**T.C.**
**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ**
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**
**BİLGİ VE BELGE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**

# KÜTÜPHANELERDE RADYO FREKANSLI TANIMLAMA SİSTEMLERİ İLE MATERYAL YÖNETİMİ VE GÜVENLİĞİ: UHF VE HF ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR İNCELEME

**Aziz DURAK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman**
**Doç. Dr. Kasım Binici**

**Çankırı – 2022**

**T.C.**

**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**BİLGİ VE BELGE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**

# KÜTÜPHANELERDE RADYO FREKANSLI TANIMLAMA SİSTEMLERİ İLE MATERYAL YÖNETİMİ VE GÜVENLİĞİ: UHF VE HF ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR İNCELEME

**Aziz DURAK**

https://orcid.org/0000-0002-4503-8980

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman**
**Doç. Dr. Kasım Binici**

**Çankırı – 2022**

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa**

**İÇİNDEKİLER** ..... **i**
**BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ** ..... **iii**
**ÖNSÖZ** ..... **iv**
**ÖZET** ..... **vi**
**ABSTRACT** ..... **vii**
**KISALTMALAR** ..... **viii**
**TABLO LİSTESİ** ..... **ix**
**ŞEKİL LİSTESİ** ..... **x**
**1. GİRİŞ** ..... **1**

1.1. Konu ..... 1
1.2. Araştırma Sorunu ..... 2
1.3. Amaç ve Hipotez ..... 4
1.4. Yöntem ve Kapsam ..... 6
1.5. Düzen ..... 10
**2. RFID GELİŞİMİ VE LİTERATÜR** ..... **12**

2.1. RFID Teknolojisinin Gelişimi ..... 12
2.2. Kütüphanelerde RFID Teknolojisi ..... 13
2.2.1. RFID Literatürüne Genel Bir Bakış ..... 13
2.2.2. RFID Literatüründe Takip Gizlilik ve Güvenlik ..... 16
2.2.3. RFID Literatüründe Frekans Uyumu ..... 18
2.2.4. RFID Literatüründe Standartlar-Maliyet ve Kullanıcı Memnuniyeti ..... 19
**3. OTOMATİK TANIMA SİSTEMLERİ** ..... **22**

3.1. Optik Karakter Tanıma ..... 22
3.2. Barkod ve Karekod Teknolojisi ..... 23
3.3. Akıllı Kartlar ..... 25
3.4. Radyo frekanslı tanıma sistemi (RFID) ..... 26
3.4.1. Kütüphaneler İçin RFID sistem bileşenleri ..... 27
3.5. Barkod Sistemler ile RFID Temelli Sistemlerin Karşılaştırması ..... 55
**4. KÜTÜPHANELERDE RFID ÇÖZÜMLERİ VE ETKİLERİ** ..... **57**

4.1. RFID Sistemin Kütüphanelerde Çözüm ve Etkileri ..... 57
4.1.1. Raf Yönetimi Çözümleri ..... 57
4.1.2. Ödünç ve İade Çözümleri ..... 59
4.1.3. Sayım/Ayıklama Çözümleri ..... 61
4.1.4. Güvenlik Çözümleri ..... 62
4.1.5. RFID Sistemlerin KYS ile Uyumu ..... 63
4.1.6. RFID sistemlerinin maliyeti ..... 64
4.1.7. RFID Sistemlerin Pandemi Sürecindeki Çözümleri ..... 66
4.1.8. Kütüphanelerde İs Sağlığı ve Güvenliği için RFID Çözümleri ..... 67
4.2. RFID Sisteminin Uygulanma Güçlükleri ..... 67
4.2.1. RFID Sistemlerin Elektromanyetik Radyasyon Riski ..... 69
**5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME** ..... **70**

5.1. RFID Etiketleri Üzerine Bulgular ..... 70

5.2. Mobil Okuyucu El Terminali Üzerine Bulgular ..... 72
5.2.1. Mobil El Terminali Sayım Uygulaması ..... 73
5.2.2. Mobil El Terminali Ayıklama Uygulaması ..... 74
5.2.3. Mobil El Terminali Yer Bulma Uygulaması ..... 75
5.3. Sabit Okuyucular Üzerine Bulgular ..... 76
5.3.1. Ödünç-İade İstasyonu ile Uygulama ..... 76
5.3.2. Güvenlik Kapısı Uygulaması ..... 77
5.4. Self Servis Sistemi Üzerine Bulgular ..... 81
5.5. Sistem Bileşenlerinin Genel Başarım ve Kayıp Kaçak Durumu ..... 82
**6. SONUÇ ..... 84**

**KAYNAKÇA ..... 91**

# BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığım *Kütüphanelerde Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri ile Materyal Yönetimi ve Güvenliği: UHF ve HF Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme* adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlanmasına kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

… / … / 2022

İmza

Aziz DURAK

**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

*Aziz DURAK* tarafından hazırlanan Kütüphanelerde *Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri ile Materyal Yönetimi ve Güvenliği: UHF ve HF Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme* başlıklı bu çalışma, *28.02.2022* tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda *oybirliği ile* başarılı bulunarak jürimiz *tarafından Bilgi ve Belge Yönetimi* Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ (Unvanı, Adı ve Soyadı)**

| | | |
|---|---|---|
| Danışman | : Doç. Dr. Kasım BİNİCİ | İmza: …….. |
| Üye | : Doç. Dr. Nevzat ÖZEL | İmza: …….. |
| Üye | : Dr. Öğr. Üyesi Çağdaş ÇAPKIN | İmza: …….. |

**ONAY**

Bu Tez, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun 17.02.2022 tarih ve 2022/07-04-B sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Coşkun POLAT

Enstitü Müdürü

# ÖNSÖZ

Kütüphanede materyal yönetimi, kütüphane idaresi ve kütüphanecilerin uzun zamandır yöntem arayışında oldukları bir alan olarak güncelliğini korumaktadır. Materyal yönetiminde güvenilir bir asistan olarak uygulamaya konan otomatik sistemler günümüzde self servis hizmeti verme noktasına kadar ilerlemiştir. Bazı gelişmiş ülkelerde RFID sistemi robotik ve yapay zekâ desteğiyle birlikte kütüphanelerde işlerin tamamını organize edebilecek bir yapıda karşımıza çıkmaktadır.

Bu araştırmada RFID sistemi ile kütüphanelerde materyal yönetimi üzerine incelemelerde bulunulmuş, bir alt başlık olarak UHF ve HF sistemleri çeşitli açılardan incelenmiştir. Araştırmada elde edilen bulgular değerlendirilerek HF ve UHF sistemler ile ilgili somut veriler sunulmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam *Doç. Dr. Kasım BİNİCİ'ye*; tezin yazım aşamasında ve tashihinde katkılarını esirgemeyen hocalarıma teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Ayrıca *Sayın Prof. Dr. Coşkun POLAT ve Sayın Prof. Dr. Hüseyin ODABAŞ'a* bu çalışmayı gerçekleştirmeme vesile oldukları için teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamı tamamlamam konusunda moral ve motivasyonumu üst düzeyde tutmama yardımcı olan kıymetli oğlum Atahan DURAK ve yaparsın diyerek beni cesaretlendiren eşim Muhteşem DURAK'a şükranlarımı sunarım.

**28/02/ 2022**

**Aziz DURAK**

# ÖZET

**Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tez Özeti**

Durak, Aziz. **Kütüphanelerde Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri ile Materyal Yönetimi ve Güvenliği: UHF ve HF Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme**, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı, 2022.

Bu araştırmada elde edilmek istenen, kütüphanede materyal yönetimi için tercih edilen HF veya UHF frekans aralığında çalışan RFID sistemlerinin başarım durumu ile olası kayıp, kaçak ve uyumsuzlukları hakkında somut veriler sunabilmektir.

Araştırmada farklı RFID marka teknolojilerini kullanan iki kütüphanede örnek olay incelemesi yapılmıştır. Kütüphane dermelerinden alınan belli bir kesit örnek materyaller ile testler gerçekleştirilmiştir. Bu derme ünitesi ile yirmi dört farklı test HF ve UHF sistemleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Örnek olay incelemesinde HF ve UHF frekans aralığına göre genel başarım/kayıp kaçak durumu arasında anlamlı bir ilişkiye ulaşılmıştır. Tüm sistem bileşenlerinin başarım ve kayıp kaçak durumları bir bütün olarak test edildiği çalışmada, HF sisteminde kayıp kaçak oranın %27,1; UHF sisteminin oranı %40,1 olarak bulgulanmıştır. Ancak sistem başarımları veya başarısızlıkları alt bileşenlerden farklılık göstermiştir. Etiket sinyal sürüklemesi, etiket ve okuyucuların açısı, güvenlik kapılarının frekansa göre alarm pik seviyeleri, sinyal bozucu etkenlere göre güvenlik kapılarının başarımı, mobil el terminallerinin yer bulma, ayıklama ve sayım işlemlerinde HF ve UHF sistemlerinin başarım durumları arasında farlılık görülmüştür. Her iki teknoloji de de bazı sistem bileşenlerde başarım durumu %100 ile sonuçlanırken, bazı sistem bileşenlerinde kayıp kaçak durumu %74, %79 gibi büyük oranlara çıkabilmektedir. RFID sistemlerinin başarım ve kayıp-kaçak durumlarının ortaya konulduğu bu çalışmada HF ve UHF sistemlerinin başarımlarının yanı sıra kütüphane operasyonel işlemlerinde çevresel faktörlere bağlı olarak teknik sorunların olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** RFID, Kütüphane, HF ve UHF, Güvenlik

# ABSTRACT

**Çankırı Karatekin University, Social Sciences Institute Master's Thesis Abstract**

Durak, Aziz. **Radio Frequency Identification Systems and Material Management and Security in Libraries: A Comparative Study on UHF and HF**, Master Thesis, Çankırı,2022.

The aim of this research is to provide concrete data about the performance status of RFID systems operating in the HF or UHF frequency range, which is preferred for material management in the library, as well as possible loss, leakage and incompatibility.

In the study, sample event examination was carried out in two libraries using different RFID brand technologies. Tests were carried out with a certain section of sample materials taken from the library dermes. Twenty-four different tests were carried out on HF and UHF systems with this make-up unit. In the case study, a significant relationship was found between general performance/loss leakage status according to HF and UHF frequency range. In the study, where the performance and loss of all system components were tested as a whole, the loss leakage rate in the HF system was 27.1%; The rate of UHF system was found to be 40.1%. However, system performance or failures differed from subcomponents. There was a differentiation between the angle of label signal drag, angle of labels and readers, alarm peak levels of security gates according to frequency, performance of security gates according to signal disruptive factors, performance of HF and UHF systems in the locating, sorting and counting of mobile hand terminals. In both technologies, performance in some system components results in 100%, while in some system components, the loss leakage status can increase to 74%, 79%. In this study, which revealed the performance and loss-leakage status of RFID systems, it was concluded that there were technical problems in the performance of HF and UHF systems, as well as environmental factors in library operational processes.

**Keywords:** RFID, Library, HF ve UHF, Security

# KISALTMALAR

| | |
|---|---|
| **EPC** | Elektronik Ürün Kodu |
| **HF** | Yüksek Frekans |
| **ISO** | Uluslararası Standartlar Organizasyonu |
| **KGS** | Kartlı Geçiş Sistemi |
| **KİT** | Kamu İktisadi Teşebbüsü |
| **KYS** | Kütüphane Yönetim Sistemi |
| **MF** | Orta Frekans |
| **MIT** | Massachusetts Institute of Technology'de |
| **OCR** | Optik Karakter Tanıma |
| **OGS** | Otomatik Geçiş Sistemi |
| **RFID** | Radyo Frekanslı Tanımlama |
| **TOBB** | Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği |
| **UHF** | Ultra Yüksek Frekans |
| **VHF** | Çok Yüksek Frekans |

# TABLO LİSTESİ

**Tablo No:** **Sayfa**


Tablo 1.1 Örneklem kütüphane bilgileri ..... 7
Tablo 1.2 Örneklem HF ve UHF sistem elemanları ..... 8
Tablo 1.3 Kitap Adet/Kalınlık Tablosu ..... 8
Tablo 3.1 Etiket türleri ..... 29
Tablo 3.2 Kütüphane için HF-UHF etiket özellikleri ..... 33
Tablo 3.3 Mobil Okuyucu El Terminali Özellikleri ..... 38
Tablo 3.4 Masa üstü okuyucu özellikleri ..... 40
Tablo 3.5 Ödünç iade bankosu özellikleri ..... 42
Tablo 3.6 Sıklıkla Kullanılan Anten Türleri ..... 46
Tablo 3.7 RFID sistemde yazılım görevleri ..... 48
Tablo 3.8 Frekansa göre standartlar ..... 50
Tablo 3.9 RFID İçin ISO standartları ..... 54
Tablo 3.10 RFID ve barkod sistem karşılaştırması ..... 55
Tablo 4.1 HF maliyet tablosu ..... 65
Tablo 4.2 UHF maliyet tablosu ..... 66
Tablo 5.1 Yakın alan farklı açılı test bulguları ..... 71
Tablo 5.2 Etiket Sinyal Sürüklenmesi ..... 72
Tablo 5.3 El Terminali Sayım Uygulaması ..... 73
Tablo 5.4 Bitişik Etiket Düzeninde Sayım ..... 74
Tablo 5.5 Mobil El Terminali ile Ayıklama ..... 74
Tablo 5.6 Mobil El Terminali ile Yer Bulma ..... 75
Tablo 5.7 Ödünç İade Uygulaması ..... 76
Tablo 5.8 Sinyal Bozucu Etken Altında Kayıp/Kaçak Uygulaması ..... 79
Tablo 5.9 Frekansa Göre Alarm Pik Seviyeleri ..... 80
Tablo 5.10 Selfservis istasyonu testleri ..... 82
Tablo 5.11 RFID sistem bileşenlerinin başarı ve kayıp kaçak durumu ..... 83

# ŞEKİL LİSTESİ

**Şekil No:** **Sayfa**


Şekil 1.1 Frekans değerleri ..... 6
Şekil 3.1 Otomatik tanımlama sistemleri ..... 22
Şekil 3.2 Barkod ve barkod okuyucu ..... 24
Şekil 3.3 Karekod ..... 25
Şekil 3.4 Smart kart ve okuyucu ..... 26
Şekil 3.5 RFID çalışma biçimi ..... 27
Şekil 3.6 RFID etiketler ..... 29
Şekil 3.7 Etiket bölümleri ..... 30
Şekil 3.8 RFID Etiket ve Yonga ..... 31
Şekil 3.9 UHF Farklı Açılı Alan Okuması ..... 34
Şekil 3.10 RFID okuyucular ..... 36
Şekil 3.11 RFID el terminali ..... 37
Şekil 3.12 RFID ödünç iade istasyonu ..... 40
Şekil 3.13 RFID self servis istasyonu ..... 41
Şekil 3.14 RFID Küçük şube ..... 43
Şekil 3.15 RFID Akıllı raf ..... 44
Şekil 3.16 Akıllı iade ve tasnif sistemi ..... 45
Şekil 3.17 Tünel Okuyucu ..... 46
Şekil 3.18 EPC Kod içeriği ..... 52
Şekil 3.19 EPC Tanımlama süreci ..... 53
Şekil 4.1 Yapay Zekâ ve Robotik Uyumlu Akıllı Raf ..... 58
Şekil 4.2 RFID Standart Protokol İlişkisi ..... 64
Şekil 5.1 Ödünç İade Uygulama Süreleri ..... 77
Şekil 5.2 A Üniversitesi Kütüphanesi Yerleşim planı ..... 78
Şekil 5.3 B İl Halk Kütüphanesi Yerleşim Planı ..... 78

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Konu

Kart kataloğuyla başlayan kütüphane materyalini kullanıcıya otomatik sistemle sunma serüveni, barkod sistemi ve elektromanyetik sistemlerin kullanımıyla devam etmiştir. Günümüzde ise bu işlemin yürütülmesinde radyo frekanslı tanımlama sistemleri dâhil olmuştur. RFID (RFID- Radio Frequency Identification) teknolojisi işlenebilecek verilere hızlıca erişimi sağlayacak alternatifler sunmaktadır (Omondoni, 2019, s. 4). Materyallerin veri kümelerine dönüşmesi ve sistem işlemlerine tabi tutulabilmesi RFID tanımlama ile kolaylıkla gerçekleştirilmektedir. Manuel yaklaşıma kıyasla RFID sistemi otomatik işlem kapasite, hız ve çok yönlülüğüyle nesneleri bilgi ve veriye dönüştürmede iyi bir yardımcı olarak karşımıza çıkmaktadır (Khor ve diğerleri, 2015, s.139).

Bilgiye erişim hızı, bilgi üretim hızını, bilgi üretim hızı ise teknoloji üretim hızını doğrudan etkilemektedir. Tam da bu noktada bilgiyi taşıyan materyallerin erişim, güvenlik ve takibinin yönetimi işlemlerinde teknolojiden maksimum düzeyde yararlanmanın önemi giderek artmaktadır. Hızı ve etkileşimi yüksek olan üstün teknolojilerinden yararlanma gereksinimi, kütüphanelerde bilgi kaynaklarının yönetiminde, Radyo Frekanslı Tanımlama teknolojisinden yararlanamaya yöneltmiştir (Lyons, 2010, s. 138)

Radyo frekanslı sistem çalışmalarının ilk örnekleri askeri alandaki ihtiyaçlara yönelik olmuştur. Savaş uçaklarının dost veya düşman olduğunu anlayabilmek amacıyla kullanılmıştır. Radyo frekans teknolojisi özellikle 1940'lardan başlayarak önemli bir gelişme kaydetmiş, bugün hemen hemen her alanda başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Yüksel ve Zaim, 2008, s. 18). Rutin hayatımızda fark etmesek de kullandığımız internet dağıtıcıları, tıbbi ultrason cihazları, oto yollarda kullanılan KGS (Kartlı Geçiş Sistemi) ve OGS (Otomatik Geçiş Sistemi) sistemleri, otobüs ve kampüslerde kullandığımız akıllı kartların tamamında radyo frekanslı tanımlama teknolojileri vardır. RFID özellikle lojistik, sağlık, askeri, depo yönetimi ve perakende takibi alanlarında vazgeçilmez bir unsura dönüşmüştür. Kütüphaneler açısından kullanımına bakıldığında materyal güvenliği ve takibinin yanı sıra tekrarlayan hareketleri tekilleştirerek kütüphaneye, personele ve kullanıcıya kayda

değer zaman, emek ve maliyet tasarrufunu sağlamaktadır (Ranawella, 2006, s. 33). Kütüphanelerde kullanılan bu teknolojinin farklı frekans aralıklarında değişkenlik gösteren modelleri bulunmaktadır. Frekans aralıkları performansı etkileyen önemli bir bileşendir. Bu nedenle RF (Radyo Frekans) sistemlerin kullanım ihtiyaçlarına göre doğru frekans aralığında tercih edilmesi verimlilik açısından oldukça önemlidir (de Oliveria, 2019, s. 188).

Bu tez çalışmasında farklı frekans aralıklarında kullanılan RFID sistem donanımlarının kütüphanelerde materyal yönetiminde çevre koşulları dikkate alınarak başarı ve başarısızlıkları üzerine odaklanmıştır. Kütüphanelerde materyal yönetiminde özellikle tekrarlayan hareket akışının otomasyon sistemleri ve personel tarafından idare ve sevkini ne ölçüde etkilediği değerlendirilmeye çalışılmıştır. Kütüphane materyalinin hızlı, doğru ve güvenli sevk ve idaresi noktasında farklı marka ve modeldeki RFID sistem donanımlarının kütüphane atmosferi içerisinde başarılı olup olmadığının test edilebilmesi esas amaç olarak belirlenmiştir.

### 1.2. Araştırma Sorunu

Bilgi merkezleri olarak kütüphaneler yüzbinlerce, bazen milyonlarca sayısal büyüklüğe sahip farklı tür ve yapıda materyale ev sahipliği yapmaktadır. Operasyonel anlamda bunca materyali sağlıklı bir şekilde hizmete sunabilmek ve bu materyallerin güvenliklerini sağlamak kapsayıcı bir organizasyonu gerektirmektedir. Kütüphane materyallerinin yönetimini olabildiğince hızlı, kolay ve güvenli bir şekilde yapmak için günümüzde kullanılan en modern yardımcı yöntem radyo frekanslı tanımlama sistemleridir (Yüksel ve Zaim, 2008, s. 18).

Materyal yönetiminde RFID sistemi günümüzde kullanılan en modern sistem olsa da çevre koşulları ve teknoloji üretiminde tercih edilen materyal ile teknoloji tasarımı ergonomi, maliyet ve yarar konularının sorgulanmasını gerekli kılmaktadır. Bu sistemlerde materyal bir iletişim etiketi (anteni) aracılığıyla tanındığından etiketlerin türü, kapsayıcılığı, kullanım alanları ve kullanımdaki konumları, etiket ve okuyucusu arasındaki iletişim kalitesini etkilemektedir. Bir başka ifade ile okuyucunun etiketle olan pozisyonu, kapsama alanı ve konumu etiket ve okuyucu arasındaki etkileşimi (Yu, 2007, s. 58) belirleyen unsurlardır. Aşağıda maddeler halinde verilmiş olan etiket ve okuyucu etkileşim problemleri ilk anda fark edilen ve sıklıkla karşılaşılan sorunlardır.

- Güvenlik antenlerinin yerleşim şekilleri
- Güvenlik anteninde kullanılan referans frekans aralığı
- Güvenlik antenlerinin kapsama alanı
- Güvenlik antenleri ile istasyonların kesişme mesafesi
- Güvenlik antenlerinin kapsamasını engelleyecek kapı, beton sütun, raf vs..
- Etiketin frekans aralığı
- Etiketin kullanım ömrü
- Etiketin içinde bulunduğu materyalin kalınlığı
- Etiketli materyalin içinde bulunduğu ortam (çanta, elbise içinde ya da el içi)

Yukarıda dile getirilen benzer sorunların kütüphane atmosferinde de yaşanıp yaşanmadığını tarafsız bir şekilde değerlendirip ortaya koymak önem arz etmektedir. Bu nedenle farklı marka, model ve teknik donanımlardaki RFID teknolojisi ile ödünç, iade, sayım, raf okuma gibi yönetsel işlemlerde olası yaşanan hataları veya zayıflıkların, risklerin ve güvenlik açıklarının bir durum tespitini yapmak kütüphanelerde RFID teknolojisinin etkin olarak kullanımı için bir gerekliliktir.

Son yıllarda RFID tabanlı sistemlere özellikle üniversite kütüphaneleri tarafından yoğun ilgi gösterilmektedir. Bu ilgi elbette bir teknolojik güncellik hevesiyle değil bir işlevsel gerekliliğin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Kurum gereksinimlerini karşılamak amacıyla alınan bir RFID sistemi için olası zayıflıklar, riskler ve güvenlik açıklarının farkında olunmaması yanlış donanım ve yazılımların tercih edilmesine ve materyal yönetiminde sorunlar oluşmasına neden olabilmektedir. Dolayısıyla RFID sistemlerle kütüphanede materyal yönetimi ve güvenliğiyle ilgili yapısal, çevresel, yönetsel ve sistemsel faktörlere göre performansının ölçümü ve yeteneklerinin saptanması önem arz etmektedir. Bu bağlamda yürütülen bu tez çalışması ile Türkiye'deki kütüphanelere yurt dışından transfer edilen RFID teknolojik ürünlerinin uygulamadaki güçlü ve zayıf yönlerinin tespit edilmesi yönetimsel konularda bir katma değer oluşturacağı düşünülmektedir.

Kütüphanelerde RFID sistemlere ihtiyaç duyan kişiler ve kurumlar karşılaştırmalı nicel verilere ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaca cevap verebilecek kaynakların kıtlığı sistem seçiminde veya yönetiminde problemlerin yaşanmasına neden olmaktadır.

Genel olarak sistem alım sürecinde ilgili kişi veya komisyon daha önce sistemi kullanmış kurumların yöneticilerini arayarak tavsiye üzerine hareket etmektedirler. Kişisel yargılar ile kurumsal tercihlerin yanı sıra nesnel olmayan ölçütler ile sürecin yönetilmesi yanlış kararlara neden olabilmektedir. Dolayısıyla büyük meblağlar ödenerek alınan sistemin yanlış seçim sonucu alınması ve alım sonrası sistem özeliklerine göre uygun kurulumun yapılması yönetsel sorunlara, ek maliyetlere neden olacak yanı sıra kurumsal hedef ve amaçları da sekteye uğratacaktır.

Yürütülen bu tez çalışması ile kütüphanelerde kullanılan mevcut RFID teknolojilerinin yönetsel işlemlerde yaşanan olası hataları, zayıflıkları, riskleri ve güvenlik açıklarının bir durum tespiti yapılarak, somut bilimsel verilerin elde edilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle uygulamada farklı kullanımlar üzerine daha nesnel sonuçlara ulaşılacaktır. Hali hazırda sözü edilen teknolojiye geçiş yapmayan Kültür ve Turizm Bakanlığı'na bağlı binden fazla kütüphane mevcuttur. Üniversite, belediye, KİT kuruluşları ve özel kütüphaneler de düşünüldüğünde çalışmada elde edilen sonucun yaygın katma değer etkisinden bahsetmek mümkün olacaktır.

Türkiye'de RFID sistemler üzerine yürütülen çalışmaların daha çok bilgisayar teknolojileri ve Elektrik Elektronik Mühendisliği alanında olduğu görülmektedir. Kütüphane özelinde radyo frekanslı tanımlama sistemleri üzerine yapılan çalışmalar da deneysel ve saha çalışması kullanılan bir çalışma tespit edilememiştir. Teknoloji alanındaki gelişmeleri içeren bir konuyu güncel tutmak bir zorunluluk haline gelmiştir. RFID sistem alanında yapılan çalışmaların azlığı hem de emek yoğun saha çalışması ile birebir deney yapılmış olması bu tez çalışmamıza özgünlük katmaktadır. UHF ve HF bant frekans aralıklarının farklı ürünler ve kütüphane materyalleriyle uyumlarının test edilmesi çalışmaya özgünlük katan faktörlerdendir.

### 1.3. Amaç ve Hipotez

Radyo frekanslı tanımlama sistemleri, hizmetlerini etkin bir şekilde yönetmek isteyen birçok kütüphane tarafından kullanılmaktadır. Bu çalışmada amaç kütüphanelerde materyal yönetiminde yaygınlıkla kullanılan UHF ve HF RFID sistemleri ile materyal yönetiminde deneysel bir inceleme yürütmektir. Yanı sıra kütüphanede materyal yönetimi için radyo frekanslı tanımlama sistemlerinden faydalanırken oluşabilecek olası riskleri ve sorunları ortaya koymaktır.

Kütüphaneler tarafından sıklıkla tercih edilen ve kullanılan HF (Yüksek Frekans) ve UHF (Ultra Yüksek Frekans) teknolojilerindeki frekans aralıkları arasında farklılıklar olduğu ve bu farklılıkların kütüphane hizmet kalitesini etkilediği düşünülmektedir. Dolayısıyla RF etiket ve okuyucu anten arasındaki iletişim takip ve sevki yapılan materyalin fiziksel özelliklerine çevre koşullarına göre farklılık göstereceği; sistem kurulumundaki fiziksel ve manyetik farklılıkların etiket ve antenlerin frekans aralıklarına göre kayıp kaçak durumunu ortaya çıkaracağı yargısını güçlendirmektedir. Sistem performansını etkiyen bu kadar değişken içerisinde farklı teknolojileri kıyaslamak amacıyla çalışmanın soruları aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

1. HF ve UHF RFID güvenlik kapılarında farklı açılardan materyal etiketlerin gösteriminde kayıp kaçan oranı farklılık göstermekte midir?
2. Etiket sinyal sürüklemesinde HF ve UHF RFID güvenlik kapılarında kayıp/kaçak durumları farklılık göstermekte midir?
3. HF ve UHF RFID mobil el terminallerinin sayım işlemlerinde başarım durumları arasında bir fark var mıdır?
4. HF ve UHF RFID mobil el terminallerinin ayıklama işlemlerinde başarım durumları arasında bir fark var mıdır?
5. HF ve UHF RFID mobil el terminallerinin yer bulma işlemlerinde başarım durumları arasında bir fark var mıdır?
6. HF ve UHF RFID güvenlik kapıları sinyal bozucu etken altında kayıp/kaçak durumları farklılık göstermekte midir?
7. HF ve UHF RFID güvenlik kapıları frekansa göre alarm pik seviyeleri değişkenlik göstermekte midir?
8. HF ve UHF RFID selfservis istasyonlarının başarım durumu farklılık göstermekte midir?

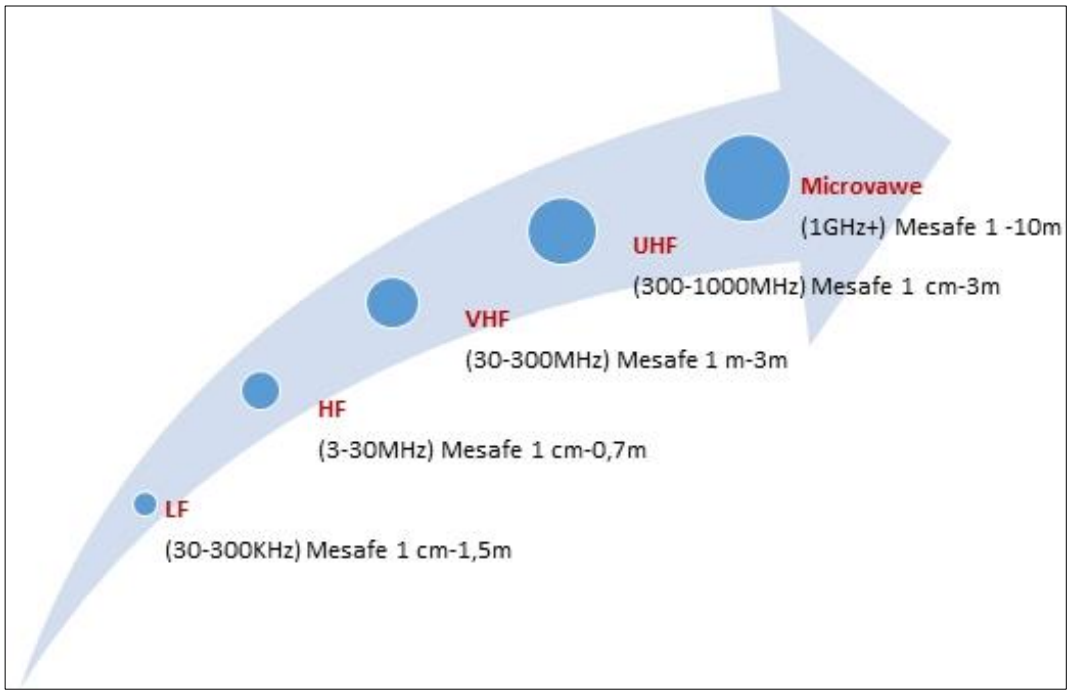
Çalışmada yöneltilen sorular çerçevesinde araştırmanın hipotezi aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

> Kütüphanelerde kullanılan RFID sistem bileşenlerinin HF ve UHF frekans aralığına göre genel başarım ve kayıp kaçak durumları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

## 1.4. Yöntem ve Kapsam

RF tanımlama frekans aralıkları genelde MF (Medium Frequency, Düşük Frekans), HF (High Frequency, Yüksek Frekans), VHF (Very High Frequency, Çok Yüksek Frekans), UHF (Ultrahigh Frequency, Ultra Yüksek Frekans) olarak bilinmektedir. Şekil 1.1'de frekans aralık değerleri gösterilmektedir. Çalışmada bu bant aralıklarından kütüphanede materyal yönetimi ve güvenliği alanında sistemleşerek, teknolojik ürün olmuş ve yaygın kullanılan iki frekans aralığı incelenmiştir. Bunlar HF (3mhz-30mhz) ve UHF (300mhz-3000mhz) frekans aralıkları ve kullanıldığı sistem bileşenleridir.

**Şekil 1.1** Frekans değerleri




(Kaynak: RFID Türkiye, 2020)

RFID sistemin kullanımda olduğu son yirmi yılda nicelik ve niteliksel ilerlemeler olmuştur. Ancak her kütüphane kendi ihtiyaçları doğrultusunda sistem elemanlarını seçmektedir. İhtiyaçların ve yapısal zorunlulukların sınırlamalarıyla farklı kütüphaneler için uygulamada standart yapılanma planından bahsetmek zordur. Bu bağlamla uygulanan sistem frekans aralığı ve yerleşim planı uygulamaları sistem başarısında farklılıklar oluşturmaktadır. Yerel uygulamalardaki farklılıklar ve problemler uygulama alanlarının kendisinin de problem ve çözümün bir parçası olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda kütüphaneler için yerel uygulamaların farklı

frekans aralıklarında olduğu ve bina içi farklı yerleşim planları uygulandığı gerçeği problemlerin tespiti için saha çalışmasını zorunlu hale getirmektedir.

Araştırmada saha çalışması yapılırken örnek olay yöntemi (vaka incelemesi) kullanılmıştır. Örnek olay yöntemi "bir veya daha fazla organizasyon, grup veya topluluk hakkında belirli bir süre boyunca sistematik araştırma yürütülmesi ve analiz edilmesi" esasına dayanıp "tek bir olayı veya birkaç olayı derinlemesine inceleme" (Arıkan, 2017, s.24) anlamına gelmektedir. Örnek olay tarama modelleri ile yapılan araştırmalar, "genel tarama modelleri ile yapılanlara oranla daha ayrıntılı ve gerçeğe yakın bilgiler verir", ancak bu yöntem ile toplanan veriler ile elde edilen sonuçlar, "yalnızca inceleme konusu ünitesi için geçerli olup, onun ötesinde bir genelleme amacı taşımaz" (Karasar, 2010, s.86).

Yürütülen bu çalışmada verilere ulaşmasının zorluğu, daha fazla kütüphane ve teknoloji ile çalışılmasının maliyetli oluşu, verilerin gerçek sahibi olmama, konuk araştırmacı statüsünde olayı inceleme zorunluluğu gibi nedenler kısıtlı veriler ile çalışılmasını gerekli kılmıştır. Araştırma, farklı marka RFID teknolojisini kullanan iki kütüphanede yürütülmüştür. Tüm denemeler kütüphanelerin dermelerinden rastgele seçilen belli bir kesit üzerinden yapılmıştır. Söz konusu bu durum araştırmanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır. Bu nedenle genelleme konusunda dikkatli olunmalıdır.

Saha çalışmasında örnek olay incelemesi UHF-RFID sistemini kullanan bir kütüphane ile HF-RFID sistemini kullanan bir kütüphanede yapılmıştır. Çalışmada yapılan tüm test ve denemeleri farklı RFID sistemin kurulu olduğu ve mevcut materyal sayısının 10 binin üzerinde olan iki farklı kütüphanede (Konya İl Halk Kütüphanesi ve Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Kütüphanesi) gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda Tablo 1.1'de HF ve UHF sistemini kullanılan kütüphane bilgileri ve Tablo 1.2 de örneklem kütüphaneler için HF ve UHF sistem bileşenleri verilmiştir.

**Tablo 1.1** Örneklem kütüphane bilgileri

| | HF | UHF |
|---|---|---|
| Bağlı olduğu kurum: | Hacı Bektaş Veli Üniversitesi | Kültür ve Turizm Bakanlığı |
| Kütüphane adı: | Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Kütüphanesi | Konya İl Halk Kütüphanesi |
| Kütüphane türü: | Üniversite Kütüphanesi | Halk Kütüphanesi |
| Personel Sayısı: | 13 | 47 |

| | | |
|---|---|---|
| Kitap Adedi: | 60000 | 85000 |

**Tablo 1.2** Örneklem hf ve uhf sistem elemanları

| Sistem Elemanı Adı | HF Adet | HF Marka | UHF Adet | UHF Marka |
|---|---|---|---|---|
| RFID Güvenlik Kapısı | 2 | A marka | 1 | B marka |
| Ödünç İade İstasyonu | 2 | A marka | 2 | B marka |
| Mobil El Terminali | 1 | A marka | 1 | B marka |
| Self Servis İstasyonu | 1 | A marka | 1 | B marka |
| RFID Pasif Etiket | 60000 | A marka | 100000 | B marka |
| Kütüphane Yönetim Sistemi | 1 | KOHA | 1 | KOHA |

Tablo 1.2'de gösterilen örneklenen kütüphane materyalleri RF etiketlidir ve sistem elemanları ile radyo frekansı aracılığıyla etkileşimdedir. Test işlemleri her bir etiketli kütüphane materyali için güvenlik (kapıları) antenleri, RFID okuyucular, masa üstü personel ödünç iade bankoları, raf sayım terminalleri, akıllı iade rafları, self servis ödünç iade bankoları, self servis iade ayırma sistemleri, kullanıcı kimlik kartları ile sınırlandırılmıştır.

**Tablo 1.3** Kitap adet/kalınlık tablosu

| Kitap Kalınlığı | Miktar |
|---|---|
| 2-3 cm | 25 adet |
| 1-2 cm | 50 adet |
| 0-1 cm | 25 adet |
| Toplam: | 100 adet |

Tüm kütüphane dermesi üzerinde inceleme yapılması güç olduğundan dermeden bir kesit alma yöntemine gidilmiştir. Farklı kalınlık ve türde olan materyallerden her bir kütüphane örneğinde rastgele toplamda 100 materyal örnek olay incelemesi için seçilmiştir. Kaynakların dağılımı 25 adet 3 cm kalınlığına kadar kitap, 50 adet 2 cm kalınlığına kadar kitap, 25 adet 1 cm'den ince kitap şeklinde oluşturulmuştur (Tablo 1.3). Ancak sayım ve ayıklama uygulamaları için kayıtlı birbirinden farklı 1000 kitap seçilmiştir. Sayım ve döküm için 1000 kitap seçilmesinin amacı sapma oranını düşürebilmek ve sonuç olarak daha gerçekçi verilere ulaşabilmektir. Sistem sınanmasında örnek alınan materyallerin kayıtlı olduğu her bir kütüphane otomasyonu içinde denemeye tabi tutulmuştur. Test sırası ve yöntemi aşağıdaki gibi uygulanmıştır.

1) Materyal güvenliği için RFID güvenlik antenlerinin test edilmesi (hırsızlık vb.)

a) RFID Güvenlik antenleri duyarlılık mesafelerinin sınanması: Her bir materyal (100 materyal) tek tek güvenlik kapısına yakınlaştırılmış, güvenlik antenlerinin duyarlılığı 200cm, 100cm, 75cm, 50cm, 25cm aralıkları ile test edilmiştir.

b) RFID Güvenlik antenleri kayıp kaçak verme oranlarının sınanması: Her bir materyal sistem güvenlik kapılarından çeşitli şekillerle geçirilecek (çanta içinde, elde, elbise içinde ve koltuk altında) güvenlik açığı oranı tespit edilmiştir.

2) Kütüphane materyali mobil okuyucu el terminalinin test edilmesi

a) RFID mobil okuyucu terminaliyle yapılan sayımla kayıp/kaçak oranının sınanması: Materyallerin mobil el terminali ile bin kitap iki tekrarla sayımı yapılmış ve manuel yapılan sayımla kayıp kaçak oranları karşılaştırılmıştır.

b) RFID mobil okuyucu el terminallerinin ayıklama özelliğinin sınanması: Raflarda bin kitap arasında hatalı yerleştirilmiş yüz kitabın mobil el terminali ile yapılan taramalarda 2 dakika içinde tespiti yapılmıştır.

c) RFID mobil okuyucu el terminallerinin yer bulma özelliğinin sınanması: Materyallerin raflarda mobil okuyucu terminal ile yüz kitap için yapılan taramalarda yanlış yerleştirmeler tespit edilmiştir.

3) Ödünç-iade materyal bankosunun sınanması

a) RFID ödünç /iade bankosundan tek seferde ödünç verilebilen materyal sayısının sınanması: Her materyal grubu ödünç/iade bankosunun sayı ve cm cinsinden kapsama alanları değerlendirilmiştir.

4) Personelsiz çalışma verimliliği

a) RFID Self servis ödünç iade hız, sayı ve duyarlılık alanının sınanması: Self servis bankosunda bir grup (2 adet 3cm, 3 adet 2 cm, 5 adet 1cm den az) kitabın ödünç işlemlerinin gerçekleştirilmesi sayı (adet) ve duyarlılık (cm) mesafelerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

Çalışma için gerekli bilgi kaynakları YÖK Tez Merkezi Veri Tabanı, Google Akademik, LISTA, Dergi Park, Web Of Sicience, Emerald e-Journals and Premier eJournal, Elsevier ve Google arama motoru kanallarında taranmıştır

### 1.5. Düzen

RFID sistemin kütüphanelerde kullanım süreci yoğun ve karmaşık çalışmaların sonucunda gerçekleşmektedir. İnceleme konusunun karmaşık ve kapsamlı oluşu ana ve alt başlıklara konuları bölmeyi, uygulanan ek inceleme ve testleri anlaşılır ve yalın olarak sunmayı gerektirmiştir. Bu bağlamada düzen olarak altı bölüm, alt başlıklar ve eklerden oluşan bir yapı düşünülmüştür.

Giriş bölümünde araştırmanın konusu, temel amaçları, problemi, hipotezi, önemi kapsamı ve araştırma sırasında kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmektedir. Giriş bölümü kendi içinde altı ana başlıktan oluşmaktadır. Bölümde bu tezin neden yapılması gerektiği, neye hizmet edeceği ve süreci nasıl işleteceği gibi temel konular açıklanmaya çalışılmıştır.

Tez düzeninde literatür araştırması olmazsa olmazlardandır. Genel anlamda literatür çalışması tekrarlardan sakınmak ve başarılı bilimsel bir çalışma yürütebilmek için gereklidir. Bu bağlamda ikinci bölümde konu hakkında literatür ele alınmış, RFID'nin tarihçe ve gelişimi anlatılmış ve iki ana ve dört farklı alt başlıkta RFID sistemin teknolojik evrimi ve kütüphane ile olan ilişkilerine değinilmiştir. İlk ana başlıkta "RFID Teknolojisinin Gelişimi" işlendikten sonra ikinci ana başlıkta "Kütüphanelerde RFID Teknolojisi" dört alt başlıkta ele alınarak sunulmuştur.

Üçüncü bölümde "Otomatik Tanımlama Sistemleri" işlenmiş ve dört alt başlıkta optik karakter tanımlama, barkod ve kare kod teknolojisi, akıllı kartlar ve RFID sistemi tanıtılmıştır. Bu bölüm araştırmanın ana sorunun oluşturan RFID sistemi ve kütüphane için uygulanan donanımlarının temel birleşenlerinin detaylı sunumundan oluşmaktadır.

Dördüncü bölümünde kütüphanelerde RFID çözümleri ve etkileri ele alınmıştır. Bu bölümde RFID sisteminin kütüphanedeki yeri ve önemi daha kapsamlı işlenmiş "RFID sistemin kütüphanelerde çözüm ve etkileri" ve "RFID sisteminin uygulanma güçlükleri" olarak iki ana başlık altında konu ele alınmıştır.

Beşinci bölümü araştırmanın bulgularını kapsamaktadır. Araştırma boyunca elde edilmiş olan verilerin değerlendirilmesi ve bulguya dönüştürülmesi süreci sunulmaktadır. Araştırmada yapılan deneyler beş alt başlıkta sunulmuştur. Bu bağlamda RFID etiketleri, mobil okuyucu el terminali, sabit okuyucular, self servis sistemi üzerine bulgular verilmeye çalışılmıştır.

Son bölüm olan altıncı bölümde "Sonuç ve Öneriler" kısmı yer almaktadır. Araştırma sürecinde incelenen ve bulgulanan problemlerin araştırıcı tarafından yorumlandığı bu bölüm araştırıcının önerilerini de içermekte olup diğer araştırıcıların kanaatlerine sunulmuştur.

# 2. RFID GELİŞİMİ VE LİTERATÜR

Araştırmaya başlarken hem tekrarlardan sakınmak hem de kıymetli vakit ve kaynakları daha verimli kullanabilmek adına detaylı bir literatür incelemesi gerçekleştirilmiştir. Dünyada ve ülkemizdeki bilim insanlarının konu üzerine evvelce yapmış oldukları araştırmaların ve ulaşılan önemli sonuçların sunulması bu bölümde ele alınmıştır. Yapılan literatür araştırmasında önceki çalışmaların bulguları karşılaştırmalı olarak sunulmaya çalışılmıştır. Çalışmada konu hakkında literatür değerlendirilirken 2003 yılı milat alınmış ve konu kronolojik bakış açısıyla incelenmeye çalışılmıştır. Literatür araştırmasının 2003-2019 yılları arasını kapsaması RFID teknolojilerindeki hızlı değişim ve gelişimi gözler önüne sermek amaç edinilmiştir. RFID teknolojisi fikrini olgunlaştıran tarihsel süreci ise 1840-1850'li yıllardan başlayarak günümüze kadar varan süreci literatüre dayalı olarak ele almanın uygun olacağı düşünülmüştür.

RFID sistemi çok yönlü ve çok boyutlu kullanım alanları ile göze çarpan bir teknolojidir. Bu bağlamda kütüphanede kullanım alanları ile ilgili ayrı bir başlık açmanın araştırmanın seyri açısından daha sağlıklı olacaktır.

## 2.1. RFID Teknolojisinin Gelişimi

RFID teknolojisinin gelişimini sağlayan radyo dalgalarıyla ilgili çalışmaların geçmişi 1850'li yıllara kadar gitmektedir. Detroit'te bulunan 8MK radyo istasyonunda tarihi ilk radyo programının yayınlanmaya başlandığında takvimler henüz 1920'yi göstermekteydi. Bu gelişme iletişim çağının başlangıcı ve kamusal iletişimde devrim niteliğinde idi (Tekinalp, 2011, s. 10). 1940'lara gelindiğinde, II. Dünya Savaşı başlangıcında, bir grup bilim insanı Birleşik Krallık Hava Kuvvetleri için bir cihaz geliştirmiştir. Sonradan adı Radar olarak tanımlanan bu teknoloji bir radyo frekanslı tanımlama sistemiydi. İngilizler bu sistem sayesinde uçakların dost veya düşman uçağı olduğunu anlayabiliyorlardı (Tekinalp, 2011, s. 12). 1970'lerde soğuk savaş yıllarında nükleer başlıkları izlemek için bir takip sistemine dönüştürülen RFID sistemi, ileriki yıllarda perakende sektörü tarafından çok kullanılan bir teknoloji haline gelmiştir. RFID sistemi zaman içerisinde takip, tespit, güvenlik, iletişim, ödeme, ısıtma, yapay zeka, imha vb.. birçok uygulama alanında kullanılır olmuştur

(Tekinalp, 2011, s. 13). Birçok alanda insansız çalışmanın önünü açan RFID sistemi, 1990'lar da ilk defa kütüphanelerde kullanılmaya başlanmıştır (Tekinalp, 2011, s. 13). 1990'lı yılların sonlarından 2000'li yılların başlarına kadar olan dönemde RFID teknolojisi Avrupa ve Amerika kıtalarındaki kütüphanelerinde kullanımı yaygınlaşmıştır. Bilgi sektöründe insan müdahalesini en aza indiren RFID sistemi, 2020'li yıllarda halen yeni aplikasyonlar ve ara yüzler ile entegre edilerek gelişimi sürdürülmektedir (Tekinalp, 2011, s. 12).

## 2.2. Kütüphanelerde RFID Teknolojisi

RFID sistemi kütüphanelerde kullanılmadan önce, barkod teknolojisi ile materyallerin yönetimi yapılmaktaydı. Kütüphane yönetim sistemiyle de uyumlu bir şekilde çalışan (Lindquist, 2003, ss. 1-9) barkod teknolojisi yalnızca materyal tanımlamada kullanılabiliyor olması, zaman içinde yerini gelişen çok fonksiyonlu sistemlere bırakacağının bir işaretiydi. RFID sistemin tanımlama, takip ve güvenlik alanında açtığı yeni ufuklar kütüphanecilerin dikkatini kısa zamanda çekmeyi başarmıştır (Yu, 2007, ss. 54-65). RFID sistemi doksanlarda kütüphanelerde kullanılmaya başlanmış, iki binli yılların başlarına kadar da kütüphanelerde hızla benimsenmiştir (Lindquist, 2003, ss. 1-9).

### 2.2.1. RFID Literatürüne Genel Bir Bakış

RFID sistemleri inceleyen araştırmacıların çalışmalarına bakıldığında hemen hemen tüm çalışmalarda Finkenzeller'in (2003) kaleme aldığı "RFID Hand book" eseri referans alınmıştır. Yaklaşık 450 sayfadan oluşan eser, RFID perakende zincirinden mühendislik alanına, elektrik elektronik mühendisliğinden bilgisayar teknolojileri alanına kadar olan konuları detaylıca ele alan kapsamlı bir çalışma niteliğindedir. Yazar deney ve gözlem tekniklerini kullanarak analizlerde bulunmuştur (Finkenzeller, 2003, ss. 105-309). Bu yayından bir yıl sonra Kern, Avrupa'da üç farklı kütüphanede RFID üzerine bazı çalışmalar gerçekleştirmiş yaptığı testlerle çeşitli bulgulara erişmiştir. Yazar daha sonra yaptığı çalışmaları rehber niteliğinde toparlamıştır (Kern, 2004, ss. 317-324). Burada elde edilen önemli bulgularından biri lisanslama çalışmalarının yaygınlaşmasıyla RFID etiketlerin maliyetinin düşüşü arasındaki bağlantıdır.

RFID sisteminin yaygınlaşması güvenlik ve gizlilik ile ilgili kaygıları beraberinde getirmiştir. Güvenlik ve gizlilikle ilgili Molnar ve Wagner (2004, ss. 1-20) yaptıkları

çalışmada özellikle statik bir çarpışma kimliği olan etiketlerin kullanımında riskler görülmüş ve dikkatli olunması gerektiğini belirtmişlerdir. Statik etiketi kullanan bir kütüphanede bunun kötü niyetli kişi ya da programlarca takip edilmesini engelleyecek tedbirlerin alınmasının zorunlu olduğunu belirtmişlerdir. Benzer konuda Muir (2007, ss. 95-107), bir vaka çalışması yürütmüş ve sistemin güvenlik açıkları üzerine odaklanmıştır. Yazarın bulguları arasında olası sistem riskleri geniş yer tutmaktadır. Özellikle RFID kullanıcı kimliklerinde, çiplere yazılması muhtemel telefon numaraları ve kullanıcı bilgilerinin kötü niyetli kişilerin suiistimaline açık olabileceği riskinin kütüphane ve kullanıcılar tarafından önceden kabul edilmesi gerekliliği üzerinde durmuştur. Butters (2007, ss. 434-435) da yürüttüğü çalışmada olası güvenlik açıklarını incelemiş uygulamalı bazı testler gerçekleştirmiştir. Yazar yaptığı araştırma ve analiz çalışmaları ile RFID uygulamaların aleyhine deliller toplamayı başarmıştır. Özellikle önemli kullanıcı verileri üzerine oluşabilecek olası riskleri vandalizm, yerel polis ve kötü niyetli kişiler olarak sınıflandırması Molnar ve Wagner (2004, ss. 1-20)'in bulgularıyla örtüşür niteliktedir.

Ranawella (2006, ss. 29-39) çalışmasında RFID sistemi ve kütüphanede kullanımı hususunda maliyetler üzerine odaklanmıştır. Yaptığı vaka çalışmasında maliyetleri incelerken yöntem olarak yüz yüze görüşmeyi tercih etmiştir. Maliyetler konusunda Kern ile neredeyse aynı önerilere sahip olan Ranawella kütüphanelerde self servis istasyonlarının maliyetlerde düşürücü etki yapacağı sonucuna ulaşmıştır. Yu (2007, ss. 59-65) farklı kütüphanelerdeki RFID sistem maliyetlerini incelemiş ve bunları karşılaştırdığı bir fizibilite çalışması gerçekleştirmiş, RFID sistem sorunlarına çözümler getirebilmek amacıyla modeller önermiştir.

Chawla ve Ha (2007, ss. 13-17) yaptıkları çalışmada, frekans aralıkları ve pasif etiketler üzerine bazı gözlemler yapmışlardır. Araştırmacı bulgularını frekans aralıkları, standartlar, etiket türü, okuma aralığı gibi başlıklarda sınıflandırarak sunmuşlar. Ching ve Tai (2009, s. 352) ise frekans ve sistem karşılaştırmasını yapmışlardır. Fizibiliteye dayalı bu araştırmada RFID sistem uygulamaları ve faydaları üzerine odaklanmışlardır.

Lyons (2010, ss. 139-142) tarafından "Ohio Halk Kütüphanesi'nde" yürütülen bir vaka çalışmasında barkot sisteminden RFID'ye geçiş süreci de dâhil olmak üzere birçok alt konuya değinmiştir. Yazara göre kütüphaneler RFID sisteme geçerken

mutlaka bir stratejik plana sahip olmalıdır. Bu geçiş aşamalı olarak gerçekleştirilmeli ve sistem mimarisi kademeli olarak kurulmalıdır.

Kullanıcı memnuniyeti ve sistem verimliliği ilişkisinin konu edinildiği bir araştırmada anket tekniği kullanmış ve RFID kullanımını etkileyen faktörler üzerinde durulmuştur. Kaliteli sistem elemanları ve kullanıcı dostu uygulamaların geliştirilmesinin RFID kullanıcısını olumlu yönde etkilediği yönünde bulgular elde edilmiştir (Dwivedi vd. 2013, ss. 367-377).

Son beş yılın tartışmalarına bakıldığında sistem tanımlamadan verimliğe doğru bir kayma söz konusudur. Örneğin Guo ve diğerleri (2014, ss. 726-741) RFID standartlarını ve bu standartların frekans uyumluluklarını saha çalışması ile incelemişlerdir. Yüz yüze birçok kütüphane komisyonuyla görüşen araştırmacı, standartlar ve frekans uyumlulukları üzerine testler gerçekleştirmiştir. Piyasadaki farklı RFID üreticilerinin cihazları belirli standartları sağlandığından birbirleri ile uyumlu çalıştığını tespit etmiştir. Bu durum kütüphane yönetimini bir veya birkaç üreticiye bağımlı olmaktan çıkarmıştır.

Khor ve diğerleri (2015, ss. 135-150 ) RFID tartışmalarına yayımladığı çalışması ile dâhil olmuşlardır. Araştırmacıların uyguladıkları vaka çalışmasında Malezya Üniversitesi Kütüphanesi incelenmiştir. Üniversitenin dört farklı kütüphanesinin gerçek zamanlı hizmet verebilmesi için çalışmalar yürütülmüş, uygulanan gerçek zamanlı ödünç-iade performans testleri farklı frekans aralıkları için gerçekleştirmiştir. Çalışmanın önemli bulgulardan biri Koha açık kaynak kodlu yazılımı ile UHF sistemin daha kolay entegre olduğu ve daha başarılı çalıştığı yönündedir.

Yusof ve Saman (2016, ss. 32-42) yaptıkları literatür analizinde geçmişten günümüze güncel tartışmaları istatistiki bir şekilde gözler önüne sermişlerdir. Yazarlar kütüphaneler ve yapılan araştırmalara ilişkin görüşleri analiz etmiş ve bulguları literatür çalışması halinde sunmuşlardır. Özellikle bağış kitapların kütüphaneye kabulünde çıkabilecek sorunlardan RFID kaynaklı olanlar üzerine tespitlerde bulunmuşlar. Çalışmada dikkat çeken bir bulgusu RFID etiket ve okuyucu arasındaki iletişimin metal raflar veya elektromanyetik sinyaller sebebiyle sislenebildiği yönündedir.

Yakın zamanda RFID sisteminin gelişimine paralel olarak cep telefonları ve uygulamaları da hızlı bir gelişim geçirdi. Bu alandaki gelişmeleri fark eden araştırmacılardan Alwadi ve diğerleri (2017, ss. 425-450) kütüphane yönetim sistemini incelemiş, RFID sistem elemanlarına yeni donanımlar ekleyerek çalışmalar yapmışlardır. Mobil eklenti ve uygulamaların RFID sistemi ile uyumluluklarını test etmiş ve bu alana dikkatleri çekmeyi başarmışlardır.

De Oliveira ve arkadaşları (2019, ss. 185-192) yakın zamanda RFID konusunu ele alan literatür üzerine nicel bir analiz yapmışlardır. Araştırmacılar incelemelerini 2006 ve 2016 aralığındaki veriler ile sınırlayıp tablo ve diğer sunumlarında kronolojik bir yaklaşım izlemişlerdir. Özellikle yazarların notları ve tabloları incelendiğinde görülecektir ki 2006 yılında 42 sayfa olan RFID araştırmacı çalışmaları 2011-2012 yıllarında pik yapmış 2800 sayfaya kadar yükselmiş ve 2016 yılına kadar toplamda 20 bin sayfadan daha fazla araştırma yazısı yazıldığı gözlemlenmiştir.

RFID çalışmalarının yoğunluğu bize RFID sistemine olan ilginin ve ihtiyaçlara cevap verme noktasındaki başarısının tespiti olarak algılanabilir. Literatürde RFID sistemi ve kütüphanede materyal yönetimindeki rolünü derinlemesine inceleyen birkaç temel yaklaşım ağırlık kazanmış ve tartışmalar bu temel yaklaşımlar etrafında yoğunlaşmıştır. Bu yaklaşımlar temel olarak güvenlik, takip, maliyet, frekans aralıkları, standartlar ve kullanıcı memnuniyeti odaklı olmuştur (de Oliveira vd., 2019, ss. 185-192).

Yapılan güncel çalışmalardan biri de Omoadoni (2019, ss. 1-11)'nin gerçekleştirdiği çalışmadır. Yazar araştırmasında RFID teknolojisinin kütüphaneler üzerine etkilerini ortaya koymaya çalışmıştır. RFID kullanımının faydalarını yaptığı analizlerle bulgulandırmıştır. Personel verimliliği, işlem hızı, işlem doğruluğu, kullanıcı memnuniyeti gibi konuları incelemiştir. Bununla beraber RFID teknolojisini uygulamanın zorluklarını da makalesinde sıralamıştır. Yazar bulgularında RFID sisteminin kütüphanede kullanıcı memnuniyeti ve personel verimliliği noktalarında faydalarının olduğunu savunmaktadır.

### 2.2.2. RFID Literatüründe Takip Gizlilik ve Güvenlik

Kütüphanelerde güvenlik ve gizlilik konusu gelişen teknoloji ile birlikte önemini hızla artırmıştır. Özellikle dijital güvenlik ihtiyacı kütüphane çalışanlarının,

kütüphane kullanıcılarının ve kütüphane yöneticilerinin güvenlik yaklaşımlarını şekillendirmektedir. Kütüphanelerdeki güvenlik ve gizlilik ihtiyacına paralel olarak RFID sistemlerin kütüphanelerdeki görevleri üzerine araştırma yürüten araştırıcıların da bu konuda ilgileri artmış ve çeşitli çalışmalar yürütmüşlerdir.

Finkenzeller (2003, s. 27) gizlilik ve güvenlik konusunda iki temel sınıflandırma yapmıştır. Bunlardan ilki kapalı sistemler, ikincisi ise endüstriyel sistemlerdir. Kütüphaneyi kapalı sistemler içerisinde tanımlayan Finkenzeller, başarılı bir RFID sistemin güvenlik ve gizlilik odaklı problemlerin aşmış olması gerektiği hususuna dikkat çekilmiştir. Takip konusunda kimlik belirleme sistemlerine de yoğunlaşan Finkenzeller, radyo frekanslı otomatik tanımlama sistemlerinin, şifreleme ve yazılımlarının RFID sistemin başarısında doğrudan etkili olacağını iddia etmiştir.

Molnar ve Wagner (2004, ss. 1-20) çalışmalarında gizlilik ve güvenlik üzerine incelemelerde bulunmuşlardır. Özellikle RFID etiketler ve kullanıcı gizliliği üzerine incelemeler yapmışlardır. Yazarlar bazı yöneticilerin "güvenlik düşmanın olmadığı yerde ihmal edilebilir" düşüncesinde olduklarını belirtmişlerdir. Oysaki yazarlara göre gizlilik ve güvenlik genel bir prensip olmalıdır. Bu bağlamda yaptıkları çalışmada çeşitli senaryolar kurmuş ve detaylı analizler gerçekleştirmişlerdir. Örneğin yerel polisin ırksal sınıflama amacıyla kütüphane kullanıcılarının veya kütüphane yöneticilerinin kütüphane profillerine erişme girişimleri olabileceği hususunda olası riskleri ortaya koymuşlardır.

Güvenlik ve gizlilik üzerine Muir (2007, ss. 95-107)in yaptığı bir çalışmada RFID güvenlik riskleri ve kullanıcı gizliliği üzerine odaklanılmıştır. Kütüphanelerde yaygın kullanılan HF sistemin güvenlik ve gizlilik açısından daha korunaklı olduğu savını desteklemek için HF sisteminin okuma mesafesinin kısalığını ve yonganın depolama alanının darlığı özelliğine dikkat çekilmiştir. Çalışmada gerçek riskin kütüphane yönetim sistemindeki olası güvenlik açıklarından kaynaklanabileceği ileri sürülmektedir.

Gizlilik ve güvenlik üzerine nispeten endişe oranı düşük ve kaygıları azaltıcı nitelikte çalışmalarda yapılmıştır. Örneğin Butters (2007, ss. 430-439) çalışmasında olası güvenlik ve gizlilik tehditlerinin varlığına dikkat çekmiş ve diğerlerinden farklı olarak tehditleri sınıflandırmıştır. Molnar ve Wangler (2004, ss. 1-20)'in ve diğer araştırmacıların gizlilik ve güvenlikle ilgili yaptığı komplo teorilerinin abartılı

senaryolara dayandığını ileri sürmüştür. RFID sistemde gizlilik-güvenlik konulu çalışmaların duygusal ve histerik bir yapıda olduğunu belirtmiştir. Belirli standartlar getirmek suretiyle olası risklerle mücadelenin mümkün olduğunu ileri sürmüştür. Gizlilik ve güvenlik ihtiyaçlarının kullanıcı memnuniyetini doğrudan etkilediğini düşünen Lyons (2010, s. 86) bu ihtiyacın karşılanması noktasında Butters (2007, ss. 430-439) ile aynı bakış açısına sahiptir. Standartların yaygınlaştırılmasının gizlilik kaygılarını giderilebileceğini savunmuştur.

### 2.2.3. RFID Literatüründe Frekans Uyumu

RFID üzerine yapılan çalışmalarda incelenen sistem ve sistem elemanlarının tamamı radyo dalgalarına bağlıdır. Bu teknolojik iletim/iletişim sistemi görece bir fayda sunmakta bu sayede gözle görmeden, elle dokunmadan işlerin yürütme kolaylığına sahip olunmaktadır. Ancak bu kolaylığı sağlayan teknolojinin bazı frekans ve uyum problemleri henüz giderilmiş değildir. Finkenzeller (2003, s. 240-245) radyo dalgaları konusunda detaylı incelemelerde bulunmuş radyo frekansı lisanslamaları sayesinde dalgaların karışmasının önlenebileceğinden bahsetmiştir. Özellikle frekans aralıkları ve kullanım alanları için detaylı sınıflamalar gerçekleştiren Finkenzeller, radyo frekanslarının ulusal ve uluslararası standartlarının kapsayıcı şekilde uygulanması gerektiğini düşünmektedir. Lisanslamaların yaygınlaşmasının RFID'nin gelişimini olumlu anlamda etkileyeceği noktasında Finkenzeller ile aynı düşüncede olan Chawla ve Ha (2007, ss. 11-17), RFID sistemlerde kullanılan frekans aralıklarının yerel veya ulusal standartlara bağlı olmasının hem maliyetlerde hem de genel kullanım alışkanlıklarında etkili olacağını savunmuştur.

Frekans aralıklarını karşılaştırmalı olarak inceleyen çalışma sayısı sınırlıdır. Butters (2008, s. 438) Frekans aralıklarından HF ve UHF dalgalarını bir dizi testle karşılaştırmıştır. Çalışmada UHF sistemde kullanılan anten ve etiketlerin testlerde daha başarılı iletişim ve takip olanağı sağladığı bulunmuştur. İlginçtir ki yüksek frekansı eski teknoloji, ultra yüksek frekansı yeni teknoloji gibi bir ön kabul ile inceleme gerçekleştirilmiştir. Oysaki radyo frekanslarının kullanıldığı ilk günlerden itibaren frekans aralıkları oldukça geniş bir aralığı kapsamaktaydı.

Hong Kong Şehir Üniversitesi kütüphanesinde UHF ve HF sistemlerini karşılaştıran bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırmayı gerçekleştiren Ching ve Tai (2009, ss. 347-359) araştırmalarında UHF-HF sistemleri üzerine çeşitli testler

gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar kütüphanecilerin UHF sistemine şüpheyle yaklaştıklarını fark etmiş ve bu algının gereksizliğini ispatlamak amacıyla çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmaya konu olan kütüphanede ilk olarak HF kullanıldığından çalışmayı HF den UHF sistemine bir dönüşüm süreci yaklaşımıyla ele almışlardır. Çalışmada ayrıca frekans aralıkları ve kütüphane yönetim sistemi uyumluluklarını da incelemişlerdir.

Yalnızca UHF sisteminin kütüphanelerde kullanılabilmesi için yapılan sistem mimari çalışmaları da mevcuttur. Bu çalışmalardan biri "UHF-RFID Veri Modeli Çalışması-Üniversite Kütüphanesinde Kurulumu "dur. RFID frekans aralıklarından ultra yüksek frekansın kütüphaneye uygulanabilirliği ve faydalılığı üzerine yapılmış bir çalışmadır. Araştırma gerçekleştirilirken HF ve UHF sistemlerinin öne çıkan ve eksik kalan yönleri gözler önüne serilmeye çalışılmıştır. Daha doğrusu HF sisteminin eksikleri UHF sisteminin artıları dikkate alınarak inceleme gerçekleştirilmiştir. Diğerlerinden farklı olarak üniversite kütüphanelerinde UHF sistem uygulama metodu üzerine odaklanılmıştır (Guo ve diğerleri., 2014, ss. 726-741). UHF siteminin başarısını ispatlamaya yönelik bir diğer çalışma da Khor ve diğerleri (2015, ss. 135-150) tarafından gerçekleştirilmiştir. UHF-RFID ve açık kaynak kodlu kütüphane yönetim sistemi ile uyumluluğuna odaklanan çalışmada çeşitli mesafe testleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın dikkat çekici bulguları arasında HF ve UHF etiket modellerine ait kayıp kaçak oranlarıdır. HF ve UHF etiket karşılaştırmalarında UHF etiketlerde HF etiketlere oranla daha düşük kayıp kaçak olduğu gözlemlenmiştir.

Frekans aralıklarının öneminin konu edildiği bir diğer çalışmada anten konumlaması araştırılmıştır. Deney ve gözlem metodunun kullanıldığı bu çalışmada kütüphane dışında da kullanılan RFID sistemlerinin kütüphanede de etkin kullanımını yaygınlaştırma amacı güdülmüştür. Araştırmacılar tarafından yapılan konumlama çalışmaları sayesinde kayıp kaçak oranlarının önemli ölçüde düştüğü ortaya konulmuştur (Alwadi ve diğerleri., 2017, s. 438).

### 2.2.4. RFID Literatüründe Standartlar-Maliyet ve Kullanıcı Memnuniyeti

İşletmelerde/kurumlarda bir ürünün maliyeti standartların yaygınlaşmasına ve kullanıcı taleplerine sıkı sıkıya bağlıdır. Bir ürünün yaygın kullanımı "tekelleşme olmadığı sürece" maliyetini düşürmektedir (Lyons, 2010, ss. 136-141). RFID sitemin

yaygın kullanımı kütüphaneler açısından bakıldığında maliyetleri düşürücü bir etki olarak yansıdığı söylenebilir. RFID sistemi sağlayan firmaların çeşitlenmesi ise pazarda tekel oluşmasının önüne geçecek ve doğacak rekabetin maliyetler açısından önemli etkileri olacaktır. Kütüphanelerde RFID sisteminin maliyeti üzerine yapılan araştırmalarda standartlar-maliyet ve kullanıcı memnuniyeti üzerinde detaylıca durulmuştur. Bu tartışmalardan öne çıkan birkaç örneğe değinmekte fayda vardır.

Kern (2004, ss. 317-324) araştırmasında yüz bin etiketli bir RFID sistemi için adet ve maliyet hesabını yapmıştır. Bu maliyet analizini iki frekans aralığı içinde gerçekleştirmiş ve standartlar açısından da karşılaştırmaya tabi tutmuştur. 2004 yılında yayınlanan çalışmada yüz bin etiketli bir kütüphane için yaklaşık maliyet 150 bin dolar olduğu aktırılmaktadır. Ayrıca çalışmada, RFID standartlarının yaygınlaşması ile "örneğin ISO 15693" sistem elemanı tercihinde yalnızca lisanslı ürünlere değil, lisanssız ürünlerinde kullanılabileceği ve bu sayede bağımlılığın azalacağı aktarılmaktadır. Yazar kütüphanelerde "Radyo frekansıyla dolaşım için kimlik, güvenlik ve medya" konulu çalışmasında lisanslamanın yaygınlaşmasıyla maliyetlerde düşüş olacağını iddia etmektedir. Kern ile aynı görüşü savunan Guo ve arkadaşları (2014, ss. 729-731) standartların yaygınlaşmasının maliyetleri düşürücü etkilerinden söz etmektedirler. Tekelleşme ile mücadele için standartların yaygınlaşmasının belirli bir üreticiye bağımlılığı ortadan kaldıracağı savunulmaktadır.

Materyal yönetimi üzerine odaklanan Ranawella (2006, s. 38) bunun maliyetler üzerine etkisini araştırmıştır. Sistem elemanlarının yönetimsel faydalarına değinilen çalışmasında maliyetle ilgili sorunların kütüphaneler için büyük sıkıntı oluşturduğundan yakınmıştır. Çalışmasında elde ettiği önemli bir bulgu ise self servis/ödünç-iade bankolarının personel giderlerini düşürdüğü yönündedir.

Yu (2007, ss.59-61)'ya göre RFID sistem elemanlarının verimli ve bir bütün olarak kullanımlarının sağlanması maliyetlerin düşmesi açısından önemli bir etkidir. Kütüphanelerin mali sorumlulukları ve sınırları olduğu gerçeğini dile getiren Yu, etiket ve frekans değerlerini araştırarak reaksiyon süresi bulgularına ulaşmıştır. Çalışmaya göre reaksiyon sürelerinin bilinmesi, kullanıcı memnuniyeti ve sistem maliyeti açısından önem arz etmektedir. Çalışmada uygulamalardaki bazı mantık hataları da aktarılmıştır. Örneğin RFID sistemi yalnızca güvenlik amacıyla

kullanılacaksa maliyeti çok daha düşük olan elektromanyetik sistemin kullanılmasının daha mantıklı olacağı belirtilmektedir.

Maliyetler üzerine bir başka çalışma ise Ching ve Tai (2009, ss. 351-353) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar HF ve UHF etiketlerini maliyetleri açısından karşılaştırmaya tabi tutmuş ve gelecekle ilgili tahminlerde bulunmuşlardır. Yazarların temel savı UHF etiketlerin çeşitli tedarik zincirlerinde yaygın kullanılıyor ve kullanılacak olması etiket maliyetlerinin daha da ucuzlayacağı şeklindedir. Lyons (2010, s. 52), detaylı maliyet hesapları yapmış, barkod kullanımı sebebiyle iş günü kayıplarını hesaplamış ve kütüphanelerin olası zararlarını tahmin etmiştir. Personelsiz çalışan banko ve kapıların kullanıcı memnuniyeti üzerinde olumlu sonuçları olacağı bulgusuna ulaşmıştır. RFID sisteminin kullanımı, iş gücü bakımından faydalılığı sayesinde, personel giderlerinin düşüreceğini, işletme maliyetlerinde hatırı sayılır bir azalmanın olacağını ileri sürmüştür.

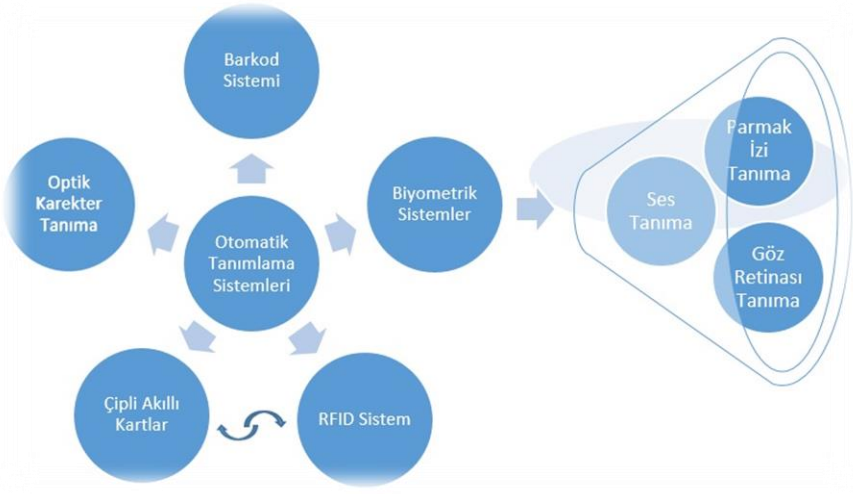
Kütüphanelerde RFID sistemlerinin kullanım ve kullanıcı memnuniyetini etkileyen faktörlerin incelendiği bir çalışmada RFID sistemi kullanıcılarının kütüphane kullanım alışkanlıklarında değişimini anlayabilmek amacıyla kullanıcılara bir dizi anket sorusu yöneltilmiştir. Elde edilen bulgular arasında personelsiz çalışan "check-out" ve "check-in" sisteminin kullanıcı memnuniyetini ve kullanıcı alışkanlıklarını olumlu yönde etkilediğidir. Ayrıca kullanıcı kaygılarını giderecek bir personelin hazır bulundurulmasının kullanıcı memnuniyetini artırdığı yönündedir (Dwivedi vd., 2013, ss. 368-369).

# 3. OTOMATİK TANIMA SİSTEMLERİ

Günümüzde zaman yönetimi ve zaman tasarrufu en değerli metalardan bile daha değerli hale gelmiş gözükmektedir. Personellerin ve kullanıcıların zamanını en çok tüketen olay ise kurumdaki tekrarlayan hareketlerdir. Tekrarlayan hareketlerin önüne geçebilmek için otomatik tanımlama sistemleri önemli bir yardımcı olarak gözükmektedir

Otomatik tanıma sistemleri, materyallerin tanımlama bilgilerinin otomatik olarak edinilmesini sağlayan teknolojilerin tümüdür. Bir başka ifade ile materyalleri tanımlayan, tanıyan, materyale özgü bilgileri işleyen, işlemleri otomatikleştiren ve tüm bunları bilgisayar, bilgi teknolojisi ve çeşitli donanımlar yardımıyla gerçekleştiren sistemlerdir (Finkenzeller, 2003, s. 2). Bu sistemlere Optik Karakter Tanıma (Optical Character Identification- OCR) teknolojisi, biyometrik sistemler (göz, parmak izi, ses tanıma), barkod teknolojisi, çipli (akıllı) kartlar ve sistemleri örnek gösterilebilir. Söz konusu bu sistem bileşenlerinin hiyerarşik yapısı Şekil 3.1'de gösterildiği gibidir (Finkenzeller, 2003, s. 2). İlgili bileşenlerin detaylı anlatımı aşağıdaki başlıkların altında verilmeye çalışılmıştır.

**Şekil 3.1** Otomatik tanımlama sistemleri




(Kaynak: Finkenzeller, 2003, s. 2)

## 3.1. Optik Karakter Tanıma

Optik karakter tanımlama (OCR), otomatik tanımlama sistemlerinin alt bileşenlerinden biridir. Herhangi bir bilgisayardan bir yazının çıktısını almak oldukça

kolayken, bir belgeyi bilgisayara işlemek oldukça güçtür. Bu alanda çalışan tarayıcı modelleri olsa da tam verimli bir çözümden bahsetmek zordur. Optik karakter tanıma programlarına bu aşamada ihtiyaç duyulmaktadır ( RFID Türkiye, 2020).

OCR tanımlama teknolojisinin kullanımı 1960'lı yıllara kadar uzanmaktadır. OCR'nin tanımlamayı yapabilmesi için özel stilize edilmiş yazı tiplerine ihtiyacı vardır. OCR tanımlama sürecini makinalar yardımıyla otomatikleşmiş bir şekilde başarılı olarak gerçekleştirebilmektedir. Ancak makinaların okumayı gerçekleştiremediği durumlarda insan yardımı ile yazıların sistemde düzenlenmesi gerekmektedir (Finkenzeller, 2003, s. 4). Günümüzde OCR teknolojisini yaygınlıkla idari, üretim ve hizmet alanlarında ve özellikle belgelerin kaydedilmesi amacıyla mali kuruluşlar (ad ve telefon numarası gibi şahsi veriler, OCR olarak bir kontrolün alt satırına yazdırılır) tarafından kullanılmaktadır. Ancak OCR tanımlama sistemleri, fiyatların yüksek oluşu, barkod okuyuculara kıyasla daha karmaşık olması sebebiyle talebi düşüktür (Finkenzeller, 2003, s. 3).

### 3.2. Barkod ve Karekod Teknolojisi

Otomatik tanımlama ve sınıflama uzun zamandır işleri kolaylaştırmanın ve hızlandırmanın bir çözümü olarak kullanılmaktadır. Ancak hem maliyet açısından cazip hem de kullanımı basit bir kod sistemi yapmak uzun zaman almıştır.

1932 yılında barkod teknolojisi ile ilgili Flint'in gerçekleştirdiği çalışma bu konuda yapılanların ilklerindendir. Kendisi bir zamanlar kütüphanedeki katalog kartlarının kullanılış prensibini örnek alarak uygulamaya çalışmıştır. Flint, müşterilerin mağazaya gelerek kart kataloğundan bir ürün seçtiklerinde, bu ürünün bu kart koduyla depodan çıkarılmasını amaçlamıştır. Kartı alan personel delikli olan bu kartı eşleştirecek ve müşterinin tercih ettiği ürünü doğru şekilde depodan getirebilecekti. Bu sistem doğru bir şekilde ürünü tanımlamada bazı dezavantajlara sahipti. Delikli kartların maliyeti ve gereksiz iş yükü sistemin en olumsuz yönleriydi (Finkenzeller, 2003, s. 2).

Barkotla ilgili çeşitli standartların geliştirilmesi artık önemli bir ihtiyaç haline gelmiş, 1952 yılında IBM firması bunun öncülüğünü yapmıştır. İki başarılı IBM araştırmacısı barkod standartlarını tanımlamayı ve ilk patenti almayı başarmışlardı. (Stevenson, 2005, s. 13).

Barkod teknolojisi standartlarının belirlenmesinden sonra hızla yayılmaya, yeni sektörler tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknoloji maliyet ve iş gücünde düşüşü sağlamanın yanı sıra doğruluk derecesi yüksek bir düzeni getirmiştir. Bilgisayar teknolojinin temel çalışma prensibi olan "0" ve "1" kod sistemi ile uyumlu bir yöntem yakalanmış; siyah ve beyaz çizgi fikri böylece hayat bulmuştur. Siyah=1, beyaz=0 olarak temsil edilmektedir. Barkod, bilgisayarca hızlı ve hata payı düşük bir şekilde kolaylıkla okunabilmektedir. Barkod ürünlerin, paketlerin veya kolilerin üzerine basılan değişik uzunluk ve kalınlıktaki boşluklu siyah çizgilerden oluşmaktadır. Bir barkod okuyucusu sayesinde okuma ve tanımlama işlemi süratle gerçekleşmektedir. Barkot sistemi o kadar sevildi ki şu an dünyada en yoğun kullanılan otomatik tanımlama sistemlerindendir (Stevenson, 2005, s. 12). Piyasada birçok farklı marka ve modeli bulunan bu teknolojinin temsili bir görseli Şekil 3.2'de verilmiştir.

**Şekil 3.2** Barkod ve barkod okuyucu

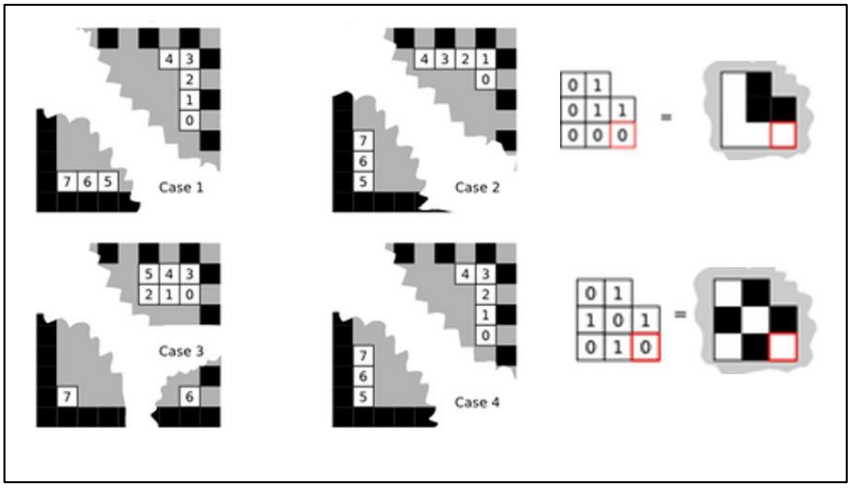



(Kaynak: Karekod yazılım, 2020)

Üreticiler ve kullanıcılar zaman içerisinde daha kapsamlı, daha güvenilir kodlara ihtiyaç hissettiler. Bu temel gereksinim barkod teknolojisini geliştirilip, dönüştürülerek veri matrisi (data matrix) haline getirmesini sağlamıştır (Stevenson, 2005, s.11). Bu teknolojinin Türkçe karşılığı kare kod olarak kabul edilmiştir. Tüm sektörde kullanımı olan bu teknoloji, özellikle mobil cihazlar ile kullanımı yaygınlaşmıştır. Kare kod 2 boyutlu kare veya dikdörtgen nokta ve "L"ler olarak

basılan bir kodlama sistemidir. Bu kodlama sistemini Şekil 3.3'teki gibi anlayabiliriz (Stefan, 2012, s. 108).

**Şekil 3.3** Karekod



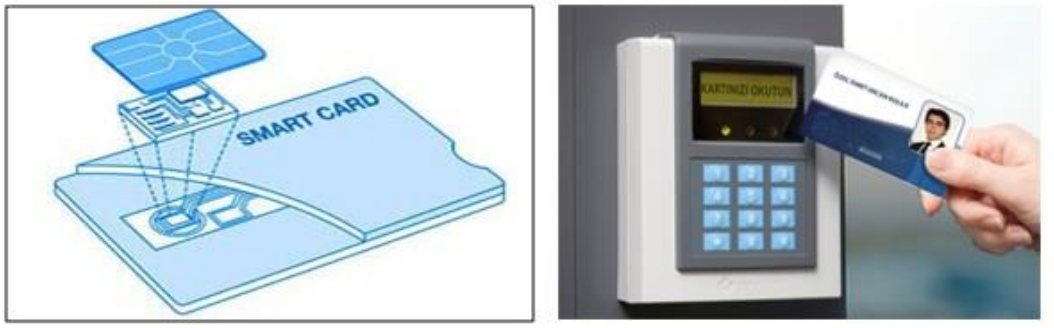

(Kaynak: Karekod Yazılım, 2020)

Bu kod tipi tanımlayıcı ve yönlendirici bilgiler gibi çeşitli bilgiler içerebilmektedir. Örneğin kare kodunda son kullanma tarihi, üretim tarihi gibi aidiyet bilgileri verilebilmektedir. Kare kodda sevkiyatla ilgili parti sıra numarası gibi bilgilere de yer vermek mümkündür (Nayir, 2010, s. 41). Kare kodun bu yeteneği Türkiye'deki ÖSYM sınav kâğıtlarının kodlanmasında da kendini göstermiştir.

### 3.3. Akıllı Kartlar

Otomatik tanımlama sistemi olarak akıllı kart, tanımlı kullanıcıyı farklı tanımlı görevleri yerine getirebilmesi için yetkilendiren sitemdir. Akıllı kartların kullanım alanları artık kurumun ihtiyacı ve tasarımcısının hayal gücü kadar genişlemiştir. Bu kartların RFID sistem üzerinde iki yönlü fonksiyonu vardır. Akıllı kart kullanıcısını sisteme tanımladığı gibi kullanıcısının tanımlanmış materyale ulaşmasını da sağlayabilmektedir. Kütüphaneler açısından bakacak olursak akıllı kartlar personel ve okuyucuyu sisteme girebilmesi için yetkilendiren çiplere sahiptir. Kart kullanıcısı hem kütüphaneye girişteki turnike güvenlik sisteminde üye olduğunu gösterir hem de materyal ödünç alama işlemlerini gerçekleştirebilir. Şekil 3.4'te akıllı kart yapısı görülmektedir.

**Şekil 3.4** Smart kart ve okuyucu




(Kaynak: Kupam, 2020)

Akıllı kartlar plastiktir ve bünyesinde işlem yapabilen bir mikroişlemci bulunmaktadır. Plastik kartta olan mikro işlemci farklı sektörlere çeşitli çözümler sunabilmek için işlemcili olmak zorundadır. Üzerinde yonga bulunan bu kartlar zamanla yıpranmakta ve kartın okunması zorlaşmaktadır. Bunun sebebi okuyucu ile kartın mutlaka temas etmesi gerekliliğidir (Finkenzeller, 2003. s. 3). Banka kartları toplu taşıma kartları bunlardan yalnızca bir kaçıdır (Finkenzeller, 2003. s. 3). Ancak zamanla akıllı kartlar temassız özelliği kazanarak temas olmadan da işlemleri gerçekleştirebilir bir yapıya dönüşmüştür. Bu sayede akıllı kartlar hayatın her yerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

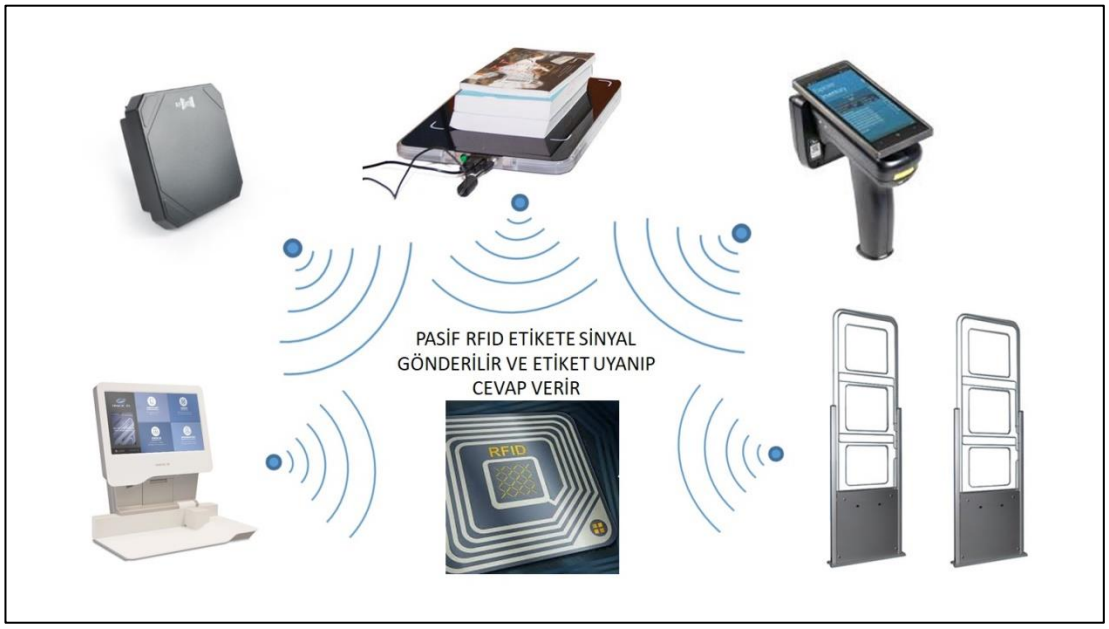
### 3.4. Radyo frekanslı tanıma sistemi (RFID)

RFID, Çevresine anten sarılmış bir mikroçip, bir okuma tabancası ve bilgisayar programı yardımıyla; etiket ve okuyucu arasında veri transferini bir temas olmadan sağlayan; radyo dalgalarıyla ürün ve malzemelerin tespit ve takibine yarayan otomatik tanıma sistemidir (Üstündağ ve Tanyaş, 2008. s. 4). Başka ifade ile bir materyale takılmış ve karşılıklı iletim için çeşitli manyetik alan veya radyo frekansıyla iletilen ve iletilen sinyalleri bir elektronik okuyucu aracılığıyla anlamlandıran sistemi tanımlar. RFID, radyo frekansı yardımıyla materyalleri tekil ve otomatik bir şekilde tanıma biçimidir. RFID etiketi, radyo frekansıyla sorguladığında, sorgulamayı fark etmeye ve cevaplamaya yarayan silikon çip, anten ve kaplamasından oluşur (Finkenzeller, 2003, s.26).

RFID sistem tanımlı olan materyalin takip, tasnif ve güvenliğini sağlayabilmek için çeşitli donanımların uyum içerisinde çalışmasına ve aralarında bir iletişim olmasına ihtiyaç duyar. İletişim yazılımlar desteği ile ve radyo frekansı sayesinde gerçekleşir.

Sistemin algılayışında bir materyal olarak bir masa ile bir kitap veya cd arasında bir fark yoktur, hepsi sistem için yalnızca bir birimdir. Materyalleri tanımlama için etiket çiplerine birçok tanımlayıcı bilgi eklenebilir ancak sistem için tamamı bir koddan öte bir şey değildir. Sonuç olarak sistemin tamamı tanımlı işlemler bütününü yönetmek üzerine kurgulanmıştır. Bu bağlamda şekil 3.5'de RFID sistem çalışma prensibi gösterilmiştir.

**Şekil 3.5** RFID çalışma biçimi




(Kaynak: Finkenzeller, 2003)

RFID sistemi günümüzde birçok alanda etkin olarak kullanılmaktadır. Otomatik tanımlama sistemleri içerisinde insan unsurunun en az kullanıldığı sistemlerden biri olarak görülebilir. Otomatik tanımlama sisteminin bir bileşeni olarak RFID sistemi kurumlarda personellerin ve kullanıcıların iş yükünü en fazla azaltan teknoloji olarak kabul edilebilir. RFID sistemi çok farklı sektörlerde, alanlarda ve şekillerde kullanımı vardır. Konu kapsamı geniş olduğundan bu başlık altında genel hatlarıyla daha çok kütüphanelerde RFID sistem bileşenlerini yansıtacak şekilde yaklaşım sergilenmiştir.

### 3.4.1. Kütüphaneler İçin RFID sistem bileşenleri

RFID sisteminin çalışma prensibi çok yalındır. Ancak sistemin kullanım alanlarının çeşitliliği tüm sistemi karmaşık bir yapı olarak göstermektedir. Kütüphanede bu teknolojinin görevlerini etkin bir şekilde yerine getirebilmesi için birçok birleşenin

bir arada olması gerekmektedir. Kütüphaneler için RFID sistemi etiketler, güvenlik antenleri, el terminali ve okuyucu /yazıcı donanımlarından oluşur. Bu donanımları çalıştırabilmek için yazılımlara ve bazıları için de bilgisayar desteğine ihtiyaç vardır (Finkenzeller, 2003, s.33). Kütüphanelerde RFID sisteminin temelini RFID tanımlayıcı etiketler oluşturur. Güvenlik antenleri, el terminali yazıcı/okuyucu elemanların tamamı etiketler üzerinde işlem yapmak için tasarlanmıştır. Etiketler ve diğer RFID elemanlar arasındaki ilişki radyo dalgalarının alıcılar ve vericiler arasında gidip gelmesini tanımlamaktadır (Finkenzeller, 2003, s. 35).

Farklı kütüphane ihtiyaçlarına cevap vermek üzere yeniden kurgulanabilen sistem bileşenleri her bir kütüphane için farklı bileşen modelini oluşturabilmektedir. Her kütüphanenin materyal sayısı, güvenlik alanı, bina yapısı, personel ve okuyucu sayıları farklıdır. Farklılıklar donanım ve yazılımların nasıl şekilleneceği konusunda ipuçları vermektedir. Kütüphaneler için yaygınlıkla kullanılan RFID sistem bileşenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Etiketler
- Okuyucular
- El terminalleri
- Personel çalışma bankoları
- Self servis istasyonları
- Ödünç-iade bankoları
- Akıllı kitap rafları
- Akıllı iade ve tasnif sistemleri
- Antenler
- Yazıcılar
- Yazılım

#### 3.4.1.1. RFID etiketler

RFID sisteminin temel bileşeni etikettir. Tüm sistem etiket üzerine kurguludur. Çok farklı şekillerde etiket çeşitleri mevcuttur. Etiket türleri kurum veya kişilerin ihtiyaçlarına göre çeşitlenmektedir. Ürün tipi takip ve güvenliği sağlanmak istenen canlı-cansız materyalin türüne göre şekillenmektedir. Etiketler fiziksel yapı olarak pek çok biçimde imal edilebildiği için üretiminde kullanılan temel bileşenlerde çeşitlidir (Finkenzeller, 2003, s. 30). Plastik, cam ve kâğıt etiketler kullanıcısının

ihtiyacına cevap verecek şekilde, büyüklük ve ambalajlarla üretilmektedir. Şekil 3.6'da temsili olarak bazı plastik ve kağıt, aktif ve pasif etiket örnekleri görülmektedir.

**Şekil 3.6** RFID etiketler




(Kaynak: RFID Market, 2020)

RFID etiketin üretim maddesi fark etmeksizin enerjiyi alma şekline göre aktif, pasif ve yarı pasif etiketler diye üçe ayrılır. Aktif etiketlerde pil vardır ve bu sayede aktif iletişim için takip sağlanabilir. Yarı pasif etiketlerde de pil vardır ancak aldığı enerji sinyali ile uyanır ve cevap verebilir. Pasif etiketlerde ise pil yoktur. İletişim için ihtiyaç duyulan enerjiyi okuyucu terminalden temin ederler. Okuyucu terminalin etiket ile iletişimi etiketteki anten, çip ve işlemci sayesinde sağlanır (Khor ve diğerleri., 2015, s. 137). Şekil 3.7'de RFID pasif etiket bölümleri görülmektedir. Tablo 3.1'de ise çeşitli sektörlerde ağırlıkla kullanılan etiket türlerinden bazıları gösterilmiştir.

**Tablo 3.1** Etiket türleri

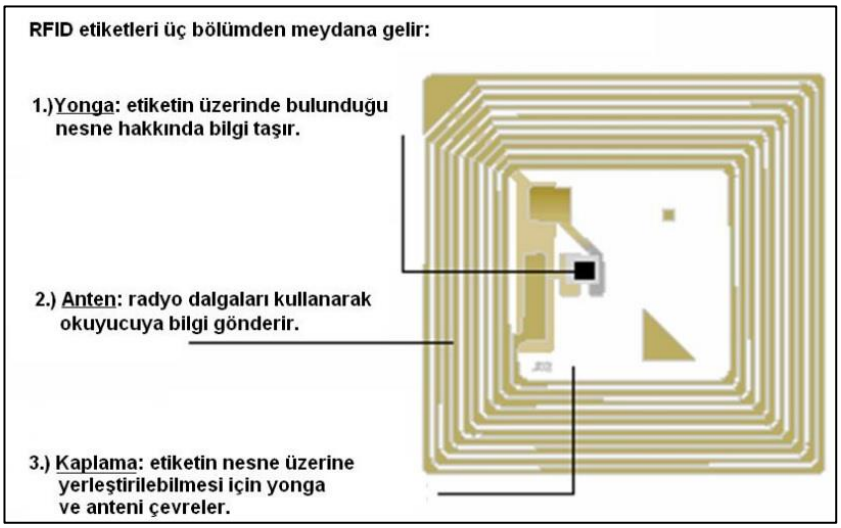
| Etiket Türü | Enerji Alış Biçimi | Genel Kullanım Alanı |
|---|---|---|
| Cam tüpler | Aktif/Yarı Aktif | Ahır yönetimi ve hayvan takibinde deri altı olarak kullanılmaktadır. |
| Plastik etiketler | Aktif/Pasif/Yarı Aktif | Mekanik olarak yüksek verim |

| | | |
|---|---|---|
| | | gerektiren işleri başarılı şekilde sonuçlandırabilecek yapıdadır. |
| Akıllı Kartlar | Pasif/Yarı Aktif | Üye kartları, banka kartları, giriş kartları gibi türleri mevcuttur. Birçok kere kullanılmak üzere tasarlanmışlardır. |
| Dikilebilir Özelliğe Sahip Etiketler | Aktif/Pasif/Yarı Aktif | Bu nitelikteki etiketler çok amaçlı olarak dikilebildiği tüm alanlarda takip, güvenlik ve yönetim yetisi vermektedir. |
| Daire | Pasif | 10 cm'ye kadar çapı olan CD vs. için kullanılan etiketler. |
| Bilek Tip | Aktif/Pasif Yarı Aktif | Giriş kontrol amacıyla kullanılmak üzere geliştirilmiştir. |

(Kaynak: Teknopalas, 2020)

Etiket ve okuyucu iletişiminde anten aracılığıyla oluşan veri ilişkisine bağlama (coupling) denir. Bağlama, elektromanyetik ve manyetik olarak iki biçimde gerçekleşir. Genellikle elektromanyetik biçim bağlama kullanılmaktadır. Manyetik bağlama, çoğunlukla giriş güvenlik sistemlerinde kullanılmaktadır (Muir, 2007, s. 99). Etiket çipindeki kayıtlı kod bilgileri anten vasıtasıyla okuyucuya temassız şekilde gönderir.

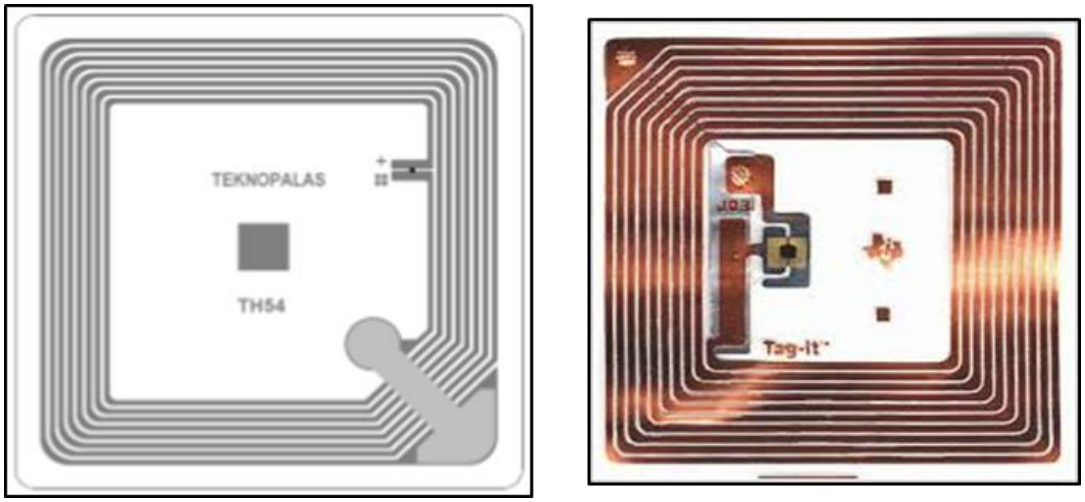
**Şekil 3.7** Etiket bölümleri




(Kaynak: RFID Market, 2020)

Bazı etiketler üzerinde sarmal şekilde dolaşarak katmanlar halinde birleşen anten üzerine yerleştirilmiş bir mikroçip bulunmaktadır. Bir RFID etiketi yonga, yonganın üzerine yerleştiği tabaka ve çevresel bir antenden var olmaktadır (Muir, 2007, s. 98). Bu etiket takip ve güvenlik amacıyla kullanılacak olduğu materyalin üzerine yapışacak şekilde tasarlanmıştır. Etiket ve yonganın temsili örneğini gösteren görsel Şekil 3.8'de verilmiştir.

**Şekil 3.8** RFID etiket ve yonga




(Kaynak: RFID Market, 2020)

Sarmal tip RFID etiketler üretilirken etiketlerin üzerine püskürtme yöntemiyle iletken bir alaşımdan oluşan mürekkep tatbik edilmektedir. Bu tip üretilen etiketlerin maliyeti düşük, iletkenlikleri zayıftır. Bir diğer üretim yöntemi de yüzey bakır sarmallar damgalanarak yerleştirilmesi şeklindedir. Bakır sarmallı anten diğer antene oranla daha iletken bir yapıya sahiptir. Yonga ve anten birleşiminden oluşan tabakaya inalay denir. Bu tabaka etiket dönüştürme makineleri marifetiyle RFID etiketi özelliğine eriştirir (Aydın, 2011, s. 10).

RFID sistemi bir birim kodu ile tanımlanmış etiketlerin hareketlerini izlemek ve tespit etmek modeli üzerine kurulmuştur. Sistem elemanları etiketleri düzenler, tespit ve takip eder. Tüm yazılım destek elemanları ve tekilleştiriciler etiketleri sistemin merkezine koyarlar.

Kütüphaneler RFID sistemde kullanılan çok çeşitli ve karmaşık etiketlerden ziyade basit pasif etiketler kullanmaktadırlar. Kütüphanelerde kullanılan RFID sistem etiketlerinin pasif etiketler olması onların kendi güç kaynaklarına sahip olmadığı

anlamına gelmektedir. RFID pasif etiketi üzerinde bir çip, etrafına sarılı bir anten ve iletişim kurabilmek için bir işlemci bulunan etikettir (Aydın, 2011, s. 10). RFID, pasif etiket sistem elemanlarının yolladığı elektromanyetik enerji ile aktive olur ve gelen sinyali üzerindeki çip ile anlamlandırarak cevap verir. RFID etiketi okuma bölgesine girdiği zaman okuyucu tarafından tespit edilir.

RFID etiketler kütüphane personeli tarafından takip ve güvenliğinin sağlanması amaçlanan materyale yerleştirilir veya yapıştırılır. Personel okuyucu/yazıcı donanımlar ile etiketleme için gerekli olan tanımlayıcı bilgileri etikete işler-yazar ve güvenli dolaşım için etiket alarmını aktive eder (Aydın, 2011, s. 13). Bu işlem artık tanımlı bir materyale sahip olunduğu anlamına gelir. Etiketlenen materyal (kitap, cd vs..) artık sistem tarafından takip edilmek, tasnif edilmek ve güvenliğini sağlamak için hazırdır.

Kütüphane materyalinin etiketlenmesi ardından kütüphanede dolaşıma dâhil olur. Dolaşım sürecinde RFID etiketi sistemdeki bütün elemanlarla iletişime geçebilir ve bu iletişim sürecinde birçok sinyal aynı etikete doğru sürüklenebilir (Muir, 2007, s.102). Etikete sürüklenen sinyaller farklı tanımlamalar ve emirler içerebilmektedir. Yığılan sinyaller tekilleştirilmezse işlemci yığılabilir, kitlenebilir ve emirlerden hiç birini seçemez hale gelebilir. Bu durum oluşmadan RFID sistem denetleyiciler ile tekilleştirme gerçekleştirerek bu çakışma risklerini ortadan kaldırır. Böylece doğru etkileşimli bir sistem dolaşımı mümkün olur (Muir, 2007, s.102).

RFID etiket yapısı gereği yoğun dolaşımın olduğu kütüphanelerde zamanla yıpranmaktadır. Sağlayıcı firmalar tarafından yetkili kuruluşlara yıpranma testleri yaptırılmakta ve bu sayede yaklaşık etiket ömrünü garanti ettikleri süreleri belirlemektedir. Tedarikçi ve üretici firmalarca, HF etiket için 50 yıl etiket ömrü garanti edilirken UHF etiket için yalnızca 2 yıl etiket ömrü garanti edilmektedirler (RFID Market, 2020). Etiketin ömrü demek anten sarmalı ve anten çipinin sağlıklı iletişim kurabilmesi demektir. UHF etiketlerin inalay denilen yapışkanlı kanallarında HF etiketlere göre yıpranma daha hızlı olmaktadır (Aydın, 2011, s. 20). Etiket üzerinde yer alan çip ve anten arasındaki bağlantıyı sağlayan bu yapıştırıcılı hat yıprandığında anten yakaladığı işlem sinyalini çipe iletemez ve işlem gerçekleşmez (Tablo 3.2).

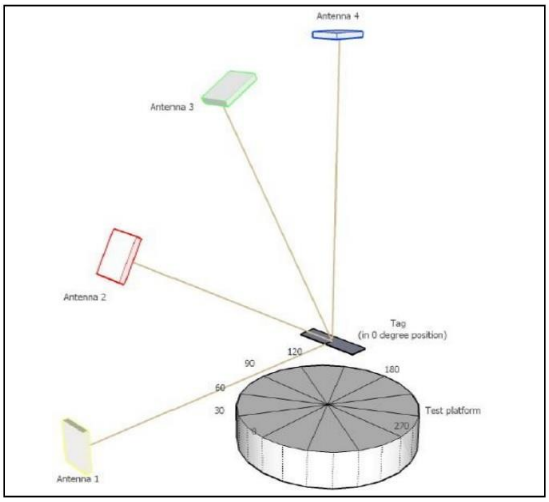
**Tablo 3.2:** Kütüphane için hf-uhf etiket özellikleri

| ETİKET ÖZELLİKLERİ | HF | UHF |
|---|---|---|
| Çalışma Frekansı | 13.56 MHz | 860-960 MHz |
| Kalınlık | 0.4 mm | 0.5 mm |
| Hafıza | 500 – 2500 bit arasında | EPC 96 bit, Kullanıcı 0 bit, TID 48 bit |
| Normal Şartlarda Okuma aralığı | 0-100 cm | 0-1300 cm |
| En Boy | 76x45 mm | 73x20 mm |
| Veri Saklama Ömrü | 50 Yıl | 2 Yıl |
| Standart Format | Alüminyum Anten | Alüminyum Anten |
| Çalışma Sıcaklığı | -25 c / +70 c arası | -20 c / +80 c arası |
| Materyal | Düşük/Nötr pH Akrilik Yapıştırıcı-Tek Parça Halinde – Kağıt/Anten ve Tutkal | Yapıştırıcı-Tek Parça Halinde – Kağıt/Anten ve Tutkal |

(Kaynak: RFID Market, 2020)

UHF ve HF etiketler bellek durumları açısından bakıldığında etiketler arasında yapısal farklılıklar vardır. HF etiketlerin çipi hafızası 500-2500 bit aralığında, UHF etiketlerin çip hafızası 48-96 bit aralığında bir bellek alanına sahip olduğu görülmektedir. Geniş bellek alanı materyalin farklı özellikleriyle tanımlanmasına olanak sağlamaktadır (Aydın, 2011, s. 22).

**Şekil 3.9 :** UHF farklı açılı alan okuması




(Kaynak: Teknopalas, 2020)

Etiketlerin farklı açılı alanlarda okutulması işlem başarısını etkilemektedir. Örneğin Şekil 3.9'da UHF etiket test yöntemi tanımlanmıştır. Sistem testi yapılırken kitap üzerinde yapışmış olan etiketin geniş tarafı okuyucu antene gösterilmektedir. Okuyucu antene geniş tarafı gösterilen etiket daha başarılı sonuç vermektedir. Okuyucu antene şekildeki gibi etiket gösterildiğinde etiketin en geniş yüzeyi yani anten sarmalının en geniş yönü okuyucu anten merkezine 90 derece açı ile düşmektedir. Böylece etiket anteni çok daha fazla sinyal toplayabilmekte ve işlem başarısı buna göre şekillenmektedir.

Butters'a göre RFID etiketi dünya genelinde kütüphanelerde HF frekansı ile kullanılmaktadır. Uzun süredir kütüphanelerde tercih ediliyor olması alınan geri bildirimler ve yapılan iyileştirmelerin tecrübe olarak sistem başarısını belirli ölçüde etkilediği yönündedir. UHF RFID etiketler kütüphanelerle daha geç buluşmasına rağmen kısa sürede kütüphanelerde yaygınlaşmış ve sayısal olarak HF kadar olmasa da hatırı sayılır bir pazar payına sahip olmuştur (Butters, 2008, ss. 437-438).

### 3.4.1.2. RFID Okuyucular

Materyal yönetiminde etiket ile tanımlanmış objenin dolaşım organizasyonunu sağlayan temel tanımlayıcılar RFID okuyucular olarak görülebilir. RFID etiket ile etiketlenmiş materyale radyo sinyallerini yollayarak tekil kodlarını ve belleklerinde kayıtlı olan bilgileri temassız olarak okuma yetisine sahip cihazlara RFID okuyucu denilmektedir. Okuyucu cihazı içerisinde alıcı, verici, bellek, yonga mikroişlemci, ağ

ara yüzleri, denetleyiciler ve antenler mevcuttur. Sinyalleri algılamak için bir antene sahip olan ve geri aldığı bilgiyi anlamlandıran sistem bileşeni bir okuyucudur. Okuyucu etiketin içindeki veriyi okuyabilir ve etiket üzerine veri yazabilir (Engels, 2003, s. 24).

RFID okuyucuların mobil ve sabit şekillerde uygulamaları mevcuttur. Okuyucular, etiketlerin sahip olduğu standartlara sahip olduğu takdirde iletişim gerçekleşebilir. RFID okuyucunun kapsama başarısı çipin frekansına ve gücüne, RFID etiket türünün aktif veya pasif olmasına, antenin türüne, sıvı veya metallerin bulunduğu ortamda iletişimin etkilenmesi veya etkilenmemesi gibi birçok faktöre bağlıdır (Lewis, 2004, s. 18).

Farklı ihtiyaçlar ve ortamlar için farklı türde okuyucular geliştirilmiştir. Bir okuyucu kullanılacak fiziki alanın şartlarına uyum sağlayabilmelidir. Aksi takdirde başarılı okuma sağlayamaz. RFID etiketle bir kod olarak sayısallaştırılmış olan materyalin sanal yolculuğu okuyucular sayesinde gerçek zamanlı olarak somutlaştırılmaktadır. Bu somutlaştırma materyalin tasnifi, takibi ve güvenliğini sağlarken sağlıklı bir dolaşım imkânı sunmaktadır.

Kütüphaneler de RFID okuyucular diğer sektörlerde üstlendikleri kısmen aynı temel görevleri gerçekleştirmektedir. Kütüphanelerde sağlıklı bir dolaşım gerçekleştirmesi için materyaller tanımlanmalı, takip edilmeli ve kütüphane kullanıcısı ile etkileşime sokulabilmelidir. Kütüphaneler için kullanılan okuyucular RFID el terminali (mobil okuyucu), personel çalışma bankoları, self servis istasyonu, akıllı kitap rafları, akıllı iade tasnif sistemleri, tünel okuyucular şeklinde sıralanabilir. Şekil 3.10'da okuyuculardan personel çalışma bankosu, mobil okuyucu el terminali ve self servis cihazın bir örneği gösterilmiştir.

**Şekil 3.10** RFID okuyucular



(Kaynak: Gemini, 2020)

### 3.4.1.2.1. RFID El Terminalleri

El terminali RFID sisteminin önemli bileşenlerindendir. Okuyucu olarak da bilinen bu cihazın birçok çeşit ve modeli piyasada görünebilmektedir. RFID El Terminali bir okuyucu anten yardımıyla sinyal yollar ve alır. Topladığı anlamlı verileri kendi işletim sisteminde işleyerek gerekli işlemlerin yapılabilmesi için veri çıkış ve girişi gerçekleştirebilmektedir. Ortalama 500 gr olan okuyucu el terminalleri plastik gövdeli, geneli dokunmatik ekranlı, kendi yazılım ve işletim sistemine sahip cihazlardır (Gemini, 2020).

RFID el terminali etiketle sayısallaştırılmış materyalin gerçek zamanlı konumunu belirleyebilmektedir. Kurum içi materyal dolaşım ve organizasyonunda materyallerin hem mekân ve raf konumlarının hem de diğer materyallere göre konumlarının belirlenmesine ihtiyaç duyulabilmektedir. Yeri doğru belirlenebilen materyal için dolaşımda rol ataması kolaylıkla yapılabilmektedir. Materyallere amaca göre rol ataması için temel bazı komutlar kullanılmaktadır. Okuyucular materyal yönetimi için üç temel komut kullanmaktadır (Ching ve Tai, 2009, s,351). Bunlar;

- Seçme (Select): Bu komut sinyali hangi yapıdaki etiketlerin yanıt vereceği belirlenir.
- Stok (Inventory): Bu komuttaki sinyal ile tekil numara kodlarının tanınması amaçlanmaktadır.
- Giriş (Access): Bu komut sinyali belirli bir etiketle ilgili yanıt alınması sağlanır. Giriş komutunda etiket ile alakalı dört farklı işlem yapılabilir. Bunlar; Oku, Yaz, Öldür, Şifrele işlemleridir.

**Şekil 3.11** RFID el terminali



(Kaynak: Teknopalas, 2020)

Şekil 3.11'de RFID mobil el terminalinin bir örneği gösterilmiştir. Farklı özellik ve yeteneklere sahip bu terminallerinin genel özelliklerini şöyle sıralayabiliriz:

- Materyal Takibi: El terminali ile materyallerin takibi yapılabilir. RFID etiketi ile etiketlenmiş bir materyal frekans aralığının ve alıcı antenin kapsama alanı kadar takip yeteneğine sahiptir. Materyal takibi okuyucu tarafından etikete gönderilen tanımlama sinyaline etiketin cevap vermesi süreci ile mümkün olmaktadır. Sinyal sürekliliği ve alınan cevabın yönü ve hızlılığı mevcut konum takibi imkanını okuyucuya sunmaktadır (Engels, 2003, s. 44).
- Yer Tespiti: El terminali ile materyalin yer tespiti yapılabilir. RFID el terminali etiketli materyalin yerini bulabilmek için etiket ile eşleşmeye ihtiyaç duyar. El terminaline tanımlanmış olan tekil kodlu etiketi bulabilmek için radyo dalgaları ile alanı tarar. Yalnızca etiketin olduğu bölümden dalga geri yansıması olmaktadır. Radyo dalgasının geri yansımasını yakalayan el terminali kullanıcısını sesli uyarı sistemi ile yönlendirerek yakınlaştırır. El terminali kullanıcısını ikaz eder, etikete sürekli olarak sinyal gönderir ve etiketten gelen anlık cevapla kullanıcıyı yönlendirir (Engels, 2003, s. 45). Bu sayede depoda veya

rafta aranılan bir materyal el terminali sayesinde çok az bir hata payı ile bulunabilmektedir.

- Materyal Sayımı: El terminali, RFID etiketi ile etiketlenmiş materyalleri rafta veya kolide sayma özelliğine sahiptir. Bu sayım işleminin başarısı materyalin türü, etiketin türü, etiketin yerleştirilme şekli gibi faktörlere bağlıdır (Engels, 2003, s. 44). Etraftaki sinyal bozucu ve parazit yaratıcı durumlar da sayım işleminin başarısını etkilemektedir.
- Raf Kontrolü: El terminali aracılığıyla raf kontrolü bir diğer ifade ile hatalı yerleştirilen materyalin tespiti yapılabilir. Hata tespit özelliği sayesinde önceden konumlandırılmış materyalin doğru yerde olup olmadığını el terminali ile tespit edilebilmektedir. Bu konumlandırmayı öncesindeki ve sonrasındaki sıralı tekil kodları kaydedip karşılaştırarak gerçekleştirmektedir (Engels, 2003, s. 44 ).

Takip ve tespit sürecinde birçok sinyal bir etikete yönelebilmektedir. Sinyal sürüklenmesi sistem tarafından engellenmezse emir yığılması sistemi çökertebilir. Eylem çakışmama-tekilleştirme protokolü el terminali ve etiketin işlemcisi tarafından uygulanarak gerçekleştirilir. El terminali ve etiket arsındaki eşleşme etiketteki kodlar ile gerçekleşir (Engels, 2003, s. 39).

Kütüphanelerde kullanımı yaygın olan iki farklı frekans aralığındaki mobil el terminallerinin özellikleri tablo 3,3'de gösterildiği gibidir.

**Tablo 3.3:** Mobil okuyucu el terminali özellikleri

| Mobil Okuyucu El Terminali Özellikleri | UHF | HF |
|---|---|---|
| Arabirimi Protokolü | EPCglobal C1. G 2 (ISO-18000-6C | SIP2- ISO (15693/1999) |
| Çalışma Frekansı | 840-900 MHz | 13.56 MHz |
| Anten Türü | Dahili Anten 2 dual polarize mikro anten yapısı | Dahili Anten Sarmal (240 mm x 100 mm x 12.5 mm) |
| Bellek | 192 Bit kB | 256mb |
| İşletim sistemi | Windows, Android, iOS | Windows, Android, iOS |

| | | |
|---|---|---|
| Veri Aralığı | Bluetooth, USB | Bluetooth, USB |
| Güç kaynağı | 3000 mAh / 3.7 V | 5000 mAh/7.4 V |
| Okuma Mesafesi | 15 m'ye kadar | 0-1m'ye kadar |
| Boyutlar | 260mm x 110mm x 40 mm | 240mm x 180mm x 100mm |
| Ağırlık | 270 gr | 623 gr |
| Çalışma sıcaklığı | - 20° ila +50°C | - 25° ila +50°C |
| Diğer Özellikler | Titreşimli ve sesli uyarılar<br>- Ortalama 3 saat kesintisiz çalışma | Darbelere dayanıklı dış yapı<br>4 saat okuma ve 6 - 8 saat arası kullanım |
| Referans | (www.rfidmarket.com.tr internet sitesinden 23,09,2021 tarihinde erişilmiştir) | (kutuphane.geminibilgi.com.tr internet sitesinden 23,09,2021 tarihinde erişilmiştir) |

(Kaynak: Gemini Bilgi, 2021, RFID Market, 2021)

Kütüphanelerde materyallerin yerinin tespit edilmesine, materyal sayımı yapılmasına, raf kontrolünün yapılmasına ihtiyaç vardır. Kütüphanelerde genellikle açık raf sistemi kullanıldığından raflar sık sık karışmakta ve bunların düzenlenmesi personele aşırı iş yükü getirmektedir. RFID el terminali kütüphanede personelin işlerinin kolaylaşmasını sağlayan bir ekipman olarak bu işlemlerde başarılı bir şekilde ile kullanılabilmektedir.

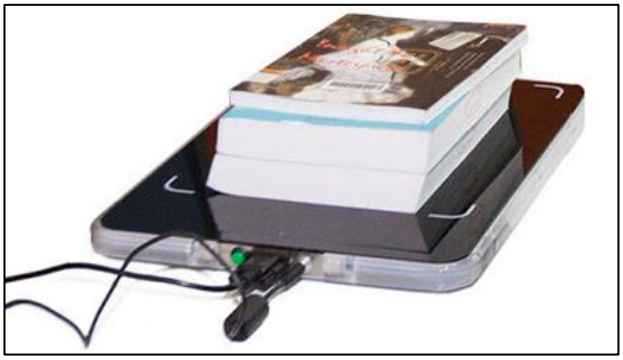
#### 3.4.1.2.2. RFID Ödünç-İade İstasyonu

Kütüphanelerde RFID ödünç-iade istasyonu olarak bilinen bu cihazlar bilgisayar desteğiyle çalışabilir. Bu aparatlar kütüphanecilerin en büyük destekçisi konumundadır. Kütüphaneci/kütüphane personeli kitap kayıt işlemlerini bu donanım sayesinde gerçekleştirir. Etiketler kütüphaneye bir kod ile gelir ancak bu kodun hangi materyali temsil edeceği bilgisi yer almaz (Finkenzeller, 2003, ss. 105-108). Kütüphane personeli ödünç-iade istasyonu aracılığıyla materyal ve etiketi eşleştirerek güvenlik alarmını etkinleştirir. Bu işlem yazma işlemi olarak da adlandırılmaktadır.

Ödünç-iade istasyonu etiketi etkinleştirir ve kütüphane yönetim sistemine materyali tanımlar. Bu cihazlar hem sinyal yollayabilecek hem de sinyal alabilecek bir anten ve işlemciye sahiptir (Finkenzeller, 2003, ss. 105). Ara yüz yazılımlar sayesinde

kütüphane yönetim sistemi ile etkileşime geçerek işlevini sürdürebilecek donanımdadır.

**Şekil 3.12** RFID ödünç iade istasyonu



(Kaynak: Akıllı Kütüphane Sistemi, 2020)

Şekil 3.12'de ödünç-iade istasyonun bir görseli verilmiştir. Şekilde de görülebileceği gibi ödünç-iade istasyonu birkaç kitabı üzerine sığdırabilecek kadar frekans alanına sahiptir. Bu alanın genişliği ve yüksekliği kullanılan frekans türü ile doğrudan ilintilidir. Bu okuyucular masa altına veya masa üstüne yerleştirilebilmektedir. Okuyucunun yeri personel tarafından personel ve kullanıcı refahına göre ayarlanmaktadır. Ayrıca bu okuyucular cihaz ile güvenlik alarm sinyalini açık veya kapalı konuma getirilebilir. Personel bu sayede bankodan kitap ödünç veya kitap iade işlemini kolaylıkla gerçekleştirebilir.

**Tablo 3.4:** Masa üstü okuyucu özellikleri

| Masa Üstü Okuyucu Özellikleri | UHF | HF |
|---|---|---|
| Ölçüler | 260mm X 250mm X 35mm | 352mm x 281mm x12mm |
| Protokol | ISO 11784/785 ( FDX-B )<br>ISO 11784/785 ( HDX ) | ISO 18092<br>ISO / IEC 18046-4: 2015 |
| Frekans | 840-900 MHz | 13.56 MHz |
| İletişim ara yüzü | RS232, RS485 | staffconnect |
| Tanıma mesafesi | 50cm | 15cm |
| Ağırlık | 1.4kg | 0,5kg |

(Kaynak: RFID Market,2021; Gemini Bilgi, 2021)

Kütüphanelerde kullanımı olan UHF ve HF frekans aralığını desteklenen masa üstü okuyucuların özellikleri Tablo 3.4'te gösterildiği gibidir.

### 3.4.1.3. RFID Self Servis (Personelsiz) Sistemler

Personelsiz çalışma istasyonları tekrarlayan hareketlerin önüne geçmek, iş gücü kaybını engellemek, işlemleri hızlı gerçekleştirmek ve materyal güvenliğini

sağlamayı amaçlamaktadır. Self servis olarak da bilinen bu sistem kullanıcıyı tanımlayan bir akıllı kart kodu ile RFID teknolojili cihazla temaslı veya temassız olarak işlemleri gerçekleştirebilmektedir (Butters, 2007, s. 433). Self servis sistemlerin değişik sektörlerde de kullanılan birçok özelliği mevcuttur. Otomatik geçiş sistemleri, otomatik ödeme sistemleri, otomatik takip sistemleri bunlardan yalnız birkaçıdır.

Kütüphanelerde selfservis sistemleri personelsiz ödünç iade bankoları, akıllı kitap rafları ve akıllı iade ve tasnif sistemleri şeklinde kullanımı yaygındır. Self servis istasyonu kullanıcısı akıllı kimlikle tanımlanır, materyal ise kodlanmış RFID etiket ile tanımlı olduğunda ödünç-iade işlemi self servis sistemi aracılığıyla gerçekleşmektedir (Dwivedi vd., 2013, s. 369).

**Şekil 3.13** RFID self servis istasyonu



(Kaynak: Akıllı Kütüphane Sistemi, 2020)

Şekil 3.13'de self servis istasyonunun bir görseli verilmiştir. Bu cihazda kütüphane kullanıcısı akıllı kart marifetiyle veya manüel giriş yaparak self servis istasyonuna kendisini tanıtır. Self servis istasyonu tarafından kütüphane yönetim sisteminden ilgili kullanıcı kodu doğrulanır. Kullanıcı ödünç almak istediği materyalleri RFID okuyucu bölgenin üzerine bırakır. Bu sayede cihaz otomatik olarak materyalleri işleme alır. Self servis istasyonu kütüphane yönetim sistemi ile etkileşime geçerek kitapların koduyla kullanıcı kodunu ilişkilendirir. Bu şekilde ödünç verme işlemi

gerçekleşir. İade işleminde ise kullanıcı kimlik kartını sisteme tanımlamaya gerek kalmadan ilgili materyalin bankonun üzerine bırakması yeterli olmaktadır.

Tablo 3.5'da iki farklı firmaya ait UHF ve HF frekans aralıklarındaki RFID ödünç iade bankosunun özelikleri sunulmuştur.

**Tablo 3.5:** Ödünç iade bankosu özellikleri

| Ödünç iade bankosu özellikleri | UHF | HF |
|---|---|---|
| Ölçüler | 735mm/758mm/1380mm | 747.5mm / 635mm/1,476mm |
| Ağırlık | 183kg | 165.5 kg \| |
| Güç | 220 watt 100HZ | 130 watt, 50Hz |
| Data | Eternet/usb/blotoot | ethernet |
| Dokunmatik Ekran | 20" kare dokunmatik ekran HD 1080 ekran çözünürlüğü | 22" Dik konumlandırılmış dokunmatik ekran HD ekran çözünürlüğü: 1920 x 1080 |
| PC | Windows, Android, iOS | Windows 7 Embedded \| 4GB RAM \| 128GB SSD |
| Çevre Uyumu | -25° C /70° C | -20° C /60° C |
| RFID Özellikleri | 840-900 MHz<br>Parça kapasitesi 30cm-50cm aralığına sığan materyal kadar | Frekans: 13,56MHz, RFID<br>RFID parça kapasitesi: Tek seferde yaklaşık 5 parça |
| En fazla parça boyutu | 500mm | 275mm |
| Giriş Seçenekleri | Barkod, akıllıkart ve manuel ekran girişi | Barkod, akıllıkart ve manuel ekran girişi |
| Uyumluluk | EPCglobal C1. G 2 | DDA, ADA, CE, FCC, IC, ANATAL, MET*, RCM SIP2 veya NCIP |
| Standart | EPCglobal C1. G 2 (ISO-18000-6C | ISO 15693, ISO 18000-3-A (NXP SLI, SLIx, SLIx2) |
| Yazılım | RS485 | quickConnect™ |
| Referans | https://www.rfidmarket.com.tr/ | kutuphane.geminibilgi.com.tr |

(Kaynak: RFID Market,2021; Gemini Bilgi, 2021)

Self servis istasyonu ödünç-iade işlemi sırasında kütüphane yönetim programına kullanıcının materyal geciktirme veya para borcu olup olmadığını da teyit eder. Eğer kullanıcının borcu varsa seçime göre ödünç işlemini gerçekleştirmeme seçeneği kullanılabilir. Self servis istasyonu kullanıcının bankoya bıraktığı kitapların güvenlik alarmlarını işlem tipine göre açar veya kapatır (Kern, 2004, s. 319).

Kütüphanelerde kullanılan farklı tipte self servis istasyonları vardır. Bazı istasyonlar kütüphane dışında uzak denebilecek bir bölgede hizmet vermek amacıyla tasarlanmıştır ve küçük şube gibi hizmet vermektedir. Şube kütüphane olarak kullanımı olan bu istasyonlar hastane, okul, durak gibi farklı yerlere yerleştirilerek kütüphanenin hizmet alanını genişletmektedir. Birkaç kitaplık büyüklüğünde tasarlanan bu yapının çalışma şekli kolaydır. Üyelik kartı cihaza gösterildiğinde

kapının kilidi otomatik olarak açılır, istenilen kitaplar seçilir ve ardından cihaz kullanıcıya bir makbuz çıkarır ve hangi kitapların ödünç alındığını bildirir. İnternet aracılığıyla kütüphane yönetim sistemine bağlı olan bu küçük şube istasyonunun bir örneği Şekil 14'de gösterilmiştir.

**Şekil 3.14** RFID küçük şube



(Kaynak: Nedap Library, 2020)

### 3.4.1.4. RFID Akıllı Kitap Rafları

RFID akıllı kitap rafları self servis sistemin önemli bir birleşenidir. Özellikle yoğun kullanılan kütüphanelerde hem personelin iş yükünü azaltmakta hem de kullanıcıya zaman yönetimi açısından eşsiz bir konfor sağlamaktadır. Akıllı rafların kullanımı oldukça pratiktir, yalnızca kitabın rafa bırakılması yeterlidir. İade sürecinde akıllı rafların kullanıcıyı tanımasına gerek yoktur, RFID etiketi sayesinde bilgi kütüphane yönetim programına aktarılır ve iade işlemi tamamlanır (Nedap Library, 2020). İade işleminin tamamlanmasını takiben akıllı raf etiketin alarmını tekrar aktif hale getirir. Bu sistemde akıllı raflar kütüphane güvenlik kapılarının gerisindedir ve alarmın aktive olması ile birlikte kitap geri kütüphane dışına çıkarılamaz hale gelmektedir. Şekil 15'de akıllı raf sistemi uygulanmış bir kütüphaneden kesit gösterilmektedir.

**Şekil 3.15** RFID akıllı raf



(Kaynak: Nedap Library, 2020)

Akıllı kitap rafları sistemi ISO 15693 / ISO 18000-3 standardını ve SIP 2 protokolü ile kütüphane yönetim sistemi ile uyumlu şekilde çalışmaktadır. Her bir rafta bir RFID okuyucu ve iletişim için anten mevcuttur (Kern, 2004, s. 320). Akıllı raflarda yanlış yerleştirme uyarı sistemi de mevcuttur. Eğer kullanıcı aldığı kitabı yanlış bir rafa koyarsa cihaz sesli uyarı ile kullanıcıyı uyarmaktadır.

#### 3.4.1.5. RFID Akıllı İade ve Tasnif Sistemleri

Kütüphanelerin ihtiyaçları kullanıcı yoğunluğu ve materyal yükü ile orantılı şekilde çeşitlenmiştir. Kütüphane yöneticileri, saha mühendisleri artan iş yükünü ve kullanıcı taleplerini sağlıklı bir şekilde karşılayabilmek için ileri teknoloji sistemlerini kütüphaneler için kullanılabilir hale getirmişlerdir. Bu sayede RFID akıllı iade ve tasnif sistemi yoğun iş yükünün üstesinden gelebilme ve kullanıcı taleplerini az sayıda personelle karşılayabilme olanağını kütüphanelere sunmuştur.

RFID akıllı iade ve tasnif sistemi kütüphanenin iş yükünü azaltırken kullanıcılaralar için de konfor sunmaktadır (Lyons, 2010, s. 29). Maliyetli bir sistem olması sebebiyle koleksiyonu ve kullanıcısı yoğun olan yerlerde kullanıldığı gözlemlenmektedir. Ranawella (2006, s. 32)'a göre self servis sistemler pahalı gibi gözükse de personel giderleri ve kayıp zaman göz önüne alındığında kendi maliyetinin de ötesine geçerek kütüphane giderlerini düşürmektedir.

**Şekil 3.16** Akıllı iade ve tasnif sistemi



(Kaynak: Nedap Library, 2020)

Şekil 16'de akıllı iade ve tasnif sisteminden bir örnek görüntü görülmektedir. RFID akıllı iade ve tasnif sisteminin çalışma prensibi kapaklı bir iade bölmesinin kütüphanenin dışına yerleştirilmesi ve diğer kısımlarının da içeride kalması esasına dayanır. Kullanıcı daha önce ödünç aldığı kitabı iade kapağından içeri bırakır. RFID sistemi kitabı tanır ve kütüphane yönetim sistemi ile etkileşime geçerek kullanıcının borcu yoksa otomatik olarak kullanıcının üzerinden düşümünü yapar. RFID sistemi kitabın sınıflama numarasına da erişerek kitabı birkaç farklı yürüyen bant yardımıyla uygun sepetlere yerleştirerek sınıflamasına göre guruplar. Ayrıca iade edilen materyalin kapalı konumda olan güvenlik alarmını da açık duruma otomatik olarak getirmektedir. Bu işlem kütüphanecilerin iş yükünü azaltmakta ve kullanıcıya zaman tasarrufunu sağlamaktadır (Nedap Library, 2020). Personel sadece sistem tarafından tasnif edilmiş olan kitapları kontrol edip rafa yerleştirir. Bu sistem sayesinde kütüphanenin kapalı ya da açık olmasına bakılmaksızın 24 saat iade işlemi yapılabilmektedir.

### 3.4.1.6. RFID Antenler

RFID teknolojisinin bir diğer bileşeni olan anten, sistem bileşenlerinin tamamında mevcuttur. Radyo dalgalarının iletilmesi bu antenler aracılığıyla gerçekleşir. Anten çeşitli sistem elemanlarında farklı şekilde ve farklı yerlerde bulunabilir. Antenler sinyal yollamak veya yollanan sinyalleri toplamak amacıyla kullanılmaktadır.

Genellikle RFID uygulamalarında, dairesel polarizasyona sahip anten elemanlar kullanılır. Bu tercihin asıl sebebi, herhangi bir yönde konumlandırılmış etiket ile

okuyucu arasındaki iletişimin güvenirliliğini sağlamaktır (Maraşlı ve Çıbuk, 2015 s. 276)

Antenler mekâna, materyale ve donanım tipine göre çeşitli biçim ve türde tasarlanabilmektedir. Anten tasarımı, RFID etiket sinyallerini yakalama ve okuma başarısını etkilemektedir. Alwadi ve arkadaşlarının (2017, s. 433) araştırması göstermiştir ki antenlerin konumlandırılması ile sinyal yakalama başarıları arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. Her ihtiyaç tipine, frekans aralığına, etiket türüne ve kapsama mesafesine göre yüzlerce tip anten tasarımı mevcuttur (Aydın, 2011, s. 52). Yaygın kullanılan ve anteni olan RFID sistem elemanlarını aşağıda maddeler halinde sıralamak mümkündür.

**Tablo 3.6:** Sıklıkla kullanılan anten türleri

| RFID Özellik/ Frekans Türü | Materyal Özelliği |
|---|---|
| HF/UHF | RFID etiketlerde çip çevresinde sarmal şekilde bulunmaktadır (bkz: Şekil 7). |
| HF/UHF | RFID güvenlik kapıları üzerindeki antenler plastik kanalların içerisinde ve geniş kapsama alanına sahip olacak şekilde konumlandırılmıştır (bkz: Şekil 5). |
| HF/UHF | RFID el terminalinin tarayıcı ön bölümündeki anten işaretinin olduğu bölümde sarmal şeklinde bulunmaktadır (bkz: Şekil 10). |
| HF/UHF | RFID çalışma tablası üzerinde yanal kanallara yayılacak şekilde tüm pad yüzeyini kapsayan anten mevcuttur (bkz: Şekil 12). |
| HF/UHF | RFID tünel okuyucu etrafında tam tur sarılı şekilde anten bulunmaktadır. Bu tip okuyucular koli ile okuma veya çoklu okumalar için kullanılmaktadır (bkz: Şekil 17). |

**Şekil 3.17** Tünel Okuyucu



(Kaynak: Dijitalid, 2020)

RFID ile kütüphanelerde güvenliğin sağlanması noktasında özellikle güvenlik antenleri olmazsa olmazdır. Kütüphanede oluşabilecek hatalı ödünç iade işlemlerini

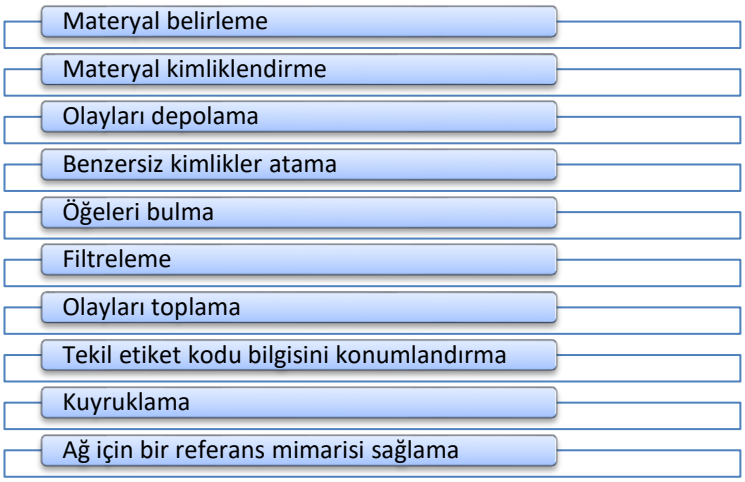
ve materyal kayıp kaçaklarını engellemenin bir diğer yolu güvenlik antenleridir. Giriş ve çıkış kapısına konumlandırılan güvenlik antenleri kütüphanenin materyallerinin yetkisiz çıkarımı durumunda alarm çalmakta ve ışık ile uyarmaktadır. Tasarımcı ve donanım sağlayıcı firma yetkililerinin gözlemlerine göre çoğu zaman güvenlik anteninin boş kutusu bile kötü niyetli kişiler açısından caydırıcı bir şey olarak değerlendirilebilmektedir (Akıllı Kütüphane, 2020).

#### 3.4.1.7. RFID Yazılımlar

RFID yazılımlar bir dizi denetleyici, sistem ağı servisleri, keşif hizmetleri, ara katman yazılımları gibi kısımlardan oluşur ve iletişim bu unsurların beraber çalışma prensibine dayanır (Yüksel ve Zaim, 2008, s.11). Kullanıcı, sistem ara yüzünde işlem yaparken arkada çalışan ara katman yazılımları ve veri tabanı ilişkilerini göremez, gördüğü yalnızca ekrandaki sınırlandırılmış ve yalınlaştırılmış işlem yansımalarıdır. Kitap ödünç-iade işleminde, kullanıcı ekranında yalnızca kitap künyesi ve ödünç verildi-iade alındı bilgisidir. Oysa arkada bu işlemi gerçekleştirebilmek için donanımla materyal, donanımla ara katman yazılımı, ara katman yazılımla veri tabanı, veri tabanı ile ara katman yazılımı gibi birçok iletişim işlemi gerçekleşir. Bu iletişim farklı protokoller ve denetleyiciler tarafından denetlenmektedir.

Ara katman yazılımı, gerekli işlemlerin yapılabilmesi için gerekli emirlerin iletilmesi sürecini yönetir. Verimli bir RFID sisteminde yazılımlar benzersiz kimlikler atama, öğeleri bulma, belirleme, şifreleme ve kimliklendirme, olayları toplama ve filtreleme, olayları depolama ve kuyruklama, tekil etiket kodu bilgisini konumlandırma, ağ için bir referans mimarisi sağlama işlemlerinin tamamını gerçekleştirebilmelidir (Yüksel ve Zaim, 2008, s. 13). Tüm bu işlemleri (Tablo 3.7) gerçekleştiren RFID yazılım unsurları üç alt başlıkta ele alınabilir.

**Tablo 3.7** RFID sistemde yazılım görevleri




(Kaynak: Yüksel ve Zaim, 2008).

#### 3.4.1.7.1. Denetleyiciler

RFID sisteminde kütüphane yönetim sistemi, sunucu ya da bu tür cihazların bağlı olduğu temel ağ sistemin denetleyicisidir. Denetleyiciler, sistem içindeki bileşenler tarafından toplanan verileri kullanarak RFID ara katman yazılımını dengeleme, çoklu sorgulayıcıları ağ içerisinde birbirine bağlama, merkezi yönetimle bilgileri işleme, materyallerin hareketlerini izleme, mümkün olduğunda bunları sistemli olarak tekrar yönlendirme işlemlerini gerçekleştirir (Thornton vd., 2006, s. 76). Ayrıca materyalin ve okuyucunun kimliklerini denetleme, doğrulama, bunları yetkilendirme, yeni hesap açma, materyal ürün stokunu tutma vb. görevleri de vardır (Yüksel ve Zaim, 2008: Roberts, 2006, ss. 18-26).

#### 3.4.1.7.2. RFID Sistem Ağı Servisleri

RFID sistem ağının çeşitli servisleri vardır. Bunlar keşif ve güvenlik çekirdeği servisleridir. Güvenlik servisi elektronik ürün kodu bilgisini depolar, veri iletimi için kimlik denetimini sağlar, şifreleme yapar ve yetkilendirme işlemlerini şekillendirir (Yüksel ve Zaim, 2008, s. 15).

Sistem ağı servisi olan keşif sistemleri RFID sistem elemanlarının ihtiyaç duyduğu elektronik ürün kodu verilerini bulmalarını sağlayan ve bu verilere erişim için gerekli olan izinleri veren sistemdir. Bu sistemin içerisinde materyal adlandırma servis arabirimi de keşif hizmetlerini destekler. Keşif hizmetleri RFID sistemdeki yazılım ve donanım bileşenlerine erişimin sağlanması için denetleyicilerin, sunucuların,

servis ve hizmet elemanlarının varlığını keşfetmeye yarar. Ayrıca donanımlar arasında tür ve ihtiyaçlarına göre adresleme için yöntemler sunar (Thornton vd., 2006, s. 78).

#### 3.4.1.7.3. Ara katman Yazılımı

Ara katman yazılımı RFID sistem bileşenlerinin ve RFID bilgi sistemleri arasındaki iletişimin organize edilmesini sağlayan bir yazılım teknolojisidir. Ara katman yazılımı gerçekleştirdiği organizasyonla ihtiyaç duyulan verinin hacmini küçültür, etkili ve işlevsel veriyi tekilleştirerek iletir (Pine, 2005, s. 12).

Ara katman yazılımı RFID sistemin otomatik olarak algıladığı sinyaller ile gelen anlamlı verileri işlem ile ilişkili veri tabanına iletir, veri tabanından aldığı geri bildirimle gerekli işlemin gerçekleşebilmesi için sistem donanımlarına emirleri iletir ve her bir sistem donanımı aldığı emirdeki ilgili etiket/etiketler için gerekli işlemi gerçekleştirir (Xiao, 2007, s. 461).

Herhangi bir materyal kütüphanede dolaşımı sırasında yerleşik veya mobil okuyucular tarafından birçok kez okunabilir. RFID okuyucular her bir etiket okumasında aynı ya da farklı okuma için ayrı bir veri oluşturur. Bu veriler RFID sistem ağında oldukça büyük bir yük oluşturur. Bu büyük veri topluluğunun bir kısmı sıkıştırılmış veya blokajlamış olabilir. Bunlar tekrarlayan okumalar ya da önemsiz ve işlem dışı okumalar olabilir. Eğer bu veriler sıkıştırılmasa veya seçilmese RFID sistem ağı bu yük altında çökebilir. Bu verilerden anlamlı sonuçlar çıkartabilmek için ilkin veriler sıralanması, ardından filtrelenmesi ve sonuç olarak işlenmesi gerekir ki gerçek zamanlı işlemler gerçekleşebilsin. İşte tüm buradaki operasyonu yönetmek ara katman yazılımının görevidir (Thornton ve diğerleri., 2006, s. 18).

### 3.4.1.8. Standartlar

Başarılı her sistem belirli standartlara sahip olmak zorundadır. RFID için ülkeler, şehirler, hatta kurumlar bile farklı standartlar kullanmaktadır. RFID sisteminde standartlar ürün ve teknolojik alt yapı olarak özelleşirken genel kapsayıcılık açısından genişlemekte olduğu gözlemlenmektedir (Yüksel ve Zaim, 2008, s. 19). Standartların genel geçer hale gelmesi RFID sisteminin uygulama ve etki alanlarını genişletmiştir. Daha RFID alanında uluslararası hiçbir standart tam anlamıyla kullanımda değilken kütüphaneler kendi öznel ihtiyaçları için gerekli olan

standartları belirlemeye başlamıştır. Bu standartlar firma yetkilileri, akademisyenler ve kütüphanecilerin olduğu çalışma grupları tarafından yapılmıştır.

RFID standartları gelişip yaygınlaşırken elbette kurumsal ve bölgesel ihtiyaçlar ve konsorsiyumlar ön açıcı olmuştur. Bu bağlamda gelişim parça parça gerçekleşmiştir. Örneğin RFID çiplerde çeşitli bilgiler yer almaktadır ve bu bilgilerin bazıları veri depolanması ile ilgilidir, özellikle çiplerin veri depolaması ile ilgili standartlara olan ihtiyaç bu alanda standartlaşmayı hızlandırmıştır. Avustralya "içerik parametresi" ve "dinamik kodlama" üzerine 2003 ve 2007 yılları arsında bir dizi çalışma gerçekleştirmiştir. Ardından RFID standartlarıyla ilgili olarak Fince, Hollandaca, Almanca, İngilizce ve Fransızca dillerinde kendi kütüphanelerinde kullanılmak üzere RFID sistem uygulama standardı yayınlamıştır (Yüksel ve Zaim, 2008, s. 21).

HF sistemi nispeten daha erken gelişme fırsatı bulmuştur. İlk olarak 1999 yılında tanımlanan ISO 15693 ile RFID etiketin fiziksel yapısı, etiket ara yüz özellikleri ve çarpışma önleyici/tekilleştiriciler tanımlanmıştır (Butters, 2008, s. 434).

Tablo 3.8'da bazı özellik standartları ve karşılayan frekans aralığını belirten bilgilerin yer aldığı tablo görülmektedir.

**Tablo 3.8:** Frekansa göre standartlar

| | HF | UHF |
|---|---|---|
| Yakın Alan İletişimi (NFC) | ISO 18092 | |
| Elektronik Ürün Kodu | EPC HF 1 | EPC UHF 1/EPC UHF 0 |
| Temassız Çipli Kart -Kütüphane kartları ve HF etiketler- | ISO 15693/2000<br>ISO 14443 | |
| Materyal yönetimi için radyo frekansı tanımlama - | ISO 18000-3/<br>ISO 15511<br>ISO / IEC 18046-4: 2015 | ISO 18000-6<br>ISO 28560:2011/<br>ISO 28560-1: 2014/<br>ISO 28560-3: 2014/<br>ISO 28560-2: 2018<br>EPCglobal Gen 2 |
| Bellek yapısına sahip kuralları tanımlar | ISO 15693/1999 | ISO /<br>TS 28560-4: 2014<br>EPCglobal Gen 2 |
| Arabirimi Protokolü | SIP2 | UHF Sınıf 1 Gen 2 |

(Kaynak: Yüksel ve Zaim, 2008)

HF ve UHF frekans standardı ile çalışan RFID sistemlerinin performansı, etiket ile okuyucu arasındaki iletişimi, çevresel ortamla ilgilidir. *RFID "sistemin iletişiminde metal veya suyun etkileri, ve elektromanyetik paraziti kapsayan temel fizik dikkate*

*alındığında, HF teknolojisinin yakın alan endüktif kuplajı, gerçek bir güç yaymadığından potansiyel kablosuz parazit sorunlarını azalttığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle, HF teknolojisi çevresel gürültü ve elektromanyetik parazitlere (EMI) karşı mükemmel bir bağışıklığa sahiptir"* (Packagingdigest, 2020). Bu bağlamda temassız çipli kart ve etiketler için HF-15963 standardında bu yapı tanımlanmaktadır. EPCglobal Gen 2 standardıyla tanımlanan UHF'nin uzak alanlar için geliştirilmiş teknolojisi ise onu uzak alanların kontrol ve takibinde daha başarılı kılmaktadır. (Yüksel ve Zaim, 2008, s. 25).

RFID standartları çeşitlilik açısından oldukça geniştir. Kapsamının bu denli geniş olması donanım ve yazılımların çeşitliliğinin yanı sıra üreticilerin ve kullanıcıların sistem standartlarını piyasa koşulları, kullanıcı memnuniyeti ve kullanılan sistem ihtiyaçları dâhilinde çeşitlendirdiğinin göstergesidir. Örneğin bir firmanın RFID sistem bileşenlerinden yalnızca veri modeli için aşağıdaki standartları desteklemektedir:

- VOB veya DUTCH veri modeli 4.10
- Danish Veri modeli veya ISO 28560-3
- ISO 28560-2
- ISO 28560
- French FRO1 veri modeli
- Çoklu özel veri modeli

(Kaynak: Akillikutuphaneler, 2020)

Standartlarının konu kapsamının geniş olması nedeniyle burada başlıcaları ele alınmıştır. Bu kapsamda EPCglobal ve ISO bilinen en temel standartlardır.

#### 3.4.1.8.1. EPC Global Standartları

Elektronik ürün kodu (EPC) Massachusetts Institute of Technology'de (M.I.T.) yapılan bir akademik çalışma sonucunda ortaya çıkmıştır. M.I.T. üniversitesinin ardından altı üniversitede daha RFID araştırmaları yapılmıştır. Bu araştırmaları yapan üniversitelerin tamamı Otomatik Tanımlama (Auto-ID) Merkezleri diye adlandırılmaktadır. Bu merkezler 2003 yılında birleşerek EPCglobal şirketini kurmuştur. Kuruluşundan sonra, EPCglobal ağının hayata geçirilmesi amacıyla birçok standart çalışması yapılmıştır (TOBB, 2010). EPCglobal Ağı (EPC), Elektronik Ürün Kodu, İnternet, Nesne Adlandırma Hizmeti ve RFID etiketleriyle,

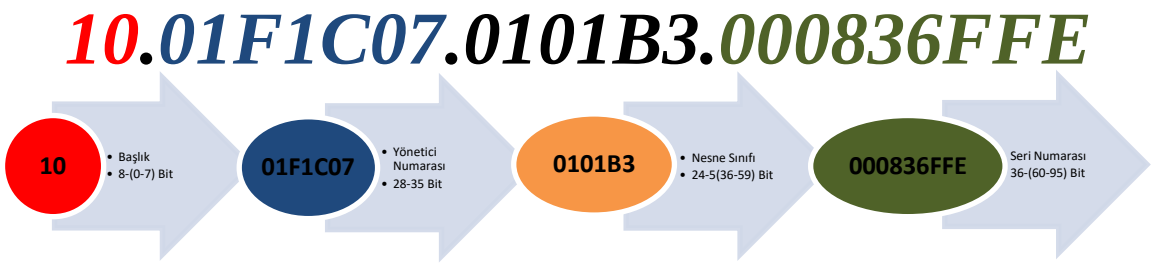
tedarik zincirinin her aşamasında ürünleri tanımlamaya ve takip etmeye imkân tanıyan küresel bir ağdır (Wikipedia, 2020).

EPCglobal, RFID teknolojisinin küresel anlamda kullanılabilmesi amacıyla UHF Class 1 Gen 2 (Sınıf 1 Nesil 2) standartlarını oluşturmuştur. EPCglobal'ın Türkiye'de temsili TOBB-GS1 adı altında örgütlenmiştir. TOBB-GS1 Türkiye yerelinde yaptığı çalışmalarla sistem ağının geliştirilmesini ve yaygınlaştırılmasını sağlamayı amaçlamaktadır (TOBB, 2010).

Etiket okuma standardı olarak EPCglobal'in geliştirdiği Gen1 ve Gen2'nin arasındaki en dikkat çekici fark Gen2'nin küresel bir standart olmasıdır. Bu standartta belirlenen veri okuma kapasitesi 256bit/sn için ideal durumda 1700 etiketin başarılı şekilde okunmasıdır. Gen2 standardına uyan RFID sistemlerinde başarılı etiket okuma kapasitesi yüksektir, etiketleri hatalı okuma yüzdesi ise düşük olduğu iddia edilmektedir (Guo, 2014, s. 729**)**. Şu anda Türkiye'de kullanılan UHF-RFID etiketlerinde EPCglobal Gen 2 (v 1.2.0) standartları kullanılmaktadır.

EPC'nin bellek biçim ve durum kapasitesi, sayısal nesne üreticileri, sayısal nesne kategorisi ve sayısal nesneye ait bilgileri kapsayacak şekilde dört kısıma ayrılmıştır (Maraşlı ve Çıbuk; Castelluccia vd, 2005). Şekil 18'de EPC kod içerikleri ve kod açılımları görülmektedir.

**Şekil 3.18** EPC kod içeriği




**(Kaynak: Guo ve diğerleri., 2014)**

Etiketlerin bellek alanı yapısıysa dört ana bölümden oluşur. Bunlar; EPC bellek, etiket anlama/tanıma belleği, rezerv durum bellek ve kullanıcı belleğidir (Üstündağ ve Tanyaş., 2008, s. 39). EPC, belirli standartlar çerçevesinde nesneleri birim düzeyinde sayısal olarak tanımlar. EPC tanımlama süreci üç aşamadan oluşmaktadır. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz: RFID etiket bilgisi, etiket belleğine yönlendirilir,

etiket belleği RFID okuyucu belleğiyle iletişime geçer ve etiket bilgisini iletir ve bilgi tanımlama süreci gerçekleşir. Bu bağlamda tanımlama süreci Şekil 19'da EPC tanımlama süreci olarak görülebilir.

**Şekil 3.19** EPC **tanımlama süreci**




(Kynak: Maraşlı ve Çıbuk; Castelluccia vd, 2005)

EPC kodu ile kodlanmış RFID etiketler çok farklı ihtiyaçlara cevap verebilecek genişlikte bir hizmet kodu alanı sunmaktadır. Bu kodlar ile kodlanmış etiketler bir kütüphanede ödünç işlemi yapılmayan materyalin dışarı çıkması durumunda, kütüphane personeline haber vermede kullanılabileceği gibi bir rafta hangi tür materyaller olduğunu öğrenmede de kolaylıkla değerlendirilebilir (Maraşlı ve Çıbuk; Castelluccia vd, 2005).

#### 3.4.1.8.2. ISO Standartları

Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO), 145 ülkenin ortaklaşa kurduğu ve bugün 162 ülkenin dâhil olduğu ulus ötesi bir standartlar birliği organizasyonudur. Organizasyon birçok standardın yanı sıra RFID teknolojisinin küreselleşmesi amacıyla da çalışmalarda bulunmaktadır. ISO, RFID teknolojisinin kapsamına giren pek çok konuda standart geliştirme çalışması yapmıştır. Frekans aralıkları referans alınarak kullanım alanları oluşturulmuş ve ardından her bir frekans kullanım alanı için farklı standartlar oluşturulmuştur.

RFID sistemi için onaylanan ISO 28560 standardı çoğu ülke ve kurum tarafından referans alınmaktadır. Bu alanda resmi olarak yayınlanmış üç standart belgede (ISO 28560-1, ISO 28560-2, ISO 28560-3) esasen HF-RFID teknolojisinden izler taşımaktadır. Bu standartlar çoğunlukla ISO 28560 standardına göre formüle edildiği için UHF-RFID'nin standart ihtiyaçlarına tam cevap verememektedir (Guo, 2014, ss. 735-740**)**.

ISO 28560-2 standardı, ISO 28560-1 standardının yeni sürümü olarak geliştirilmiştir. ISO 28560-2 standardı için formüle edilen "dinamik kodlama" şemaları ve "sabit uzunluklu kodlama" şemaları geliştirilerek 28560-3 ile aynı zamanda yayımlanmıştır. Bu standartlar sayesinde farklı kütüphaneler ihtiyaç duydukları standartlar doğrultusunda donanımlar seçerek kendi ihtiyaçlarına uygun RFID sistem kullanabilir duruma gelmişlerdir (Guo ve diğerleri., 2014**;** Chen *vd.*, 2005). ISO standartları teknolojik gereksinimlere göre sürekli güncellenmektedir. Kütüphaneler için kullanılan bazı ISO standartları tablo 3.9'da listelenmiştir.

**Tablo 3.9:** RFID için ıso standartları

| | | |
|---|---|---|
| ISO 18092 | HF | Yakın Alan İletişimi (NFC) |
| EPC HF 1 | HF | Elektronik Ürün Kodu |
| ISO 15693 | HF | Temassız Çipli Kart -Kütüphane kartları ve HF etiketler- |
| ISO 14443 | HF | Temassız Çipli Kart-Kütüphane kartları ve HF etiketler- |
| ISO 18000-3 | HF | Adet Yönetimi Bilgi teknolojisi – Materyal yönetimi için radyo frekansı tanımlama - |
| ISO 15511 | HF | Adet Yönetimi Bilgi teknolojisi - Materyal yönetimi için radyo frekansı tanımlama - |
| ISO / IEC 18046-4: 2015 | HF | Materyal yönetimi için kütüphanelerde HF RFID kapılarının performans özellikleri için test yöntemlerini tanımlar |
| EPC UHF 1 | UHF | Elektronik Ürün Kodu |
| EPC UHF 0 | UHF | Elektronik Ürün Kodu |
| ISO 18000-6 | UHF | Adet Yönetimi Bilgi teknolojisi – Materyal yönetimi için radyo frekansı tanımlama |
| ISO 28560:2011 | UHF | Kitaplık türlerinin ihtiyaçlarına uygun öğeler için radyo frekansı tanımlama ( RFID ) etiketlerinin kullanımına yönelik bir veri modeli |
| ISO 28560-1: 2014 | UHF | Kitaplık türlerinin ihtiyaçlarına uygun öğeler için radyo frekansı tanımlama ( RFID ) etiketlerinin kullanımına yönelik bir veri modeli |
| ISO 28560-3: 2014 | UHF | ( RFID ) etiketlerinin kullanımı için bir veri modeli ve kodlama kuralları sağlar |
| ISO / TS 28560-4: 2014 | UHF | ( RFID ) etiketlerinde kodlanacak ISO 28560-1 veri öğelerinin dört bellek kümesine bölünmüş bir bellek yapısına sahip kuralları tanımlar |
| ISO 28560-2: 2018 | UHF | ( RFID ) etiketlerinin kullanımı için bir veri modeli ve kodlama kuralları belirtir |

(Kaynak: KMR RFID, 2019)

### 3.5. Barkod Sistemler ile RFID Temelli Sistemlerin Karşılaştırması

Barkod sistemi Optik Lazer okuyucu ile RFID sistem ise Radyo Frekansı ile çalışmaktadır. Barkod teknolojisi RFID teknolojisinden daha eski bir sistem olmasına rağmen başarılı bir fiyat performans ürünü olması sonucu dünyada en yaygın kullanılan tanımlama sistemi olarak kullanılmaya devam edilmektedir (Akyazı, 2014, s. 148). Kütüphaneler açısından bakacak olursak bu alanda da durum diğer sektörlerden çokta farklı değildir. Halen en yaygın kullanılan sistem barkod sistemidir. Barkod sisteminin yaygınlık başarısı, eksi yönlerine rağmen azalma göstermemektedir. Barkod fiyatının düşüklüğü ve uygulamanın basitliği tercih edilmenin temel sebebidir.

**Tablo 3.10:** RFID ve barkod sistem karşılaştırması

| | RFID | Barkod |
|---|---|---|
| Okuma Mesafesi | Pasif RFID: en fazla 1200m | Bir kaç cm |
| Okuma Oranı | Bir defada yüzlerce ürün | Yalnızca bir ürün |
| Tanıma | Ürünün bütün özelliklerini tanıma | Ürünün Yalnızca tipini belirleme |
| Okuma/Yazma | Hem okuma<br>Hem yazma | Sadece okuma |
| Teknoloji | Radyo Frekansı | Optik Lazer |
| Otomasyon | Veri toplamada insana ihtiyaç hissetmez | Veri toplamada insana ihtiyaç hisseder |
| Yaşam Süresi | 20-90 yıl | Dokunma ile silinebilir birkaç yıl |
| Kopyalanması | Unicode sayesinde çok zor | Fotokopi yeterli |
| Maliyet | Pahalıdır | Çok ucuz |

(Kaynak: Üstündağ ve Tanyaş, 2008)

Barkod sistemi, etiketi takip ve güvenlik sağlama konularında yetersiz kalmakta iken RFID sistemi etiket takibi ve güvenlik imkânını sunmaktadır. Maliyet ve üretim konusunda da ciddi farkları vardır. Örneğin ofiste herhangi bir makine ile RFID etiketi üretilemez. Ancak sıradan bir yazıcı yardımıyla barkod etiketi basılıp kullanılabilir. Barkot etiketlerinin maliyeti neredeyse üzerine baskı yapılan malzeme (kâğıt, karton) kadar olması maliyetler açısından caziptir. Tablo 3.10'da RFID ve barkod sistemin özelliklerinin karşılaştırması verilmiştir (Üstündağ ve Tanyaş 2008, s. 13). Tabloda da görüleceği üzere barkod sisteminde okuma hataları olabilmekteyken bu oran RFID de oldukça düşüktür. RFID etiketlerinde bilgiler tekrardan yapılandırılabilir. Ancak barkot sisteminde her kod için yeni etiket üretilmelidir. RFID etiket çipli olduğu için saklanan bilgi kapasiteleri açısından

diğerlerine kıyasla büyük bir farkı vardır. RFID etiketler kapsama alanıyla okunurken barkod mutlaka lazer ışını üzerine gelince okunabilmektedir. RFID etiketler barkod etiketlere oranla fiziki şartlara daha dayanıklıdır (Üstündağ ve Tanyaş, 2008, s. 15).

# 4. KÜTÜPHANELERDE RFID ÇÖZÜMLERİ VE ETKİLERİ

Kütüphaneciler yüz yıllardır bilgi kaynaklarının yönetimi amacıyla materyalleri depolamanın ve erişime açmanın çeşitli yollarını denemişlerdir. Kısıtlı kaynaklar ile sürekli biriken sayısız materyali dolaşıma sokmayı başardılar. Ancak kütüphane kullanıcıları ve kütüphaneciler materyalle hep daha hızlı erişimi istemişlerdir. Daha çok kaynağı elinde tutma ihtiyacı hisseden bilgi merkezleri, bilgi kaynaklarını daha hızlı kullandırtmak, güvenliğini sağlamak ve yönetebilmek için bir devinim içinde arayışlarını sürdürmektedirler. Bu bağlamda RFID teknolojisinin erişim, dolaşım, güvenlik, yönetim ve depolama gibi alanlarda hızlı cevap veren otomatikleştirilmiş özelliği kütüphanelere yeni çözüm yaklaşımlarını getirmiştir.

Kütüphanelerde RFID çözümleri ve etkilerinin ele alındığı bu bölümde sistemin başlıca faydaları ve uygulama güçlükleri işlenmiştir.

## 4.1. RFID Sistemin Kütüphanelerde Çözüm ve Etkileri

Her teknolojik gelişme muhtemelen bir ihtiyacı giderebilmek adına ortaya çıkmıştır. Kütüphanelerde RFID sistemi farklı ihtiyaçlar için mevcut uygulamalara göre daha ergonomik çözümler getirmiştir. Geleneksel yöntem ile kısayla raf yönetimi, ödünç, iade, materyal sayımı, erişim, güvenlik gibi işlemlerde ileri teknolojik olanaklar sunarak hız ve iş miktarı açısından büyük avantajlar sağlamıştır.

### 4.1.1. Raf Yönetimi Çözümleri

Kütüphanelerde raf yönetiminin getirdiği iş yükü belki de kütüphane personeli için en zahmetli iş prosedürüdür. Bu zahmetli işleri kolaylaştırmak adına uzun zamandır arayışlar devam etmiştir. Kart kataloğu, barkot, kare kod, elektro manyetik bantlar gibi yöntem, teknik ve araçlar ile işlem gerçekleşmiştir. En nihayetinde RFID sistemi raf yönetimi için kullanılmaya başlanmıştır (Yüksel ve Zaim, 2008, s. 23).

Materyalin kütüphaneye kabulünden, envanterden düşümüne kadar geçen süreçte RFID ile materyal takip edilebilmektedir. Böylece kütüphane materyalinin etiketlenmesi ile birlikte binlerce materyalin arasında erişilebilir ve yönetilebilir konuma gelmiştir.

RFID sistemin kütüphane çözümlerinde en yalından en karmaşığa doğru bir sıralama yapmak istersek en yalın olarak materyalin tanımlanarak kimliklendirilmesi ve en karmaşık olarak yapay zekâ destekli insansız sistemler tarafından bu materyallerin organizasyonu olarak görmek mümkündür. RFID sistem işi bir adım daha ileri götürerek robotik ve yapay zekâ teknolojisine uyarlanmış ve kütüphanelerde otomatikleştirilmiş sistemler ile kullanılmıştır.

Kütüphane raflarında birbirinden farklı fiziksel özelliklere sahip materyallerle hizmet vermektedir. Farklı türdeki materyallerin oluşu materyal kimlikleme için farklı RFID etiketlerin ve bunları tanımlayacak farklı okuyucuların gereksinimini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda CD, kaset, mikrofilm, kitap, oyuncak gibi farklı etiket türleri ve okuyucular için mobil, tünel, masa üstü, masa altı, raf ve dikey okuyucular raf yönetimi çözümleri için yardımcı olmaktadır (Yüksel ve Zaim, 2008, s. 33).

Raflarda etiket ile tanımlı olan materyaller farklı raf okuma çözümleri ile kolaylıkla tanınmakta ve yönetimi sağlanmaktadır. Şekil 4.2'de Yapay zekâ ve robotik uygulamalar için uyumlu bir akıllı raf sistemi görülmektedir. Burada mobil okuyucu, raftaki materyal için yer tespiti, ayıklama, hatalı yer uyarısı, tasnif kontrolü, eksik bildirimi gibi çözümler sunmaktadır. *Raf yönetiminde mobil okuyucular olmazsa olmaz elemanlardandır. Akıllı raflar da üzerlerindeki okuyucularla yanlış yerleştirmelere karşı personelleri uyarmaktadır* (Ching ve Tai, 2009, s. 351). Mobil okuyucu hafızasına raf sırası ve tasnif sırası kaydedilerek daha sonraki karşılaştırmalı kontroller için kullanılmaktadır.

**Şekil 4.1:** Yapay zekâ ve robotik uyumlu akıllı raf



(Kaynak: RFID Türkiye, 2020)

RFID sisteminde raf yönetiminin önemli bir birleşeni KYS programıdır. RFID sisteminde raf yönetimi çözümleri sunarken ihtiyaç duyduğu kritik öneme sahip verileri KYS'den alır ve gerekli işlemler için işler. Raflarda düzen ve tertibin tesisi için sınıflama verilerini, ödünç ve iade bilgisini, hangi bölüm de tasnifleneceği bilgilerinin tamamını KYS programından alır (Khor ve diğerleri., 2015, ss. 135-138). Raf yönetimi çözümlerinde rafların düzen ve tertibiyle ilgili geri bildirimleri de KYS'ye aktararak gerekli işlemlerin yapılmasını sağlaması da bir başka raf yönetimi çözümüdür.

### 4.1.2. Ödünç ve İade Çözümleri

Kütüphaneler çeşitli ebat, şekil ve sınıftaki materyalleri ödünç verebilmektedir. Bilgi kaynaklarından, bahçe ot biçme motorlarına kadar değişik tip ve biçimde olan bu materyallerin ödünç ve iade işlemleri için RFID sisteminin çözümleri vardır (Molnar ve Wangler, 2004, s. 3). RFID sistemin ödünç ve iade sirkülasyonu için olan çözümlerine personel destekli ve personel desteksiz olarak iki farklı alt başlıkta ele almak olanaklıdır.

#### 4.1.2.1. Personel Destekli Ödünç İade Çözümleri

Yaygınlıkla bilgisayar teknolojisi kullanılarak kütüphanede ödünç ve iade işlemleri kütüphane personeli tarafından barkod sistemi yardımıyla gerçekleştirilir. Ödünç işlemi kütüphane kullanıcısı tarafından ödünç alınmak istenilen materyalin, KYS aracılığıyla kütüphane üyesinin üzerine belirli süre ile kayıt etme işlemidir. Ancak materyallerin fazlalığı ve çeşitli oluşunun yanı sıra kütüphanelerdeki yoğun ödünç, iade işlemleri kütüphane personelini ve kütüphane kullanıcısını hızlı olmaya zorlamaktadır (Yüksel ve Zaim, 2008, s. 38). Bu ihtiyacı RFID teknolojisi ile donatılmış personel destekli ödünç iade istasyonları karşılayabilmektedir. Ödünç-iade istasyonunun görevi; yeteri kadar kütüphane materyalini tek seferde, hızlı ve eksiksiz olarak KYS sistemine aktarması, ardından KYS'den alınan onay sonucunda materyal alarmını aktif veya pasif konuma otomatik olarak getirmesidir.

Kütüphanelerde yoğun ödünç iade sirkülasyonu ile mücadele için şimdilik kullanılan en modern ve hızlı yol RFID çözümleridir (Alwadi, 2017, s. 437). Özellikle ödünç ve iade sürecinde personeli yoran işlemlerde tekrarlayan hareketleri azaltmakta

başarılıdır. RFID okuyucular aynı anda birden fazla kütüphane materyalini ödünç verip, iade alabilmektedir. Kullanıcılar tarafından ödünç alınmak istenilen kütüphane materyalleri çeşitlerine bakılmaksızın tek seferde topluca ödünç işlemi gerçekleşmektedir. Bu işlemler personel ve kullanıcıya zaman ve emek tasarrufu sağlamaktadır. Söz konusu durum uzun vadede ise kütüphane gider maliyetlerini olumlu yönde etkileyecektir (Guo ve diğerleri., 2014, ss. 739-740).

RFID okuyucular, etiketler ve diğer donanımların yerine getirdiği kütüphane işlerinde, geleneksel barkot yöntemine kıyasla personelinin hızını çok artırmaktadır (Ranawella, 2006, s. 34). Ancak yoğun sirkülasyonla mücadele eden kütüphanelerde ödünç, iade bankolarının önünde kullanıcılar tarafından oluşan sıraları görmek mümkündür. Bu durumlarda kütüphane yöneticileri personel ve banko sayılarını artırarak kullanıcılarının kıymetli zamanlarını onlara geri iade etmeyi amaçlayabilir (Ranawella, 2006, s. 35). Bu bağlamda kütüphaneler personelsiz RFID sistemler yardımıyla hızlı ve etkin hizmet sunarak kullanıcı memnuniyetini sağlayabilirler.

#### 4.1.2.2. Personel Desteksiz Ödünç İade Çözümleri

Bir zamanlar geleceğin kütüphaneleri olarak hayal edilen personelsiz kütüphane konsepti günümüzde çok az sayıda da olsa hayata geçirilmiştir. Personelsiz sistemler günümüzde birçok alanda başarılı şekilde kullanılmaktadır. Kütüphaneler hem kullanıcı memnuniyeti hem de ağır personel yükü ve giderlerini gözeterek hızlı bir şekilde self servis sistemlere geçme çabası içindedirler. Kütüphanelerde self servis sistem olarak genellikle personelsiz ödünç-iade bankosu görev almaktadır (Omondoni, 2019, s.7). Yoğun ödünç iadenin yaşandığı kütüphanelerde personelsiz ödünç iade bankoları olan RFID self servis sistemleri kullanılmaktadır.

Personelsiz ödünç ve iade sisteminin kullanımını benimseyen kütüphanelerde fiziksel kaynaklar kadar mali kaynaklarda da tasarruf sağlandığı keşfedilmiştir (Ranawella, 2006, s. 35).

RFID "self servis ödünç ve iade bankosu" hızlı ve güvenilir çözümler sunmaktadır. Kütüphane kullanıcısı ödünç aldığı veya alacağı materyali RFID okuyucusunun algılama alanında konumlandırması veya materyali sisteme okutturması yeterlidir. Bu sayede hiçbir kütüphane personeli ile iletişime geçmeden ödünç ve iade işlemleri

gerçekleşmektedir. Benzer şekilde "akıllı kitap rafları" da self servis olarak hizmet vermektedir (Akıllı Kütüphane Sistemleri, 2020). Akıllı kitap rafları RFID personelsiz çözümleri arasında en basit kullanıma sahip olan elemanlardan biridir. Kullanıcı ödünç aldığı materyali akıllı raflara bıraktığı anda otomatik olarak iade etmiş olur. KYS ile bütünleşmiş şekilde çalışma becerisine sahip RFID akıllı raf sistemi iade edilen materyal kodunu KYS'ye aktarır ve KYS'de kayıtlı kullanıcı üyeliğine ulaşılarak kütüphane üyesinin üzerinden materyal otomatik iade alınır. Ancak KYS, RFID sisteme kullanıcı borcu ile ilgili bilgi vererek eğer kullanıcı borcu var ise iadeyi başarısız kılar ve kütüphane kullanıcısını kütüphane personeline gitmesi yönünde uyarır (Yüksel ve Zaim, 2008, s. 19).

Bir diğer personelsiz RFID çözümü "iade ve tasnif sistemi"dir. Personelsiz ödünç iade çözümleri arasında kütlece en büyüğü akıllı iade ve tasnif sistemidir. Bu sitem kütüphane binasına fiziksel olarak girmeden iade işlemi yapılması noktasında çözüm sunmaktadır. Bu bağlamda kullanıcıların 7/24 iade işlemi yapmalarına olanak sağlamaktadır. İade işleminin ardından kitap ve materyaller otomatik sistemler tarafından farklı bölmelere tasnifleyerek kütüphaneyi adeta bir fabrika görünümüne getirmektedir (Gemini, 2020).

### 4.1.3. Sayım/Ayıklama Çözümleri

Kütüphanelerde sayım işi kütüphane yönetiminin koleksiyon politikasına göre sık veya seyrek aralıklarla yapılabilmektedir. Ancak kütüphane hizmetlerinin devamının zorunlu olduğu durumlarda manüel sayım işini hızlı ve doğru tamamlayabilmek için çok sayıda personelin eş güdümle çalışması gerekmektedir (Yusof ve Saman, 2016, s. 37). Kütüphane açık iken sayım yapmak personel ve kullanıcılar için zorlu bir süreçtir. Kütüphanede materyal dolaşımının devam ettiği durumlarda manuel sayım yapıldığında işlemlerin doğruluğu üzerine her zaman şüpheler olacaktır.

RFID sistemi sayım için uygun ve hızlı bir çözüm sunmaktadır. Geleneksel manuel sayım yönteminde sayım notlarını alıp bunları birleştirmek zahmetli ve hatalara açık bir yöntemdir. Oysa RFID mobil el terminali ile sayım, ayıklama ve döküm hızlı bir şekilde otomatik olarak yapabilmektedir (Dwivedi vd., 2013, s. 372). Mobil el terminalinin sayım için sayılan verileri online olarak sisteme aktarma (gerçek zamanlı sayım) yeteneği sayesinde mesai saatlerinde kütüphane hizmetleri etkilenmeden sayım gerçekleştirilebilir. Sayım yapılırken raf ve bölümler halinde

sayım yapılabilmektedir. Mobil el terminaliyle gerçek zamanlı sayımda kütüphane yönetim sistemi ile eş zamanlı veri karşılaştırması yapılarak işlem gerçekleştirilir (Gemini , 2020).

Mobil el terminali ile raf okuma, ayıklama ve döküm görevleri yerine getirilebilir. El terminali tarafından gerçek zamanlı sayım sırasında rafların tasnif sıraları da okunur ve sistem sıralaması ile karşılaştırılarak hatalı raflama olan bölümler kolayca düzenlenebilir (Gemini , 2020). Rafta olmaması gereken hatalı, düşüm veya kaçak materyaller tespit edilerek ayıklama eş zamanlı olarak gerçekleştirilebilir. El terminali ile döküm işlemi kayıtlı raf düzeni ile tekrar sayılan raflar arasında karşılaştırma yapılarak gerçekleştirilir ve farklılıkların bir listesi çıkartılır.

Mobil El terminallerinin raf kontrolü, yanlış yerleştirmenin tespiti ve ayıklamayı yapabilmesi için rafın daha önceden sayılmış listesinin raf numarası ile cihaza kayıt edilmiş olması gerekmektedir. Sirkülasyonun yoğun olduğu kütüphanelerde ayda binlerce yeni kitap raflara yerleştirilmektedir. Bu durumda eski kayıtlı olan raf sıralarında kaymalar gerçekleşmesi kaçınılmaz gözükmektedir. Mobil el terminalleri Unicode veya demirbaş esasına göre çalıştığı için sayım öncesinde raf kaydı olmadan kontrollerini gerçekleştirebilmesi olası değildir (Ching ve Tai, 2009). Bu durumda sayım işlemini gerçekleştirecek personelin güncel liste üzerinde çalışması ile ancak sağlıklı bir sonuç alınabilir.

### 4.1.4. Güvenlik Çözümleri

Kütüphanelerde kişisel bilgilerin güvenliği önemlidir. Kütüphane kullanıcılarının ve personellerinin kişisel bilgilerinin sağlanması öncelik verilmesi gereken bir konudur. Bu nedenle kütüphanelerin kullanıcılarına kişisel verilerinin güvende olduğu bir ortamı sunmakla mükelleftir (Muir, 2007). Bu noktada geleneksel sistem ile kıyasla RFID sistemleri kütüphanelerde kişisel verilerin toplanması ve işlenmesi sürecinde oluşabilecek olası dezavantaj durumları ortadan kaldırmaktadır. Örneğin kütüphanede self servis cihazları sayesinde kullanıcılar kişisel bilgilerini hiçbir personel veya kullanıcının duymayacağı şekilde ödünç ve iade işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Geleneksel yöntemde kütüphane kullanıcısı ödünç ve iade işlemi sırasında sözlü olarak kişisel bilgilerini (Kimlik ve telefon) söylemek zorunda kalabilmektedir (Molnar ve Wangler, 2004, s. 13). Bu tip bilgilerin sesli olarak birçok yabancının içinde verilmesi kötü niyetli kişilerin kütüphane kullanıcılarının

kişisel bilgilerini elde etmesine sebep olabilmektedir. Ancak RFID teknolojisinin kullanımı ile bu olumsuz atmosfer kendiliğinden kaybolmaktadır.

Kütüphaneler sınırlı kaynaklarla koleksiyonlarına kıymetli materyaller almaktadırlar. Kütüphane yöneticileri sınırlı kaynaklarla alınan kıymetli materyallerin kendi iradeleri dışında kütüphane dışına çıkarılmalarını istemezler. RFID sistemleri sayesinde materyalin izinsiz kütüphane dışına çıkarma durumunu engellemek için önleyici çözümler sunmaktadır (Omondoni, 2019, s. 9). Kütüphane materyali RFID etiket ile etiketlendikten sonra raflardaki yerini alarak kullanıcılarının hizmetine sunulur. Materyalin kütüphanede geçen yaşam döngüsü süresince RFID etiket ile tanımlı olan materyalin kütüphanenin dışına habersizce çıkmasını engellemek amacıyla RFID güvenlik kapıları görev yapmaktadır. Belirli mesafe ve frekans aralıklarına göre çalışan bu güvenlik kapıları materyal güvenliği için başarılı bir savunma hattı kurabilmektedir (Alwadi ve diğerleri., 2017, ss. 334-338). Ancak sistemde bazı açıklarda olasıdır. Hırsızlık amacıyla kütüphane materyalini kütüphane sınırları dışarısına çıkarma girişiminde eski bir yöntem olarak bilinen içi alüminyum kaplı çanta kullanıldığı durumlarda kayıp kaçak oluşabilmektedir (Butters, 2007, s. 431).

Çalışma ortamında yardımcı sistemlere güven iş verimi açısından da önemlidir. Bu güven bir söylemden çok bir eylemin neticesinde ortaya çıkmaktadır. Kütüphanede yerel işleyiş açısından güvenlik kapılarına güvenmeyen bir kütüphane personelinin bu konuda davranış biçimi farklı olacaktır. Bu bağlamda materyal güvenliğini tam sağlayan bir RFID sistemi personelin işini başarılı şekilde sürdürmesini tesis edecektir.

### 4.1.5. RFID Sistemlerin KYS ile Uyumu

Kütüphanede ödünç-iade işlemleri ve materyal yönetimi kütüphane personeli tarafından uzun yıllar manuel yöntemlerle gerçekleştirmiştir. Kütüphanelerin otomasyon ihtiyaçlarını zamanın ileri teknolojisi olan kart katalogları karşılamıştır. Bilgisayar teknolojisiyle paket programların yaygınlaşması beraberinde kütüphane yönetim sistemlerinin gelişimini de sağlamıştır (Bundy, 2005, s.23). Günümüzde farklı kütüphane türlerinde farklı ihtiyaçlar için tasarlanmış birçok ücretli ve açık kaynak kodlu KYS mevcuttur. RFID sistemi kütüphane personeli ve emrindeki

KYS'nin tekrarlayan hareketlerini azaltma noktasında büyük avantajlar sağlamaktadır.

Kütüphane kullanımının yoğunlaşması ve kullanıcı taleplerinin spesifikliği yönetim sistemlerinin radyo dalgaları ile hızlı çözüm üreten sistemlere entegrasyonu gerekli kılmıştır. Çoklu materyal hareketlerinin aktarım ve yönetimi KYS ve RFID sistemin bütünleşik çalışması sonucunda başarılmıştır. Kütüphanelerde materyal yönetiminin hemen hemen bütün aşamalarında KYS ve RFID sistemi birlikte çalışarak birbirlerine gerekli olan veri transferlerini gerçekleştirmektedir (Lyons, 2010, ss. 74-88).

Kütüphanelerde RFID aracılığı ile materyal yönetiminin sağlanması için sistemin KYS ile çalışması bir zorunluluktur. Sistemlerin uyum içerisinde çalışabilmesi için gerek duyulan standartların desteklenmesi gerekmektedir. Bu uyum örneği Sip-1, Sip-2 ve Gen2 gibi çeşitli self servis iletişim protokolleri ile sağlanmaktadır (Khor, ve diğerleri., 2015, s. 139). Şekil 4,2'de RFID standart protokol ilişkisi bu bağlamda verilmiştir.

**Şekil 4.2:** RFID Standart Protokol İlişkisi




(Kaynak: Lyons, 2010 )

### 4.1.6. RFID sistemlerinin maliyeti

Kütüphanelerin var olmasını sağlayan temel unsurlardan bir tanesi de bütçedir. Kütüphanelerde bütçe kaynakları sınırlı olduğundan sürpriz maliyetler bütçeyi

sarsabilmektedir. Bu nedenle yapılacak harcamaların planlı ve makul maliyet sınırlarında kalması önemlidir (Dwivedi ve diğerleri., 2013, s. 372).

Kütüphanede farklı frekanslarda çalışan RFID sistem uygulamalarının maliyetlerinin kıyaslanması oldukça karmaşık bir konudur. Fiyatlardaki arz talep dengesinin sürekli değişmesi karmaşıklığın temel sebebi olarak gösterilebilir. 2004 yılında RFID sistem maliyetlerinin incelendiği bir çalışmada sistemin donanım maliyetleri yüz bin etiketli bir kütüphane için yaklaşık olarak 150 bin dolar olduğu aktırılmaktadır (Kern, 2004, ss. 318-319). Aynı çalışmada RFID standartlarının yaygınlaşması ile, "örneğin ISO 15693", sistem elemanı tercihinde yalnızca lisanslı ürünlerin değil, lisanssız ürünlerinde kullanılabileceği ve bu sayede bağımlılığın azalacağı aktarılmaktadır (Kern, 2004, s. 319).

Tablo 4.1'de ve tablo 4.2'de yüz bin etiketli bir kütüphane için geleneksel RFID set fiyatları HF ve UHF için detaylı olarak verilmektedir.

**Tablo 4.1:** HF maliyet tablosu[1]

| ÜRÜN/ Yıl 2020 | FREKANS TÜRÜ | ADET | FİYAT | GENEL TOPLAM |
|---|---|---|---|---|
| Etiket | Hf | 100000 | 0,29 € | 29000€ |
| El Terminali | Hf | 1 | 3620€ | 3620€ |
| Güvenlik Kapısı | Hf | 2 | 7250€ | 14.500€ |
| Ödünç İade İstasyonu | Hf | 4 | 1160€ | 4640€ |
| Self Servis İstasyonu | Hf | 1 | 13000€ | 13000€ |
| Toplam | | | | 64760€ |

UHF etiketlerin çeşitli tedarik zincirlerinde yaygın kullanılıyor ve kullanılacak olması UHF etiket maliyetlerinin HF etiketler karşısında düşeceği öngörülmüştür (Ching ve Tai, 2009). İleri sürülen bu öngörünün ardında 11 yıl geçmiştir. Zaman etiket maliyetleri hususundaki bu görüşü destekler niteliktedir. Maliyet konusunda dikkat edilmesi gereken bir husus da etiketlerin garanti süresidir. Garanti edilen süre açısından etiketler kıyaslandığında UHF 2, HF 50 yıl garantisi vardır. Söz konusu olaya bu açıdan bakıldığında etiket maliyetlerinin fiyat bazında kıyaslanması göreceli bir konu olduğunu ortaya koymaktadır (Gemini, 2020; Teknopalas, 2020).

[1] Gemini firması ile yapılan kişisel görüşme ile edinilmiş bilgilerdir.

Tablo 4.1 ve 4.2'de verilen maliyetler ürünlerin yalın fiyatları olup kurulum, bakım ve yapısal değişiklikler bu maliyetlere dâhil değildir. Belli bir miktarda etiket, el terminali, güvenlik kapısı, ödünç iade istasyonu ve self servis istasyonunu kapsayan eşit miktardaki paket ürün alımında kabaca fiyat şu şekildedir. KDV ve kurulum ücretlerinin dahil edildiği bu paket alımda HF için 64.760€, UHF için ise 53.700€, güncel 2020 fiyatları ile satışa sunulmaktadır.

**Tablo 4.2:** UHF maliyet tablosu[2]

| ÜRÜN/yıl 2020 | FREKANS TÜRÜ | ADET | FİYAT | GENEL TOPLAM |
|---|---|---|---|---|
| Etiket | UHF | 100000 | 0,21€ | 21000 |
| El Terminali | UHF | 1 | 2941€ | 2941€ |
| Güvenlik Kapısı | UHF | 2 | 5764€ | 11528€ |
| Ödünç İade İstasyonu | UHF | 4 | 2058€ | 8232€ |
| Self Servis İstasyonu | UHF | 1 | 10000€ | 10000€ |
| Toplam | | | | 53700€ |

### 4.1.7. RFID Sistemlerin Pandemi Sürecindeki Çözümleri

Dünyada 2019 yılında baş gösteren ve 2022 yılında dahi mücadeleye devam edilen Covit-19 Pandemi sürecinde insanların hayatı olumsuz etkilenmiş, birçok kütüphanenin hizmetlerinde aksamalar yaşanmıştır. Çalışmamızın pandemi sürecinde gerçekleşmesi sebebiyle kütüphanelerde karşılaştığımız bazı RFID çözümlerine dikkat çekmek amacıyla böyle bir başlık oluşturulmuştur. RFID sistemleri kullanan kütüphanelerde yapılan gözlemlerimiz sonucunda anlaşılmıştır ki bazı RFID sistem bileşenleri pandemi sürecinde etkin bir şekilde görevleri yerine getirerek kütüphanede işlerin güven ve sağlıkla yürümesini sağlamıştır.

Pandemi sürecinde Sağlık Bakanlığı, sosyal mesafeyi ve az temaslı hayatı önermiştir. Kütüphane yönetimleri ise kullanıcısı ile kütüphane personelinin mümkün olan en az temas ile ödünç-iade işlemlerinin gerçekleşebilmesi için kriz yönetimini gerçekleştirmek durumunda kalmıştır. Geleneksel yöntemde ödünç, iade ve raf tasnifi temaslı olarak gerçekleştirilirken, RFID sisteminde kullanıcı ve personel neredeyse tamamen temassız işlem gerçekleştirebilmektedir. Sistem sayesinde materyal dolaşımında kütüphane kullanıcılarının birbirleri ile ve kütüphane personeli ile yüz yüze gelme durumları minimum düzeydedir. RFID self servis sistemi

[2] Yordam firması ile yapılan kişisel görüşme ile edinilmiş bilgilerdir.

pandemi sürecinde uygulanan başat tedbirlerden sosyal mesafe ve kapalı alanlarda kalabalıkların oluşmaması ihtiyacını tam olarak karışlamıştır. Kullanılan self servis sistemi kullanıcı yoğunluğunu azalttığı ve en az teması sağladığı izlenimlerimiz arasındadır. Kullanıcı kütüphaneye ödünç-iade işlemi için geldiğinde kendisi raftan aldığı kitabı kütüphane personeline uğramadan self servis sistemi ile ödünç alabilmektedir. Bu sayede kütüphane kullanıcısının mümkün olandan daha az sürede ve en az temasla kütüphaneyi terk etmesi sağlanmaktadır.

### 4.1.8. Kütüphanelerde İs Sağlığı ve Güvenliği için RFID Çözümleri

İş sağlığı ve güvenliğinde bedensel ve psikolojik riskler büyük oranda yüksek iş yükü oluşturan işlerde ortaya çıkmaktadır. RFID akıllı iade ve tasnif sistemleri ile iade gelen yüzlerce materyal sistem tarafından iade alınmakta ve sınıflama tercihine göre otomatik gruplandırılmaktadır. Bu gibi otomatik sistemler kütüphanede personelin iş yükünü azaltmakta ve bu sayede oluşacak iş sağlığı ve güvenliği risklerini büyük ölçüde bertaraf etmektedir. Birçok kullanıcı self servis sistem ile bypass edildiğinden personel bedenen daha az yorulmakta ve psikolojik olarak kullanıcı baskısından daha az etkilenmektedir.

Kütüphanede sayım ve raflama işlerinin gerçekleştirilmesi sırasında kütüphane personeli yüzlerce kez eğilip kalkmak zorunda kalmaktadır. Kütüphane personelinde bu sebeplerle boyun fıtığı, bel fıtığı gibi birçok hastalık meydana gelebilmektedir. RFID sisteminin materyal sayımı ve raf takibi çözümleri ile bu alanda tekrarlayan hareketleri azaltarak olası iş sağlığı ve güvenliği risklerini azaltmaktadır.

Kütüphaneler yoğun iş yükü ile mücadele ederken RFID sistemlerinden faydalanarak az emek ile çok iş yapabilmektedir. Kütüphane kullanıcıları açısından düşünüldüğünde uzun kuyruklarda beklemenin yarattığı sıkıntılar ortadan kalktığından kullanıcı memnuniyetini ortaya koyduğu söylenebilir.

## 4.2. RFID Sisteminin Uygulanma Güçlükleri

Başarılı bir RFID uygulaması birden fazla değişkenin dengelenmesi ile mümkündür. Kütüphane bina, personel, bütçe, kullanıcı ve koleksiyon olmak üzere beş temel unsur üzerine kuruludur. RFID sistemi bu beş temel unsurun tamamıyla ilişkili ve güdümlüdür. Kütüphane unsurlarının tamamının ilişkili olduğu RFID sisteminin bir takım uygulama güçlüğü ile karşılaşılması muhtemel bir durumdur.

Kütüphaneler doğası gereği sürekli gelişim içerisinde olduğundan eldeki sınırlı kaynaklarla koleksiyon geliştirme, personel ihtiyaçlarını giderme ve yeni donanımlar alma durumları ile karşılaşmaktadır. RFID sisteminin kullanımına karar verildikten sonraki ilk güçlük maddi kaynaktır. Kütüphane yönetimleri için RFID teknolojisinin maliyeti uygulamadaki en büyük güçlüklerdendir. Alan yazınında (Ching ve Tai, 2009; Guo ve diğerleri., 2014; Kern, 2004; Lyons, 2010; Ranawella, 2006; Yu, 2007) kütüphanelerde RFID sisteminin kurulumundaki maliyetlerden çoğunlukla yakınıldığı aktarılmaktadır. Sistemin kütüphane bütçesinde kapsadığı maliyet oranları ile halen pahalı bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Özellikle RFID teknolojisini ithal etmek zorunda kalan ve bu alanda kendi patentlerine, donanım ve yazılımlarına sahip olmayan ülkeler için maliyetin kütüphane bütçesine oranı daha da yükselmektedir.

RFID uygulama sürecinde personelin ve yönetimin değişime direnmesi bir başka uygulama güçlüğü olarak gösterilebilir. Maddi kaynaklar aşılıp RFID sistemi kütüphane ile buluştuktan sonra kütüphane çalışanları bazı eski gelenekçi yaklaşımlardan vazgeçmeyi reddedebilirler. Sistem kurulum sürecine fikren dahil edilmeyen kimi personeller tüm sorunları sistemin sorunu olarak görme eğilimi içerisine girebilmektedir. Bu durumda kütüphanede materyal dolaşımında ve güvenliğinde sisteme güvenmeleri belli bir zaman alabilmektedir (Molnar ve Wangler, 2004, s. 4).

Kütüphanelerde RFID uygulaması ile uyumlu çalışabilecek kütüphane personeline ve yöneticilerine ihtiyaç vardır. Bazı durumlarda fikren gelişime kapalı personel gelişen teknoloji (RFID teknoloji) ve güncel uygulamaların gereksiz ve lüzumsuz olduğunu iddia edebilmektedir. Bu tip personeller RFID uygulamasının önündeki güçlüklerdendir.

RFID sistemini kullanacak personelin bazı teknoloji becerilerine sahip olmalı bir gerekliliktir. Kütüphane personelinin sistem açıklarını fark edebilecek düzeyde teknoloji becerisine sahip olması gerekmektedir. Sistemde herhangi bir problemin çözümü için gerekli önlemlerin alınabilmesinde ilk basamak olarak personelin teknoloji becerisi gözükmektedir. Bu durumda vasıfsız kütüphane personeli RFID sistemin uygulamasında bir güçlük olarak karşımıza çıkmaktadır (Omondoni, 2019, ss. 8-11).

### 4.2.1. RFID Sistemlerin Elektromanyetik Radyasyon Riski

Amerikalı mucit ve mühendis Percy Spencer 1947 sonbaharında mikrodalga fırınının çalışma prensiplerini tam olarak tanımlayıp kullanıma sundu. Spencer'in radyo dalgalarının bir yemeği nasıl pişireceğiyle ilgili varsayımı, radyo dalgalarının hücre içerisindeki etkilerine dayanmakta idi (Stockman, 1948, s. 198). Amerikalı mühendis radyo dalgalarının hücre içerisindeki suyun moleküler yapısını değiştirdiğini ve bu değişim sırasında açığa çıkan ısının hücrede bir pişirme sağlayacağını biliyordu. Yani yeteri miktarda radyo dalgası hücrenin dengesini bozmakta ve ısınma gerçekleştirmektedir (Vernon, 1952, s. 110).

Kütüphaneler açısından bakacak olursak gün boyu yüksek ve ultra yüksek frekanslı sistemlerin radyasyonuna maruz kalan personel belirli riskleri taşımaktadır (EMO-bülten, 2011). *İnsan vücudu yüksek frekans alanlarına duyarlıdır.* Vücut tarafından yutulan enerji ısıya dönüşür. *Yüksek frekans alan tüm vücut veya belli bir bölgede ısı oluşur. Isı içerde oluştuğu için, ısı algılayıcı olan deri tarafından algılanmaz. Bu yüzden vücut sıcaklığı kontrol sistemi etkilenir. Bu etki frekansa bağımlıdır. Bu zararlı etkileri azaltmak için elektromanyetik ışımasının belirli bir değerde olmasını öngören standartlar geliştirilmiştir. Elektromanyetik ışıma canlıya ulaştığında, bu canlı tarafından soğurulmaktadır* (Taktak, 2005; Dinçer, 2000).

Elektromanyetik ışımaların insanlar üzerinde kısa ve uzun vadeli etkileri olduğu ispatlanmıştır (Palamutçu ve Dağ, 2009). Kısa vadeli olanlar için uykusuzluk, migren, stres, cilt problemleri, kilo alımı, hafıza kaybı, gibi rahatsızlıklar sıralanabilir. Yıkıcı uzun vade etkileri ise korkutucu gözükmektedir. Elektromanyetik dalgalar hücre yapısına, moleküller ve kimyasal bağlara, ümmin sisteme zarar vermekte lösemi, Parkinson, Alzheimer, beyin tümörü, kalp rahatsızlıkları, kanser gibi hastalıklara neden olmaktadır (Sevgi, 2000, s.117).

Birçok kişi Wifi ve RFID elektromanyetik spektrumundan oluşan olası riskler altındadır. Gerekli elektromanyetik perdelemeden yoksun bir güvenlik anteni yakınında oturan personelin mesai boyunca yaklaşık sekiz saat kadar radyo dalgaları ile yıkamaktadır (Sevgi, 2000, s.118). Bu süreler birleştiğinde personel yılda iki bin saatten fazla bir süre boyunca RFID sistemin yaydığı radyo dalgalarına maruz kalmaktadır. Kullanılan radyo dalgasının yüksek frekans oluşu ve maruz kalınan sürelerin uzunluğu düşünüldüğünde olası riskleri artırmaktadır (Taktak, 2005, s. 38).

# 5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışmanın bu bölümünde kütüphanelerde kullanılan UHF ve HF RFID sistemleri üzerinde gerçekleştirilen testler değerlendirilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler sistem özellikleri ve materyal farklılıkları göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bulguları sunulurken RFID sistem birleşenleri gözetilerek etiketler, okuyucular, self servis sistemler, antenler, yazılım ve standartlar alt başlıkları altında ele alınmıştır. Ayrıca kütüphane yöneticileri ile gerçekleştirilen görüşmeler ışığında ulaşılan veriler değerlendirilmiştir.

Araştırmamızda RFID etiketlerin verimliliklerinin belirlenebilmesi için bir frekans ölçerle sinyal alıp verme değerlerinin incelenmesinin kütüphanelerde materyal dolaşımı sürecindeki olası sonuçları tespit edebilmek için yetersiz kalacağı düşünülmüştür. Eğer etiketleri yalnızca bir cihazla ölçüp sonuçları değerlendirseydi bir üretim prosesi için gerekli verilere sahip olunabilirdi. Tez çalışmamızda ürünün üretim sürecine yönelik testler değil bilakis kütüphanelerde aktif kullanım sürecinde karşılaşılan sorunların olabildiğince bir dökümünü ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu nedenle materyal dolaşımındaki tepkileri toplamak adına uygulama testleri gerçekleştirilmiştir. RFID sistemini aktif kullanan kütüphanelerde saha çalışması yaparak gerçek zamanlı ve materyal dolaşım testleri ile veri toplanmıştır.

Veriler toplanırken şöyle bir yöntem izlenmiştir. Her kütüphanede seçilen materyale tekil bir numara verilerek bir liste oluşturulmuştur ve bu materyaller için 1'li, 5'li ve 10'lu bir gruplandırma yapılmıştır. Yapılan gruplandırmalar da hacimsel büyüklüğün veya küçüklüğün sinyal geri dönüşleri açısından herhangi bir farklılık yaratıp yaratmadığını tespit edebilmek amacıyla yapılmıştır. Sırasıyla her bir materyal veya materyal grubu işleme alınarak testler gerçekleştirilmiştir.

Test alanında mesafe ölçümünü yapmak için toplamda 2m uzunluktaki mesafe 25cm aralıklara işaretlenmek suretiyle bölünmüştür. Bu ölçeğe göre veriler elde edilmiştir. Veriler tablo ve grafikler ile sunularak rapor haline getirilmiştir.

## 5.1. RFID Etiketleri Üzerine Bulgular

RFID etiketleri sahada test edebilmek için her biri farklı frekansla iletişim kuran iki farklı örneklem kütüphane seçilmiştir. Kütüphanede dolaşımda olan materyalin farklı

kullanım biçimlerini değerlendirebilmek için fiziksel yapılar ve zorluklar gözetilerek, gerçeğe en yakın senaryo ile testler uygulanmıştır. Kütüphanede materyal dolaşımı için uygulanan etiket kayıp kaçak testlerinde örneklem materyale güvenlik kapısının alarm tepkileri alınarak el yordamıyla kaydedilmiştir. Bu uygulama örneğinde bir kişi elinde ödünç alınmamış kitapla kütüphanenin dışına çıkmaya çalışması şeklinde test yapılmıştır. Yapılan etiket geçiş testlerinde her bir materyal için yer seviyesinden, bel seviyesinden ve insan boyunu aşacak yükseklikten geçişler gerçekleştirilmiştir. Her iki frekanstaki örneklem etiketler için yerden ve güvenlik kapısı üzerinden fırlatma uygulamaları ayrıca gerçekleştirilmiştir. Tablo 5.1'de UHF ve HF etiketler için gerçekleştirdiğimiz test geçiş sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 5.1** Yakın alan farklı açılı test bulguları

| | HF | | UHF | |
|---|---|---|---|---|
| Geçiş Testi | Başarı (%) | Kayıp Kaçak (%) | Başarı (%) | Kayıp Kaçak (%) |
| Yerden paralel geçiş | 100 | 0 | 1 | 99 |
| Bel seviyesi dikey geçiş | 100 | 0 | 100 | 0 |
| Baş üzerinde paralel geçiş | 100 | 0 | 15 | 85 |
| Yer seviyesi fırlatma | 100 | 0 | 0 | 100 |
| Baş üzeri seviyesi fırlatma | 92 | 8 | 10 | 90 |

Not: Test 100 kitap üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.1'de gösterilen beş farklı şekilde gerçekleştirilen testlerde UHF etiketlerin kayıp-kaçak oranı dikkate değer derecede farklılık göstermiştir. Taban seviyesi paralel geçişte %99, tavan seviyesi paralel geçişte %85, taban seviyesi fırlatma yönteminde %100 ve tavan seviyesi fırlatma yönteminde %90 onanında kayıp kaçak tespit edilmiştir. HF etiketli materyallerde ise 5 farklı şekilde gerçekleştirilen testlerin dördünde %0 kayıp-kaçak tespit edilmiştir. Sadece baş üzeri seviyesi fırlatma uygulamasında %8 kayıp-kaçak bulunmuştur.

Yapılan denemelerde Tablo 5.1'den de anlaşılacağı üzere etiketin fiziksel konumunun frekans iletiminde önemli farklılık oluşturduğuna yönelik bulgular elde edilmiştir. Etiket üzerinde bulunan sarmal antenin belli aralıkta sabit akan okuyucu anten sinyalini farklı açılarda farklı şekilde yakaladığı anlaşılmıştır.

Bir başka uygulama ile etiketlerin birbirilerinin iletişim alanlarında yarattığı olası etkileri test edilmek istenmiştir. Bu amaçla UHF ve HF etiketli yüzer adet farklı materyal beşli ve onlu gruplandırmak suretiyle güvenlik antenlerine gösterilmiştir. Bu testin amacı etiketlerin üst üste geldiği durumlarda okuyucu sinyallerin

sürüklenerek bazı etiketlerde yığılma yapıp yapmadığını anlamaktır. Ayrıca bazı etiketlerin üst üste geldiğinde diğer kitapların hacimlerinin etkisi altında iken okunup okunmadığını test etmektir. Test uygulamasında beşli ve onlu gruplardaki kitapların ödünç işlemi yapılmayarak kitaplar kütüphane dışına çıkartılmıştır. Kitaplar elde, açıkta, bel seviyesinde, kullanıcı elinde çıkarıyormuş gibi test edilmiştir. Bu uygulamayla elde edilen veriler beşli ve onlu grupların güvenlik testi sonuçları tablo 5.2'de görülmektedir.

**Tablo 5.2** Etiket sinyal sürüklenmesi

| Etkileşime Girebilen Geçiş, Etiket Sayısı/ 10'lu 5'li geçiş | 10'lu grupta Başarılı Geçiş | 5'li grupta Başarılı Geçiş | 10'lu grupta Kayıp Kaçak Oranı | 5'li grupta Kayıp Kaçak Oranı |
|---|---|---|---|---|
| HF Geçiş Sayısı | 10 | 20 | | |
| HF 100 Etiketten Aktif Olan Sayısı | 42 | 50 | %58 | %50 |
| UHF Geçiş Sayısı | 5 | 12 | | |
| UHF 100 Etiketten Aktif Olan Sayısı | 18 | 24 | %82 | %76 |

Not: Test 100 kitap üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.2'de gösterildiği üzere güvenlik kapısı geçişlerinde HF etiketler için beşli ve onlu gruplarda eksik okuma gözlemlenmiş ancak her seferinde güvenlik kapısı gruptan en az bir etiketle iletişim kurabilmiş ve güvenlik alarmı devreye koymuştur. Ancak HF etiketlerle etiketli 100 kitapta etiketlerin onlu gruplarda %58'i, beşli gruplarda ise %50'si kayıp kaçak olarak gözlemlenmiştir. UHF etiketli kitaplarda ise beşli gruplarda 12 geçişte, onlu gruplarda ise 5 geçişte alarmı aktive edememiştir. Bu durumda 100 kitapta 10'lu geçişte UHF etiketli kitapların %82'si, beşli geçişte ise UHF etiketli kitapların %76'sı kayıp/kaçak olarak tespit edilmiştir.

## 5.2. Mobil Okuyucu El Terminali Üzerine Bulgular

Kütüphanelerde mobil okuyucu el terminalinin sayım, ayıklama ve yer bulma işlemlerinde hızlı ve doğru bir şekilde çalışması beklenir. Bu nedenle HF ve UHF frekansında çalışan el terminallerin hız ve doğruluğunu tespit edebilmek için sayım, ayıklama ve yer tespit uygulaması ile okuma testlerine tabi tutulmuştur. Uygulama testlerini her örneklem için birbirinden farklı bin kitap üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yer bulma ve ayıklama uygulamalarını da biner kitap arasında yapılan yerleştirme ile test edilmiştir. Yapılan test sonuçları sayım, ayıklama ve yer bulma üç alt başlığı

altında detaylandırılmıştır. Daha anlaşılır olması amacıyla bulgular tablolar halinde özetlenmiştir.

### 5.2.1. Mobil El Terminali Sayım Uygulaması

Sayım uygulaması örneklem kütüphanelerde rafta ve kolide olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Burada amaç kitapların raflarda ve kolide sayım uygulamaları sırasında elle sayıma oranla kayıp kaçaklarını tespit etmektir. Sayımların doğruluğuna şüphe oluşmaması için raf sayımında iki tekrar sayım gerçekleştirilmiştir. Bu sayımlar birinci ve ikinci sayım olarak verilmiş ardından da elle sayım gerçekleştirilerek sonuçlar teyit edilmiştir. İki farklı frekansta çalışan, iki farklı mobil el terminali ile yaptığımız okuma testlerinin sonuçları Tablo 5.3'te verilmiştir. Tabloda HF ve UHF mobil okuyucu el terminalleri ile bin materyal için gerçekleştirilmiş iki farklı sayımın bulguları içermektedir.

**Tablo 5.3** El terminali sayım uygulaması

| Sayım | HF (%) | UHF (%) |
|---|---|---|
| Mobil Okuyucu ile Kolide Sayım Oranı | 76 | 110 |
| Mobil Okuyucu ile 1. Raf Sayımı Oranı | 94 | 100 |
| Mobil Okuyucu ile 2. Raf Sayımı Oranı | 100 | 100 |

Not: Test 1000 kitap üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.3'e göre UHF sistem elemanının el terminali daha başarılı sayım gerçekleştirmiştir. HF el terminali ise kolideki karışık sayımda %76, rafta birinci sayımda %94, rafta ikinci sayımda ise %100 ile başarılı sayım gerçekleştirmiştir. UHF el terminali ilk sayımında %110 okuma gerçekleştirmiş yani makul okuma seviyesinin dışına ayırılmış olan bin kitap dışında uzaktaki başka etiketlere ulaşmış ve onları da okumuştur. Tüm kütüphane materyali sayılacaksa sorun oluşturmayacak olan bu durum raf veya bölüm sayımının yapılması sırasında olası sorunları ortaya koymaktadır.

Bazı durumlarda kütüphane raflarında kitaplara yerleştirilmiş olan etiketler yüz yüze yapışık duruma gelmektedir. Yapılan test uygulamasında kitap etiketlerinin bitişik konumda bulunduğu bu gibi durumlarda etiket çakışması ve blokajlama problemleri ile karşılaşıldığı varsayılmaktadır. Bu bağlamda etiketleri bitişik konumda bulunan bin kitap için raf sayımı gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 5.4** Bitişik etiket düzeninde sayım

| Sayım | HF | UHF |
|---|---|---|
| Mobil El Terminali ile Sayımın Başarı Miktarı | 894 | 973 |
| Mobil El Terminali ile Sayımın Başarı Oranı | %89,4 | %97,3 |
| Mobil El Terminali ile Kayıp Kaçak Miktarı | 106 | 27 |
| Mobil El Terminali ile Sayım Kayıp Kaçak oranı | %10,6 | %2,7 |

Not: Test 1000 kitap üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.4'te bitişik sayımda kayıp/kaçak ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Etiketlerin bitişik konumda iken sinyal bozulması olabileceği varsayımı düşük bir yüzdeyle olsa da doğrulanmış gözükmektedir. Kütüphanelerde sayım için kullanılan mobil el terminalleri üretici firmalarca makul kabul edilen farklı kayıp kaçak oranlarına sahiptir. Firmaların kullanım kılavuzları incelendiğinde en çok %2 olan makul kayıp kaçak oranının çok üzerinde kaçak verildiği gözlemlenmiştir.

### 5.2.2. Mobil El Terminali Ayıklama Uygulaması

Kütüphanede materyal yönetiminin başarılı olabilmesi için düzenli ve kendi sınıflama sistemine uygun şekilde sıralanmış raflara ihtiyaç vardır. Doğru sınıflama numarasına göre sınıflanmış kitap hem kullanıcı hem de kütüphane personeli tarafından hızlıca bulunabilmektedir. Varsayımımıza göre açık raf sistemi ile çalışan kütüphanelerde kullanıcılar kitap rafları arasında serbestçe gezinmekte ve kitapların sıraları istemsizce de olsa karışmaktadır. Bu bağlamda mobil el terminali yardımıyla ayıklama uygulaması yöntemiyle hatalı yerleştirilen kitapların raflarda tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Uygulama raflara yerleştirilmiş bin kitap arasında yüz hatalı yerleştirme durumunda mobil el terminali ile taramak suretiyle hatalı kitapların bulunması şeklinde olmuştur. Taramaların daha isabetli sonuç vermesi adına iki tekrar tarama gerçekleştirilmiştir. Tablo 5.5'te Mobil el terminali ile raf ayıklaması sonuçları iki farklı frekansla çalışan örneklem sistemler için verilmiştir.

**Tablo 5.5** Mobil el terminali ile ayıklama

| | HF | | UHF | |
|---|---|---|---|---|
| Sayım | Başarı | Kayıp Kaçak | Başarı | Kayıp Kaçak |
| Ayıklanan Kitap Sayısı 1. Tarama | 87 | 13 | 93 | 7 |
| Ayıklanan Kitap Sayısı 2. Tarama | 85 | 15 | 94 | 6 |
| Ortalama | 86 | 14 | 93,5 | 6,5 |

Not: Test 100 kitap üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.5'e göre bin kitap arasında raflara hatalı yerleştirilmiş 100 kitabın bulunması testinde HF frekans aralığında çalışan mobil el terminalin başarısı ortalama %86, UHF mobil el terminalinin ortalama başarısı 93,5 olarak bulunmuştur. Kayıp kaçak ortalamaları açısından bakacak olursak mobil el terminali için HF %14 UHF ise %6,5 oranında kayıp kaçak vermiştir. Mobil el terminali ile ayıklama uygulamasını değerlendirildiğinde UHF sistem elemanının HF sistem elemanına oranla daha başarılı tespit yapabildiği gözlemlenmiştir. Kayıp kaçak oranı HF sisteminde daha fazla olduğu görülmüştür. Ancak her iki el terminalinde de belirli oranlarda kaçak tespit edilmiş bu nedenle tam başarılı ayıklama gerçekleştirememiştir.

Her iki sistem içinde başarılı bir sayımdan bahsetmek güç gözükmektedir. Mobil el terminali ile ayıklama öncesinde rafların mutlaka önceden sayılmış olması gerekliliği her iki sistem içinde eleştirilebilecek ortak nokta olarak öne çıkmaktadır. Hem rafların önceden sayılması gerekliliği hem de kayıp kaçak oranları dikkat çeken durumlardır.

### 5.2.3. Mobil El Terminali Yer Bulma Uygulaması

Kütüphanede materyalin konumunu belirleme, özellikle yanlış yerleştirilmiş bir kaynağın yerini bulma görevi en meşakkatli işlerden biri olarak kabul edilebilir. Binlerce kitabın arasında kullanıcının ihtiyaç duyduğu bir kitabı bulmak zaman ve emek istemektedir. Özellikle açık raf sisteminin kullanıldığı kütüphanelerde kitap sırası karışmış ise bu meşakkat daha da artmaktadır. Bu bağlamda kitap yer tespitinin iki farklı frekansta çalışan RFID mobil el terminali ile tespitinin uygulaması sistem verimliliği açısından önemli ipuçları sunacaktır. Mobil el terminalleri her bir kitap için 2 dakika sürede tespit edebilmek için uygulama gerçekleştirilmiştir. Tablo 5.6'da mobil el terminallerinin başarı ve kayıp kaçak verileri görülmektedir.

**Tablo 5.6** Mobil el terminali ile yer bulma

| Yer Bulma | HF | UHF |
|---|---|---|
| Başarı | 67 | 88 |
| Kayıp/Kaçak | 33 | 12 |

Not: Test 100 kitap üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.6'da yer alan veriler incelendiğinde HF ve UHF sistem elemanları arasında yer bulma uygulamasında dikkat çekecek kadar farklı sonuçlar görülmektedir. Bu sonuçlara göre UHF sistem elemanı HF sistem elemanına göre 21 kitap daha fazla bularak başarısını göstermiştir. Farklı frekanslarda sistem elemanları için yer bulma

uygulaması söz konusu olduğunda UHF sistemin bu bağlamda daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

### 5.3. Sabit Okuyucular Üzerine Bulgular

RFID sabit okuyucular yeri değişmeyen sürekli sinyal akışına sahip okuyuculardır. Bazı RFID okuyucular hem yazma hem okuma gerçekleştirirken bazıları yalnızca okuma yapabilmektedirler. Hem yazıp hem okuyabilen okuyucu olarak RFID ödünç iade istasyonu örnek olarak verilebilirken, yalnızca okuma yapabilenlere güvenlik kapıları örnek olarak verilebilir.

Kütüphanede materyal dolaşımı için sabit okuyucular önemli görevler üstlenmektedir. RFID okuyucuların farklı frekans aralıklarında çalışan donanımları arasında hız ve doğruluk açısından farklılıklar olabilmektedir. Bu bağlamda sabit okuyuculardan olan güvenlik kapıları ve ödünç-iade istasyonlarının test edilmesi amacıyla uygulamalar gerçekleştirilmiş ve elde edilen bulgular iki alt başlıkta değerlendirilmiştir.

#### 5.3.1. Ödünç-İade İstasyonu ile Uygulama

Kütüphanelerde personel çalışma bankolarında bulunan ödünç-iade istasyonları tekrarlayan ödünç-iade hareketlerini hızlandırarak personele ve okuyucuya zaman kazandırmaktadır. Ödünç-iade istasyonlarının test edilmesi için kütüphane yönetim sistemine kayıtlı yüz seçili materyal birli, beşli ve onlu gruplar halinde ödünç-iade istasyonuna gösterilmiş ve sonuçlar kaydedilerek değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Tablo 5.7'de RFID ödünç iade sistemi uygulaması farklı frekanslarda işlem süreleri değerlendirilmiş.

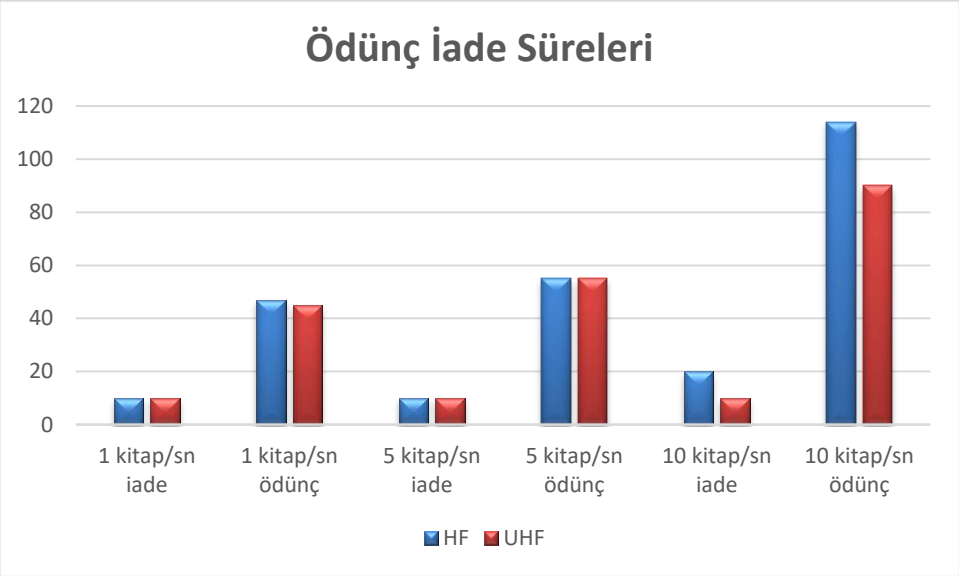
**Tablo 5.7** Ödünç iade uygulaması işlem süreleri

| Kitap Sayısı ve süre | HF | UHF |
|---|---|---|
| 1 kitap/sn. iade | 10 | 10 |
| 1 kitap/sn. ödünç | 47 | 45 |
| 5 kitap/sn. iade | 10 | 10 |
| 5 kitap/sn. ödünç | 55 | 55 |
| 10 kitap/sn. iade | 20 | 10 |
| 10 kitap/sn. ödünç | 114 | 90 |
| 100 kitap/sn. iade | 200 | 100 |
| 100 kitap/sn. ödünç | 1140 | 900 |

Not: Test 100 kitap üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Kütüphanede bir kitabın ödünç veya iade isteğinin ödünç-iade istasyonu tarafından KYS'ye aktarılması KYS'nin cevap vermesi ve alarmın açık ve kapalı hale getirilmesi işlemleri her iki sistemde de başarılı ve hızlı bir şekilde gerçekleşmiştir. Test edilen yüz materyalinin tamamı başarı ile testi geçmiştir. Farklılıklar ise süre bazında birden fazla materyalle gerçekleştirilen testlerde kendisini göstermiştir. UHF sistem bileşenleri birden fazla materyalle gerçekleştiren işlemleri daha hızlı gerçekleştirmiştir (Tablo 5.7 – Şekil 5.1).

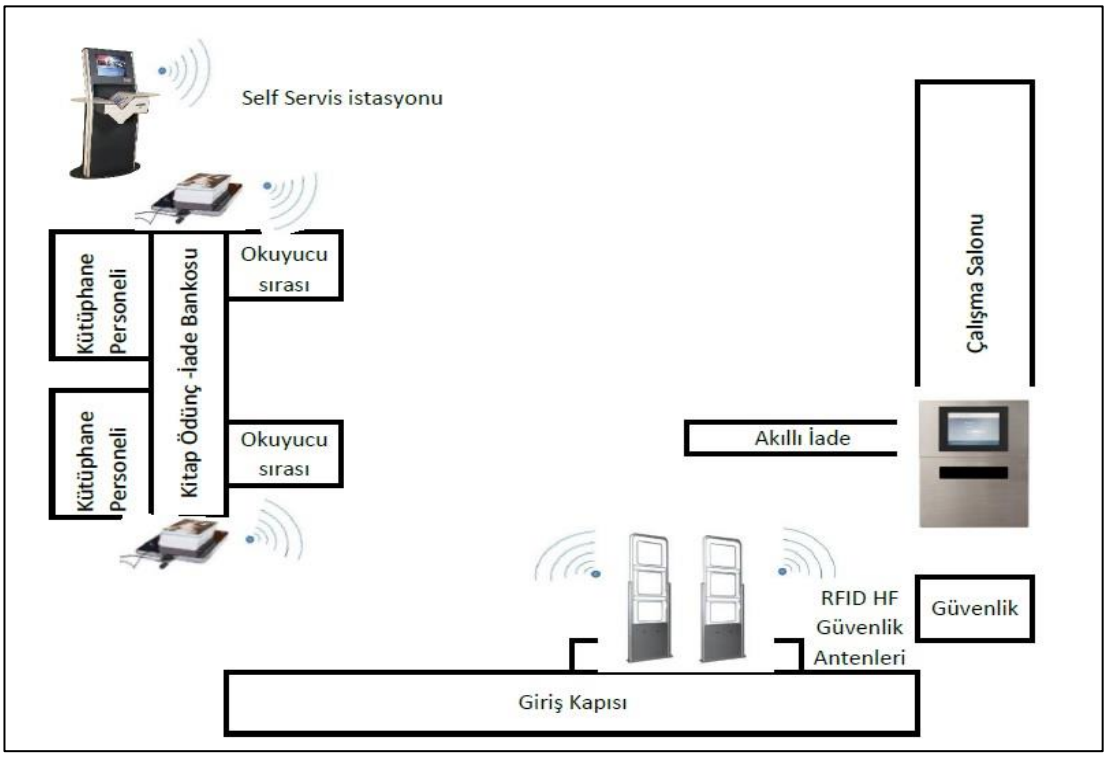
**Şekil 5.1** Ödünç iade uygulama süreleri



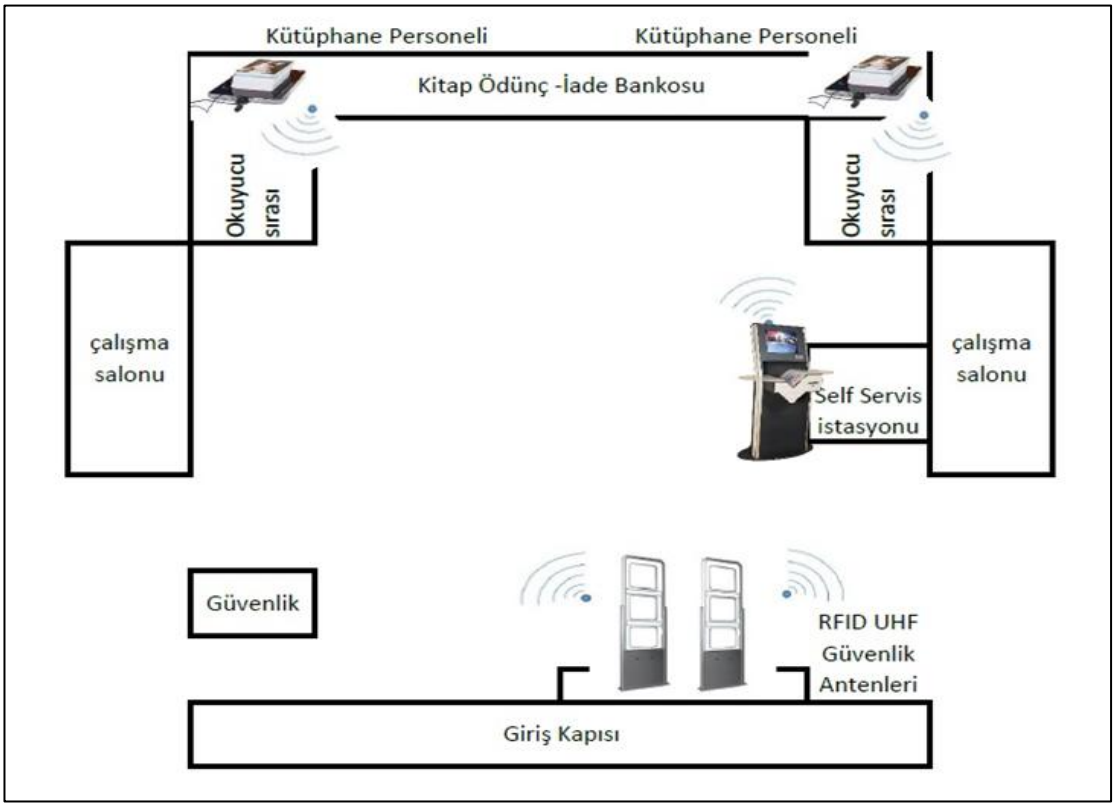

### 5.3.2. Güvenlik Kapısı Uygulaması

Piyasada farklı amaçlar için farklı şekillerde tasarlanan RFID güvenlik kapıları bulunmaktadır. Kütüphanelerde yaygın kullanımı olan HF ve UHF güvenlik kapıları farklı frekans aralıklarına sahiptir. Ayrıca RFID Sisteminin kütüphanede konumlandırılmasında bina unsuru oldukça önemli yer teşkil etmektedir. Bu nedenle uygulama bulgularına değinmeden önce sistem üzerindeki yapısal faktörleri daha net anlayabilmek amacıyla iki farklı kütüphanede mevcut yapısal durumunu gösteren, bina ve personel açılarından, krokisi çıkartılmıştır. Şekil 5.2'de A Üniversitesi Kütüphanesi, Şekil 5.3'te B İl Halk Kütüphanesinin bina giriş krokileri verilmiştir.

**Şekil 5.2** A Üniversitesi kütüphanesi yerleşim planı




**Şekil 5.3** B İl halk kütüphanesi yerleşim planı



RFID sistem elemanlarının kütüphanede uygulanması sürecinde belirli mesafelerin ve yönlendirmelerin konumlandırması sistem verimi açısından önemlidir. Yapılan incelemede her iki kütüphanede de RFID sistemin yapısal konumlandırmasında problemlere rastlanmıştır. Güvenlik kapılarının önünde ve arkasında olması gereken kapsama koridorunun olmadığı tespit edilmiştir. Ancak mevcut yapısal problemler kütüphane yönetimince ödünç iade bankoları ve self servis istasyonlarının yerleri yenilenerek sorunsuz hale getirmişlerdir. Örneklem iki kütüphanemiz içinde yapısal problemlerin uygulamamızı etkileyecek düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

Araştırmamızda farklı frekans aralıkları ile çalışan RFID kapıların materyal kayıp kaçakları konusunda farklı tepkileri olacağı varsayılmıştır. Bu bağlamda iki sistem arasındaki farkı irdelemek amacıyla yapılan güvenlik kapı testi sonucunda bazı bulgular edinilmiş ve bu bulgular aşağıda değerlendirilmiştir.

Güvenlik kapılarına geçiş uygulaması RFID etiket ile etiketlenmiş yüz adet kitabın değişik açı ve değişik fiziki biçimlerde güvenlik kapısına gösterilmesi ve kapının buna verdiği tepkilerin kaydedilerek değerlendirilmesinden oluşmaktadır. Güvenlik kapısı test edilirken materyaller elde, açıkta, elde avuç içi ile etiket kapatılarak, koltuk altında, çanta içinde, kıyafet içinde ve tabandan geçirilerek güvenlik kapısı çeşitli senaryolar ile denenmiştir. Uygulanan geçiş yöntemlerin hepsinin farklı sinyal bozucu etkileri olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda alarm tepkisi için her bir frekans aralığındaki güvenlik kapısı ayrı ayrı denenmiştir. Buna göre 100 kitap için uygulanan testin frekans aralıklarına göre kayıp/kaçak sonuçları Tablo 5.8'de gösterilmiştir.

**Tablo 5.8** Sinyal bozucu etken altında kayıp/kaçak uygulaması

| | **HF** | | **UHF** | |
|---|---|---|---|---|
| Uygulama Yöntemi | Başarı | Kayıp Kaçak | Başarı | Kayıp Kaçak |
| Elde Açıkta | 100 | 0 | 100 | 0 |
| Kıyafet İçinde Belde | 9 | 91 | 13 | 87 |
| Etiket Avuç içi ile Kapatıldığında | 0 | 100 | 0 | 100 |
| Etiket Koltuk Altına Alındığında | 19 | 81 | 12 | 88 |
| Etiket Çanta İçerisine Alındığında | 90 | 10 | 100 | 0 |
| Etiket Yer Seviyesinden Geçirildiğinde | 100 | 0 | 0 | 100 |

Not: Test 100 kitap üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Kütüphane materyalinin izinsiz kütüphane dışına çıkarılması senaryosu üzerine yapılan testlerde şu sonuçlara ulaşılmıştır. Elde, açıkta ve bel seviyesinde olacak biçimde materyali izinsiz çıkartma denemelerinin hepsinde her iki frekanstaki kapı

%100 başarı sağlamıştır. Çanta içerisinde izinsiz çıkarma uygulamasında kayda değer bir kayıp kaçak görülmemektedir. Uygulamada kitap kıyafet altına alındığında, avuç içi ile etiket kapatıldığında, kitap koltuk altına alındığında kayıp kaçak oranları iki frekans aralığı içinde %80 seviyelerinin üzerine çıkmaktadır.

Kitapların hangi yöntemle kayıp kaçak verildiğinin tespitinin ardında alarmın hangi mesafelerde tepki verdiği durumu da ölçülmüştür. Alarm tepkime mesafesi araştırmacılara kayıp kaçağa karşı alınabilecek tedbirler üzerine fikir verebilir. Yapılan uygulama sonucunda karşılaşılan alarm tepkime mesafeleri dikkate alınmıştır.

RFID güvenlik kapısının etiketi tanımak için yolladığı sinyal kitap kalınlığı ya da kitap yaklaşım açısına bağlı olarak belli oranda bozulabilir ve yollanan sinyalin zayıflayarak dönmemesi ihtimali doğabilir. Yapılan uygulamalarda güvenlik kapısı tarafından yollanan sinyalin materyalden sağlıklı gelmemesi durumları ile karşılaşılmıştır. Gerçekleştirilen testlerde yüz kadar materyal, yedi farklı mesafe referans alınarak güvenlik kapısına gösterilmiş ve alınan tepkimeler not edilmiştir. UHF ve HF güvenlik kapıları arasındaki tepkime mesafe farklarının daha iyi anlaşılabilmesi için HF ve UHF güvenlik kapısının tepkime mesafesi kitap kalınlık bağıntısından yalıtılarak değerlendirilmiştir. Yapılan uygulamada alarm tepkimelerinin yalnızca pik yaptığı mesafelerin derlenmesinin güvenlik kapılarının ortalama tutarlı tepki mesafelerini anlamamızı sağlayabileceği düşünülmüştür. Bu bağlamda güvenlik kapısı tutarlı tepkime mesafeleri tablo 5.9'da gösterilmiştir.

**Tablo 5.9** Frekansa göre alarm pik seviyeleri

| Alarm Mesafesi | HF Güvenlik Kapısı | UHF Güvenlik Kapısı |
|---|---|---|
| -25-0cm kadar | 0 | 21 |
| Tam Sınırda | 0 | 33 |
| 0-25cm kadar | 13 | 24 |
| 25-50cm kadar | 80 | 11 |
| 50-75cm kadar | 7 | 6 |
| 75-100cm kadar | 0 | 2 |
| 200cm kadar | 0 | 3 |
| Genel Toplam | 100 | 100 |

Not: Test 100 kitap üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.9 incelendiğinde UHF güvenlik kapısından geçirilen materyallere verilen tepkimelerin dağınık bir yapı gösterdiği anlaşılmaktadır. İzinsiz çıkartılmak istenen

materyallerin %21'i kapıya varmadan 25cm kadar mesafede, %33'ü tam sınırda, %24'ü kapıyı geçtikten sonra 25cm kadar mesafede, %11'i ise 25-50cm kadar mesafe aralığında güvenlik kapısı ile tepkimeye geçmiştir. %11'i kadar kitap ise kapıdan 50cm – 200cm aralığında kapıdan uzaklaştıktan sonra kapı alarmını tepkimeye koymuştur. Kapıdan geçtikten sonra güvenlik kapısının izinsiz geçişe geç tepkime vermesi durumu güvenlik personelinin olaya müdahil olamayacağı pozisyonda bırakabilir.

Materyalin izin almadan kütüphane dışına çıkarma işlemi için aynı şartlarda HF sistemi için de test gerçekleştirilmiştir. Tablo 5.9'da HF frekansıyla çalışan güvenlik kapısına ait verilere göre izinsiz çıkarılmak istenen materyallerin %80 kadarı 25-50 cm mesafesinde alarmı aktive etmiş ve güvenlik kapısı kayıp/kaçağı zamanında blokajlamıştır. Uygulamada diğer %7 ve %13'lük kısımda da güvenlik kapısı, sınıra gelmeden uyarıda bulunmuştur. Güvenlik kapısı için yapılan uygulama testlerinde HF güvenlik kapısının daha dinamik tepkiler verdiği, UHF güvenlik kapısının ise daha dağıtık tepkiler verdiği yönündedir.

### 5.4. Self Servis Sistemi Üzerine Bulgular

Kütüphaneler için RFID self servis sistemi personel ve kullanıcının birbirlerini hemen hemen hiç görmeden işlem yapabilecekleri şekilde tasarlanmıştır. Bu sistemde kullanıcı çeşitli sayıda kitapla self servis cihazına gider ve ödünç iade işlemi gerçekleştirir. Burada *"kütüphane kullanıcısı bir seferde sorunsuz olarak kitapları ödünç alıp verebilecek mi?", "en fazla kaç kitap için tek seferde işlemi gerçekleştirebilecektir?"* sorularının cevabı aranmıştır. Bunun için 100 adet kütüphane materyali kullanılarak self servis istasyonlarında testler gerçekleştirilmiştir. 100 kütüphane materyali 1'li 5'li ve 10'lu olarak gruplandırılmıştır. Gruplandırılmış olan materyaller 1'li 5'li ve 10'lu gruplar halinde self servis istasyonunda ödünç ve iade uygulaması yapılmıştır. Uygulanan self servis istasyonu testlerin sonucu Tablo 5.11'de verilmiştir.

Yapılan self servis istasyonu testleri incelendiğinde görülmektedir ki UHF ve HF sistemin ödünç iade başarı sayıları ve kayıp kaçak oranları farklılık göstermektedir. Uygulamada yapılan 1'li ödünç-iade uygulamasında self servis istasyonları ödünç için HF %99, UHF %98 başarı sağlanırken, iade işinde HF ve UHF sistemleri %100 başarı sağlamıştır. Ardından gerçekleştirilen 5'li grup ödünç uygulaması testinde HF

%85, UHF %95, iade işleminde ise HF %92, UHF %93 oranında kitabı başarı ile geçmiştir. Benzer test 10'lu gruptaki kitaplar içinde gerçekleştirilmiştir. Ödünç verme testinde HF frekanstaki sistemde %21, UHF sisteminde ise %92 başarı sağlanmıştır. İade işlemine yönelik yapılan testte ise HF teknolojisi %35 UHF teknolojisi %88 oranında kitabı başarı ile geçmiştir. En fazla kayıp kaçak durumu HF teknolojisinde ödünç (%79) ve iade (%65) işleminde tespit edilmiştir.

**Tablo 5.10** Selfservis istasyonu testleri

| Self Servis İstasyonu | | | Kitap Grubu | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 Kitap | 5 kitap | 10 kitap |
| HF | Ödünç | Başarı | 99 | 85 | 21 |
| | | Kayıp/Kaçak | 1 | 15 | 79 |
| | | Toplam | 100 | 100 | 100 |
| | İade | Başarı | 100 | 92 | 35 |
| | | Kayıp/Kaçak | - | 8 | 65 |
| | | Toplam | 100 | 100 | 100 |
| UHF | Ödünç | Başarı | 98 | 95 | 92 |
| | | Kayıp/Kaçak | 2 | 5 | 8 |
| | | Toplam | 100 | 100 | 100 |
| | İade | Başarı | 100 | 93 | 88 |
| | | Kayıp/Kaçak | - | 7 | 12 |
| | | Toplam | 100 | 100 | 100 |

Not: Test 100 kitap üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Self servis sistemlerin başarı oranları dikkatlice incelendiğinde her iki teknoloji de tekil ödünç ve iade işlemlerinde kayda değer sorun yaşatmamaktadır. Ancak 5'li ve 10'lu gruplar halinde bir diğer ifade ile üst üste konulmuş kitapların birlikte ödünç veya iade alınması işlemlerinde kayıp ve kaçak durumları ile karşılaştığı tespit edilmiştir. 5'li ve 10'lu gruplar ile yapılan ödünç ve iade işlemlerinde HF teknolojinde kayıp kapçak oranın daha fazla olduğu tespit edilmiştir. UHF teknolojisi ile çalışan sistemde ise grup halinde ödünç ve iade işlemlerinde kayıp kaçak oranı daha düşük bulunmuştur.

### 5.5. Sistem Bileşenlerinin Genel Başarım ve Kayıp Kaçak Durumu

HF ve UHF sistemlerin başarım/kayıp kaçak durumumu tüm bileşenleri birlete değerlendirmek amacıyla yukarıdaki başlıklarda aktarılan başarım ve kayıp kaçak durumunu ortaya koyan testler birlikte değerlendirilmiştir. Sayım, ayıklama, yer bulma, güvenlik kapıları, ödünç, iade ve self servis denemelerinde yapılan toplamda 48 sınama işleminin verileri test için kullanılmıştır. Büyük çoğunluğu 100 örnek

kitap üzerinde yapılan testlerde birliktelik sağlamak adına sayım için kullanılan 1000 adet verisi normalleştirilerek 0-100 arasına denk getirilmiştir. İkinci sayım şeklindeki işlemler için ise ortalama dikkate alınmıştır. Böylelikle HF ve UHF frekans aralığındaki sistemin başarım/kayıp kaçak durumu arasındaki farklığını ortaya koymak için her bir sistem için toplamda 2400 etiketli kitap, toplamda 4800 kitap üzerinde işlem yapılmıştır. Durum istatistiki olarak test edilmiş ve sonuçlar tablo 5.11'de gösterilmiştir.

**Tablo 5.11** RFID sistem bileşenlerinin başarı ve kayıp kaçak durumu

| Frekans Türü | | Başarı | Kayıp-Kaçak | Toplam |
|---|---|---|---|---|
| HF | N | 1750 | 650 | 2400 |
| | % | 72,9 | 27,1 | 100 |
| UHF | N | 1437 | 963 | 2400 |
| | % | 59,9 | 40,1 | 100 |
| Toplam | N | 3187 | 1613 | 4800 |
| | % | 66,4 | 33,6 | 100 |

Yapılan Ki-kare ($\chi 2$) testi sonucuna göre RFID sistem bileşenlerinin HF ve UHF frekans aralığına göre başarı/kayıp kaçak durumları arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\chi^2_{(1)}$= 91,477; $p$= 0,000). Tablo 5.11'e bakıldığında HF sistem bileşeninin toplamında kayıp kaçak oranı %27,1 iken UHF sisteminde bu oran %40,1'dir.

# 6. SONUÇ

Kütüphanelerde bilgi kaynakların yönetimini ve güvenliğini sağlamak adına manuel ve teknolojik sistemler kullanılagelmiştir. Elektronik ve bilgisayar teknolojilerinin yaygınlaşması ile yeni sistemler kütüphanelerde yerini almıştır. Özellikle manyetik bantlar ve barkod teknolojisinin kullanımı kütüphane ve bilgi merkezlerinde materyallerin dolaşıma girme ve yönetimine farklı bir yaklaşım getirmiştir. Yetenekleri kısıtlı olan bu teknolojinin yerini radyo dalgalarıyla çalışan sistemler almıştır. RFID olarak tanımlanan bu sistem birçok sektörde kullanıldığı gibi kütüphanelerde de kullanımı yaygınlaşmıştır. Barkod ve manyetik bant teknolojisine kıyasla kütüphanelerde yönetsel işlerde kullanımı daha fazla olan ve personel müdahalesini en aza indiren RFID sistemi, işlemleri daha hızlı ve otomatik olarak yerine getirebilmektedir.

Kütüphanelerde kullanılan RFID teknolojisi anten, etiket, el terminali, güvenlik kapısı, akıllı kitap rafları, self servis ve ödünç-iade istasyonları gibi donanımlardan oluşur. Bu donanımlar HF ve UHF frekans aralıklarında çalışan iki farklı sistem olarak kullanımı yaygındır. Her iki sistemin çalışma biçimi aynı olup raf yönetimi, ödünç-iade işlemleri, sayım, ayıklama ve materyal güvenliği işlemlerinde kullanılmaktadır. Frekans aralıklarının farklı olması dolayısıyla donamım, sistem ve iş yeteneğini etkilemektedir. Donanım, sistem, kapsama alanı, etiket veya okuyucu konumu, çevre koşulları gibi unsurlar etkileşimi belirlediğinden kütüphanelerde operasyonel anlamda konunun incelenmesini gerektirmektedir. Tam da bu noktada kütüphanelerde yönetsel işlerde aktif kullanımda sistemin zayıflıklarını, olası yaşanan hataları, risk ve güvenlik açıklarını ve oluşturduğu yönetsel sorunlarının tespit edilmesinin önemi artmaktadır. Söz konusu bu sorunun farkında olunması bu çalışmanın yürütülmesinde neden olmuştur.

Kütüphanelerde RFID sistem bileşenleriyle yürütülen operasyon işlemlerinde bazı sorunlar ile karşılaşılmaktadır. Güvenlik antenlerinin yerleşim şekli, referans frekans aralığı, kapsama alanı, istasyonlarla kesişme mesafesi, kapsamasını engelleyecek çevre koşulları ile etiketlerin frekans aralığı, kullanım ömrü, yer aldığı materyalin özelliği ve bulunduğu ortam gibi durumlar sistemsel sorunlar ortaya

koyabilmektedir. Kütüphaneler tarafından da sıklıkla tercih edilen HF ve UHF frekansları ile çalışan RFID sistem bileşenlerinin kendilerine has problemleri vardır. Söz konusu sorunları kütüphane atmosferi içerisinde tanımlamak için farklı marka, model ve teknik donanımlardaki RFID sistem elemanlarının operasyonel işlemlerde – ödünç, iade, sayım, ayıklama, güvenlik, yer bulma- olası yaşanan kayıp kaçak durumunu, oluşan hataları, zayıflıkları, riskleri ve güvenlik açıklarını ortaya koymak amacıyla bu tez çalışması yürütülmüştür. Dile getirilen soruların istatistiki açıdan daha mantıklı sonuçlarını elde etmek için daha farklı kütüphanede ve daha fazla cihazla denenmesini gerekli kılmaktadır. Söz konusu böyle bir çalışma maliyetli olacağından sadece farklı teknolojileri kullanan iki kütüphane ile çalışma sınırlandırılarak örnek olay incelemesi yapılmıştır.

Çalışma esasen RFID sistemlerinin olası kayıp-kaçak durumlarını ortaya koymak hedeflendiğinden bir durum tespiti niteliğindedir. Bu bağlamda "Kütüphanelerde kullanılan RFID sistem bileşenlerinin HF ve UHF frekans aralığına göre genel başarım/kayıp kaçak durumu arasında anlamlı bir ilişki vardır." şeklinde oluşturulan hipotez için farklı sistemleri kullanan iki kütüphaneden veriler toplanmış ve tüm sistem bileşenlerinin başarım ve kayıp kaçak durumları bir bütün olarak test edilmiştir. Hipoteze yönelik olarak yapılan Ki-kare ($\chi 2$) testinde, HF ve UHF frekans aralığına göre genel başarım/kayıp kaçak durumu arasında anlamlı bir ilişkiye ulaşılmış böylece hipotez kabul edilmiştir. Çalışmada HF sisteminde kayıp kaçak oranın %27,1 UHF sisteminin oranı %40,1 olarak bulgulanmıştır. Ancak sistem başarımları veya başarısızlıkları alt bileşenlerden farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle her bir sistem bileşeni tek tek ele alınarak incelenmiştir. Test değişkenlerindeki anlık veya sürekli değişimlere göre farklı sonuçlarla karşılaşılma olasılığını dikkate almayı gerektirdiğinden yapılan incelemeler ışığında edinilen bulgular değerlendirilerek aşağıda sunulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın birinci sorusu olan *"HF ve UHF RFID güvenlik kapılarında farklı açılardan materyal etiketlerin gösteriminde kayıp kaçan oranı farklılık göstermekte midir?"* sorusunu yanıtlamak için öncelikle RFID sistemin temel iki ögesi olan etiket ve güvenlik kapısı iletişiminde olası problemlere odaklanılmıştır. Olası sistem açıklarının tespiti amacıyla beş farklı şekilde testler gerçekleştirilmiştir. Uygulanılan testlerde UHF etiketlerin kayıp-kaçak oranı dikkate değer derecede farklılık

göstermiştir. Güvenlik kapısının zemininden bitim yüksekliğine kadar farklı açılarda geçiş testleri uygulanmış ve bu testlerde %74,8 oranında bir ortalama kayıp kaçak durumu ile karşılaşılmıştır. HF etiketli materyaller yapılan testlerde ise ortalama %1,6 oranında kayıp kaçak oranı olduğu görülmüştür. Yapılan denemelerde etiketin fiziksel konumunun frekans iletiminde önemli farklılık oluşturduğuna yönelik bulgular elde edilmiştir. Dolayısıyla HF ve UHF RFID güvenlik kapılarında farklı açılardan materyal etiketlerin gösteriminde kayıp kaçan oranlarının farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmanın ikinci sorusu "*etiket sinyal sürüklemesinde HF ve UHF RFID güvenlik kapılarında kayıp/kaçak durumları farklılık göstermekte midir?"* sorusunu yanıtlamak için güvenlik kapıları etiket sürüklemesine neden olabilecek yöntemler ile test edilmiştir. Etiketlerde sinyal sürüklenmesi RFID sistem elemanları açısından sık karşılaşılan ve sonuçta sistem verimliliğine doğrudan etki edebilecek unsurlardan biri olarak görülmelidir. Bu amaçla sinyal çakışması/sürüklenmesi sağlanması için kitap etiketleri birbirlerine yakın şekilde test edilmiştir. Gerçekleştirilen testlerde UHF için ortalama %79 oranında bir kayıp kaçak sonucuna ulaşılırken, HF için bu oran %54 seviyesinde gerçekleşmiştir. Her iki frekansta da sinyal sürüklenmesine rastlanmıştır.

*"HF ve UHF RFID mobil el terminallerinin sayım işlemlerinde başarım durumları arasında bir fark var mıdır?"* şeklinde oluşturulan çalışmanın üçüncü sorusunu yanıtlamak amacıyla mobil el terminalleriyle sayım gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen sayım sonucunda UHF el terminali %100 başarılı olmuştur. HF el terminali ise %90 oranında ortalama sayım başarısı ile sonuçlanmıştır. Bu bulguya göre mobil el terminalinin farklı frekans aralıklarında çalışmasında verim farklılıkları olabileceği sonucu çıkmaktadır.

Çalışmada gerçekleştirilen planlı sayım ve ayıklama uygulaması hız ve doğruluk üzerine bazı sonuçlara ulaşmıştır. UHF ile çalışan sistemin ultra yüksek frekansta çalışması iletişime geçilen etiket sayısında önemli artışlar sağlamıştır. Ancak frekans yüksekliğinin bir olumsuzluğu olarak uzaktaki sayımı planlanmamış raflardaki etiketleri de algılaması olarak karşımıza çıkmıştır. Sayım ve ayıklama uygulamasında UHF sisteminin HF sisteme oranla daha fazla RFID etiketle iletişime geçtiği gözlemlenmiştir.

Çalışmanın dördüncü sorusu el terminallerinin ayıklama başarımı üzerinedir. Buna yönelik olarak *"HF ve UHF RFID mobil el terminallerinin ayıklama işlemlerinde başarım durumları arasında bir fark var mıdır?"* sorusunu yanıtlamak için rafa yerleştirilen sırası hatalı materyallerin ayıklanması sınanmıştır. Yapılan testlerin sonucunda UHF el terminali ortalama %6,5 oranında kayıp kaçak verirken HF el terminali ortalama %14 oranında kayıp kaçak vermiştir. Böylece HF ve UHF el terminallerinin ayıklama uygulamasında farklı sonuçlar elde etiğini söylemek bu test için mümkün görünmektedir.

*"HF ve UHF RFID mobil el terminallerinin yer bulma işlemlerinde başarım durumları arasında bir fark var mıdır?"* şeklinde oluşturulan çalışmanın beşinci sorusu için farklı raflara yerleştirilen kitapların mobil el terminali yardımı ile bulma işlemi gerçekleştirilmiştir. UHF el terminali için başarım oranı %88, HF el terminali için başarım oranı %67 olarak bulunmuştur. Bu test sonuçları göz önünde bulundurulduğunda HF ve UHF mobil el terminallerinin yer bulma başarısında bir farklılık olduğu anlaşılmaktadır.

*"HF ve UHF RFID güvenlik kapıları sinyal bozucu etken altında kayıp/kaçak durumları farklılık göstermekte midir?"* şeklindeki çalışmanın altıncı sorusu için çeşitli testler yapılmıştır. Yapılan testlerde HF ve UHF RFID güvenlik kapıları sinyal bozucu etken altında kayıp/kaçak durumları farklılık gösterdiği yönündedir. Doğal ve yapay olarak "izinsiz geçişlerde" sıkça rastlanan yöntemlerle etiket sinyallerinin güvenlik kapısına erişimi engellenmeye yönelik yapılan altı farklı sinyal bozucu test geçişlerinde sonuç şu şekilde olmuştur. UHF güvenlik kapısından ortalama olarak izinsiz geçirilmek istenen materyallerin %62,5 kadarı engellenememiş ve kütüphane dışına çıkarılmıştır. HF güvenlik kapısına uygulanan izinsiz geçiş testlerinde ise %47 oranında materyalin izinsiz olarak kütüphane dışına çıkarıldığı görülmüştür. Her iki güvenlik kapısı içinde çok büyük oranda kayıp kaçak durumu söz konusudur. Bu bağlamda HF ve UHF RFID güvenlik kapıları sinyal bozucu etken altında kayıp/kaçak durumları farklılık gösterdiği yönündedir.

Çalışmanın yedinci sorunu güvenlik kapısının tepki verime durumu ile ilgilidir. *"HF ve UHF RFID güvenlik kapıları frekansa göre alarm pik seviyeleri değişkenlik göstermekte midir?"* sorusunu yanıtlamak için kapanın kitap içerisine yerleştirilen

etikete verdiği tepkinin mesafesi ölçülmüştür. RFID sistem içerisinde dengeli bir güvenlik kapısı önemli bir role sahiptir ve dengeli bir güvenlik kapısının izinsiz geçişlere verdiği alarm tepki mesafeleri de dengelidir. İncelememizde UHF güvenlik kapısından geçirilen materyallere verilen tepkimelerin dağınık bir yapı gösterdiği anlaşılmaktadır. İzinsiz çıkartılmak istenen materyallerin %21'i kapıya varmadan 25cm kadar mesafede, %33'ü tam sınırda güvenlik kapısını alarma geçirmiştir. Kapıyı geçtikten sonra %24'ü 25cm kadar mesafede, %11'i ise 25-50cm kadar mesafe aralığında güvenlik kapısı ile tepkimeye geçmiştir. Bu bakımdan UHF güvenlik kapısının tepkime alarm mesafesi dağınık, dengesiz, bir yapıya işaret etmektedir. HF güvenlik kapısının test sonuçları ise oldukça dengeli bir soncu ortaya koşmuştur. Uygulanan testlerde %80 oranında kapıyı geçmeden 25- 50cm aralığında izinsiz geçişe tepki vermiş ve daha dengeli sonuçları ortaya koymuştur. Dolayısıyla HF ve UHF RFID güvenlik kapıları frekansa göre alarm pik seviyeleri değişkenlik göstermekte olduğu sonucuna ulaşmak mümkündür.

RFID sistem kullanımı sırasında güvenlik kapıları ve kullanıcı geçişleri testleri sonucunda kütüphane materyalinin izinsiz kütüphane dışına çıkışına 'elde açıkta' %100 oranında engellendiği tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Molnar ve Wangler çalışmalarında ulaşmışlardır (Molnar ve Wagner, 2004, ss. 1-20). Bu bakımdan RFID güvenlik kapılarının bazı olası kusurları olmasına rağmen güvenlik için kütüphaneye oldukça önemli bir güç kattığı söylenebilir.

*"HF ve UHF RFID selfservis istasyonlarının başarım durumu farklılık göstermekte midir?"* sorusu araştırmanın sekizinci sorusunu oluşturmaktadır. Personelsiz olarak işleri önemli ölçüde rahatlattığı görüşünde birleşilen selfservis RFID bileşeni, farklı frekanslarda iş verimliliği değişmektedir. Çalışmada yürütülen testler sonucunda UHF self servis istasyonu için ödünçte ortalama %5, iade de ise %6,3 ortalama kayıp kaçak vermiştir. HF self servis istasyonunda ise ödünçte ortalama %31,6 iade ise %24,3 ortalama kayıp kaçak verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla HF ve UHF self servis sistemlerinin performansı farklılık gösterebilmektedir.

**Öneriler:**

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular ışığında aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

- RFID sisteminin alınması sürecinde ilgili kurumun ihtiyaçları bir teknolojik palanda adım adım belirlenmelidir. RFID sistem kurumun güvenlik, takip, tespit ve sevk ihtiyaçlarına cevap verebileceği için donanım tercihleri bu adımlara göre belirlenmelidir.
- HF ve UHF RFID teknolojilerinin işlem hızlarının farklılık gösterme durumu kütüphanelerde operasyonel işlemlerde maliyet getirmektedir. Bu nedenle RFID sistem alımı için bir maliyet analizi yapılmalıdır. Maliyet analizi kurulum öncesi detaylı şekilde çıkarılmalı ve uzun vadede ihtiyaçlara cevap verecek nitelikte olmalıdır. Kütüphanenin kaç giriş ve çıkışı olduğuna, ne kadar materyale sahip olunacağına, kaç kat ve salon ile hizmet verileceğine göre maliyet analizi değişkenlik göstereceğinden analiz öncesi kütüphane yerleşim planlarının yapılmış olması gerekmektedir.
- Sistem alımına karar verilmeden önce olası risklerin görülebilmesi için deneme uygulaması yapılmalıdır. Deneme uygulaması yalnızca güvenlik kapıları için değil tam bir sistem kurulumu şeklinde yapılmalıdır. Uygulama esnasında materyaller ile tüm sistemin bir test formu aracılığı ile test edilmesi gerekmektedir. Her bir test not alınmalı farklı firmalara ait ürünler denenmeli kütüphanenin ihtiyaçlarına en yakın yanıtı verebilecek RFID sistemi tercih edilmelidir.
- Deneme sırasında kullanıcı salonlarının girişleri ve çıkışları, ödünç iade bankolarının yerleri, personel çalışma yerlerinin belirlenmesi, ödünç iade bankolarının raflara olan mesafelerinin ayarlanması gerekmektedir. RFID sinyal yönetimi için ödünç iade işlemleri sırasında ve sinyal karmaşasını önlemeye yönelik tedbirler alınmalıdır. Bu durumda rafların pozisyonları ve metal yoğun yapılarının sinyaller üzerine etkilerinin de incelenmesi faydalı olacaktır.
- Farklı frekans aralıklarında çalışan RFID sistem bileşenlerinin yetenekleri farklılık gösterebilmektedir. Dolayısıyla kütüphane hizmetlerinde işin yoğun olduğu kaleme göre teknoloji seçimine karar verilmesi daha yararcı bir yaklaşım olacaktır.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular kütüphane kullanıcılarının, kütüphanecilerin, kütüphane yöneticilerinin ve ürün sağlama birimlerinin

faydalanabileceği bulgulara ulaşılmıştır. Özellikle kütüphaneye RFID sistem temini öncesinde bu çalışmada da görülen olası sorunların değerlendirmeye alınması kullanıcı ve kütüphane personelinin memnuniyeti için önem taşımaktadır.

Bu çalışmada örnek olay incelemesi ile gerçekleştirilen uygulamalar mevcut durumu tespit amacı taşıdığından deneylerde frekans ölçüm cihazları ile ölçümler gerçekleştirilmemiştir. Bu bağlamda sonraki çalışmalara bir öneri olarak deneyler gerçekleştirilirken frekans ölçüm cihazlarının kullanılması düşünülebilir.

Sonuç olarak RFID sisteminin olası kusurlarının olduğu tüm ihtiyaçlar için bir sistem paketinin yeteneklerinin yeterli olmadığı, kütüphane operasyonel işlemlerinde teknik sorunların olağan bir durum olduğu gerçekleri göz önüne alındığında bu sorunların üstesinden gelinmesi konusunun önemi daha da artmaktadır. Bu nedenle sistemsel sorunların farkında olmak yönetsel çözümleri de beraberinde getirecektir. Dolayısıyla sistemlerin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmalı, farklı bakış açısıyla sistem sorunlarının ortaya koyacak araştırmalar desteklenmelidir.

# KAYNAKÇA


Ahson, S., ve Ilyas, M. (2008). RFID handbook: Applications, technology, security, and privacy. CRC Press. 19(2),165.

Akıllı Kütüphane Sistemi. (2020). Akıllı Şehir Akıllı Kütüphane. 10 Ağustos 2020 tarihinde https://www.smartcity.com.tr/Akilli-Kutuphane-Sistemi-AKID4-SID90.html adresinden erişilmiştir.

Akyazi, E. (2014). Barkod Teknolojisi ve Barkod Üretim Teknikleri. *Marmara İletişim Dergisi*, *7*(7), 145-152.

Alwadi, A., Kilby, J. ve Gawanmeh, A. (2017). Tracking and automating a library system using radio frequency identification technology. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, *10*(2), 425-450. doi:10.21307/ijssis-2017-219

Arikan, R. (2011). *Araştırma yöntem ve teknikleri*. Ankara: Nobel.

Aydın, Ç. (2011). *Yeni Nesil RFID Sistemlerinde Kullanılan Minyatür Anten Tasarımları*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Bundy, J. (2005). Radio Frequency Identification In Librarıes. [10 Aralık 2020 Elsevie (Academic Search Elite), https://www.elsevier.com/tr-tr].

Butters, A. (2007). RFID Systems, Standards And Privacy Within Libraries. *The Electronic Library*,25(4), 430-439. doi:10.1108/02640470710779844.

Castelluccia C, Soos M, (2007). Secret Shuffling: A Novel Approach to RFID Private Identification. Conference on RFID security 07, Malaga.

Chawla, V. ve Ha, D. (2007). An overview of passive RFID. *IEEE Communications Magazine*, *45*(9), 11-17. doi:10.1109/MCOM.2007.4342873

Chen, J. vd., (2005). RFID Kütüphanesi ve Uygulaması. *Şangay Jiao Tong Üniversitesi Dergisi*, Şangay.

Ching, S. H. ve Tai, A. (2009). HF RFID versus UHF RFID — Technology for Library Service Transformation at City University of Hong Kong. *The Journal of Academic Librarianship*, *35*(4), 347-359. doi:10.1016/j.acalib.2009.04.005

DB 44 / T 898.1-2011 (2011), RFID – Standartları. 20.02.2020 tarihinde www.ChineseStandard.net adresinden erişilmiştir.

DB 44 / T 898.2-2011 (2011), RFID – Standartları. 20.02.2020 tarihinde www.ChineseStandard.net adresinden erişilmiştir.

de Oliveira, A. O., Oliveira, H. L. S., Gomes, C. F. S. ve Ribeiro, P. C. C. (2019). Quantitative analysis of RFID' publications from 2006 to 2016. *International Journal of Information Management*, *48*, 185-192. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.001

Dijitalid (2020). Basit Medya Çözümleri. 10 Aralık 2020 tarihinde https://dijitalid.com/easy-media-suite-products adresinden erişilmiştir.

Dinçer, H. (2000). "Elektromanyetik ısınımlar ve insan sağlığına etkileri"[Bildiri], Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyum Bildirileri, 8–12 Kasım, Bursa.

Dwivedi, Y. K., Williams, M. D. ve Williams, J. (2013). RFID systems in libraries: An empirical examination of factors affecting system use and user satisfaction. *International Journal of Information Management*, *33*(2), 367-377. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2012.10.008

Engels, DW (2003). Hayalet olasılığı bir RFID sisteminde okur. Auto-ID Laboratuvarlar, Beyaz Kitap Serisi, 1. Baskı .

Finkenzeller, K. (2003). RFID handbook: Fundamentals and applications in contactless smart cards and identification (2nd ed). Wiley.

Gemini. (2020). RFID Çözümler. 12 Ekim 2020 tarihinde https://www.gemini.com/institutions adresinden erişilmiştir.

Guo, J., Huang, Q. ve Chen, J. (2014). A study of UHF-RFID data model construction in university libraries. *The Elektronik Library. 32*(5), 726-741. doi: 10.1108/EL-10-2013-0177

Harris, DB. (1960). Modüle edilebilir pasif cevaplayıcılı radyo iletim sistemleri. ABD Patent 2.927.321. [Erişim: 10 Aralık 2020 EBSCO (Academic Search Elite), http://www.ebsco.com.]

Hunt, V. Daniel, Puglia Albert ve Puglia Mike. (2007). RFID – A Guide to Radio Frequency Identification. Wiley Press. USA.

ISO / IEC 15962 (2013), Bilgi Teknolojisi - Radyo Frekansı Tanımlaması (RFID) Proje Yönetimi (RFID) - Veri Protokolü: Veri Kodlama Kuralları ve Mantıksal Depolama Fonksiyonlar. 20.02.2020 tarihinde https://www.iso.org/standard/57332.html adresinden erişilmiştir.

ISO / IEC 18000-6 (2004), Bilgi Teknolojisi - Proje Yönetimi için RFID - 860MHz - 960MHz Hava Arabirimi İletişim Parametreleri. 20.02.2020 tarihinde https://www.iso.org/standard/57332.html adresinden erişilmiştir.

ISO 15511 (2011), Bilgi ve Belgeler - Kütüphaneler ve ilgili kuruluşlar için uluslararası standart tanımlayıcısı (ISIL). 20.02.2020 tarihinde https://www.iso.org/standard/57332.html adresinden erişilmiştir.

ISO 15511:2019. Bilgi ve Belgeler - Kütüphaneler ve ilgili kuruluşlar için uluslararası standart tanımlayıcısı (ISIL). 20.02.2020 tarihinde https://www.iso.org/standard/57332.html adresinden erişilmiştir.

ISO 28560-1 (2014), Bilgi ve Belgeler - Kütüphane Radyo Frekansı Tanımlaması (RFID) - Veri Elemanları ve Uygulama Genel Prensipleri. 20.02.2020 tarihinde https://www.iso.org/standard/57332.html adresinden erişilmiştir.

ISO 28560-2 (2014), Bilgi ve Belgeler - Kütüphaneler ve ilgili kuruluşlar için uluslararası standart tanımlayıcısı (ISIL). 20.02.2020 tarihinde https://www.iso.org/standard/57332.html adresinden erişilmiştir.

ISO 28560-3 (2014), Bilgi ve Belgeler - Kütüphaneler ve ilgili kuruluşlar için uluslararası standart tanımlayıcısı (ISIL). 20.02.2020 tarihinde https://www.iso.org/standard/57332.html adresinden erişilmiştir.

Kapoor, K., Dwivedi, Y., C. Piercy, N., Lal, B., ve Weerakkody, V. (2014). RFID integrated systems in libraries: Extending TAM model for empirically examining the use. *Journal of Enterprise Information Management, 27* (6), 731-758. doi:10.1108/JEIM-10-2013-0079

Karasar, N. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel.

Karekod yazılım. (2020). Naron Karekod Aaştırma. 6 Haziran 2020 tarihinde https://www.karekodyazilim.com/ adresinden erişilmiştir.

Kern, C. (2004). Radio-frequency-identification for security and media circulation in libraries. *The Electronic Library, 22* (4), 317-324. doi:10.1108/02640470410552947

Khor, J., Ismail, W., Md Rashid, M. N., Wan Ismail, A. A., Omar, M. Q., ve Mohd Zanal, F. H. (2015). UHF RFID proof of concept (POC) with open-source ILS at Universiti Sains Malaysia (USM) Libraries. *Program, 49* (2), 135-150. doi:10.1108/PROG-11-2012-0060

Kmrıfid, (2019). KMR RFID Standartları 2019. Şubat 2022 tarihinde http://m.tr.kmrfidtag.com/info/rfid-standards-iso-iec-epcglobal-30291005.html adresinden erişilmiştir.

Kupam .(2020). Çipli Kartlar. 10 Haziran 2020 tarihinde http://www.kupam.com/ adresinden erişilmiştir.

Lewis, S. (2004). RFID teknolojisine temel bir giriş ve tedarik zincirinde kullanımı. Teknik Rapor , Laran Teknolojileri, Beyaz Kitap.

Lindquist, M. (2003). Kütüphanelerde RFID—Giriş Konuları. 69th IFLA GeneralConference and Council, Berlin, Germany.

Lyons, K. P. (2010). An Analysis of the Radio Frequency Identification (RFID) Technology Implementation within an Independent Public Library System: A Case Study of the North Canton, Ohio Public Library. 136-145.

Maraşli, F. ve Çibuk, M. (2015). RFID Teknolojisi ve Kullanım Alanları. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *4*(2). doi:10.17798/beufen.19847

Mohd Kamir, Y. ve Md Yazid, S. (2016). The adoption and implementation of RFID: A literature survey. *Library and Information Science Research E-Journal*, *26*(1). doi:10.32655/LIBRES.2016.1.3

Molnar, D., ve Wagner, D. (2004). Privacy and Security in Library RFID Issues. Practices, and Architectures. 20.

Muir, S. (2007). RFID security concerns. *Library Hi Tech, 25*(1), 95-107. doi:10.1108/07378830710735885.

Nayir, İ. (2010). İlaç Takip Sistemi: Sage Yayıncılık. 2010

Nedap Library. (2020). Nedap Kütüphane Çözümleri. 21 Ekim 2020 tarihinde https://nedap.com/ adresinden erişilmiştir.

Omoadoni, O. R. (2019). Impact Of Rfid (Radıo Frequency Identıfıcatıon) Technology On Lıbrarıes.

Özbek, G. (2014). Savunma Sektöründe Radyo Frekanslı Tanıma (RFID) Sistemlerinin Uygulanması: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya

Palamutcu S. ve Dağ N. (2009). Elektromanyetik kalkanlama amaçlı tekstil yüzeyleri. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 3, No: 1, 87-101

Pine, H. B. (2005). RFID ve Entegrasyon ve Yazılımın Önemi, ABI Araştırmaları. 19.02.2020 tarihinde http://otomasyondergisi.com.tr/ adresinden erişilmiştir.

Ranawella, T. C. (2006). An Introduction to a Library material management and security control system—Radio Frequency ldentification (RFID) technology. *Journal of the University Librarians Association of Sri Lanka, 10* (0), 29. doi:10.4038/jula.v10i0.316

RFID Market. (2020). RFID Eiketler, RFID Okuyucular. 8 Mayıs 2020 tarihinde https://www.rfidmarket.com.tr/ adresinden erişilmiştir.

RFID Türkiye. (2020). RFID Link. 5 mayıs 2020 tarihinde https://www.rfidmarket.com.tr/?gclid=EAIaIQobChMIyvX2_K_K9QIVyZ1LBR0ySwJHEAAYASAAEgKmT_D_BwE adresinden erişildi.

Roberts, C.M. (2006). Radyo frekansı tanımlama (RFID). 25. bilgisayarlar ve güvenlik sempozyumu, s. 18-26. 19.02.2020 tarihinde http://otomasyondergisi.com.tr/ adresinden erişilmiştir.

Sevgi L. (2000). Elektromanyetik uyumluluk elektromanyetik kirlilik EMO İstanbul *TÜBİTAK-Mam Teknolojik İşbirliği Dergisi*, Nisan 2000

Stefan, V. (2012). Veritabanı ile mobil uygulamaların geliştirilmesinde 2D kodların kullanılması. *Valah Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 3 (2), 105-114.

Stevenson, Rick (Aralık 2005). PCB'lerde Lazer İşaretleme Matris Kodları. Baskı Devre Tasarımı ve İmalatı .

Stockman, H. (1948). Yansıyan güç yoluyla iletişim: IRE Bildirileri, cilt. 36. s. 196-204.

Taktak, F. (2005). Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 23-25 Kasım 2005, İTÜ – İstanbul

Tekinalp, Ş. (2011). Karşılaştırmalı Radyo Tv, Beta Yayıncılık, İstanbul

Teknopalas. (2020). Kurumsal Çözümler. 20 Haziran 2020 tarihinde http://teknopalas.com.tr/teknopalas-rfid-etiketler/ adresinden erişilmiştir.

Thornton, F, vd., (2006). RFID Güvenliği: Syngress yayıncılık, Rockland

TOBB-Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, 2012. GS1 Sistemi Tanıtım Kitapçığı. http://www.gs1tr.org/yayinlar.php, Ankara.

Üstündağ, A. ve Tanyaş, M. (2008). Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID) Yatırımlarını Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Çalışma. İTÜ RFID Araştırma ve Test Merkezi. 12.02.2020 tarihinde rfid-turkiye sayfasından erişilmiştir.

Vernon, FL. Jr. (1952). Mikrodalga homoloğunun uygulanması. IRE İşlemleri Antenler ve Yayılım, cild. AP-4, s. 110

Wikipedia. (2020). RFID. 20 Aralık 2020 tarihinde https://tr.wikipedia.org/wiki/Anasayfa adresinden erişilmiştir.

Xiao, YS. vd., (2007). Radyo frekansı tanımlama: teknolojiler, uygulamalar ve araştırma sorunları. *Kablosuz İletişim ve Mobil Bilgisayar*, s. 457 –472.

Yıldız, M. ve Yıldırım, B.F. (2018) Yapay Zekâ ve Robotik Sistemlerin Kütüphanecilik Mesleğine Olan Etkileri: *Türk Kütüphaneciliği, 32* (1) 26-32 doi:10.24146/tkd.2018.29

Yu, S. (2007). RFID implementation and benefits in libraries. *The Electronic Library, 25*(1), 54-64. doi:10.1108/02640470710729119

Yüksel, M. ve Zaim, A (2008). RFID Sistemlerinde Kullanılan Yapılar ve Örnek Bir RFID Sistem Tasarımı. ELECO® 2008 (Elektrik – Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği) Sempozyumu'nda bildiriler, 19.02.2020 tarihinde emo.org.tr adresinden erişilmiştir.

Zanal, F. H. (2015). UHF RFID proof of concept (POC) with open-source ILS at Universiti Sains Malaysia (USM) *Libraries. Program, 49* (2), 135-150. doi:10.1108/PROG-11-2012-0

# ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

| |
|---|
| ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4503-8980 |
| Adı Soyadı: Aziz Durak |
| Doğum Yeri: Ankara/Çankaya |
| Doğum Tarihi: 05.07.1981 |

LİSANS EĞİTİM BİLGİLERİ

| |
|---|
| Üniversite: Ankara Üniversitesi |
| Fakülte: Dil ve Tarih, Coğrafya Fakültesi |
| Bölüm: Bilgi ve Belge Yönetimi |

YÜKSEK LİSANS EĞİTİM BİLGİLERİ

| |
|---|
| Üniversite: Çankırı Karatekin Üniversitesi |
| Enstitü: Sosyal Bilimler Enstitüsü |
| Anabilim Dalı: Bilgi ve Belge Yönetimi |

YABANCI DİL BİLGİSİ

| |
|---|
| İngilizce YDS (18) YÖKDİL (….) TOEFL (….) EILTS (….) |

İŞ DENEYİMİ

| |
|---|
| Çalıştığı Kurum: Kültür Bakanlığı/ Tokat İl Halk Kütüphanesi |
| Görevi/Pozisyonu: Kütüphaneci |
| Tecrübe Süresi: 7 Yıl |

KATILDIĞI

| |
|---|
| Kurslar: Kampçılık ve Dağcılık |
| Projeler: Karaman Okuyor |

İLETİŞİM


| |
|---|
| Adres: Kaşıkçı Bağları Mah. Ahmet Yesevi cad. 18/7 Merkez/Tokat |
| E-mail: azizdurak2@hotmail.com<br><br>Tel: 05338153744 |