tarafından şifresi çözülerek alınır.

### 2.6. Okuyucunun Tasarım ve Performansı

Pratikte kullanılan tipik bir yüksek frekans RFID okuyucu devre yapısı incelendiğinde, okuyucu aynı zamanda alıcı-verici olduğundan alıcı ve verici kısımlarını içermektedir. Verici çalışma frekansındaki sinyali osilatörde üretir, kuvvetlendirir, filtreler ve akord devresi yardımıyla antenden etiket doğrultusunda gönderir. Alıcı kısımda ise etiketin göndermiş olduğu bilgiler zarf dedektörü ile işlenir,

filtrelenir ve kuvvetlendirilerek mikro kontrolöre veri tabanına gönderilmek üzere iletilir (Şekil 2.11.) (Tuğaç, 2007).

Manyetik alan şiddeti ifadesine göre; anten yarıçapı artırıldığında manyetik alan şiddeti de artmaktadır. Diğer taraftan NI da artırıldığında H da artacaktır. Manyetik alan şiddetinin artırılması için her iki durumda da sınırlamalar mevcuttur. Anten yarıçapı büyütüldüğü zaman okuyucu portatif özelliğini kaybedecek ve maliyeti artacaktır. NI değeri artırıldığında okuyucu anten endüktansı artacak, yüksek endüktans yükü de büyük oranda geriye yansıyan güce sebep olacaktır. Sonuç olarak NI çarpanını mümkün olduğu kadar küçük tutup haberleşme için gerekli manyetik alan şiddeti seviyesini elde edecek sistem tasarlanmalıdır.




**Şekil 2.11.** Okuyucu Devre Yapısı

## 2.7. Etiketin İşlevi

Pasif radyo frekans kimlik tanıma etiketleri çalışması için gerekli gücü endüktif bağlaşımla antende endüklenen gerilimden alır.

Antende endüklenen gerilim ;

$$V = -N\frac{d\Phi}{dt} \tag{2}$$

Ve manyetik akı;

$$\Phi = B \cdot A \tag{3}$$

N = Çerçeve anten sarım sayısı
B = Manyetik Akı Yoğunluğu
A = Anten yüzey alanı

olarak hesaplanır. Maksimum manyetik akı okuyucu anteni ile etiket anteninin paralel olması durumlarında elde edilir.

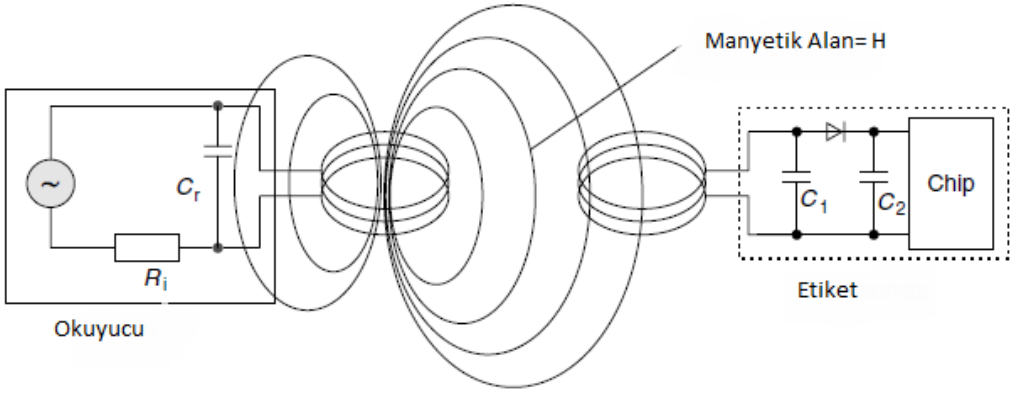
Etiket anteninde endüklenen maksimum gerilim;

$$V = -\frac{\mu_0 N_1 N_2 a^2(\pi b^2)}{2(a^2 + x^2)^{3/2}} \frac{di}{dt} \tag{4}$$

$N_1$= Okuyucu anten sarım sayısı
$N_2$ = Etiket anteni sarım sayısı
a = Okuyucu anten yarıçapı
b = Etiket anten yarıçapı
x = Okuyucu ile etiket arasındaki uzaklık

## 2.8. Endüktif Kuplaj – Pasif Etiketlere Güç Kaynağı

Endüktüf kuplajlanan etiket, genellikle tek bir mikroçip ve anten görevi gören geniş yüzeyli bir bobinden oluşan bir elektronik data taşıyıcısı olarak işlem görür. Endüktif kuplajlanan etiketlerin hemen hepsi pasif olarak çalışır. Bu da mikroçip için gereken enerjinin tamamının okuyucu tarafından sağlanması gerektiğini ifade eder. Bu amaçla, okuyucu etiket üzerindeki bilgiyi okuyabilmek için gerekli enerjiyi etiket doğrultusunda gönderir. Çünkü kullanılan frekans aralığındaki dalgaboyu, okuyucu anteni ve etiket arasındaki mesafeden birçok kat daha büyük olduğu için, elektromanyetik alan, etiket ve anten arasındaki mesafeye bağlı olarak, değişken manyetik alan gibi davranabilir (Şekil 2.12.) (Finkenzeller, 2003).




**Şekil 2.12.** Okuyucu tarafından üretilen manyetik alan ile endüktif kuplajlanan etiket

### 2.8.1. Kuplaj Katsayısı

İletken döngülerinin geometrik yapılarına bağlı kuplajı hakkında nitelikli bir tahmin yapılabilmesi için kuplaj katsayısı tanımlanmıştır. Kuplaj katsayısı aşağıdaki gibi formulüze edilmiştir.

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} \tag{5}$$

$L_1$ ve $L_2$ iki bobinin self endüktansıdır. M ise; iki iletken döngüsünün akı değişimi için tanımlanan karşılıklı endüktanstır.

Kuplaj katsayısı her zaman şu iki değer arasındadır: $0 < k < 1$.

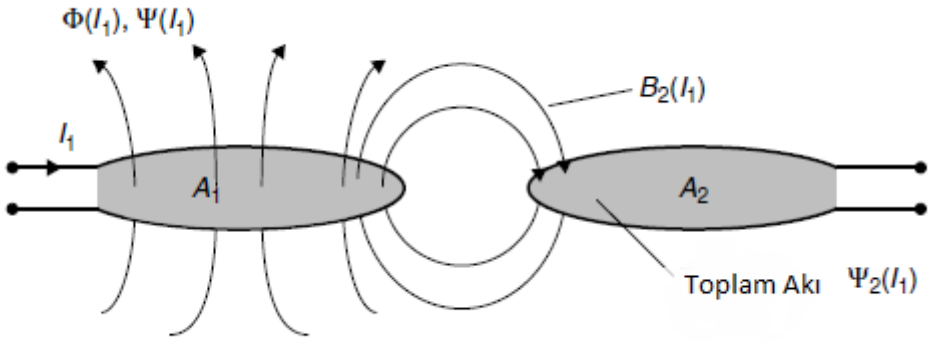
• $k = 0$: geniş mesafeye veya manyetik ekranlamaya bağlı tam ayrım
• $k = 1$: toplam kuplaj

### 2.8.2. Karşılıklı Endüktans (M)

Aynı nüve üzerine sarılı iki bobinin birinden akım geçirildiğinde, bunun nüvede oluşturduğu kuvvet çizgileri diğer sargıyı da etkileyerek, bu sargının iki ucu arasında bir

gerilim oluşturur. Bu gerilime "endüksiyon gerilimi" denir. Bu şekilde iletişim, karşılıklı (ortak) endüktans denen belirli bir değere göre olmaktadır. Karşılıklı endüktans M ile gösterilir ve şu şekilde ifade edilir (Şekil 2.13.) (Finkenzeller, 2003):

$$M = L_1 \cdot L_2 \tag{6}$$




**Şekil 2.13.** İki Bobinin Oluşturduğu Karşılıklı Endüktans

$$\mathrm{M} = \mathrm{M}_{12} = \mathrm{M}_{21} \tag{7}$$

$$M_{12} = \frac{\mu_0 \cdot N_1 \cdot {R_1}^2 \cdot N_2 \cdot {R_2}^2 \cdot \pi}{2\sqrt{\left({R_1}^2 + x^2\right)^3}} \tag{8}$$

$$M_{21} = \frac{\mu_0 \cdot N_1 \cdot {R_1}^2 \cdot N_2 \cdot {R_2}^2 \cdot \pi}{2\sqrt{\left({R_2}^2 + x^2\right)^3}} \tag{9}$$

$\mu_0$ = Manyetik alan sabiti . ($1.257 \times 10^{-6}$ Vs/Am )
$N_1$= Okuyucu anten sarım sayısı
$N_2$= Etiket anten sarım sayısı
$R_1$ = Okuyucu anten yarıçapı
$R_2$ = Etiket anten yarıçapı
x = Okuyucu ile etiket arasındaki uzaklığı tanımlar.

### 2.8.3. Öz Endüktans ( L )

Öz endüktans iletken bobinlerin karakteristik özelliklerinden biridir. Bilindiği gibi bir iletkenden akım geçirildiğinde, iletken etrafında bir manyetik alan oluşur. Böylelikle de bir manyetik akı üretilir.

$$\psi = \sum_{N} \Phi_N = N \cdot \Phi = N \cdot \mu \cdot H \cdot A \tag{10}$$

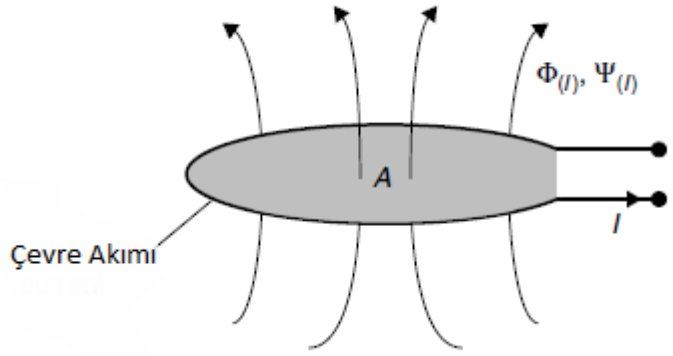
$N$ = Çerçeve anten sarım sayısı
$\mu$= Manyetik geçirgenlik
$H$ = Manyetik alan şiddeti
$A$ = Anten yüzey alanı

Bu akının geçen akıma oranı öz endüktansı verir;

$$L = \frac{\psi}{I} = \frac{N \cdot \Phi}{I} = \frac{N \cdot \mu \cdot H \cdot A}{I} \tag{11}$$

şeklinde ifade edilir.

Bobinden geçen akımın oluşturduğu, bobin sargılarını çevreleyen bu manyetik alan kağıt üzerinde daireler şeklindeki kuvvet çizgileri ile sembolize edilir (Şekil 2.14.) (Finkenzeller, 2003).




**Şekil 2.14.** Manyetik Akı

Akımın artıp azalmasına ve yön değiştirmesine bağlı olarak bobinden geçen kuvvet çizgileri artıp azalır ve yön değiştirir. Bobinin sarım sayısı ve kesit alanı ne kadar büyük olursa, "L" o kadar büyük olur. Böylelikle okuyucu anten endüktansı $L_1$ ve etiket anteninin endüktansı $L_2$'nin büyük olması durumunda, kuplaj katsayısı küçülür.

# 3. RFID SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI

RFID, tüketim malları sanayi süreçleri ve lojistik alanlarında önümüzdeki yıllarda geçerli uygulamaları kökten değiştirecek bir anahtar teknolojidir. Şekil 3.1.'de görüldüğü üzere RFID teknolojisi çok sayıda uygulamayı destekler.




**Şekil 3.1.** RFID Uygulanmış Cihazlar

## 3.1. Lojistik Alanındaki Uygulamalar

### 3.1.1. Liman Lojistiği

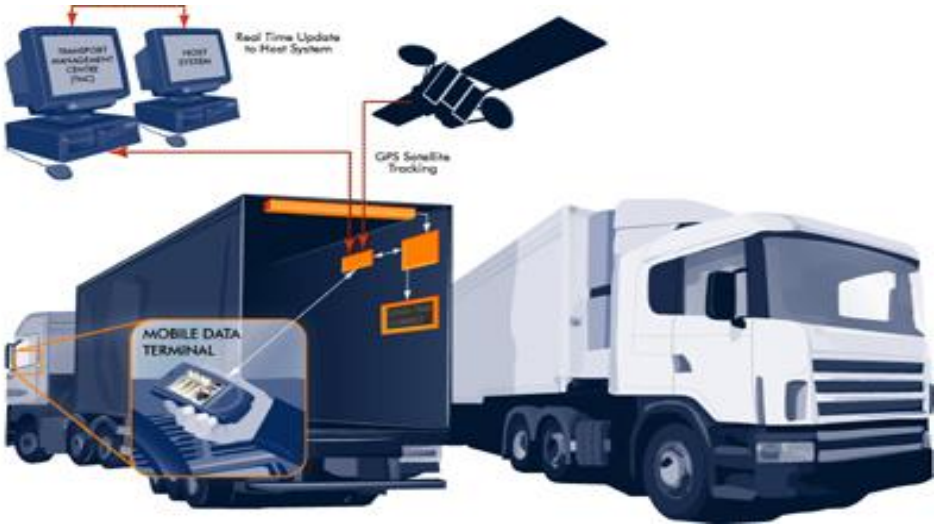
Büyük konteyner yük gemilerinin liman trafiğine bağlı olarak daha hızlı boşaltılması gerekir. RFID yardımıyla Hamburg Altenwerder limanı, yükleme ve taşıma açısından lojistik başyapıtlardan biri olmuştur. Zemin kata monteli 10,000 etiket tarafından sürekli kontrol sağlanmaktadır. Merkez bilgisayara konum bilgilerini ve tüm işletme süreçlerini sürekli kontrol eden tüm veriler sağlanmaktadır. Terminal programı tüm bilgileri değerlendirmekte ve mevcut en iyi rota ile 65 sürücüsüz ve otomatik yükleme vinci ile taşıma araçları sağlanmaktadır. Böylece, büyük konteyner gemileri rekor sürede boşaltılabilmektedir. Şekil 3.2.'de RFID etiketli gönderilerin otomatik elleçlendiği lojistik merkez gösterilmiştir.



**Şekil 3.2.** RFID Altyapılı Lojistik Merkez

### 3.1.2. Lojistik Hizmet için İzleme Altyapısı

Modern tedarik zincirlerinde, ürünleri gerçek zamanlı izleme giderek önem kazanmaktadır. Bu yüzden önde gelen bir çok firma, mevcut ERP sistemine merkezi bir RFID olay izleme altyapısı dahil etmektedir. RFID sistemlerin GPS gibi diğer sistemlere entegre edilmesiyle uygun şekilde etiketlenmiş paletler gerçek zamanlı olarak izlenebilmektedir. Şekil 3.3.'de çeşitli teknolojilerin birlikte entegre edildiği lojistik izleme altyapısı gösterilmiştir. Uluslararası rotasyonlar ve deniz taşımacılığı için konteynerlerin eş zamanlı izlenebilirliği büyük avantajlar sağlamaktadır.




**Şekil 3.3.** Lojistik İzleme Altyapısı (Üstündağ, 2008).

### 3.1.3. İlaç Lojistiği

Eczacılık ürünleri genellikle çok yüksek ya da çok düşük sıcaklıklarda etkisini kaybedebilir. Bu yüzden ısıya duyarlı ilaçların taşımacılığında sıcaklık kontrolünün ve izlenebilirliğinin sağlanmasının önemi artmıştır. Uluslararası kargo şirketiyle bir yazılım firmasının ortak çalışmasıyla taşıma sırasında ısıya duyarlı ürünler izlemek için ortaklaşa bir çözüm geliştirilmiştir. Burada, RFID etiketli sıcaklık sensörü sürekli sevkiyatın sıcaklığını izlemektedir. RFID okuyucu saklanan verileri her noktada okumaktadır. Böylece, her zaman için aşırı sıcak veya düşük sıcaklık limitleri taşıma sırasında izlenebilmektedir.

### 3.1.4. Parça Taşıyıcılar

Dünyanın en büyük parça taşıyıcı firmalarından biri, dünya çapında 42500'den fazla araca sahip olup günde yaklaşık 3.2 milyon parça taşımaktadır. Bu firma kurye araç anahtarlarının kaybolmasını engellemek istemektedir. 200 araçta pilot olarak denenen ve yakında bütün araçlarında yaygınlaştırılacak olan yeni sistemde; anahtar yerine kuryelerin bileklerine RFID etiket takılmaktadır. Gerçekleştirilen düzenlemelerle sürekli bir şekilde teslimat sürecini kısaltmak amaçlanmaktadır. Kurye her teslimatı gerçekleştirdiğinde, anahtarları aramak veya aracın birden fazla kapısını açmak/kapamak için zaman harcamaktadır. Kurye anahtarını kaybettiği durumlarda ise yedek anahtarın gelmesi zaman alabilmektedir.

RFID teknolojisi ile kuryelerinin daha verimli olması sağlanmıştır. Firma kuryesi RFID kullanımıyla birçok paketi taşırken anahtarlarla uğraşmak zorluğundan kurtulmuş ve rotalarında daha verimli olmuştur. Eğer bir bileklik kaybolduysa, sistemdeki bileklikle ilgili kod silinmekte ve saniyeler içinde yeni bir kod oluşturulabilmektedir. Projenin en önemli faydası kargo firması için önemli bir performans göstergesi teslimat sürelerini kısaltması ile ilgili yarattığı etkidir. Proje bunu RFID teknolojisini kullanarak sağlamıştır. RFID teknolojisinin bir diğer etkisi ise güvenliğin arttırılmasıdır.

### 3.1.5. Depo Giriş ve Çıkışlarının Kontrolü

Bir otomobil üreticisi kullandığı RFID sistem ile Michigan'da yer alan deposuna giren ve çıkan 3500 sandığı kontrol etmek için "kırmızı ışık, yeşil ışık" sistemi kullanmaktadır. Sandıklarda özel fuarlar için kullanılan malzemeler bulunmaktadır. Her sandığın üstünde farklı bir numara içeren RFID etiket bulunmaktadır. Kapılarda RFID okuyucuları ve tabanda antenler bulunmaktadır. Herhangi bir sandık kamyona doğru giderken antenin üstünden geçtiğinde, etiketteki numara veri tabanındaki manifesto ile kontrol edilir. Etiketteki numara veri tabanındaki numara ile uyumlu ise bir "yeşil ışık" yanmakta ve sandığın yüklenebileceğini bildirmektedir. Etiketteki numara ve veri tabanındaki numara uyumsuz ise "kırmızı ışık" yanmaktadır. Olayın gerçekleşme tarihi ve zamanı ise veri tabanına kaydedilmektedir.

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

## 3.2. İnşaat Sektöründeki Uygulamalar

RFID, inşaat projelerinin bazılarında beton sertleşme miktarlarını izlemekte kullanılmıştır. Özel etiketler beton parçalar halinde direkt olarak boşaltılmaktadır. RFID etiketleri sıcaklık sensörleri ile donatılmıştır ve bu bölge içinde sıcaklık profili izlenebilmektedir. Bu veriler, tek bir okuyucuyla da dışarıdan kolayca okunabilmektedir. Bu şekilde, betonun tamamen kuru veya tam olarak ne zaman kuruyacağı tespit edilebilir. Böylelikle kalite, güvenlik eksiklikleri ve gereksiz gecikmeleri engellemek için ideal zamanın tespit edilmesinde çok yararlı olmuştur.

## 3.3.Ürün Güvenilirliği

### 3.3.1. İlaç Endüstrisi

İlaç endüstrisinin gelirlerinin onda biri sahte ürünlerin yasadışı ticareti yoluyla kaybolmaktadır. Dünyaca ünlü bir ilaç şirketi, 2006 yılından itibaren kontrolü RFID yardımı ile sağlamaktadır. Şirketin bir ürününe tanımlanan bir etiket ile her paketin orjinalliğinin korunması sağlanmaktadır. Buna ek olarak, ürün üzerinde yer alan kodları sahtecilik girişimlerini ortaya çıkarmak için güvenli bir internet sitesinde eşleştirilmektedir. Elektronik sertifika, sahte bayi tespitini kolaylaştırarak hasta güvenliğini geliştirmekte yardımcı olmaktadır.



**Şekil 3.4.** RFID İlaç Uygulaması
(http://www.csa.com/discoveryguides/rfid/review3.php).

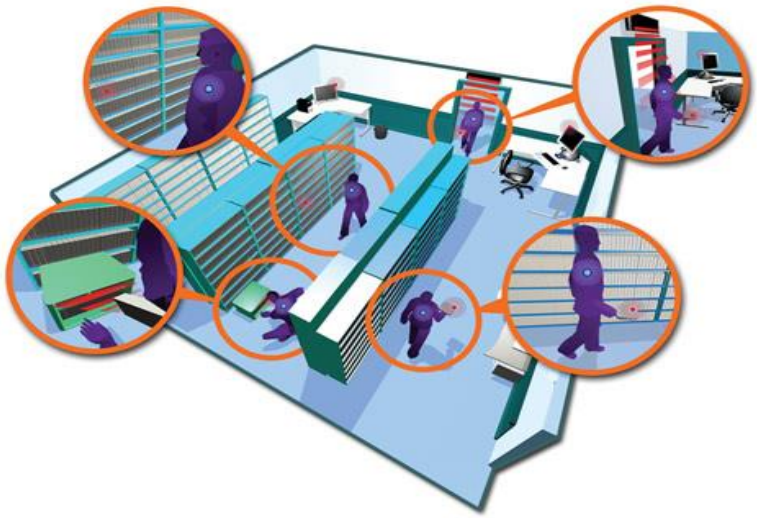
### 3.3.2. Gıda Alanında İzlenebilirlik

Çeşitli skandallar et ve et ürünlerinin özellikle et işleme alanında etkin kontrolünün hala eksik olduğunu göstermiştir. Beş Alman araştırma enstitüsünün uzmanlarından oluşan bir grup, gerek çiftlikten elde edilen hayvanların gerekse et ürünleri üretim zincirinin ve kaydedilen malların devlet tarafından belgelenebileceği bir süreç üzerinde çalışmaktadır. RFID etiketleri sayesinde hızlı, kolay ve güvenilebilir bir şekilde ürünlerinin tazelikleri doğrudan ürünün işlendiği et işleme süreçlerindeki, sıcaklık, nem veya ışık depolanmasına ilişkin tüm verilere sahip

olunabilecektir. Böylece parametreler mevcut ve ölçülebilir olacak ve gıda tarihinin her aşamasında izlenebilirliği elde edilebilecektir.

### 3.4.Erişim Denetimi

Mal ve üretim süreçlerinin giderek daha karmaşık akışı, işletmelerin güvenlik ihtiyaçlarını artırmıştır. Bir bilgisayar firmasının RFID çözümüyle erişim yetkisi gerektiren yüksek güvenlik alanlarıyla gözetim gerektiren sanal güvenlik bölgeleri tanımlanması amaçlanmıştır. Çalışanların ve ziyaretçilerin RFID etiketleri ile donatılmış pasajlardan geçebilmek için yetkilendirilmiş kartlara sahip olması gerekmektedir. Okuyucular vasıtasıyla her kartın erişim yetkilerini okuyabileceği pasajlar oluşturulmuştur. Böylelikle tüm tesis için yetki sınırlandırılması yapılan güvenli bölümler oluşturulmuştur.



**Şekil 3.5.** RFID Erişim Denetimi
(http://securlynx.com).

### 3.5.Hayvan Yetiştiriciliğinde Kullanımı

Tarımsal bir teknoloji şirketi ile hayvan sağlığını izleyen ve böylece et ve süt ürünleri satın almak için daha fazla güvenlik sağlayacak bir RFID sistemi birlikte geliştirmiştir. Vücut ısısı, aşı bilgileri gibi hayvanlarla ilgili sağlık verilerinin tutulduğu RFID etiketler hayvanların kulaklarına bağlıdır. Verilere yetiştiricileri tarafından çevrimiçi erişilebilmekte ve bu hayvanların asgari sağlık değişikliklerine veterinerlerce hemen yanıt verilebilmektedir.




**Şekil 3.6.** RFID Büyükbaş Hayvan Takip Sistemi
(http://www.rfidjournal.com/article/purchase/3079).

## 3.6.Sağlık Sektöründeki Uygulamalar

### 3.6.1. Hasta Tanımlama

Hasta güvenliği, tüm hastaneler için değerli bir varlıktır. Yine de, zaman zaman yanlış ilaç veya yanlış olan tıbbi işlemler uygulanabilmektedir. Hastaları daha iyi takip edebilmek için ve manuel işlemleri otomatikleştirmek için, bir Alman hastanesi sektöründe lider olan bir bilgisayar firmasıyla hasta tanıma için RFID sistemini kullanmıştır. Büyük ölçekli pilot proje olarak, hasta bir okuyucu ile donatılmıştır ve hastanın kabul etmesi üzerine bir bileklik ile takip altına alınmıştır. Hastanın mevcut alerjileri, temel tedavi veya tavsiye olarak tüm hasta verileri, bu bileklik içerisinde veri halinde kaydedilmiştir. Doktorlar ve hemşireler el okuyucu terminaller sayesinde bu bilgileri kolayca görebilmektedir. Hasta verilerinin merkezi bilgisayarda kontrol edilmesi ve istenmeyen durumları uyarı olarak yansıtması doğacak karışıklıkları engellemiştir. Sistem sayesinde hastaya en uygun bakım sağlanabilmektedir.



**Şekil 3.7.** RFID Hasta Takip Sistemi (http://www.siemens.com/press/en/presspicture/?press=/en/pp_cc/2007/10_oct/sosep200729_29_1465489.htm).

### 3.6.2. Kan Nakli

Bir yazılım firmasının ürettiği RFID tabanlı sistem ile kan nakli yapılacak olan hastalara güvenli kan ürünleri sağlamak için bir ürün geliştirmiştir. Bir hasta nakli almadan önce, hemşire hastanın bilekliğinde yer alan verilerdeki bilgilerle ve kan torbasında tutulan verileri el terminalinde eşleştirilmekte ve uyması durumunda kan nakli gerçekleştirilmektedir.



**Şekil 3.8.** RFID Tabanlı Kan Ünitesini Denetleyici Kit (http://www.siemens.com/press/en/presspicture/?press=/en/presspicture/innovationnews/2009/in20090904/in20090904-01.htm).

## 3.7.Parekende Alanındaki Uygulamalar

Dünyanın en büyük parekende şirketleri ile birlikte yaklaşık kırk firmanın işbirliği ile gelecekteki akıllı mağazaların oluşması sağlanmıştır. Projenin amacı; Almanya Rheinberg'deki mağazada ulusal ve uluslararası düzeyde perakendecilikteki önemli yenilikleri uygulamktır. Proje eş zamanlı olarak birçok teknolojiyi test etmektedir. Bununla birlikte, testin temelini RFID teknolojisi oluşturmaktadır.

Malzemeler akıllı mağazaya getirilmeden önce merkezi bir depoda paletlerin üstünde sıralanmaktadır. Palet ve kartonlarda bulunan RFID etiketlerde ilgili ürünlerin, palet ve kartonların barkodları bulunmaktadır. Depo çalışanları bu veriyi akıllı mağaza ile ilgili olan RFID ticari yönetim sistemine okutmaktadırlar. Bu noktadan itibaren, ürünler sisteme kaydedilmekte ve konumları tüm tedarik zinciri boyunca izlenebilmektedir. Ürünler akıllı mağazaya ulaştığında, paletler kamyonlardan indirilerek bir RFID okuyucusunun bulunduğu kapıdan geçirilmektedir. Her palet ve kartonun üstündeki veriler okunmakta ve her ürün teslim alındığı ile ilgili kayıt oluşturulmaktadır. Ürünler daha sonra RFID etiketlerinin bulunduğu raflara yerleştirilmekte ve çalışanların ellerinde bulundurdukları portatif bir okuyucu ürünleri bulundukları konumlarla ilişkilendirilmektedir. Ürün ve ürünün konumuyla ilgili bilgi mağazadaki bilgi sistemine aktarılmaktadır. Böylece nerede ne miktarda ürün bulunduğu tamamen izlenebilir olmaktadır. Yer kısıtı nedeniyle boşaltılamayan kartonlar ise geri döndürülmektedir. Kartonlar kapıda RFID okuyucuları tarafından yeniden okunmakta ve bilgi sisteminde geriye dönen şeklinde bildirilmektedir. İçindeki ürünler boşaltıldıktan sonra ortadan kaldırılması istenen kartonlardaki RFID etiketleri ise çalışamaz duruma getirilmektedir.

## 3.8.Trafik Alanındaki Uygulamalar

### 3.8.1. Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) ve Hızlı Geçiş Sistemi (HGS)

Ülkemizde yaygın bir şekilde kullanılan Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) aktif RFID tabanlı uygulamalara iyi bir örnektir. Otoyol, köprü ve tünellerde ücret toplamak için ASELSAN tarafından geliştirilen, araç ve gişe arasında mikrodalga (5.8GHz) iletişim esasına dayalı, gişelerde durmadan araç geçirmeye uygun, tam otomatik bir

elektronik ücret toplama sistemidir. OGS, bir otoyol ücret toplama işletmesi için gerekli olan veri toplama, denetleme, izleme, ihlal işlemleri, ücretlendirme ve raporlama gibi tüm fonksiyonlara sahip entegre bir sistemdir.




**Şekil 3.9.** Aktif RFID OGS uygulaması ve plaka tespitinde kullanılan program (http://www.aselsan.com.tr/content.aspx?oid=662&mid=375).

OGS okuyuculara alternatif olarak yaklaşık onda bir maliyete sahip ve pasif RFID uygulamalarına bir örnek olarak 17 Eylül 2012 de kullanıma sokulan Hızlı Geçiş Sistemi (HGS) ürünleri, taşınabilir kart tipi ve etiket tipi olarak uygulamaya sokulmuştur. Uygulamada pasif RFID etiketler kullanılmaktadır. Etiketler, araç ön camına yapıştırılacak olup pilsiz, çalışma enerjisini radyo frekanslı okuyucudan geçerken alan, üzerine geçiş bilgisi yazılabilen, silinebilen, silikon korumalı, çıkartılmak istendiğinde kendi kendisini yok eden, yüksek güvenlik seviyesinde ve klonlanamaz ürünlerdir. Sistem ile geçiş anında otomatik ücret tahsili, pasif RFID olarak tanımlanan radyo frekanslı kimlik tanımlama teknolojisiyle yapılacaktır.




**Şekil 3.10.** Pasif RFID HGS uygulaması ve kullanılan pasif etiketler (http://hgsmusteri.ptt.gov.tr/bosCSC).

### 3.8.2. Cep Telefonundan Bilet Ödemesi

Alman Demiryolu şirketi gelecekte kağıt bilet yerine geçecek cep telefonları için bir RFID uygulamayı, test etmektedir. Firma ile birlikte projeye destek veren gsm şirketi biletlerini "Touch & Travel" sistemi artık otomat sırasında çözümlenir. Seyahat eden kişi, cep telefonuna yüklediği uygulama sayesinde geçişlerde temassız olarak geçiş yapar daha sonra banka hesabından kesilen ücretleri bir aylık bildirim alarak görebilir.




**Şekil 3.11.** RFID Cep Telefonu Pay&Pass Uygulaması (http://newsroom.intel.com/community/news/blog/2012/06).

### 3.9.Savunma Sektöründeki Uygulamalar

Amerikan Savunma Bakanlığında (DOD) pilot uygulama olarak seçilen, Amerikan Deniz Kuvvetlerine bağlı olarak görev yapan Norfolk Filo ve Endüstriyel İkmal Merkezi (FISC), pasif RFID sistemlerine ilk olarak 2003 yılında geçmeye karar vermiştir. FISC ikmal merkezi yılda yaklaşık 50.000 gönderiyi, 3000 konteynerla taşımaktadır.

RFID etiketlerin okuma testlerinin yapılacağı çalışma istasyonu oluşturulup, tüm gönderiler Allien Class 1 etiketler ile donatılmıştır (Şekil 3.12.). DOD, MIL-STD129P

numaralı yönerge standartları yayımlamıştır ve bunun gereği olarak tüm tedarikçilerine pasif RFID etiketlerini 860-960 MHz frekans aralığında olmasını zorunluluk haline getirmiştir.



**Şekil 3.12.** Oluşturulan İlk Prototip RFID Uygulaması
(Final Report of the RFID 8.0)

Oluşturulan bu ilk örnek RFID çalışma istasyonu, ağa bağlı bir bilgisayar sistemi, 3 adet iki portlu Allien marka RFID okuyucu, 6 adet dairesel polarize anten, otomatik okumanın gerçekleştirildiği profil tünel ve tünel yanına yerleştirilen yürüyen banttan oluşmaktadır.

RFID çalışma istasyonu oluşturulmasındaki amaç maksimum okuma oranını ve okuyucuların yükseklik ve mesafe gibi maksimum özelliklerini çeşitli anten kombinasyonlarını kullanarak belirlemektir. Ölü okuma noktalarını belirlemek gibi ihtimalleri belirleyebilmek sistem güvenirliliği açısından çok önemlidir. İki portlu Allien antenler birbirine bakacak şekilde direklere, 3. dairesel polarize anten yürüyen banda yerleştirilmiştir. Ayrıca yürüyen banda RFID'nin okuyamadığı etiketler için bir adet barkod okuyucu yerleştirilmiştir.

RFID gönderi takip etiketleri (Şekil 3.13.), elektronik ürün kodu (EPC) ile birlikte tüm gönderilerin üzerine yapıştırılarak sisteme el terminali (JANUS JR 2020) vasıtasıyla işlenir. Çalışma alanında gönderiler gideceği yere, şekil ve boyutuna göre

sınıflandırılır. El terminali ile taranan RFID etiketler radyo frekansıyla okuyucudan yazılıma aktarılır, konteyner dolana kadar bu işlem her malzeme için tekrarlanır ve konteyner dolduğunda yüklemeye hazır hale gelir.




**Şekil 3.13.** RFID uygulamalarına geçilmeden önce (solda) ve geçildikten sonra kullanılan gönderi takip etiketleri
(DOD Supplier's Passive RFID Information Guide 13.0)

Kombine çalışan antenler ve çapraz yerleştirilen okuyuculara rağmen ölü okuma bölgelerinin olmadığı bir yerleşim bulunamamıştır. Bu yüzden iki portlu okuyucular, dört portlu okuyucularla değiştirilmiştir. Dört portlu okuyucular ek iki antenle desteklenmiş olup toplamda iki adet dört portlu okuyucudan sekiz anten sayısına ulaşılmıştır. Bu dört podlu okuyucular sayesinde okuyucunun herhangi bir anteninden çıkan sinyaller dört antenle koordineli olarak çalışmakta ve diğer antenlerden gelen olası girişimler önlenmiştir.

Geçici olarak denenen bir diğer dizayn ise; alt ve üst okuyucu yerleşimi olmuştur. Burada amaç paletlerin altına ve üstüne yerleştirilen iki katlı ürünleri okumaktır. Bu ürün okuma türünde önce alttaki ve sonra üstteki okuyucu için iki kez geçiş gerekli olup operatörün geçişi sırasında sisteme hangi okuyucunun gerekli olduğunu belirtmesi gereklidir ki bu iş yükünü arttırdığından bu okuma sürecinden vazgeçilmiştir.

Yeni bir tünel yapılandırılmasıyla anten yüksekliklerinin en iyi 91 cm ve 182 cm olduğu gözlemlenmiştir. Bu yükseklikler çift palet üzerine iki katlı istiflenmiş malzemelerin tek bir anten vasıtasıyla okunması için idealdir. Tek palet üzerine alçak yükseklikteki paletlerin okunmasında sürücünün forklift dişlilerini kaldırmasıyla bu sorun kolaylıkla çözümlenebilir.

Küçük ebatlı malzemeler için en istikrarlı okuma modelinin yürüyen bantla yapılan tek okuyucudan oluşan sistem olduğu tespit edilmiştir. Tünelin direkleri daha istikrarlı bir okuma sağlamak için son olarak tekrar geliştirilmiştir.

Üçüncü ve son olarak geliştirilen tünelde iki sorun daha belirlenmiştir. Birincisi; tünel direklerin yerlerinin değiştirilmesinin kolay olmayışıydı ve bu da kalıcı bir endüstriyel uygulama için pratik değildi. İkincisi sorun ise direklerin 50. ve 75. santimetrelerinde istenmeyen RF sıçramaların ve yansımaların meydana gelip okuma hatalarındaki oranları arttırmasıydı. İstikrarlı okuma oranını sağlamak için daha pratik ve kolaylıkları yeri değiştirilen hafif profil oluşturulmuştur. Böylece istenildiğinde RFID portalında yer değişikliği kolaylıkla yapılabilecektir.

Okuma hatalarının büyük bölümünü engellemek amacıyla tünel oluşturulmuştur. Tünelin ayaklarına bir RF bariyeri oluşturularak zeminden direklere bağlanmıştır. Ani giriş ve çıkışlar göz önüne alınmazsa, oluşturulan RF bariyeri bariyeri radyo sinyallerini tünelde kalması sağlanmıştır.



**Şekil 3.14.** Etiketleme iş istasyonu

- Network bağlantılı bilgisayar donanımı
- Alien 2 portlu okuyucu
- Alien dairesel anten
- Symbol 9050 el terminali
- Intermec 3400 etiket yazıcı
- Usb hub
- Bilgisayar masası



**Şekil 3.15.** RFID Portal İş İstasyonu

- Network bağlantılı bilgisayar donanımı
- Barkod okuyucu
- Alien 4 portlu okuyucu
- Alien dairesel anten
- RF Bariyer
- Intermec 3400 etiket yazıcı
- Yerleşik stand direkleri ve iskelet için gerekli bariyerler
- Bilgisayar monitörü
- Ekipman kabini
- Usb hub
- Bilgisayar masası

**Çizelge 3.1.** Etiketleme ve RFID Portal İş İstasyonu Maliyet Analizi

| **Etiketleme iş istasyonu donanımları** | **Miktar** | **Birim Fiyat** | **Toplam** |
|---|---|---|---|
| • Network bağlantılı bilgisayar donanımı (monitör, klavye, Mouse, hoparlör ve tüm donanımlar) | 1 | 2000 | 2000 |
| • Alien 2 portlu okuyucu ,915Mhz | 1 | 2250 | 2250 |
| • Alien dairesel anten | 1 | 353 | 353 |
| • Intermec 3400 etiket yazıcı | 1 | 1194 | 1194 |
| • Symbol 9050 el terminali | 6 | 2544 | 15265 |
| • Intermec 1151 barkod okucu ,çizgisel , 2D | 1 | 800 | 800 |
| • Usb hub ,COM port | 1 | 40 | 40 |
| • Bilgisayar masası | 1 | 400 | 400 |
| | | **Genel Toplam** | **22.302 $** |

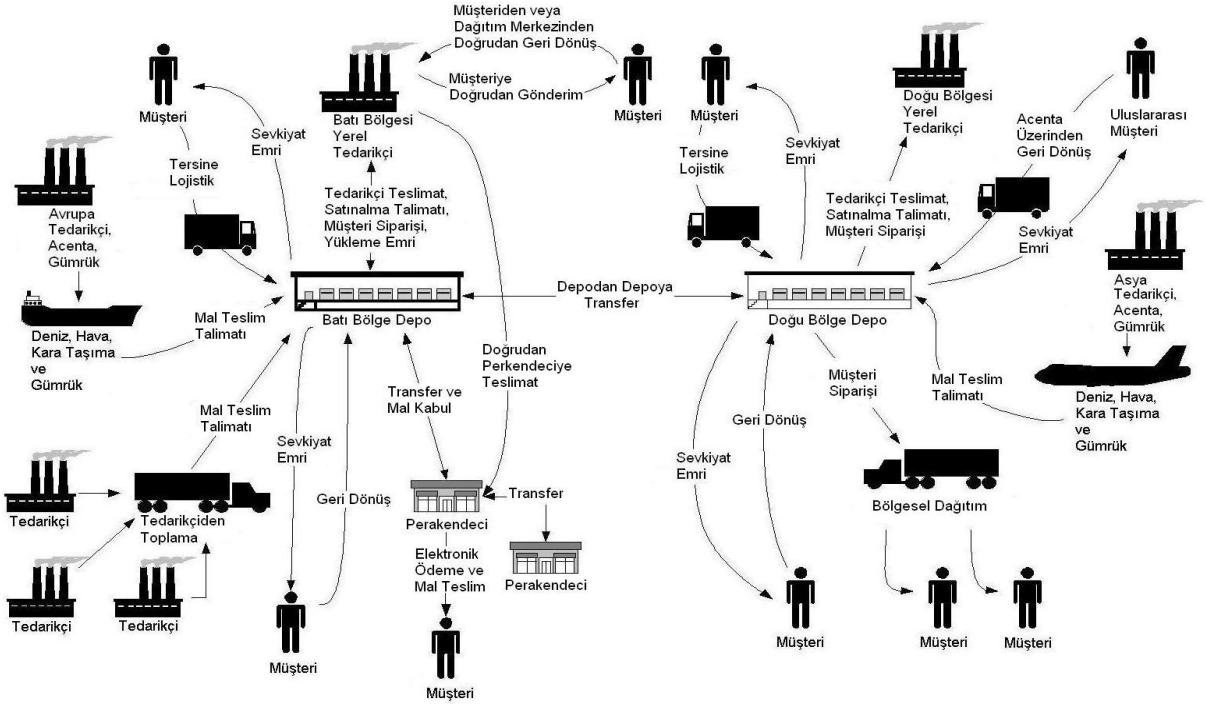
| RFID Portal iş istasyonu donanımları | Miktar | Birim Fiyat | Toplam |
|---|---|---|---|
| • Network bağlantılı bilgisayar donanımı (monitör, klavye, Mouse, hoparlör ve tüm donanımlar) | 1 | 2000 | 2000 |
| • Alien 4 portlu okuyucu ,915Mhz | 2 | 1999 | 3398 |
| • Alien dairesel anten | 8 | 206 | 1648 |
| • Alien Class 1 D Tip etiketler | 135000 | 0,43 | 59300 |
| • Intermec 3400 etiket yazıcı | 1 | 1194 | 1194 |
| • Symbol 9050 el terminali | 6 | 2544 | 15265 |
| • Intermec 1151 barkod okuyucu ,çizgisel , 2D | 1 | 800 | 800 |
| • Usb hub serial COM port | 5 | 40 | 200 |
| • Video sinyal çoklayıcı | 2 | 578 | 1156 |
| • VGA Monitör | 4 | 100 | 400 |
| • Monitör standı | 4 | 49 | 196 |
| • RF Bariyer (Tünelin duvarı) | 1 | 300 | 300 |
| • Tünel direkleri | 1 | 8289 | 8289 |
| • Elektrik gözleri (Sürücüyü uyaran alarm sistemi) | 8 | 74 | 592 |
| • Uyarı ışıkları (Tünelde sürücüyü uyaran sistem) | 2 | 150 | 300 |
| • Usb hub | 1 | 45 | 45 |
| • Elektrik kablosu , montaj için gerekli kablolar vb. | 1 | 3000 | 3000 |
| • 1 Yıl Üretici desteği sözleşmesi | | | 200000 |
| • Ekipman Kabini | 1 | 400 | 400 |
| • Bilgisayar masası | 1 | 400 | 400 |
| | | **Genel Toplam** | **306.920 $** |

Amerikan Savunma Bakanlığı'nın gerçekleştirdiği projede RFID okuyucular %100 okuma başarısı gerçekleştirememiştir. Dolayısıyla okuyucuların ölü okuma noktaları, sinyal karışmaları gibi sorunlar operatör kontrollü olarak ve okunamayan malzemelerin barkod okuyucusuyla okunması süreciyle tamamlanmaya çalışılmıştır.

# 4. RFID ENVANTER YÖNETİMİ UYGULAMASI

## 4.1.Savunma Sektöründe Envanter Yönetiminin Önemi

Lojistik faaliyet; hammaddenin başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar, ürünlerin, hizmetlerin ve bilgi akışının, en etkin ve verimli bir şekilde her iki yöne doğru hareketinin ve depolanmasının, planlandığı, uygulandığı ve kontrol edildiği tedarik zinciri süreci aşaması olarak tanımlanmaktadır. Tedarik zincirinin akış şeması Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.




**Şekil 4.1.** Tedarik Zinciri Akış Şeması
(http://www.beykoz.edu.tr/files/TEDARIK%20ZINCIRI%20IS%20AKIS%20SEMASI.JPG)

Savunma sektöründeki tedarik zinciri, sivil sektörle benzer özellikler taşısa da daha karmaşık bir hal alabilmektedir. Savunma sektöründe genellikle büyük çapta yapılan ihaleler sonucu envantere silah sistemler alınmaktadır. İhale sonucunda şirketlerle yapılan ikili anlaşmalar sonucu doğan hükümlülükler çerçevesinde yalnızca bir şirketten mal veya hizmet alımına gidilebilmektedir. Örnek vermek gerekirse; envanterimize 2014 yılında giren Boeing 737 tipi erken ihbar uçağı yaklaşık 367.000 değişik parçadan imal edilmiştir. Ancak bir uçağı oluşturan 367.000 farklı parça sadece bir şirket tarafından üretilmemektedir. Global şirketler dünyanın dört bir yanındaki

tedarikçilerinden malzeme üretim sözleşmesi ve gizlilik anlaşmaları yapmaktadır. Bu kapsamda şirketler, tedarikçilerin uymak zorunda olduğu ortak bir standardizasyonu oluşturarak ve RFID gibi otomatik tanımlama sistemlerini entegre ederek karşılaşılan tedarik zinciri karmaşıklığının önüne geçmeye çalışmaktadır.

Stokholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsünün 2012 yılı raporuna göre dünya çapında yıllık 1,756 trilyon dolar savunma harcaması yapılmıştır. Türkiye ise 2009 yılı savunma harcamalarına göre 15,6 milyar dolarla dünyada 17. Sırada yer almaktadır. Dolayısıyla savunma sektöründeki firmaların arkasındaki tedarik zincirinin karmaşıklığı düşünüldüğünde ve gerek ülkemiz gerekse dünya çapındaki askeri harcama miktarı dikkate alındığında envanter yönetiminin önemi daha da iyi anlaşılacaktır.

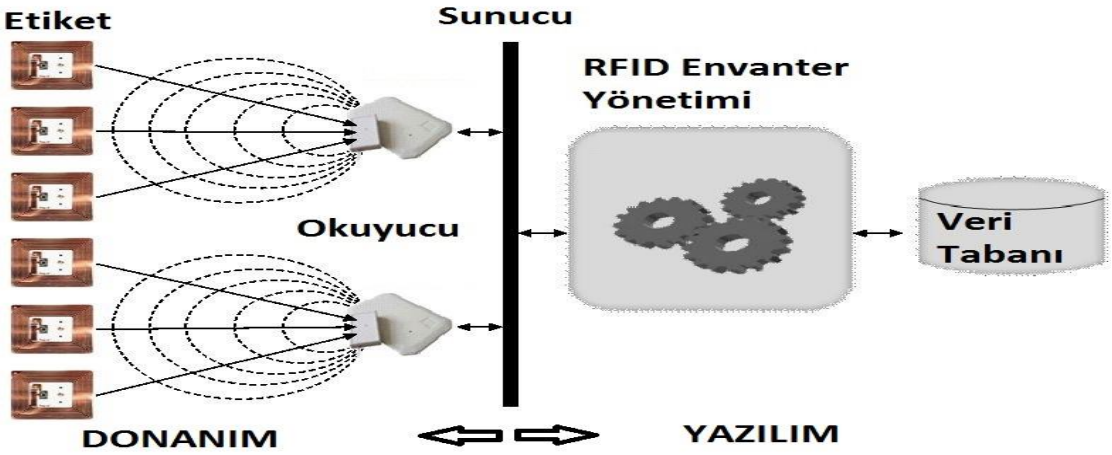
### 4.2.Çalışmanın Amacı

RFID kullanımının çok farklı alanlarda gerçekleştiği göz önüne alındığında ve geleneksel bilgi sistemleri ile ilgili üstünlükleri dikkate alındığında, RFID ile birçok faydanın elde edilebileceğini söylemek zor olmayacaktır. Bu çalışmada "RFID Envanter Yönetimi" uygulaması geliştirilerek aşağıdaki hususlar amaçlanmaktadır.

1. Sistemi oluşturan ve idame etmek için kullanılan malzemelerin kayıtlarını elektronik ortamda tutmak,
2. Herhangi bir gecikme olmadan sürekli veri akışını sağlamak,
3. Uygulamanın gerçekleştiği anda veriyi elde etmek,
4. Tekrarlanan işleri azaltmak (ürün kontrolü),
5. Her malzemeye verilen ayrı bir RFID etiketle oluşturulan ürün kodu sayesinde malzemelerin izlenebilirliğini sağlamak,
6. Stok kontrolünde en önemli kayıplardan olan ve yanlış ihtiyaç hesaplanmasına yol açan kullanıcıların kayıt hatalarını engellemek,
7. Depoda bulunan envantere ilişkin anlık doğru stok bilgisine ulaşabilmek,
8. Satıcı ve tedarikçi kayıtlarını oluşturmak, gerektiğinde kayıtlara ulaşmak ve değiştirmek,
9. Envanter sürecinde tüm işlemlerin veritabanına kaydedildiği bir sistem gerçekleştirilerek, kağıt çıktı yerine tüm işlemlerin bilgisayar ortamında yapılmasına olanak sağlamaktır.

## 4.3.Sistemin Tanıtımı

RFID Envanter Yönetimi uygulamasında ortaya konulan sistem mimarisinde; RFID etikete sahip kartlar, malzemelerin teslim ve sevk edildiği alanlardan olan terminal ve depo girişlerine yerleştirilen okuyucular, okuyuculardan gelen verileri toplayan bir sunucu bulunmaktadır. Okuyuculardan gelen veriler kurum içi kablolu ağ üzerinden sunucuya iletilmektedir. Şekil 4.2.'de sistem mimarisi gösterilmiştir.



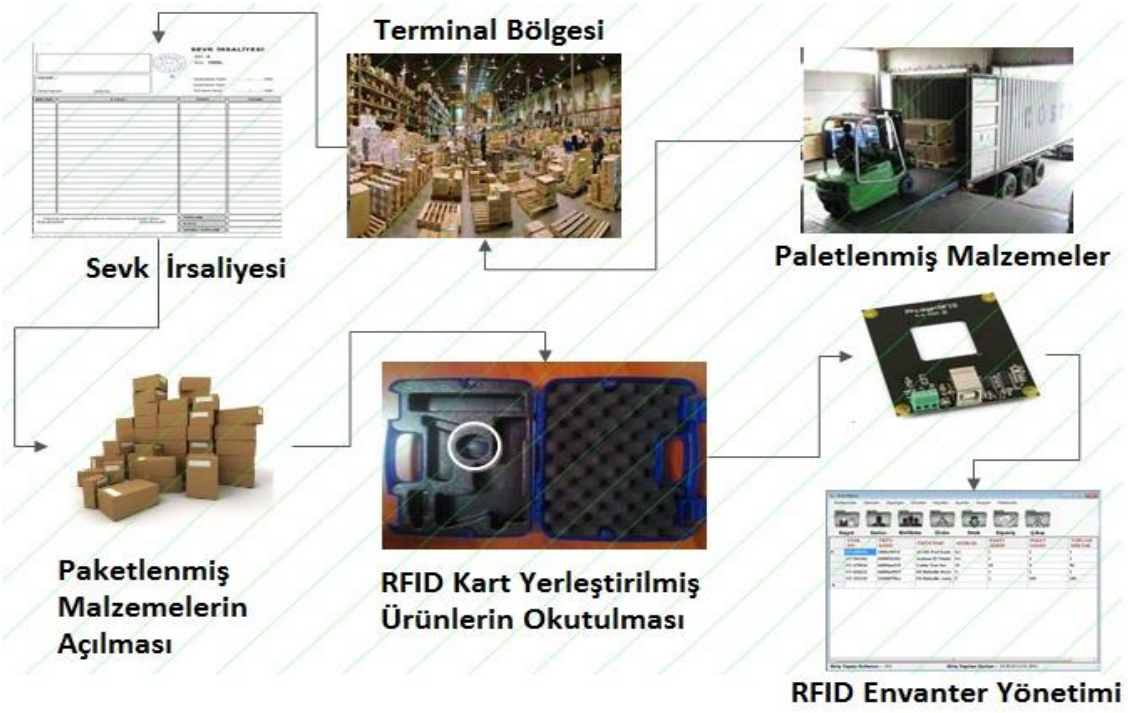

**Şekil 4.2.** Sistem Mimarisi

RFID Envanter Yönetimi uygulamasında her malzeme için farklı ürün kodu içeren 10 haneli RFID etikete sahip kartlar kullanılmaktadır. RFID kartlar ürünlerin özelliğine göre değişik ebat ve şekillerde seçilmiştir ve ürünlerin üzerinde sürekli bulunduğu ve değiştirilmediği varsayılmıştır. Şekil 4.3.'de silah kutusuna uygulanan örnek gösterilmiştir.



**Şekil 4.3.** Silah Kutusuna Yerleştirilmiş RFID Etiket

Malzemelerin envantere alınış sıralamasını açıklamak gerekirse; hava yolu, kara yolu, deniz yolu ve demir yoluyla gelen malzemeler paletlerle terminal bölgesine getirilmektedir. Malzemeleri kabul bölgesine boşaltmakla görevli personel sevk irsaliyesinin kontrolüyle paletleri teslim almaktadır. RFID Envanter Yönetimi uygulamasıyla teslim alınan paletlerin içlerindeki irili ufaklı yüzlerce malzemenin tek tek belge takibiyle envantere alınma sürecini birkaç dakikada otomatik bir şekilde stok kayıt işlemi yapılması hedeflenmektedir. RFID Envanter Yönetimi iş akış diyagramı Şekil 4.4.'te verilmiştir.




**Şekil 4.4.** RFID Envanter Yönetimi İş Akışı

Paketlenmiş malzemeler açıldıktan sonra RFID okumanın yapılmasına geçilmektedir (Şekil 4.5.).



**Şekil 4.5.** Paketlenmiş Malzemelerin Açılması

Malzemelerin karışmasını engellemek ve RFID okuyucu ile okumanın daha kolay yapılabilmesi amacıyla Şekil 4.6.'deki tek tarafa ilerleyen konveyör kullanılması gerekmektedir.



**Şekil 4.6.** Konveyör

Konveyörün bitiş noktasında görev yapan olan kontrolör, RFID etiketin okuyucuya okutulmasından sonra sistemdeki verilerle fiziki verileri kontrol eder. Kontrol onayına müteakip sistemden ekle tuşuna basar ve malzemelerin stok kayıtlarını gerçekleştirmiş olur.

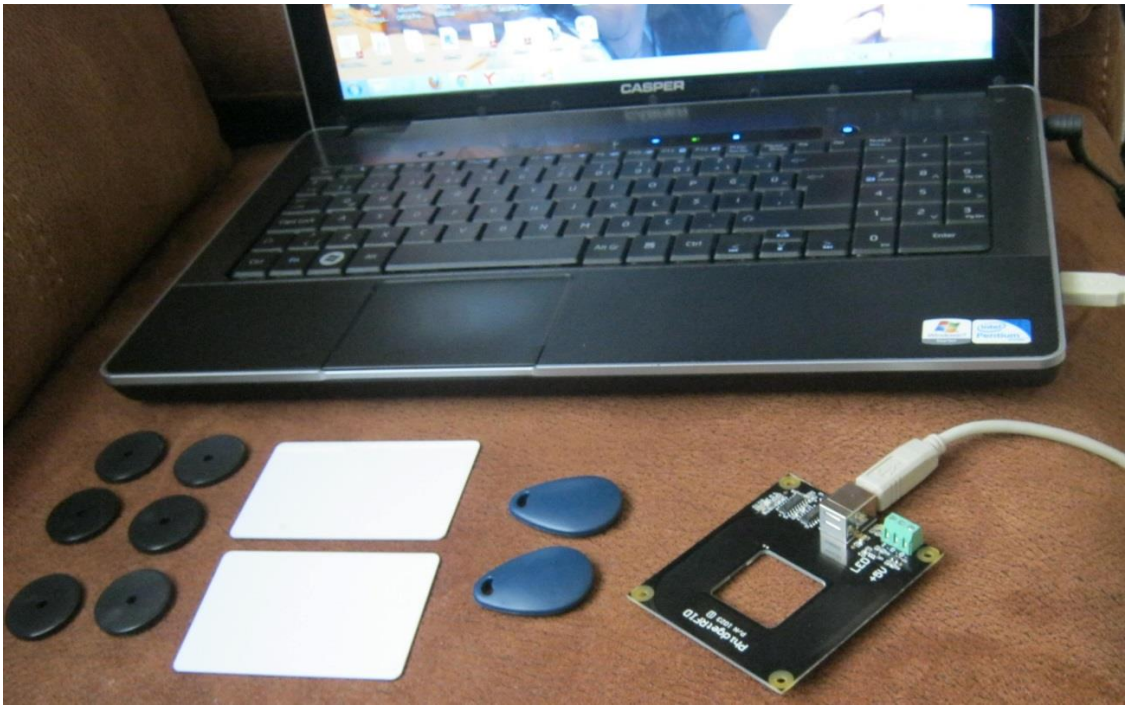
Bu tez çalışmasında yukarıda sıralanan iş akışlarından RFID kart yerleştirilmiş ürünlerin okutulması ve RFID Envanter Yönetimi programının yazılması ve uygulanması süreci gerçekleştirilmiştir.

RFID Envanter Yönetimi'nin kullanımına geçmeden önce sisteme tanıtılması gerekli bilgiler aşağıda belirtilmiştir.

- Her bir RFID kart bir ürünle ilişkilendirilmelidir.
- Her bir ürüne ait ürün adı, kategori, ağırlık ve birim fiyat bilgileri sisteme bir kereye mahsus olmak üzere tanıtılmalıdır.
- Ürünlerin teminini sağlayan tedarikçi bilgileri sisteme girilmelidir.
- Dağıtım yapılacak birliklere ait adres ve diğer bilgiler kayıt edilmelidir.

## 4.4.Sistemin Gereksinimleri

RFID Envanter Yönetimi uygulaması donanım ve yazılım olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Donanım kısmında; Phidget RFID okuyucu, RFID etiketler, bilgisayar ve ara bağlantı bulunmaktadır. Projede kullanılan donanım bileşenleri Şekil 4.7.'da gösterilmiştir. Yazılım kısmında; işletim sistemi olarak Windows 7 Starter, veritabanı olarak Microsoft Access 2010, uygulamanın geliştirildiği program dili VB.NET olup Microsoft Visual Basic 2010 Express sürümü programlar kullanılmıştır.




**Şekil 4.7.** RFID Envanter Yönetimi Donanım Bileşenleri

## 4.5.RFID Envanter Yönetimi Donanım Bileşenleri

RFID projelerinde, ihtiyaç duyulan uygulama için doğru etiketi seçmek, projenin başarısı açısından son derece önemlidir. Bu seçimi yaparken pek çok faktörü göz önüne almak gerekmektedir. Bu faktörler aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

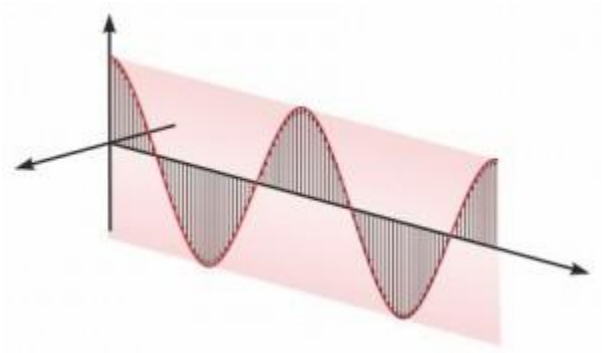
- Boyutlar, şekil, tipe göre;
  - Kredi kartı büyüklüğünde, esnek, arkası yapışkan etiketler,
  - Jeton veya madeni para şeklinde etiketler,
  - Gömülü etiketler (enjeksiyon yöntemi ile plastik maddelerin içine gömülebilir),
  - Bileklik formatında etiketler,
  - Yapay reçine yapısı içine oturtulmuş sert ve dayanıklı etiketler,
  - Anahtarlık şeklinde tasarlanmış etiketler,
  - Paletler veya konteynırlar için özel olarak tasarlanmış etiketler,
  - Kâğıttan yapılma, yapıştırılabilir etiketler,
- Etiket yeniden kullanılabilirliği,
- Fiziksel olarak zorlayıcı ortamlara dayanıklılığı (buhar, yüksek sıcaklık, kimyasal aşınma, vs.),
- Polarizasyon (etiketlerin, alıcı tarafından üretilen alana göre geometrik yönelimleri ),
- Haberleşme (etiketin üzerinden okuma / etiketin üzerine yazma) mesafesi,
- Çeşitli çevresel etkilerin varlığı (elektriksel gürültü, diğer radyo cihazları ve ekipman),
- Çalışma frekansı (LF, HF veya UHF) şeklinde sıralanmaktadır.

RFID okuyucu seçiminde göz önünde bulundurulması gerekenler aşağıda listelenmektedir;

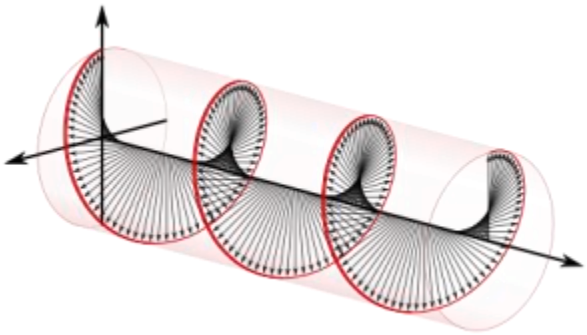
- Çalışma frekansı (HF veya UHF),
- Protokol uyumluluğu,
- Bölgesel düzenlemeler;
  - UHF frekans özellikleri: Kuzey Amerika'da 902–928 MHz aralığı,
  - Avrupa bölgesinde ise (Türkiye dahil) 865 –868 MHz aralığı,
- Güç düzenlemeleri: Kuzey Amerika'da 4 W; Avrupa'da 2 W,
- Ana bilgisayara ağ bağlantısı özellikleri;
  - TCP/IP,

  - Wi-Fi (802.11),
  - Ethernet LAN (10base T),
- Birden fazla okuyucuyu aynı anda işleme sokabilme yetisi,
- Okuyuculara güncel sürüm kazandırma mekanizmaları,
- Anten seçimi;
  - Doğrusal yayın yapan anten: Elektromanyetik dalga sinyal sadece bir düzlemde (Dikey veya Yatay) yayılır. Bu yöntem etiketin yönünün bilindiği ve sabit olduğu durumlar için en iyi yöntemdir (Şekil 4.8.) (www.takipsan.com).

  - Dairesel yayın yapan anten: Elektromanyetik dalga sinyali, bir tam turunu bir dalga boyu süresinde tamamlayan dairesel bir etki yaratacak şekilde iki düzlemde yayılır. Böylece radyo dalgası yolu üzerindeki tüm etiketleri kapsar. Bu etiket yönünün sabit olmadığı ve bilinmediği durumlar en iyi yöntemdir (Şekil 4.9.) (www.takipsan.com).



**Şekil 4.8.** Doğrusal Polarizasyon
(http://www.takipsan.com/rfid-antenler)



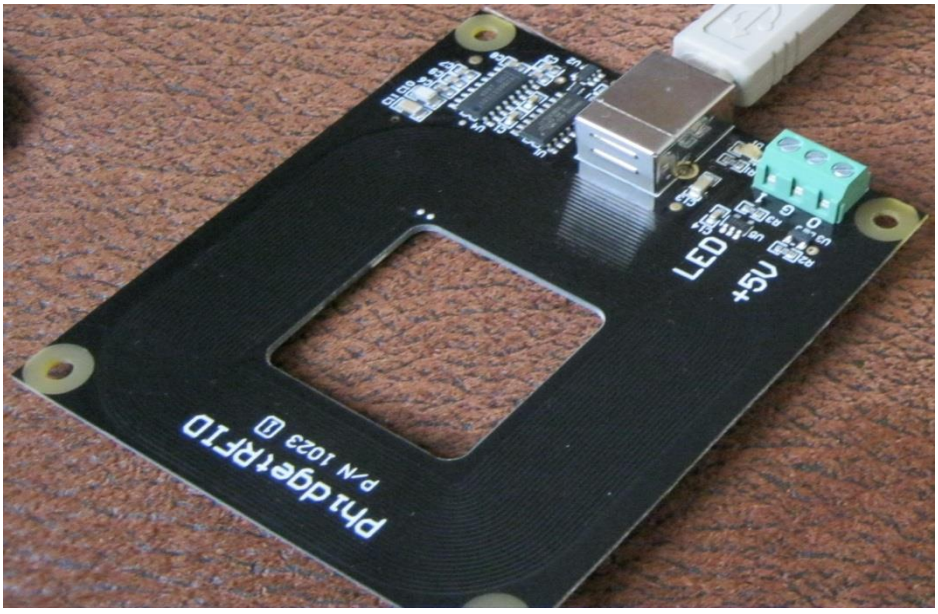
**Şekil 4.9.** Dairesel Polarizasyon
(http://www.takipsan.com/rfid-antenler)

Bu proje için Phidget RFID okuyucu, pasif RFID etiketler (kredi kartı, anahtarlık ve madeni para şeklinde) kullanılmıştır. Şekil 4.10.'da projede kullanılan etiketler gösterilmiştir.



**Şekil 4.10.** RFID Envanter Uygulamasında Kullanılan Etiketler

Phidget RFID okuyucunun dört çıkışı vardır. Bunlardan ikisi RFID kart içerisinde olup diğer ikisi kullanıcılar tarafından kullanılabilmektedir. Çıkış 0, usb çıkışından +5V DC ile beslenir. Çıkış1 ise LED çıkışıdır. Şekil 4.11.'de projede kullanılan okuyucu gösterilmiştir.




**Şekil 4.11.** Phidget RFID Okuyucu

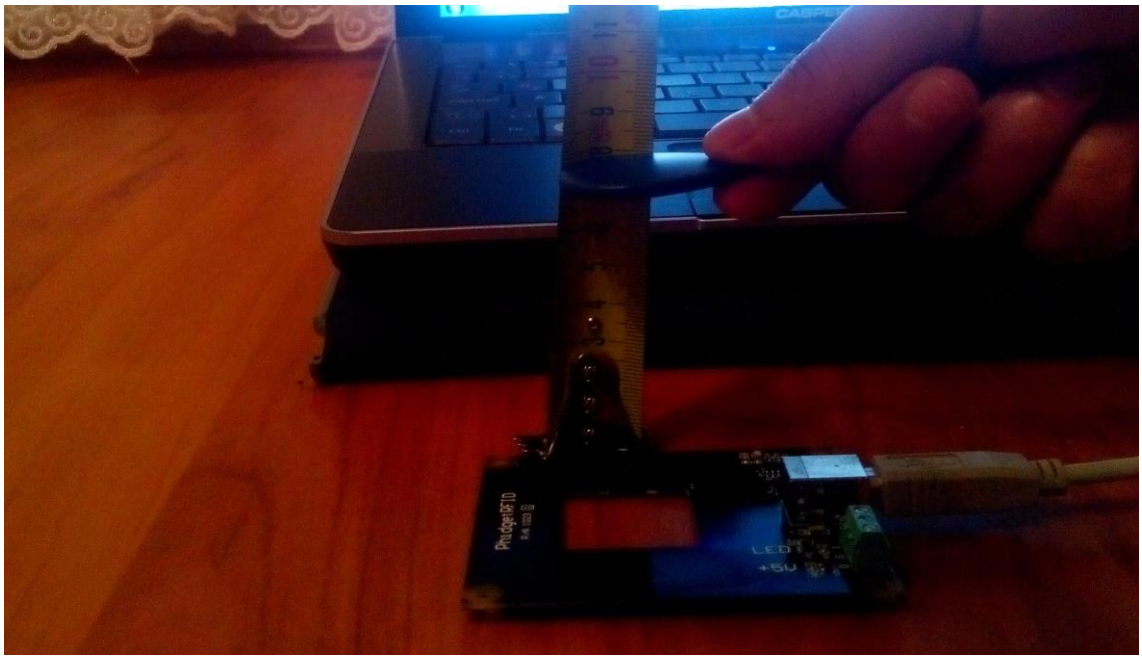
Phidget RFID okuyucunun sahip olduğu diğer özellikler Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Phidget RFID okuyucu özellikleri

| | |
|---|---|
| Anten maksimum çıkış gücü | 10 µW |
| Anten minumum rezonans frekansı | 125 kHz |
| Anten maksimum rezonans frekansı | 140 kHz |
| Protokol | EM4102 |
| Okuma hızı | 33 ms |
| USB hızı | Düşük Hız |
| Minumum çalışma sıcaklığı | 0 Cº |
| Maksimum çalışma sıcaklığı | 70 Cº |
| Çıkış empedansı (LED) | 250Ω |
| Minumum akım çekimi | 16 mA |
| Maksimum akım çekimi | 100 mA |
| Dijital çıkış sayısı | 2 |
| Minumum dijital çıkış voltajı | 0 V DC |
| Maksimum dijital çıkış voltajı | 5 V DC |

## 4.6.RFID Envanter Yönetimi Donanım Testleri

Projenin sağlıklı yürütülebilmesi için mevcut donanımın kabiliyetleri okuyucu, etiket bileşenleri değişik şekillerde sınarak çeşitli testlere tutulmuştur. RFID okuyucu ile 7,9 cm uzaklıkta ve daha yakından okuma gerçekleştirilebilmiştir (Şekil 4.12.). RFID etiket okuyucuya dikey olarak yaklaştırıldığında okuma sağlanabilirken yatay ve çapraz olarak yaklaştırılan kartlardan okuma gerçekleştirilememiştir. İki RFID etiket birlikte okuyucuya yaklaştırıldığında çarpışma meydana gelmiş etiket okunamamış, çok kısa bir süre sonra okuyucuya yakın olan etiket okunmuş ancak daha sonra tekrar okuma sağlanamamıştır.



**Şekil 4.12.** Okuma Sağlanabilen En Uzak Mesafe

RFID etiket monte edilen malzemelerin kutuları kapalıyken okuma sağlanıp sağlanamayacağı test edilmiştir. Buna göre; RFID etiket koyulan silah kutusu kapatılmış ve RFID okuyucuya değişik yönlerden okutulmaya çalışılmıştır. Kutunun merkezine koyulan etiket ile kutu kapalıyken sadece orta noktasından yaklaştırıldığında okuma yapılabilirken, yatay yönlerden okuma yapılamamıştır (Şekil 4.13.). En uzak okuma mesafesi 7,9 cm yi geçebilecek kutular çoğunlukta olacağından malzemelerin kendi üzerinden okuma sağlanmasının daha sağlıklı olacağı değerlendirilmiştir.



**Şekil 4.13.** RFID Etiket Koyulan Silah Kutusu

RFID etiketlerin değişik materyallerden yapılmış malzemeler üzerinde okunup okunamayacağı test edilmiştir. Plastik silah kutusu, karton kutu, metal kılıç üzerinde yapılan deneyler sonucunda tüm malzemeler üzerinde sorunsuz bir okuma gerçekleştirilebilmiştir. Literatürde yapılan diğer çalışmalarda metal malzemelerin okunmasında sorun olurken, 125 kHz'de çalışan pasif RFID etiketlerle yapılan projemizde bunun geçerli olmadığı görülmüştür. Şekil 4.14'de metal kılıç üzerine yerleştirilmiş RFID etiket gösterilmiştir.



**Şekil 4.14.** RFID Etiket Koyulan Metal Kılıç

Pasif RFID etiketler çalışmak için yüksek RF alanına ihtiyaç duyduklarından RFID okuyucuya yakın mesafede etkin olarak kullanılabilirler. Kullanılan RFID etiketlerin şekline, büyüklüklerine ve çevrede bulunan nesnelere göre okuma uzaklıklarının değişebileceği görülmüştür. Küçük boyuttaki etiketlerle daha yakından okuma yapılabilmiştir. Ayrıca birden çok RFID okuyucu kullanılan uygulamalarda yan yana kullanılan RFID okuyucularının arasında sinyal karışmaları olabileceği üretici firma tarafından belirtilmiştir.

## 4.7.RFID Envanter Yönetimi Yazılım Bileşenleri

Sistem yazılımı geliştirilirken; işletim sistemi olarak Windows 7 Starter, veritabanı olarak Microsoft Access 2010, uygulamanın geliştirildiği program dili olarak VB.NET Microsoft Visual Basic 2010 Express programlar kullanılmıştır.

Windows 7, kurum içinde kullanıcıların değişen ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlanmış iş bilgisayarları ve bilgi teknolojileri uzmanları için gelişmiş Windows işletim sistemlerimden biridir.

Microsoft Access 2010, ilişkisel veri tabanı yönetim sistemidir. Microsoft Access Jet veri tabanı motorunu, grafiksel kullanıcı arayüzünü ve yazılım araçlarını aynı paketin içinde birleştirir.

Veri tabanı yönetim sistemleri arasına Access çok sonradan girmiş olmasına rağmen bu alanda önemli ölçüde başarı sağlayarak küçük ölçekli veri tabanları için çok kullanılan bir paket haline gelmiştir. Bunda, Access'in yazılım araçlarının yüksek kullanıcı kolaylığına sahip olmasının etkisi büyüktür. Çoğu zaman hiç tasarım ortamına girmeden, sadece sihirbazlar kullanılarak veri tabanı dosyaları hazırlanabilir.

Visual Basic, Microsoft tarafından, basic programlama dili üzerinde geliştirilmiş, olay yönlendirmeli, üst seviye, nesne tabanlı ve görsel bir programlama dilidir. En güzel özelliklerinden birisi ise Windows ile tam uyumlu olmasıdır. Windows bileşenlerine (API, COM gibi) erişmek çok kolaydır. Ayrıca ActiveX Component gibi bir özelliği kullanma yeteneğine sahiptir.

Görsel programlama anlayışı; önceki yıllarda kullanılan temel programlama dillerindeki bir düzenleyici (editör) ekran üzerine satır satır yazılan programlamanın yerine, grafiksel kullanıcı arabirimi (GUI)'nin ve bu arabirim içerisinde program geliştirme amacıyla bulunan entegre geliştirme ortamı (IDE) adlı bir araçlar koleksiyonunun almasıyla ortaya çıkmıştır.

Visual Basic için öncelikle basic programlama dili temel alınarak ortaya çıkarılmış olduğunu söylemek gerekir. Basic (Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code) kelime anlamı olarak "Yeni Başlayanlar İçin Çok Amaçlı Sembolik Talimat Kodu" anlamına gelmektedir. Basic metin tabanlı düzenleyiciler (editörler) arasında en çok rağbet göreni olmuştur. Başlangıçta çok basit

programların geliştirilmesi amacıyla kullanılırken, bu ilgi dolayısıyla gitgide gelişerek son halini almıştır.

## 4.8.Veritabanının Oluşturulması

Veritabanında kullanıcı, satıcı, birlik, kategori, ürün, stok, sipariş olmak üzere 7 adet tablo bulunmaktadır. Çizelge 4.2.'de veritabanında yer alan tablolar detaylarıyla gösterilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Veritabanında Yer Alan Tablolar

| **Sipariş** | **Satıcı** | **Birlik** | **Kategori** | **Ürün** | **Stok** |
|---|---|---|---|---|---|
| Siparişno | SatıcıID | Birlikno | Kategoriadı | Ürünkodu | StokID |
| Ürünkodu | İsim | B_isim | KategoriID | Ürünismi | ÜrünKodu |
| Ürünismi | Adres | B_adres | | Kategori | Ürünismi |
| Ağırlık | Semt | B_semt | **Kullanıcı** | Ağırlık | Kategori |
| Fiyat | İlçe | B_ilçe | kullanıcıadı | Fiyat | Ağırlık |
| Paketadedi | Şehir | B_şehir | kullanıcı_sifre | | Paketadedi |
| Paketsayısı | Postakodu | B_postakodu | | | Paketsayısı |
| Toplammiktar | Telefon | S_isim | | | Tarih |
| | Email | S_Adres | | | Toplammiktar |
| | Faxno | S_semt | | | |
| | | S_ilçe | | | |
| | | S_şehir | | | |
| | | S_postakodu | | | |
| | | Telefon | | | |
| | | Email | | | |
| | | Faxno | | | |

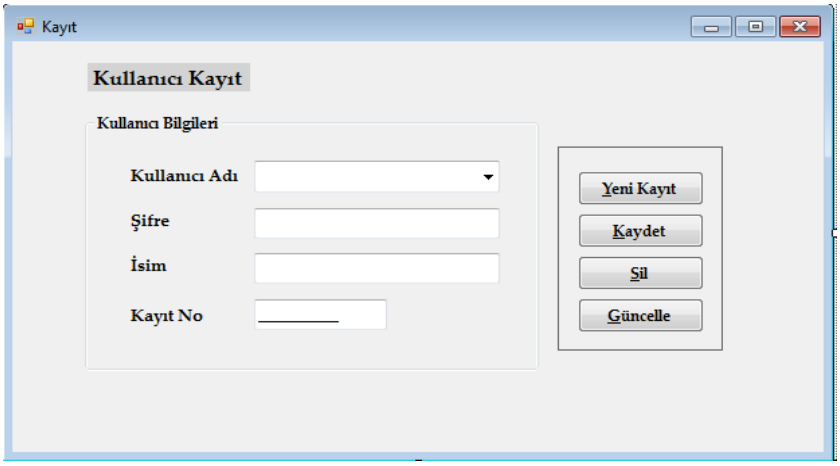
## 4.9.RFID Envanter Yönetimi Yazılım Arayüzleri

RFID Envanter Yönetimi uygulamasına bağlanabilmek için yetkili olmak gerekmektedir. "Kullanıcı Adı" ve "Şifre" doğru olarak girildikten sonra sisteme girilebilmektedir. Kullanıcı adı ve şifrenin istendiği login ekranına ait arayüz şekil 4.15.'de gösterilmektedir.



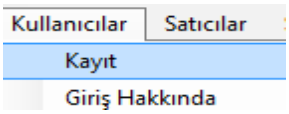

**Şekil 4.15.** Login Ekranı

Programa giriş yapıldıktan sonra "Kayıt" menüsüne girilerek programa giriş yapacak kullanıcıların, kullanıcı adı ve şifre oluşturarak yetkilendirmesi yapılabilmektedir. Ayrıca yine aynı ekrandan mevcut kullanıcı bilgilerinin değiştirilmesi sağlanabilmektedir. Kayıt ekran arayüzü şekil 4.16.'da gösterilmektedir.

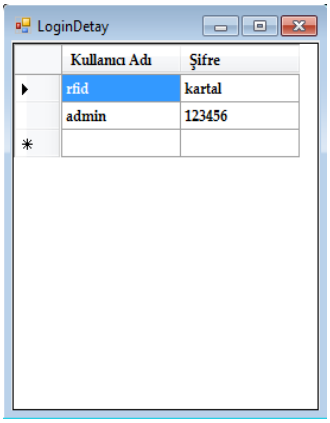



**Şekil 4.16.** Kayıt Ekranı

Aynı zamanda kullanıcılar menüsünden (Şekil 4.17.), kayıt ekranına geçiş yapılabilmekte ve admin yetkisiyle sisteme giriş yapan kullanıcı bilgilerine de "Giriş Hakkında" sekmesinden ulaşılabilmektedir (Şekil 4.18.).

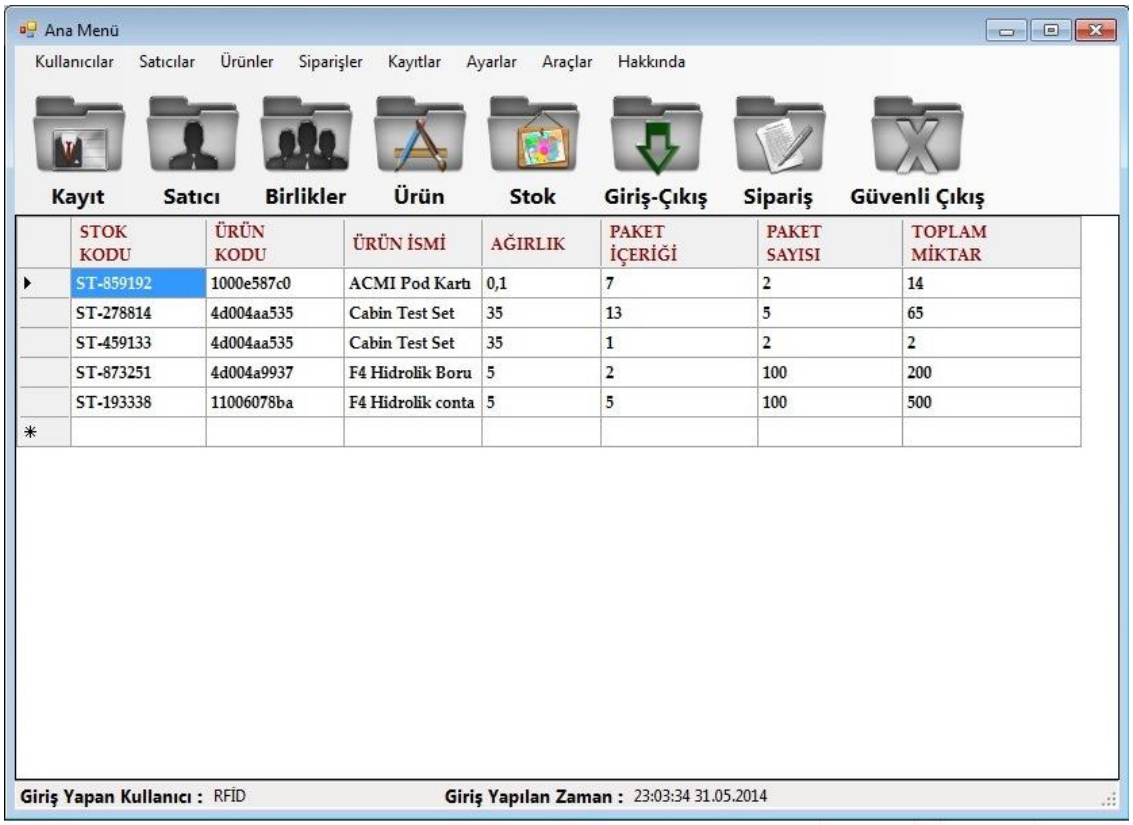



**Şekil 4.17.** Kullanıcılar Menüsü



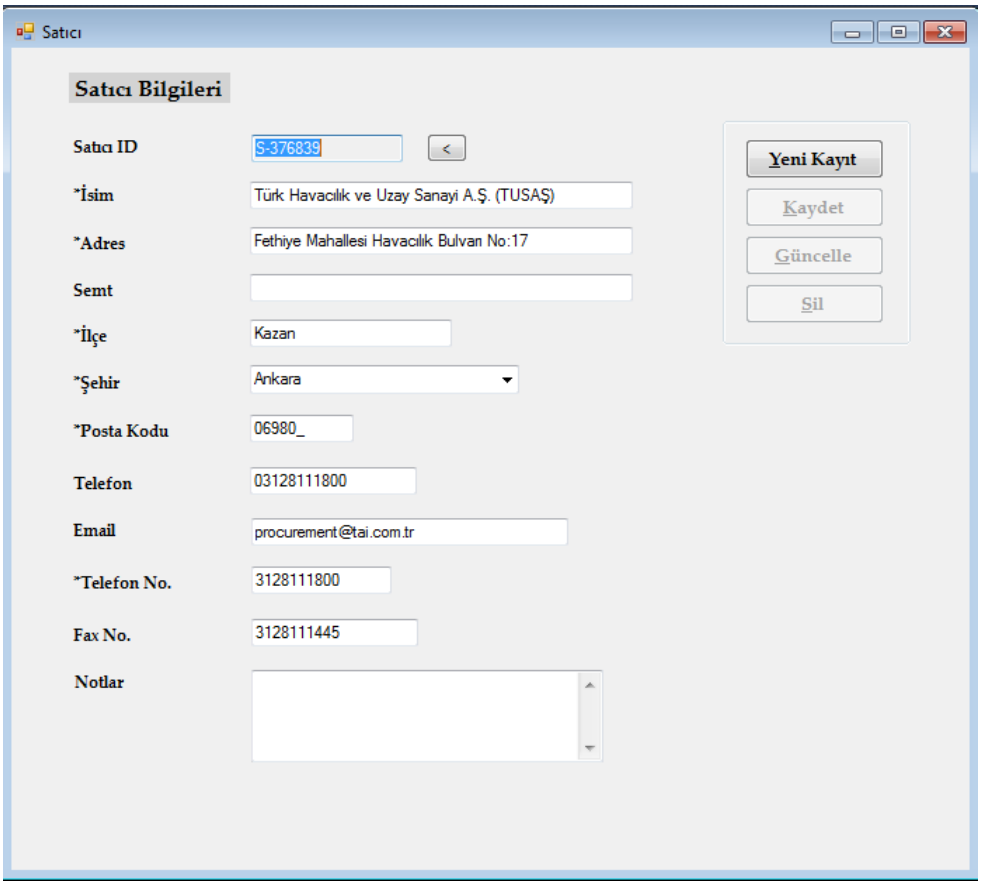

**Şekil 4.18.** Giriş Hakkında Arayüzü

RFID Envanter Yönetimi programına giriş yapıldıktan sonra uygulamanın "Ana Menü" arayüzü (Şekil 4.19.)'de gösterilmektedir. Ana Menü ekranının üst kısmında yer alan bölümde açılır menüler yer almaktadır. Programın ana bölümünü oluşturan menüler ise resimli ikonlarla gösterilmiş olup açılır menülerin altında bulunmaktadır. Depo stok bilgisini veritabanından alıp anlık olarak yansıtan liste orta kısımda yer almaktadır. Ayrıca programa hangi kullanıcının giriş yaptığı ve tarih bilgisi de ana menün ekranının en alt kısmında yer almaktadır.



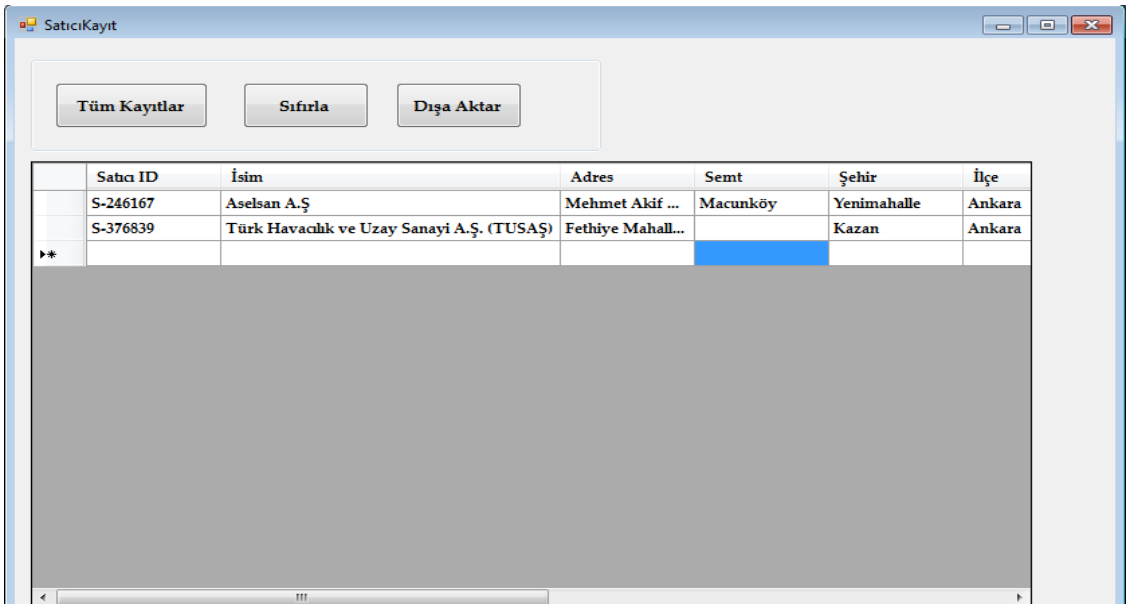

**Şekil 4.19.** Ana Menü Arayüzü

Satıcı arayüzü (Şekil 4.20.), satıcı bilgilerinin oluşturulduğu bölümdür. Satıcı bilgilerini içeren bilgiler girildikten sonra (yanında yıldız olan bölümlerin doldurulması zorunludur), kaydet butonuna basılır ve sistem "Satıcı ID" bölümüne "S-" harfiyle başlayıp rastgele üretilen altı haneli sayı vererek kayıt işlemi gerçekleşmektedir.



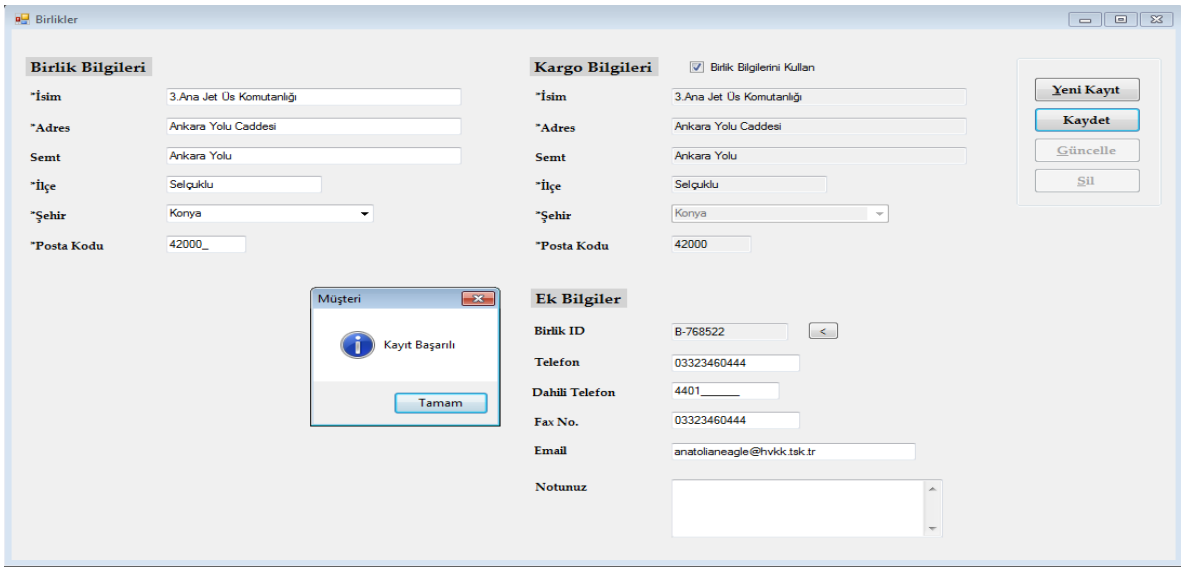

**Şekil 4.20.** Satıcı Arayüzü

"Satıcı ID" satırının yanında bulunan arama butonuna basıldığında (Şekil 4.21.)' de gösterilen Satıcı Kayıt formu açılır. Satıcı Kayıt formunda tüm veriler butonuna basıldığında veritabanındaki kayıtlı tüm satıcı verileri alttaki listede yer almaktadır.



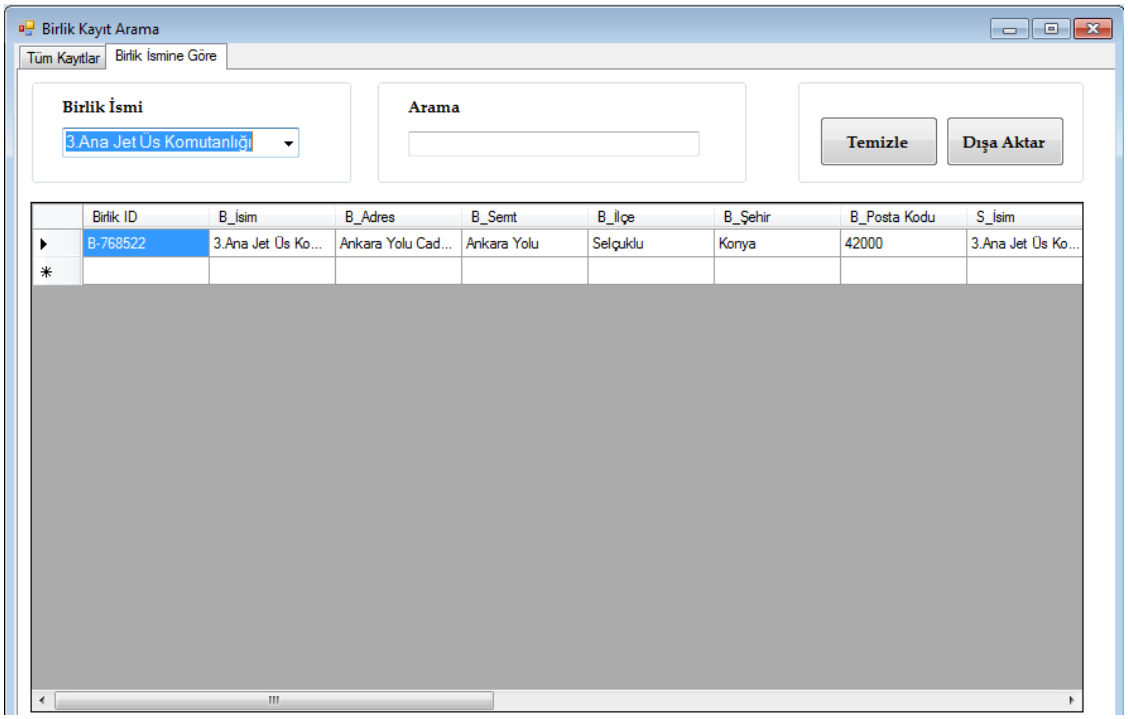

**Şekil 4.21.** Satıcı Kayıt Arayüzü

Birlikler arayüzü (Şekil 4.22.), ürün göndermesi yapılacak birliklerin sisteme kaydedildiği bölümdür. Birlik bilgilerinin girildikten sonra kargo bilgileri için de aynı bilgiler kullanılacaksa "Birlik Bilgilerini Kullan" kutusu işaretlenerek aynı bilgilerin gönderim yapılacak olan kargo bilgileri için de hızlı bir şekilde kaydedilmesi sağlanır. Ek bilgiler bölümü de doldurulduktan sonra "Kaydet" tıklanır. Sistem otomatik olarak üretilen rastgele altı haneli sayıdan oluşan bir numara üretir ve "Birlik ID" kutusuna "B-" harfiyle başlayan altı haneli sayıyla devam eden alfanümerik olan "Birlik ID" yazılarak birliğin tüm bilgilerinin veritabanına kaydedilme işlemi tamamlanır.



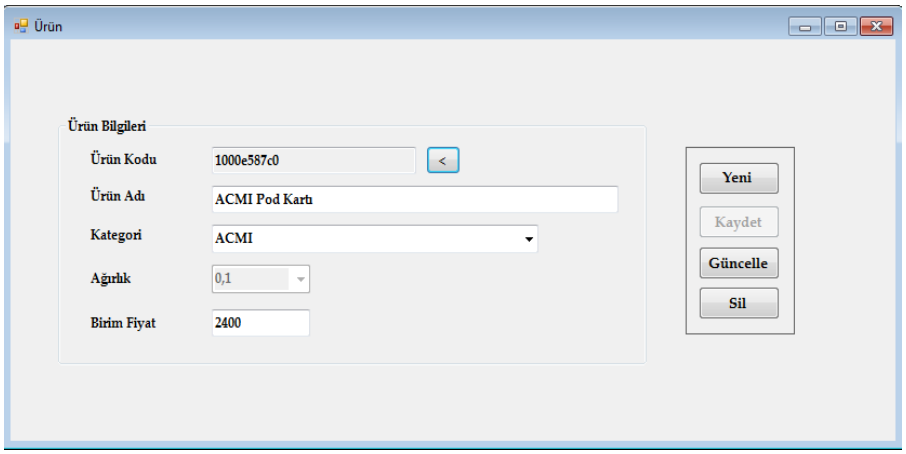

**Şekil 4.22.** Birlikler Arayüzü

Birlik ID kutusunun yanında yer alan arama butonuna basıldığında "Birlik Kayıt Arama" arayüzü (Şekil 4.23.) açılmaktadır. Daha önce kaydedilen tüm birlik bilgilerine bu ekrandan ulaşılabilmektedir. Bu kayıtlar seçildiğinde gerekli veri düzenlemesi yapılabilmekte, "Güncelle" ve "Sil" butonlarına basılarak kayıtlar güncellenebilmektedir.



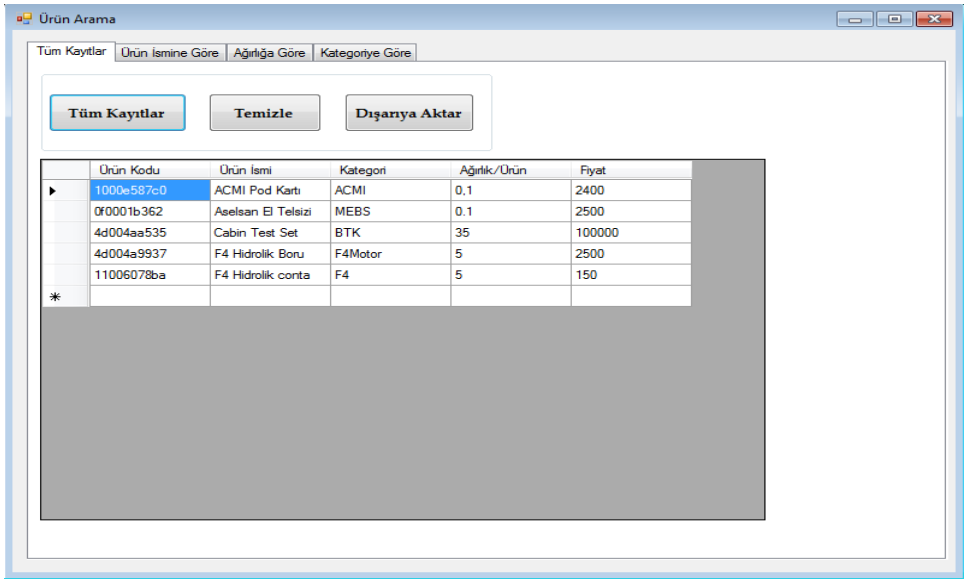

**Şekil 4.23.** Birlik Kayıt Arama Arayüzü

Ürün arayüzünde (Şekil 4.24.) RFID etiket, Phidget RFID okuyucuya okutulmaktadır. Sistem tarafından "Ürün Kodu" hanesine otomatik olarak RFID etiketin içerisinde yer alan sadece o karta özgü 10 haneli numara ekrana yazılmakta ve ürünle ilgili özellikler veritabanına bu ürün kod numarasıyla kaydedilmektedir. Her ürünün boyut ve özelliğine uygun RFID etiket kullanılmaktadır.




**Şekil 4.24.** Ürün Arayüzü

"Ürün Kodu" hanesinin yanında yer alan arama butonuna basıldığında "Ürün Arama" arayüzü (Şekil 4.25.) açılmaktadır. Bu ekranda kaydı yapılan ürünlerin isim, ağırlık ve kategorilerine göre arama işlemi yapılabilmektedir. Arama sonucunda seçilen ürüne ilişkin kayıtlar "Ürün" arayüzünde gerekli düzenlemeler yapılarak güncelleştirilebilmektedir.



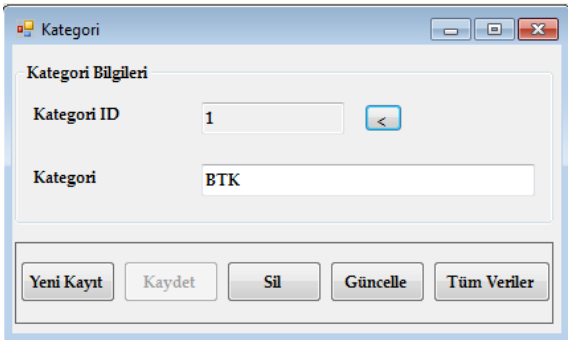

**Şekil 4.25.** Ürün Arama Arayüzü

Aynı zamanda ürünler menüsünden, ürün ekranına geçiş yapılabilmekte ve kategori bilgilerine de "Kategori Giriş" sekmesinden ulaşılabilmektedir (Şekil 4.26.).

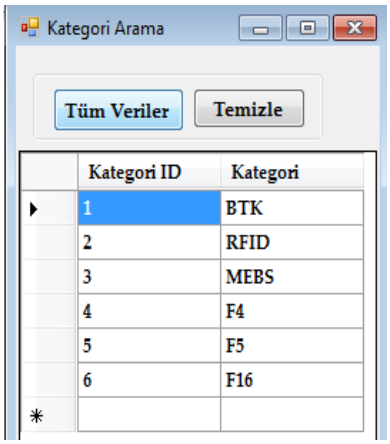



**Şekil 4.26.** Ürünler Menüsü

"Kategori" arayüzünde (Şekil 4.27.) ürünleri gruplandırmak için gerekli olan kategori girişi yapılmaktadır. Girilen kategorilere sırasına göre numara sistem tarafından verilerek "Kategori ID" hanesine yazılmakta ve veritabanına kaydedilmektedir. "Kategori ID" hanesinin yanında yer alan arama butonuna basıldığında "Kategori Arama" arayüzü (Şekil 4.28.) açılmaktadır. Bu ekranda daha önce kaydı yapılmış kategori bilgilerine ulaşılabilmekte ve seçilen kategori üzerinde güncelleme ve silme işlemleri yapılabilmektedir.



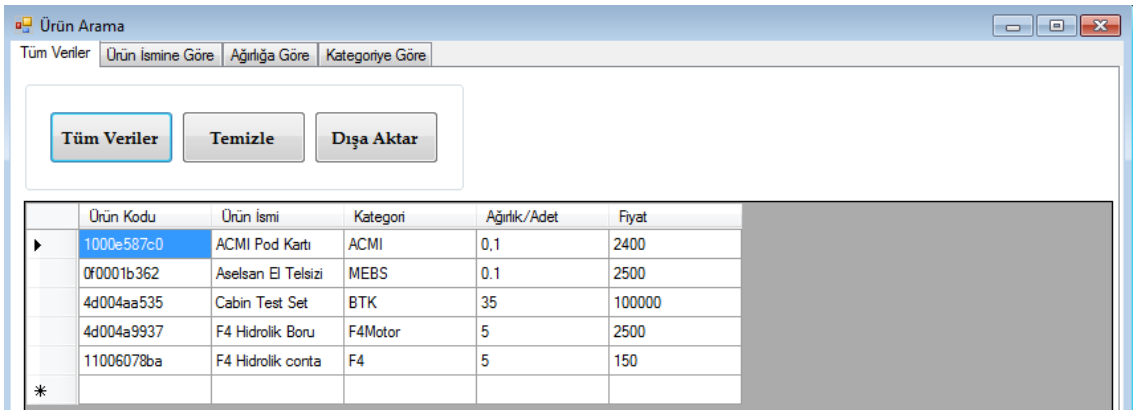

**Şekil 4.27.** Kategori Arayüzü



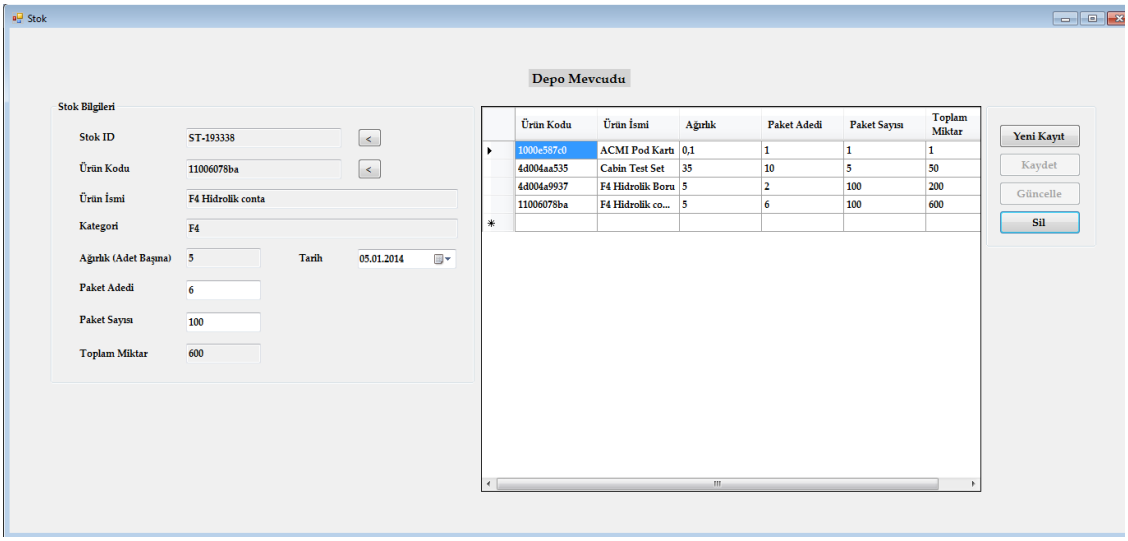

**Şekil 4.28.** Kategori Arama Arayüzü

Ürünler sisteme tanıtıldıktan sonra yeni kayıt girmek için "Ürün Kodu" hanesinin yanında yer alan arama butonuna basılmaktadır. Açılan "Ürün Arama"

arayüzünden (Şekil 4.29.) sisteme daha önce tanıtılan ürünlerin "Stok" arayüzünden (Şekil 4.30.) paket adedi ve sayıları girilmektedir. Daha sonra sistem girilen değerlere göre toplam miktarı hesaplamakta ve "ST" ile başlayıp altı haneli rastgele numara atayarak alfanümerik bir "Stok ID" ile veritabanına kaydetmektedir.

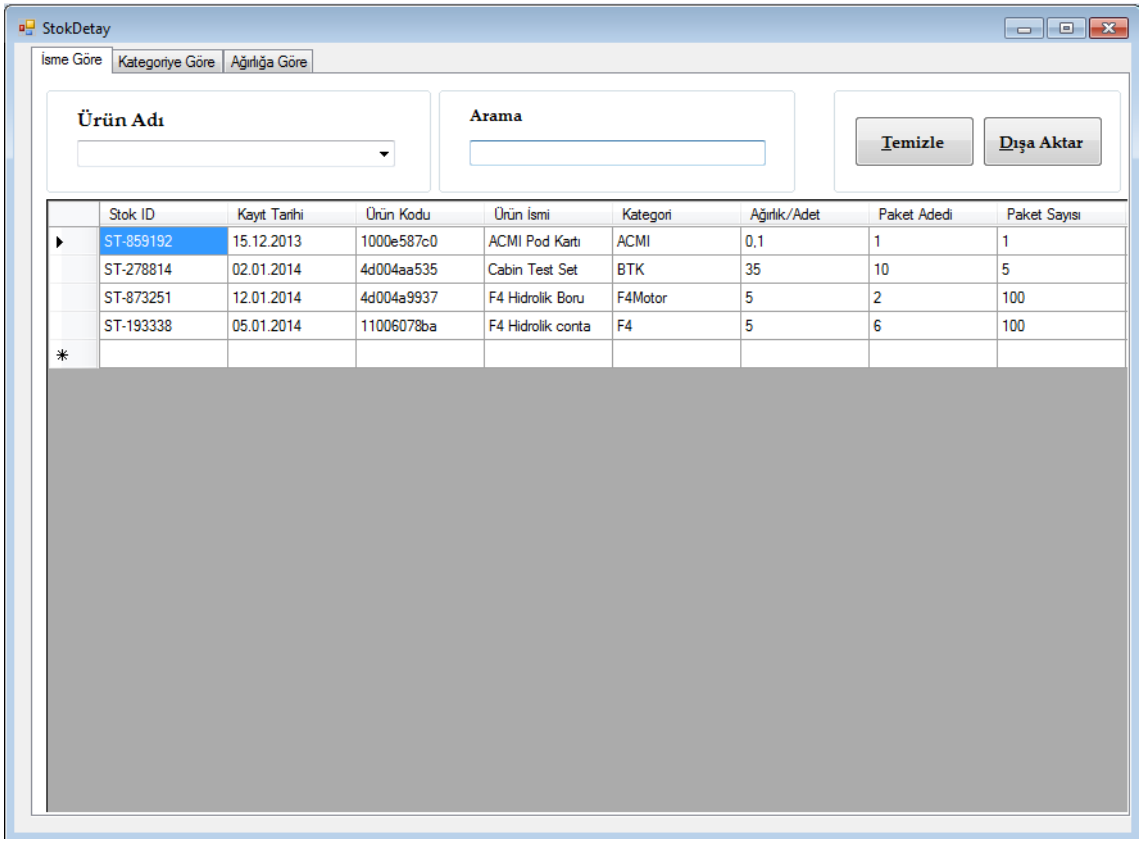



**Şekil 4.29.** Ürün Arama Arayüzü



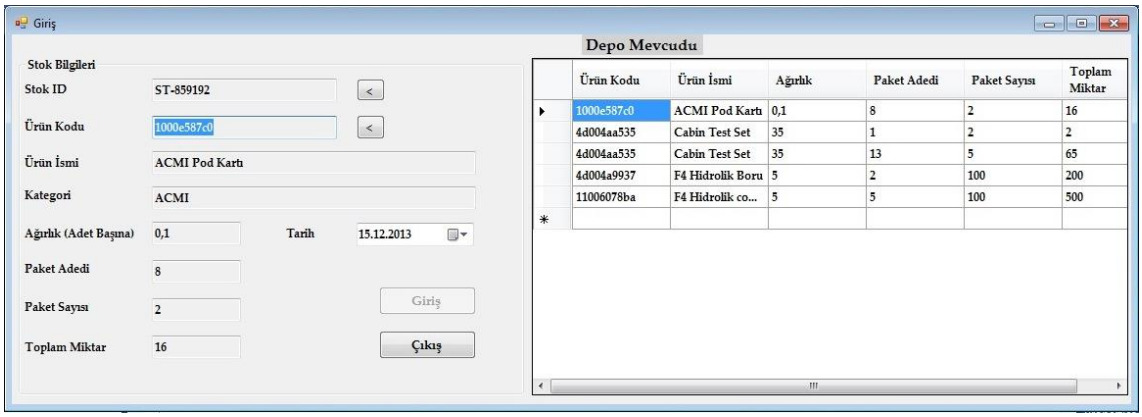

**Şekil 4.30.** Stok Arayüzü

"Stok ID" hanesinin yanında yer alan arama butonuna basıldığında "Stok Detay" arayüzü (Şekil 4.31.) açılmaktadır. Bu ekrandan daha önce veritabanında girilen stokların isim, kategori ve ağırlıklarına göre arama yapılabilmektedir.



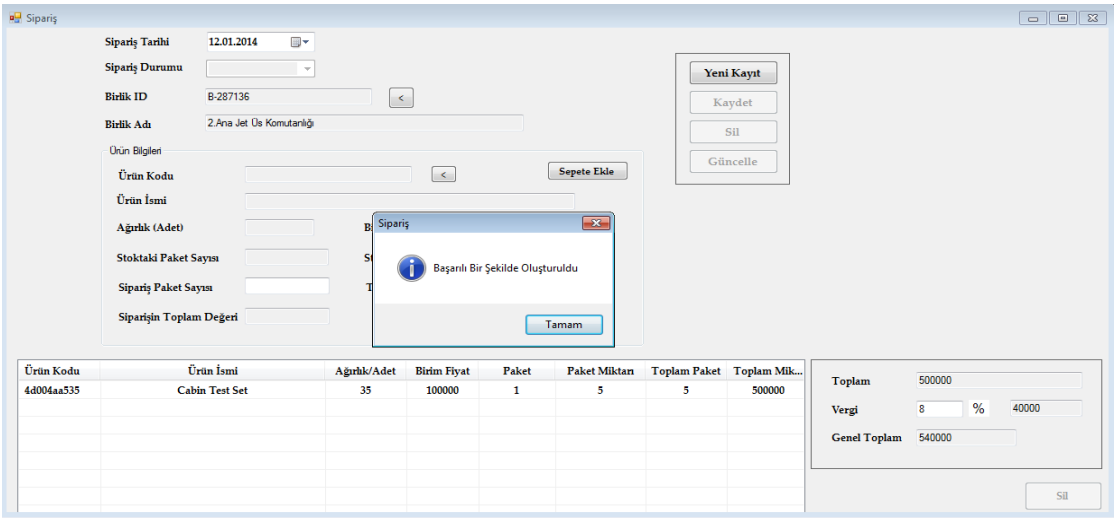

**Şekil 4.31.** Stok Detay Arayüzü

İstenilen stok bilgileri bu ekrandan seçilerek "Stok" arayüzü üzerinden mevcut stok miktarları arttırılıp azaltılabilmektedir. "Giriş-Çıkış" arayüzü (Şekil 4.32.) ile ürünlerin birer adet olacak şekilde giriş veya çıkış yapılabilmektedir. Stok ID hücresinin yanındaki butona basıldığında "Stok Detay" arayüzü ekrana gelmekte ve ilgili ürünün RFID etiketi okutulduğunda stok miktarları ekrana gelmektedir. Giriş butonuna basıldığında mevcut miktar bir arttırılarak kaydedilmekte ve güncel depo mevcudu gösterilmektedir. Aynı işlemler çıkış butonuna basıldığında mevcut miktar bir azaltılarak kaydedilmektedir.



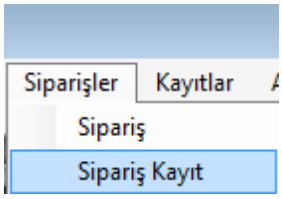

**Şekil 4.32.** Giriş-Çıkış Arayüzü

İhtiyaca bağlı olarak birlikler arası göndermesi çıkan malzemeler için "Sipariş" arayüzüyle (Şekil 4.33.) işlem yapılmaktadır.



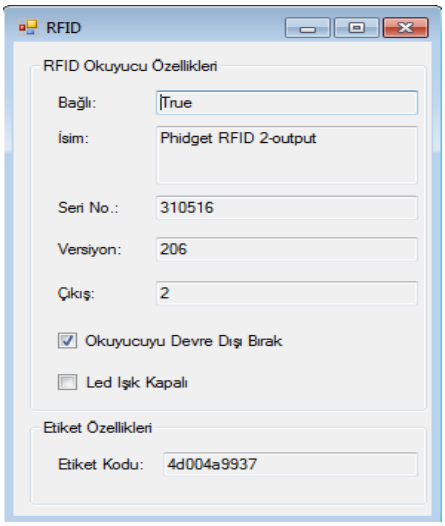

**Şekil 4.33.** Sipariş Arayüzü

Siparişler menüsünden "Sipariş Kayıt" sekmesine gidilerek, oluşturulan siparişlerin kayıtlarına ulaşılabilmektedir (Şekil 4.34.).



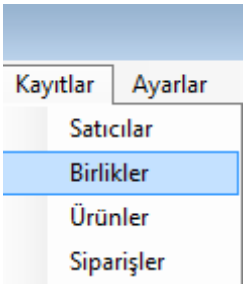

**Şekil 4.34.** Siparişler Menüsü

Ayarlar arayüzü (Şekil 4.35.), Phidget RFID okuyucunun sisteme bağlandığını göstermekte, okuyucuyu devre dışı bırakabilmekte, okuyucu üzerindeki LED ışığı devreye sokabilmekte ve etiket kodunu gösterebilmektedir.




**Şekil 4.35.** Ayarlar Arayüzü

RFID Envanter Uygulaması programında yapılan tüm işlemlere kayıtlar menüsünden (Şekil 4.36.) ilgili sekme seçilerek ulaşılabilmektedir.




**Şekil 4.36.** Kayıtlar Menüsü

# 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

## 5.1.Sonuçlar

Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen RFID Envanter Yönetimi uygulamasında, Phidget RFID okuyucu ve pasif RFID etiketler kullanılarak malzemelerin envantere kaydedilmesi süreci gerçekleştirilmiştir. RFID sisteminin envanter yönetiminde kullanılması malzeme kayıt, depolama, gönderme gibi tedarik zinciri basamaklarında manuel olarak tamamlanan süreçleri daha da hızlandırdığı görülmüştür.

Yapılan sistem testlerinde; 125 kHz'de çalışan düşük frekanslı Phidget RFID okuyucu ve pasif etiketler kullanılmıştır. Pasif etiketler yüksek manyetik alana ihtiyaç duyduğundan okuyucuya 7.9 cm veya daha yakın mesafeden çalıştığı görülmüştür. Yakın mesafeden çalışmanın el terminali gibi sistem cihazları için uygun olacağı değerlendirilmiştir.

Pasif RFID etiketler değişik meteryallerden yapılmış malzemelerin üzerlerine yerleştirilmiş ve hepsinde başarıyla okuma gerçekleştirilmiştir. Ürünlerin ambalajlandığı kutuların dışından ise sağlıklı okuma yapılamamıştır. Dolayısıyla tüm ambalajların açıldığı ve etiketlemenin ürünlerin üzerine yapıldığı sistem tasarlanmıştır.

İki veya daha fazla RFID etiket birlikte okuyucuya yaklaştırıldığında çarpışma meydana gelmiş, etiket okunamamış, çok kısa bir süre sonra okuyucuya yakın olan etiket okunmuş ancak daha sonra tekrar okuma sağlanamamıştır. Bu yüzden ürünlerin okunmasında çarpışma meydana gelmemesi için tek tek okutmak gerekmektedir. Bunu sağlamak için konveyörlerin kullanacağı iş akışı oluşturulmuştur.

Otomatik tanıma sistemlerinden RFID sistemi ile envanter sürecinde tüm işlemlerin veritabanına kaydedildiği bir sistem gerçekleştirilebileceği görülmüştür. Ancak yasal mevzuatın kağıt çıktı alınıp imzalatılması sonucu geçerlilik oluşturduğu gözönüne alınırsa ilgili mevzuat değişikliği gerçekleştikten sonra tüm işlemlerin bilgisayar ortamında yapılmasına olanak sağlanabileceği görülmüştür.

RFID sistemin sadece lojistik sektörde değil, güvenlik, personel takibi, araç takibi gibi pek çok uygulama ile genişletilebileceği düşünülürse eldeki mevcut durumun sağlıklı olarak değerlendirilmesi sonucu Türk Silahlı Kuvvetlerinin harekât kabiliyetine RFID sisteminin olumlu fayda sağlayacağı değerlendirilmektedir.

## 5.2.Öneriler

Türk Silahlı Kuvvetleri çeşitli ülkelerden çok sayıda tedarikçiyle çalıştığı için yurtiçi ve yurtdışından tedarik ettiği malzemelerin RFID etiketleriyle donatılması için tüm tedarikçilerin uyacağı bir yönerge yayımlanarak standardizasyonun sağlanması ve bu hususun teknik şartnamelere aranan şartlardan olması gerekmektedir. Bu standardizasyon, ürünlerin ambalajlanmasından kullanılacak frekans aralığına kadar pek çok teknik detaylar verilerek oluşturulmalıdır.

Türk Silahlı Kuvvetleri'nde, RFID sisteme geçildiğinde yüzbinlerce malzemenin etiketleneceği gözönüne alınırsa ve bakım gerektirmediğinden pasif RFID etiketleri kullanmanın ekonomik olacağı değerlendirilmektedir. Ancak savunma sektöründe birçok malzemenin envantere yıllar önce alındığı ve RFID sistemine geçildiğinde tüm malzemelerin etiketlenmek zorunda olduğu gözönüne alındığında tamamen RFID sisteme geçmenin büyük bir maliyet getireceği öngörülmektedir. Sadece bir birlikte RFID sisteme geçmenin maliyetinin yaklaşık 350.000 dolar olacaktır. Dolayısıyla eski silah sistemler için barkod sistemine öncelikle geçilmesinin, envantere yeni alınacak silah sistemler içinse tedarikçi firmaların RFID sistem kullanmasını zorunluluk hale getirilmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir. Dolayısıyla oluşturulacak sistemde barkod ve RFID sisteminin beraber çalışacağı ortak bir malzeme etiketleme sistemi oluşturulmalıdır.

Yurtiçi ve yurtdışından çeşitli ulaştırma yollarıyla tedarik edilen malzemelerin yoğun olarak sevkedildiği fabrika, hava ikmal bakım merkezleri gibi birliklerde RFID sistemine geçmek daha yaralı olacağından öncelikle bu birliklerin pilot birlik olarak seçilmesi uygun olacaktır. Gerekli faydanın sağlandığına kanaat getirildiğinde malzeme akışının az olduğu birliklerde dahil olmak üzere tüm birliklerde RFID sistemine geçilmelidir.

Otomatik tanıma sistemlerine sorunsuz bir geçiş için RFID teknolojisinin kullanımına başlanmadan önce barkod sistemi kullanılarak, hem maliyet etkinliği sağlanacağı hem de barkod sistemi ile RFID sistemi benzer işlem adımları içerdiğinden (el terminalinin kullanılması vb.) personelin eğitilmesi açısından fayda sağlayacaktır.

Literatürde dairesel polarize antene sahip RFID okuyucularla yapılan çalışmalarda, metal konteynerlar ve paketler özellikle sıvı doluyken en zor okuma özelliğine sahip malzemeler olduğu incelenmiştir. Bu tip malzemelerin RFID okuması isteniyorsa, etiketlerin arkasına ferro manyetik alanı yutan RF sönümleyici malzemeler kullanılmalıdır.

Savunma sektöründe yer alan bazı özel yüksek maliyetli sistemlerin özellikle son teknoloji ürünü mühimmatların, faaliyetinin sürekli olarak izlenebilmesi için RFID sistemine entegre olarak nem, sıcaklık, basınç ölçer, GPS gibi diğer sistemlerle entegre olarak kullanılmalı ve beklenmeyen koşullarda uyarı verecek sistem oluşturulmalıdır. Böylelikle cephanelik gibi yüksek riskli bölgelerde otomatik ikaz veren sistemler sayesinde uygun olmayan durumlara müdahale edilerek yaşanabilecek olumsuzlukların önüne geçilebilir.

**KAYNAKLAR**

Ahson, S., Ilyas M., 2008, RFID Handbook Applications Technology Security and Privacy , CRC Press, U.S, 303.

Azad, M., A,Masum., F.Bhuiyan., 2013, Impact of RFID Technology on Supply Chain Efficiency, Global Journals Inc., USA, 1-2.

Chang, K., 2000, RF and Microwave Wireless Systems, John Wiley Sons, New York, 313.

Daniel, D., 2008, The RF in RFID , Newnes, Oxford, 29-30.

Finkenzeller, K., 2003, RFID Handbook Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards ans Identification, Wiley, England , 42-45,67-70.

Final Report of the Passive Radio Frequency Identification (RFID) Project at the Fleet and Industrial Supply Center Norfolk, Virginia, Ocean Terminal ,Version 8.0, 2-31.

Frank, T., Bard H., Anand M., Hersh B., Anita C., 2006, RFID Security, Syngress, Canada, 14-35.

Goel, R., 2007, Managing RFID Consumer Privacy and Implementation Barriers, Taylor and Francis Inc.,Washington, 217-223.

Güney, E., 2008, Radyo Frekanslı Tanımlama (RFID) Yatırımının Reel Opsiyonlar Yöntemiyle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 58-60.*

Haldi, A., Griffin, J., Durgin, G., Kippelen, B., 2006, RF Tag Antenna Performance on Various Materials Using Radio Link Budgets, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 247-250.

Harrington, R., 1963, Field Measurements Using Active Scatters, 454-455.

Harrington, R., 1964, Theory of Loaded Scatters, IEE, London, Vol. 111, 617-623.

Harris, D., 1960, Radio Transmission Systems with Modulatable Passive Responder, 617–623.

Hunt, V., Puglia A., Puglia M., 2007, RFID a Guide to Radio Frequency Identification, Wiley, New Jersey, 25-31.

Jiang, B., Fishkin, K., Roy, S., Philipose, M., 2006, Unobtrusive Long Range Detection of Passive RFID Tag Motion, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement,187-196.

Kılınç, T., 2007, RFID Sistemlerinin İncelenmesi ve Sağlık Sektöründe Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 31-33.

Lien, T., 2011, Automatic Identification Technology Tracking Weapons and Ammunition for The Norwegian Armed Forces,Yüksek Lisans Tezi, Naval PostGraduate School, California, 51-59.

Meyer, M., Demirel, S., 2006, A Comparative Analysis of the Department of the Defense (DOD) Passive Radio Frequency Identification (RFID) Policy and Perspective In Terms of Site Implementations, Yüksek Lisans Tezi, Naval PostGraduate School, California, 41-60.

MIL-STD-129P, 2007, Military Marking and Storage, DOD, 69.

Nikitin, P., Rao K., 2006, Theory and Measurement of Backscattering From RFID Tags, IEEE Antennas and Propagation Magazine, 212-218.

OECD., 2008, RFID Policy Guidance, A Focus on Information Security and Privacy Applications, Impacts and Country Initiatives.

Pala Z., 2007, RFID Teknolojisi İle Otomasyon Bir Uygulama Olarak :Otopark Takibi, Yüksek Lisans Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 5-9.

Richardson, R., 1961, Remotely Activated Radio Frequency Powered Devices.

Rittenback, O., 1969, Communication by Radar Beams.

Saatçioğlu, Ö., RFID Teknolojisi: Fırsatlar, Engeller ve Örnek Uygulamalar, Makale, Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz İşletmeciliği ve Yönetimi Yüksek Okulu, 25-32.

Stephen, B., Sanjay, E., John, R., 2008, RFID Technology and Applications, Cambridge University Press, New York, 58.

Stockman H., 1948, Communication by the means of reflective Power, IRE, 1196–1204.

Thoneman, W., 2002, Improving Supply Chain Performance by Sharing Advance Demand Information, European Journal of Operational Research,142:81107.

Tuğaç B., 2007, Radyo Frekans Kimlik Tanıma (RFID) Sistemleri İle Elektronik Para Uygulamasının Gerçeklenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 46-55.

United States Department of Defense Supplier's Passive RFID Information Guide, Version 13.0, 21.

Üstündağ, A., 2008, Radyo Frekans Tanıma (RFID) Teknolojisinin Tedarik Zinciri Üzerindeki Etkileri, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 8-10.

Vernon, L., 1952, Application of the Microwave Homodyne, 110-116.

Vinding, P.,1967, Interrogator-Responder Identification System, US Patent, No: 3299424.

Vogelman, H., 1968, Passive Data Transmission Techniques Utilizing Radar Beams, US Patent 3,391,404.

Yüksel M., Zaim H.,2009, Yeni Nesil Teknoloji Olarak RFID , RFID Sistem Yapıları ve Bir RFID Sistem Tasarımı Yaklaşımı, İstanbul Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 8.

http://www.info-rfid.de/anwendungsbereiche/logistik/index_ger.html[Ziyaret Tarihi: 01 Mayıs 2012].

http://www.future-store.org/fsi-internet/html/en/1636/index.html[Ziyaret Tarihi: 04 Nisan 2012].

http://autoid.mit.edu/pickup/RFID_Papers/001.pdf[Ziyaret Tarihi: 17 Nisan 2012].

http://www.sap.com/community/showdetail.epx?ItemID=20734 [Ziyaret Tarihi : 05 Haziran 2012].

http://www.aselsan.com.tr/content.aspx?oid=662&mid=375 [Ziyaret Tarihi: 13 Ekim 2012].

http://www.phidgets.com/products.php?product_id=1023 [Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2013].

http://www.beykoz.edu.tr/tr/content/lojistik-nedir [Ziyaret Tarihi: 18 Mayıs 2014].

http://www.sipri.org/yearbook/2013/03 [Ziyaret Tarihi: 23 Nisan 2014].

http://www.takipsan.com/rfid-antenler [Ziyaret Tarihi: 12 Nisan 2014].

# EKLER

## **EK-1** RFID Envanter Yönetimi Uygulaması Ana Menü Arayüzü Kodları

```
Imports System.Data.OleDb
Imports System.IO

Public Class Ana
    Dim sSql As String
    Dim rdr As OleDbDataReader = Nothing
    Dim con As OleDbConnection = Nothing
    Dim cmd As OleDbCommand = Nothing
    Dim cs As String = "Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;Data
Source=D:\database\users.accdb;Persist Security Info=False;"

    Private Const ConnectionString As String =
"Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;Data Source=D:\database\users.accdb;Persist
Security Info=False;"
    Private ReadOnly Property Connection() As OleDbConnection
        Get
            Dim ConnectionToFetch As New OleDbConnection(ConnectionString)
            ConnectionToFetch.Open()
            Return ConnectionToFetch
        End Get
    End Property
    Public Function GetData() As DataView

        Dim SelectQry = "SELECT (StockID) as [Stock ID],(ProductCode) as [Product
Code],(ProductName) as [Product Name],(Weight) as [Weight],sum(Cartons) as
[Cartons],Packets,Sum(TotalPackets) as [Total Packets] FROM stock where Cartons >
0 and TotalPackets > 0   group by StockID, ProductCode,ProductName,Weight,Packets
order by ProductName "
        Dim SampleSource As New DataSet
        Dim TableView As DataView
        Try
            Dim SampleCommand As New OleDbCommand()
            Dim SampleDataAdapter = New OleDbDataAdapter()
            SampleCommand.CommandText = SelectQry
            SampleCommand.Connection = Connection
            SampleDataAdapter.SelectCommand = SampleCommand
            SampleDataAdapter.Fill(SampleSource)
            TableView = SampleSource.Tables(0).DefaultView
        Catch ex As Exception
            Throw ex
            MessageBox.Show(ex.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
        End Try
        Return TableView
    End Function

    Private Sub HesapMakinesitoolstripmenuitem_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
HesapMakinesiToolStripMenuItem.Click
        Try
            System.Diagnostics.Process.Start("Calc.exe")
        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show(ex.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
        End Try
    End Sub
```

```
    Private Sub KayıtToolStripMenuItem2_Click_1(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles KayıtToolStripMenuItem2.Click
        Me.Hide()
        Kayıt.Show()
    End Sub

    Private Sub StokToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs)

    End Sub

    Private Sub SatıcıToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs)

    End Sub

    Private Sub KayıtToolStripMenuItem2_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs)

    End Sub

    Private Sub NotDefteriToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles NotDefteriToolStripMenuItem.Click
        Try
            System.Diagnostics.Process.Start("Notepad.exe")
        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show(ex.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
        End Try
    End Sub

    Private Sub WordToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles WordToolStripMenuItem.Click
        Try
            System.Diagnostics.Process.Start("Winword.exe")
        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show(ex.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
        End Try
    End Sub

    Private Sub GörevYöneticisiToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e
As System.EventArgs) Handles GörevYöneticisiToolStripMenuItem.Click
        Try
            System.Diagnostics.Process.Start("TaskMgr.exe")
        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show(ex.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
        End Try
    End Sub

    Private Sub HakkındaToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles HakkındaToolStripMenuItem.Click
        Hakkında.Show()
    End Sub

    Private Sub KayıtToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles KayıtToolStripMenuItem.Click
        Me.Hide()
        Kayıt.Show()
    End Sub
```

```
    Private Sub GirişHakkındaToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e
As System.EventArgs) Handles GirişHakkındaToolStripMenuItem.Click
        LoginDetay.Show()
    End Sub

    Private Sub SatıcıGirişToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles SatıcıGirişToolStripMenuItem.Click
        Me.Hide()
        Satıcı.Show()
    End Sub

    Private Sub KategorilerToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles KategorilerToolStripMenuItem.Click
        Me.Hide()
        Envanter.Show()
    End Sub

    Private Sub AnaGirişToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles AnaGirişToolStripMenuItem.Click
        Me.Hide()
        Stok.Show()
    End Sub

    Private Sub StokGirişToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles StokGirişToolStripMenuItem.Click
        Me.Hide()
        Ürün.Show()
    End Sub



    Private Sub SatıcılarToolStripMenuItem1_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles SatıcılarToolStripMenuItem1.Click
        Me.Hide()
        SatıcıKayıt.Show()
    End Sub

    Private Sub ToolStripMenuItem1_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles ToolStripMenuItem1.Click
        Me.Hide()
        BirlikKayıt2.Show()
    End Sub


    Private Sub SatıcıToolStripMenuItem_Click_1(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles SatıcıToolStripMenuItem.Click
        Me.Hide()
        Satıcı.Show()
    End Sub

    Private Sub ÜrünToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles ÜrünToolStripMenuItem.Click
        Me.Hide()
        Ürün.Show()
    End Sub

    Private Sub StokToolStripMenuItem_Click_1(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles StokToolStripMenuItem.Click
        Me.Hide()
        Stok.Show()
    End Sub
```

```
    Private Sub SiparişToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles SiparişToolStripMenuItem.Click
        Me.Hide()
        Sipariş.Show()
    End Sub

    Private Sub HesapÖzetiToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs)
        Me.Close()
    End Sub

    Private Sub ÇıkışToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles ÇıkışToolStripMenuItem.Click
        Me.Close()
        Hoscakal.Show()
    End Sub

    Private Sub ToolStripMenuItem2_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles ToolStripMenuItem2.Click
        Me.Hide()
        Ayarlar.Show()
    End Sub
    Private Sub Ana_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load

        ToolStripStatusLabel3.Text = Now

        Me.Refresh()
        Button1.PerformClick()
        Timer2.Start()
        Timer2.Interval = 1000

    End Sub
    Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Timer1.Tick
        Timer1.Start()
        ToolStripStatusLabel3.Text = Now
    End Sub


    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button1.Click

        DataGridView1.DataSource = GetData()
        DataGridView1.Columns(0).HeaderText = "STOK NO"
        DataGridView1.Columns(1).HeaderText = "ÜRÜN KODU"
        DataGridView1.Columns(2).HeaderText = "ÜRÜN İSMİ"
        DataGridView1.Columns(3).HeaderText = "AĞIRLIK"
        DataGridView1.Columns(4).HeaderText = "PAKET SAYISI"
        DataGridView1.Columns(5).HeaderText = "PAKET ADEDİ"
        DataGridView1.Columns(6).HeaderText = "TOPLAM MİKTAR"

        DataGridView1.EnableHeadersVisualStyles = False
        DataGridView1.ColumnHeadersDefaultCellStyle.ForeColor = Color.DarkRed
    End Sub


    Private Sub Ana_FormClosing(sender As System.Object, e As
System.Windows.Forms.FormClosingEventArgs) Handles MyBase.FormClosing
        Me.Hide()
        Hoscakal.Show()
```

```
    End Sub

    Private Sub AnaÜrünlerToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs)
        ÜrünKayıt1.DataGridView4.DataSource = Nothing
        ÜrünKayıt1.cmbCategory.Text = ""
        ÜrünKayıt1.cmbWeight.Text = ""
        ÜrünKayıt1.DataGridView3.DataSource = Nothing
        ÜrünKayıt1.cmbProductName.Text = ""
        ÜrünKayıt1.txtProduct.Text = ""
        ÜrünKayıt1.DataGridView2.DataSource = Nothing
        ÜrünKayıt1.DataGridView1.DataSource = Nothing
        ÜrünKayıt1.Show()
    End Sub

    Private Sub SiparişlerToolStripMenuItem1_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles SiparişlerToolStripMenuItem1.Click
        Me.Hide()
        SiparişKayıt1.Show()
    End Sub

    Private Sub ToolStripMenuItem3_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles ToolStripMenuItem3.Click
        Me.Hide()
        Birlik.Show()
    End Sub


    Private Sub SiparişKayıtToolStripMenuItem_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles SiparişKayıtToolStripMenuItem.Click
        Me.Hide()
        SiparişKayıt1.Show()
    End Sub

    Private Sub SiparişToolStripMenuItem1_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles SiparişToolStripMenuItem1.Click
        Me.Hide()
        Sipariş.Show()
    End Sub

    Private Sub ÜrünlerToolStripMenuItem1_Click(sender As System.Object, e As
System.EventArgs) Handles ÜrünlerToolStripMenuItem1.Click
        Me.Hide()
        ÜrünKayıt2.Show()
    End Sub
End Class
```

**EK-2** RFID Envanter Yönetimi Uygulaması Ürün Arayüzü Kodları

```
Imports System.Data.OleDb
Imports System.Security.Cryptography
Imports System.Text
Imports Phidgets.RFID

Public Class Ürün
    Dim WithEvents phidgetRFID As Phidgets.RFID

    Public Sub New()

        InitializeComponent()

    End Sub
    Dim rdr As OleDbDataReader = Nothing
    Dim dtable As DataTable
    Dim con As OleDbConnection = Nothing
    Dim adp As OleDbDataAdapter
    Dim ds As DataSet
    Dim cmd As OleDbCommand = Nothing
    Dim dt As New DataTable
    Dim cs As String = "Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;Data
Source=D:\database\users.accdb;Persist Security Info=False;"

    Sub clear()
        txtPrice.Text = ""
        txtProductCode.Text = ""
        txtProductName.Text = ""
        cmbCategory.Text = ""
        cmbWeight.Text = ""

    End Sub


    Private Sub phidgetRFID_Tag(ByVal sender As Object, ByVal e As
Phidgets.Events.TagEventArgs) Handles phidgetRFID.Tag
        txtProductCode.Text = e.Tag
    End Sub


    Private Sub NewRecord_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles NewRecord.Click
        clear()
        txtProductName.Focus()
        Save.Enabled = True
        Update_Record.Enabled = False
        Delete.Enabled = False
        cmbWeight.Enabled = True
    End Sub
    Sub autocomplete()
        con = New OleDbConnection(cs)
        con.Open()

        Dim cmd As New OleDbCommand("SELECT ProductName FROM product", con)
        Dim ds As New DataSet
        Dim da As New OleDbDataAdapter(cmd)
        da.Fill(ds, "My List") 'list can be any name u want

        Dim col As New AutoCompleteStringCollection
        Dim i As Integer
```

```
        For i = 0 To ds.Tables(0).Rows.Count - 1
            col.Add(ds.Tables(0).Rows(i)("Productname").ToString())

        Next
        txtProductName.AutoCompleteSource = AutoCompleteSource.CustomSource
        txtProductName.AutoCompleteCustomSource = col
        txtProductName.AutoCompleteMode = AutoCompleteMode.Suggest

        con.Close()
    End Sub
    Private Sub Save_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Save.Click


        If Len(Trim(txtProductName.Text)) = 0 Then
            MessageBox.Show("Lütfen Ürün Adını Giriniz", "Hata",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
            txtProductName.Focus()
            Exit Sub
        End If
        If Len(Trim(cmbCategory.Text)) = 0 Then
            MessageBox.Show("Lütfen Kategori Seçiniz", "Hata",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
            cmbCategory.Focus()
            Exit Sub
        End If
        If Len(Trim(cmbWeight.Text)) = 0 Then
            MessageBox.Show("Lütfen Ağırlık Giriniz", "Hata",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
            cmbWeight.Focus()
            Exit Sub
        End If
        If Len(Trim(txtPrice.Text)) = 0 Then
            MessageBox.Show("Lütfen Fiyat Giriniz", "Hata", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
            txtPrice.Focus()
            Exit Sub
        End If


        Try
            con = New OleDbConnection(cs)
            con.Open()
            Dim ct1 As String = "select Productname from Product where
Productname= '" & txtProductName.Text & "' and Weight= '" & cmbWeight.Text & "'"

            cmd = New OleDbCommand(ct1)
            cmd.Connection = con
            rdr = cmd.ExecuteReader()

            If rdr.Read Then
                MessageBox.Show("Mevcut Kayıt" & vbCrLf & "Aynı ürün için ikinci
bir kayıt yapamazsınız" & vbCrLf & "Ürün ismi veya ağırlık verilerini
güncelleyin", "Hata", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)

                If Not rdr Is Nothing Then
                    rdr.Close()
                End If
                Exit Sub
            End If
```

```
            con = New OleDbConnection(cs)
            con.Open()
            Dim ct As String = "select productcode from Product where
productcode=@find"

            cmd = New OleDbCommand(ct)
            cmd.Connection = con
            cmd.Parameters.Add(New OleDbParameter("@find",
System.Data.OleDb.OleDbType.VarChar, 20, "productcode"))
            cmd.Parameters("@find").Value = txtProductCode.Text
            rdr = cmd.ExecuteReader()

            If rdr.Read Then
                MessageBox.Show("Kayıtlı Ürün", "Hata", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)

                If Not rdr Is Nothing Then
                    rdr.Close()
                End If

            Else



                con = New OleDbConnection(cs)
                con.Open()

                Dim cb As String = "insert into
Product(productcode,productname,category,weight,price) VALUES
(@d1,@d2,@d3,@d4,@d5)"

                cmd = New OleDbCommand(cb)

                cmd.Connection = con

                cmd.Parameters.Add(New OleDbParameter("@d1",
System.Data.OleDb.OleDbType.VarChar, 20, "productcode"))
                cmd.Parameters.Add(New OleDbParameter("@d2",
System.Data.OleDb.OleDbType.VarChar, 250, "productname"))


                cmd.Parameters.Add(New OleDbParameter("@d3",
System.Data.OleDb.OleDbType.VarChar, 150, "category"))

                cmd.Parameters.Add(New OleDbParameter("@d4",
System.Data.OleDb.OleDbType.VarChar, 10, "weight"))

                cmd.Parameters.Add(New OleDbParameter("@d5",
System.Data.OleDb.OleDbType.Double, 10, "price"))



                cmd.Parameters("@d1").Value = txtProductCode.Text
                cmd.Parameters("@d2").Value = txtProductName.Text

                cmd.Parameters("@d3").Value = cmbCategory.Text


                cmd.Parameters("@d4").Value = cmbWeight.Text

                cmd.Parameters("@d5").Value = CDbl(txtPrice.Text)
```

```
                cmd.ExecuteReader()
                MessageBox.Show("Kayıt Başarılı", "Ürün", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Information)
                Save.Enabled = False
                fillCategory()
                fillWeight()
                autocomplete()
                If con.State = ConnectionState.Open Then
                    con.Close()
                End If

                con.Close()
            End If



        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show(ex.Message, "Hata", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
        End Try
    End Sub

    Private Sub Update_Record_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Update_Record.Click
        Try

            con = New OleDbConnection(cs)
            con.Open()

            Dim cb As String = "update product set Productname = '" &
txtProductName.Text & "',category = '" & cmbCategory.Text & "',[Weight]= '" &
cmbWeight.Text & "', price = '" & txtPrice.Text & "' where Productcode = '" &
txtProductCode.Text & "'"

            cmd = New OleDbCommand(cb)

            cmd.Connection = con



            cmd.ExecuteReader()
            MessageBox.Show("Kayıt Başarılı", "Ürün", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Information)
            Update_Record.Enabled = False
            cmbWeight.Enabled = True
            fillCategory()
            fillWeight()
            autocomplete()
            If con.State = ConnectionState.Open Then
                con.Close()
            End If

            con.Close()



        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show(ex.Message, "Hata", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
        End Try
    End Sub
```

```
    Private Sub Delete_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Delete.Click
        Try



            If MessageBox.Show("Kaydı silmek istediğinize emin misiniz?", "Ürün",
MessageBoxButtons.YesNo, MessageBoxIcon.Warning) = Windows.Forms.DialogResult.Yes
Then
                delete_records()



            End If

        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show(ex.Message, "Hata", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
        End Try
    End Sub
    Private Sub delete_records()
        Try



            Dim RowsAffected As Integer = 0

            con = New OleDbConnection(cs)

            con.Open()
            Dim ct As String = "select ProductCode from Stock where
ProductCode=@find"


            cmd = New OleDbCommand(ct)

            cmd.Connection = con
            cmd.Parameters.Add(New OleDbParameter("@find",
System.Data.OleDb.OleDbType.VarChar, 20, "ProductCode"))


            cmd.Parameters("@find").Value = txtProductCode.Text


            rdr = cmd.ExecuteReader()

            If rdr.Read Then
                MessageBox.Show("Kayıt silinemedi...Kayıt Kullanımda", "Hata",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
                clear()
                cmbWeight.Enabled = True
                Update_Record.Enabled = False
                Delete.Enabled = False

                If Not rdr Is Nothing Then
                    rdr.Close()
                End If
                Exit Sub
            End If
            con = New OleDbConnection(cs)
```

```
            con.Open()
            Dim ct1 As String = "select ProductCode from ProductSold where
ProductCode=@find"


            cmd = New OleDbCommand(ct1)

            cmd.Connection = con
            cmd.Parameters.Add(New OleDbParameter("@find",
System.Data.OleDb.OleDbType.VarChar, 20, "ProductCode"))


            cmd.Parameters("@find").Value = txtProductCode.Text


            rdr = cmd.ExecuteReader()

            If rdr.Read Then
                MessageBox.Show("Kayıt silinemedi...Kayıt Kullanımda", "Hata",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
                clear()
                cmbWeight.Enabled = True
                Update_Record.Enabled = False
                Delete.Enabled = False

                If Not rdr Is Nothing Then
                    rdr.Close()
                End If
                Exit Sub
            End If
            con = New OleDbConnection(cs)

            con.Open()
            Dim ct2 As String = "select ProductCode from OrderedProduct where
ProductCode=@find"


            cmd = New OleDbCommand(ct2)

            cmd.Connection = con
            cmd.Parameters.Add(New OleDbParameter("@find",
System.Data.OleDb.OleDbType.VarChar, 20, "ProductCode"))


            cmd.Parameters("@find").Value = txtProductCode.Text


            rdr = cmd.ExecuteReader()

            If rdr.Read Then
                MessageBox.Show("Kayıt silinemedi...Kayıt Kullanımda", "Hata",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
                clear()
                cmbWeight.Enabled = True
                Update_Record.Enabled = False
                Delete.Enabled = False

                If Not rdr Is Nothing Then
                    rdr.Close()
                End If
                Exit Sub
            End If
```

```
            con = New OleDbConnection(cs)

            con.Open()


            Dim cq As String = "delete from Product where ProductCode=@DELETE1;"


            cmd = New OleDbCommand(cq)

            cmd.Connection = con

            cmd.Parameters.Add(New OleDbParameter("@DELETE1",
System.Data.OleDb.OleDbType.VarChar, 20, "ProductCode"))


            cmd.Parameters("@DELETE1").Value = Trim(txtProductCode.Text)
            RowsAffected = cmd.ExecuteNonQuery()
            If RowsAffected > 0 Then

                MessageBox.Show("Silme Başarılı", "Kayıt", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Information)

                clear()

                Update_Record.Enabled = False
                Delete.Enabled = False
                cmbWeight.Enabled = True
                fillCategory()
                fillWeight()
                autocomplete()
            Else
                MessageBox.Show("Hiçbir Kayıt Bulunamadı", "Üzgünüz",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Information)

                clear()
                cmbWeight.Enabled = True
                Update_Record.Enabled = False
                Delete.Enabled = False


                If con.State = ConnectionState.Open Then

                    con.Close()
                End If

                con.Close()
            End If
        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show(ex.Message, "Hata", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
        End Try
    End Sub
    Sub fillCategory()

        Try

            Dim CN As New OleDbConnection(cs)

            CN.Open()
            adp = New OleDbDataAdapter()
```

```
            adp.SelectCommand = New OleDbCommand("SELECT distinct  (CategoryName)
FROM InventoryCategory", CN)
            ds = New DataSet("ds")

            adp.Fill(ds)
            dtable = ds.Tables(0)
            cmbCategory.Items.Clear()

            For Each drow As DataRow In dtable.Rows
                cmbCategory.Items.Add(drow(0).ToString())
                'DocName.SelectedIndex = -1
            Next
        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show(ex.Message, "Hata", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
        End Try
    End Sub
    Sub fillWeight()

        Try

            Dim CN As New OleDbConnection(cs)

            CN.Open()
            adp = New OleDbDataAdapter()
            adp.SelectCommand = New OleDbCommand("SELECT distinct (Weight) FROM
Product", CN)
            ds = New DataSet("ds")

            adp.Fill(ds)
            dtable = ds.Tables(0)
            cmbWeight.Items.Clear()

            For Each drow As DataRow In dtable.Rows
                cmbWeight.Items.Add(drow(0).TaoString())
                'DocName.SelectedIndex = -1
            Next
        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show(ex.Message, "Hata", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error)
        End Try
    End Sub

    Private Sub Ürün_FormClosing(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.Windows.Forms.FormClosingEventArgs) Handles Me.FormClosing
        Me.Hide()
        Ana.Show()
    End Sub
    Private Sub Ürün_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load
        fillCategory()
        fillWeight()
        autocomplete()

        phidgetRFID = New Phidgets.RFID

        phidgetRFID.open()


    End Sub
```

```
    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button2.Click
        Me.clear()
        ÜrünKayıt2.fillCategory()
        ÜrünKayıt2.fillProduct()
        ÜrünKayıt2.fillWeight()
        ÜrünKayıt2.DataGridView4.DataSource = Nothing
        ÜrünKayıt2.cmbCategory.Text = ""
        ÜrünKayıt2.cmbWeight.Text = ""
        ÜrünKayıt2.DataGridView3.DataSource = Nothing
        ÜrünKayıt2.cmbProductName.Text = ""
        ÜrünKayıt2.txtProduct.Text = ""
        ÜrünKayıt2.DataGridView2.DataSource = Nothing
        ÜrünKayıt2.DataGridView1.DataSource = Nothing
        ÜrünKayıt2.Show()
    End Sub

    Private Sub txtPrice_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles txtPrice.KeyPress
        Dim keyChar = e.KeyChar

        If Char.IsControl(keyChar) Then
            'Allow all control characters.
        ElseIf Char.IsDigit(keyChar) OrElse keyChar = "."c Then
            Dim text = Me.txtPrice.Text
            Dim selectionStart = Me.txtPrice.SelectionStart
            Dim selectionLength = Me.txtPrice.SelectionLength

            text = text.Substring(0, selectionStart) & keyChar &
text.Substring(selectionStart + selectionLength)

            If Integer.TryParse(text, New Integer) AndAlso text.Length > 16 Then
                'Reject an integer that is longer than 16 digits.
                e.Handled = True
            ElseIf Double.TryParse(text, New Double) AndAlso text.IndexOf("."c) <
text.Length - 3 Then
                'Reject a real number with two many decimal places.
                e.Handled = False
            End If
        Else
            'Reject all other characters.
            e.Handled = True
        End If
    End Sub



End Class
```

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Gökhan ÖZBEK
**Uyruğu** : T.C.
**Doğum Yeri ve Tarihi** : SİVAS – 17.04.1986
**Telefon** : 05075807290
**Faks** : -
**e-mail** : ozbektr@gmail.com

## EĞİTİM

| Derece | | Adı, İlçe, İl | Bitirme Yılı |
|---|---|---|---|
| Lise | : | **Vatan Anadolu Lisesi , Fatih , İstanbul** | **2004** |
| Üniversite | : | **Hava Harp Okulu,Yeşilyurt,İstanbul** | **2008** |

## İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl | Kurum | Görevi |
|---|---|---|
| 2008 | **2.Ana Jet Üs K.lığı Çiğli /İzmir** | **Pilotaj Eğitimi** |
| 2009 | **Hava Teknik Okullar K.lığı Gaziemir/İzmir** | **İkmal Sınıf Eğitimi** |
| 2010 | **3.Ana Jet Üs K.lığı İkmal K.lığı Selçuklu/KONYA** | **Tesellüm ve Sevk Ks.A.** |
| 2011 | **Uçak Bkm.K.lığı Selçuklu/KONYA** | **Mlz.Des.ve Koor.Ks.A.** |
| 2013 | **Anadolu Kartalı Eğt.M.Fl.K.lığı Selçuklu/KONYA** | **Des.İrtb.Sb.** |

## YABANCI DİLLER

**İngilizce**