

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**RFID SİSTEMLERİ VE VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ  
KULLANILARAK DEPO YÖNETİMİ VE SAĞLIK  
SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

**ALİ ALSAÇ**

**KOCAELİ 2016**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**RFID SİSTEMLERİ VE VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ**  
**KULLANILARAK DEPO YÖNETİMİ VE SAĞLIK**  
**SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

**ALİ ALSAÇ**

**Yrd.Doç.Dr. Gülşen AYDIN KESKİN**  
Danışman, Kocaeli Üniv.

**Prof.Dr. Alpaslan FIĞLALI**  
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

**Yrd.Doç.Dr. Fatma Serab ONURSAL**  
Jüri Üyesi, İstanbul Ticaret Üniv.



**Tezin Savunulduğu Tarih: 26.05.2016**

## **ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR**

Çip ve radyo frekans teknolojisi birleştirilerek nesnelere takip etmek hızla yaygınlaşmaktadır. Takip süreci beraberinde işlenmemiş bir veri yığını oluşturmaktadır. Veri madenciliği ile veri yığınlarından anlamlı bilgiler bulunup ortaya çıkarılmaktadır. Kişisel verilerin korunması insanlığın çözüm bulması gereken bir sorun olarak belirmektedir.

Lisans ve Yüksek Lisans öğrenciliğim süresince bilgisi ve deneyimleriyle bana yol gösteren danışman hocam Yrd. Doç.Dr. Gülşen Aydın Keskin'e teşekkür ederim.

Ülkemizin birliği ve bütünlüğü için gencecik yaşta şehit olanlara minnet duygularımı sunarım.

Nisan - 2016

Ali ALSAÇ

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	iv
TABLolar DİZİNİ .....	vi
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR .....	vii
ÖZET .....	viii
ABSTRACT .....	ix
GİRİŞ .....	1
1. VERİ MADENCİLİĞİ GENEL BİLGİLERİ VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI .....	6
1.1. Tanımlar .....	10
1.2. Veri Madenciliğinin Tarihsel Süreci .....	13
1.3. Veri Madenciliğinde Kullanılan Paket Programlar .....	13
1.3.1. Açık kaynak kodlu veri madenciliği yazılımları .....	13
1.4. Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi Aşamaları .....	15
1.5. Veri Madenciliği Uygulama Alanları .....	16
1.6. Veri Madenciliğinde Karşılaşılan Problemler .....	18
1.7. Veri Madenciliği Süreci .....	19
2. VERİ MADENCİLİĞİ MODELLERİ .....	25
2.1. Sınıflandırma ve Regresyon .....	26
2.1.1. Yapay sinir ağları .....	27
2.1.2. Genetik algoritmalar .....	28
2.1.3. K-En yakın komşu yöntemi .....	29
2.1.4. Naive bayes yöntemi .....	30
2.1.5. Lojistik regresyon .....	31
2.1.6. Karar ağaçları .....	31
2.2. Kümeleme .....	35
2.2.1. Kümeleme analizinde değişken seçimi ve uzaklık ölçüleri .....	36
2.2.2. Kümeleme yöntemleri .....	38
2.3. Birliktelik Kuralları ve Algoritmaları .....	42
2.3.1. Güven, destek ve kaldıraç ölçüleri .....	43
2.3.2. Birliktelik kuralları için kullanılan algoritmalar .....	44
3. RADYO FREKANSLI TANIMA (RFID) TEKNOLOJİSİ .....	48
3.1. Otomatik Tanıma Sistemleri .....	50
3.1.1. Barkod sistemleri .....	51
3.1.2. Optik karakter tanıma sistemleri (OCR) .....	53
3.1.3. Biyometrik sistemler .....	54
3.2. RFID Teknolojisinin Gelişimi ve Tarihi .....	58
3.3. RFID Sistem Elemanları .....	59
3.3.1. Radyo frekans (RF) .....	60
3.3.2. Etiket .....	60
3.3.3. Okuyucu .....	66
3.3.4. Anten .....	69

3.3.5. Yazıcı.....	70
3.3.6. Yazılım.....	71
3.4. Gizlilik ve Güvenlik .....	71
3.5. Standartlar .....	74
3.5.1. ISO standartları.....	75
3.5.2. Elektronik ürün kodu (EPC) ve (EPC) global standartları.....	76
3.6. RFID Uygulama Aşamaları.....	78
3.7. RFID Sistemi Faydaları ve Maliyetleri.....	81
3.8. RFID Pazarı ve Uygulama Alanları.....	82
3.8.1. Perakende sektörü.....	85
3.8.2. Savunma ve havacılık sektörü.....	88
3.8.3. Sağlık sektörü.....	88
3.8.4. Otomotiv sektörü.....	90
3.8.5. Taşımacılık ve lojistik sektörü .....	91
3.8.6. Diğer sektörlerdeki uygulamalar .....	94
3.9. Tedarik Zinciri ve RFID .....	96
3.9.1. Verimlilik .....	97
3.9.2. Doğruluk .....	98
3.9.3. Görünürlük .....	98
3.9.4. Güvenlik.....	99
3.10. RFID Teknolojisi Ve Veri Madenciliği Yaklaşımlarının Etkileşimi.....	99
4. DEPO YÖNETİM SİSTEMLERİNDE RFID KULLANILAN BİR TIBBİ CİHAZ ÜRETİCİSİNDE VERİ MADENCİLİĞİ UYGULAMASI.....	102
4.1. Güncel Durum .....	103
4.2. Depo İçin Önerilen RFID Takip Sistemi .....	106
4.2.1. İşçilik kazanımları .....	112
4.2.2. Doğruluk, görünürlük ve güvenlik kazançları .....	114
4.2.3. RFID sistemi fayda maliyet analizi .....	116
4.2.4. RFID verilerinin veri madenciliği algoritmalarına göre weka programı ile analizi .....	122
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	141
KAYNAKLAR.....	146
EKLER.....	154
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	161
ÖZGEÇMİŞ.....	162

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	CRISP DM-Veri Madenciliği Süreç Şeması .....	20
Şekil 2.1.	Yapay sinir ağlarının katmanları .....	28
Şekil 2.2.	k=5 için KNN sınıflandırması .....	30
Şekil 2.3.	Kümeleme örneği .....	35
Şekil 3.1.	Basit bir RFID sistemi .....	50
Şekil 3.2.	Otomatik Tanıma Sistemleri .....	51
Şekil 3.3.	EAN-13 barkod işaretinin sayısal yapısı .....	52
Şekil 3.4.	OCR-metin tanıma için kullanılan bir görsel .....	54
Şekil 3.5.	Yüz, iris ve parmak izi görüntülerinin koda çevrilme prosedürü .....	55
Şekil 3.6.	Pasif RFID etiket örneği .....	61
Şekil 3.7.	RFID okuyucu sistemi .....	66
Şekil 3.8.	RFID okuyucu çeşitleri .....	67
Şekil 3.9.	Pasif bir etiketin okuyucu yardımıyla çalıştırılması .....	69
Şekil 3.10.	RFID antenleri uygulama örnekleri .....	70
Şekil 3.11.	EPC kod yapısı (96 bit versiyon) .....	76
Şekil 3.12.	Elektronik ürün kodu ve barkot numarası ilişkilendirilmesi .....	78
Şekil 3.13.	RFID yatırımı önündeki engeller .....	84
Şekil 3.14.	Geleceğin mağazası .....	87
Şekil 3.15.	RFID kullanılan OGS sistemi .....	96
Şekil 4.1.	Otomatik raf sistemi .....	104
Şekil 4.2.	Temsili ürün deposu .....	105
Şekil 4.3.	Giriş ve hammadde depoları temsili .....	105
Şekil 4.4.	Depoya göre RFID modeli .....	107
Şekil 4.5.	Barkod bilgilerinin RFID etikete aktarma işlemi .....	108
Şekil 4.6.	RFID modeli için örnek senaryo .....	109
Şekil 4.7.	Temsili okuma alanı girişi .....	110
Şekil 4.8.	RFID okuma yöntemine göre raf yerleşimi .....	111
Şekil 4.9.	RFID kapı güvenliği ve RFID kabini .....	116
Şekil 4.10.	WEKA başlatıcı arayüzü .....	123
Şekil 4.11.	RFID verilerinin xls. görüntüsü .....	124
Şekil 4.12.	Verilerin yüklenmesi sonucu oluşan arayüz .....	125
Şekil 4.13.	Karışıklık matrisi .....	126
Şekil 4.14.	Veriyi kesikli hale getirmek .....	128
Şekil 4.15.	Nominal sınıf etiketlerinin not defteri ile dönüşümü .....	129
Şekil 4.16.	J48 sınıflandırma algoritma çıktısı .....	129
Şekil 4.17.	IBk sınıflandırma algoritma çıktısı .....	130
Şekil 4.18.	Naive bayes sınıflandırma algoritma çıktısı .....	130
Şekil 4.19.	J48 karar ağacının visualizer özelliği ile görüntüsü .....	132
Şekil 4.20.	Weka knowledgeflow environment ile sınıflandırma .....	134
Şekil 4.21.	Sınıflandırma algoritmaları performans çıktısı .....	135
Şekil 4.22.	RFID veri seti kesikli hale getirme işlemi .....	136
Şekil 4.23.	Weka J48 algoritması sınıflandırma listesi .....	138
Şekil 4.24.	Weka sınıflandırma listesi ilk 8 veri .....	138

Şekil 4.25. J48 Karar ağacı dallanma text görseli .....	139
Şekil 4.26. Hatalı tahminlerin görsel ve liste gösterimi .....	140



## TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1.	Enerji kaynağına göre RFID sistem karşılaştırması.....	63
Tablo 3.2.	Farklı frekanslarda RFID sistem özellikleri .....	64
Tablo 3.3.	RFID sistemlerin farklı malzemeler üzerindeki davranışı.....	65
Tablo 3.4.	IDTechEx Pasif RFID 2014 etiket kullanım raporları .....	83
Tablo 4.1.	RFID modelinde ürün hareketlerine göre güvenlik protokolü .....	107
Tablo 4.2.	RFID ile paketleme kazanç tablosu.....	112
Tablo 4.3.	Envanter sayım sürecinde maliyetler karşılaştırması .....	113
Tablo 4.4.	RFID ROI Tablosu .....	117
Tablo 4.5.	RFID yatırımının NBD analizi.....	121
Tablo 4.6.	3.yıl ekonomik ömür kısıtına göre NBD .....	121
Tablo 4.7.	NBD'ye göre 4.yıl.....	122
Tablo 4.8.	Sınıflama algoritmaları ve ağırlıklı sonuçları .....	131
Tablo 4.9.	J48 algoritması karışıklık matrisi .....	132
Tablo 4.10.	IBk algoritması karışıklık matrisi.....	132
Tablo 4.11.	Naive bayes algoritması karışıklık matrisi .....	133
Tablo 4.12.	Sınıflandırma algoritmalarının doğru sınıflandırma oranları .....	133
Tablo 4.13.	J48 karar ağacı ile risk analizi karışıklık matrisi.....	137
Tablo 4.14.	IBk en yakın k komşu algoritması ile risk analizi karışıklık matrisi....	137
Tablo 4.15.	Naive bayes algoritması ile risk analizi karışıklık matrisi.....	137



## SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

### Kısaltmalar

ERP	: Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)
ETL	: Extract-Transform-Load (Çıkart-Dönüştür-Yükle)
KNN	: K-Nearest Neighbor (K En Yakın Komşu)
RFID	: Radio-Frequency Identification (Radyo Frekansı ile Tanımlama)
ROI	: Return On Investment (Yatırımın Getirisi)
SAP	: System Analysis and Program Development (Sistem Analizi ve Program Geliştirme)
SKT	: Son Kullanma Tarihi
TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi
VM	: Veri Madenciliği
VTBK	: Veri Tabanında Bilgi Keşfi

# RFID SİSTEMLERİ VE VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK DEPO YÖNETİMİ VE SAĞLIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

## ÖZET

Depo yönetimi tedarik zinciri yönetimi kapsamında oldukça önemli bir yere sahiptir. Lojistik faaliyetlerde verim artışı uygulamaları insan odaklı olduğu kadar teknolojik unsurlarla da desteklenmektedir. Firmalar maliyetleri düşürürken diğer taraftan müşteri memnuniyetini arttırmak istemektedirler. Aynı süreçte iki farklı isteğe de cevap veren uygulamalardan biri de RFID takip sistemleri ile depo yönetimi olmuştur. RFID etiketler, yazıcılar, okuyucular, antenler, el terminalleri gibi unsurlardan oluşan ve firmaların ERP sistemlerine uyum sağlayan ara yüzlere sahip bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. RFID etiketleri takılan, yapıştırılan ürünlerin takibi oldukça kolaylaşmaktadır. Ürünün nerede olduğu bilgisine gerçek zamanlı sahip olunmakta, sayım dönemlerinde yaşanan işçilik kaybı ve zaman kaybı ortadan kalkmaktadır.

RFID sistemi için kullanılan sunucularda RFID takip süreçlerinde oluşan veri yığınları kaydolmaktadır. Firma bu veri yığınları içinde finans, tedarik zinciri, satış gibi bölümlerin ihtiyaç duyduğu bilgileri bulup çıkarmak için veri madenciliği teknikleri kullanabilmektedir.

Veri madenciliği sınıflandırma, kümeleme ve birliktelik kurallarına dayalı algoritmalar ile yığınlarca veriden daha önce bilinmeyen bilgilere ulaşmayı başarmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** NBD, RFID, ROI, Sınıflandırma, Veri Madenciliği.

## **AN IMPLEMENTATION IN HEALTH SECTOR WAREHOUSE MANAGEMENT USING RFID SYSTEMS AND DATA MINING METHODS**

### **ABSTRACT**

Warehouse management has an important place within the scope of supply chain management. Increased efficiency in logistics operations are supported by technological applications as well as people-oriented elements. Companies also want to increase customer satisfaction while reducing costs. One of the two different requests to the application of the same process has also been responding with RFID warehouse management. RFID labels, printers, readers, antennas, consisting of elements such as handheld terminals and stands out as a technology compatible with ERP systems. Tracking of RFID tags attached to products is quite easy. Real time inventory and logistics information are shared at any stage of the supply chain by the supplier, manufacturer, distributor and retailer.

Stacks of data that occur in RFID tracking process is recorded in the server. Company can use data mining techniques to find the information that finance, supply chain, sale departments need in this data stacks.

Data mining is able to reach previously unknown information using data stacks with the classification, clustering and association algorithms.

**Keywords:** NBD, RFID, ROI, Classification, Data Mining.

## GİRİŞ

Tedarik zinciri yönetiminin (TZY) başarısı müşterinin memnuniyetiyle ölçülebilir. Tedarik zinciri bölümlerinin aslında 2 ana müşterisi vardır. İlki satış yapılan dış pazardır, ikincisi ise bağlı bulunan şirketin kendisidir. TZY müşteriye, doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyata tüm tedarik zinciri için mümkün olan en düşük maliyetle ulaşmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışının birleşik yönetimidir. Müşteri siparişini eksiksiz, anlaşılan tarihte ve kendisi için en uygun maliyetle tedarik etmek istemektedir. Diğer bölümler de tedarik zinciri bölümünden üretilen ürünü en uygun fiyatla, en güvenli şekilde alıcılara iletmesini ve bu operasyonlar bütününe hatasız ve hızlı bir şekilde raporlamasını istemektedir.

TZY’nde üç anahtar performans ölçütü söz konusudur (Saklıyan, 2005);

- Müşteri Hoşnutluğu
- Stoklar
- Esnek Yapıya Sahip Olma

Yukarıda belirtilen performans ölçütlerini başarmak için firmanın konuyu önemli bir gündem maddesi olarak değerlendirmesi gerekmektedir.

TZY içinde yer alan önemli bir kavram olarak “Depo Yönetimi”nden bahsedilebilir. Tedarik zincirinde, hammadde yan mamuller ve mamullerin üretim ve tüketim noktalarında ya da bunların arasında stoklandığı çok sayıda depo vardır. Depolar, üretimi desteklemek, farklı üretim birimlerinden gelen ürünleri birleştirmek, yükleri ayırmak ve konsolidasyon amaçlı kullanılmaktadır. Lojistik süreç içinde teslim alma, yükleme boşaltma, yerleştirme, stoklama, bakım, ürün montajı ve ambalajlama gibi işlemler depolama faaliyetleri arasındadır. İşletmeler depolama faaliyetlerini stok hakkında bilgi edinme, küçük veya büyük miktarlarda satın alma ve depolarını birleştirme amaçlı geliştirmektedir.

Depolar, fiziksel dağıtımda üretim programlarının aksamadan yürütülebilmesi ve hammaddelerin zamanında elde bulunur halde olması, müşterilerin siparişlerinin arzulan düzeyde ve en düşük toplam maliyetle karşılanması amacıyla kullanılır.

Depo: Depolar, malların ihtiyaç anına kadar, uzun dönemler için saklandıkları yerlerdir. Bu yerlerde, malzeme giriş ve çıkış hareketleri minimum düzeydedir; hammadde depoları, arşiv depoları, vb. Mevsimsel stoklamalar için kullanılan depolar, örneğin yılın sadece belirli bir döneminde satışı yapılan, fakat üretimi yıl boyunca yayılan ürünler için kullanılır. Defter, dondurma gibi ürünler örnek gösterilebilir (Konuralp, 1993).

Antrepo: Antrepo ise mal ve eşyaların miktar, kalite ve özelliklerinin incelenip, kıymet tespitinin yapıldığı ve uygun şartlarda korunmalarının gerçekleştirildiği, gümrüklü sahalarda kurulan ve 4458 sayılı gümrük kanunu ile gümrük yönetmeliğinin ilgili maddelerinde belirtilen özellikleri taşıyan yerleri ifade eder (Güler, 2006).

Genel işleyiş ve niteliklerine göre depolar, dağıtım merkezi ve işletme deposu olarak ikiye ayrılmaktadır.

Dağıtım merkezi: Dağıtım merkezi eşyaların muhafaza edildiği ve müşteri siparişlerine göre hızlı, sık ve kapsamlı sevkıyatlara elverişli büyük hacimli depolardır. Bir dağıtım merkezindeki farklı özellikteki eşyaların sayısı fazlayken, çok sayıdaki siparişler için istenen miktarlar çok çeşitlilik gösterebilir. Bu durum karmaşık ve dolayısıyla maliyetli sipariş sürecine neden olacaktır.

İşletme fonksiyonu: İşletme deposunun fonksiyonu ise; giriş-çıkış ambarları ve ara depolar olmak üzere hammadde, yarı mamul veya tamamlanmış ürünleri, üretim sürecinde kullanılmak üzere ve dağıtım öncesinde stoklamaktır. Ana tasarım kriteri depolama kapasitesi ve işletim maliyetleridir.

Depolar genel olarak coğrafi dağılıma, mülkiyetine ve depolanan eşya tipine göre olmak üzere üç şekilde sınıflandırılabilir (Güler, 2006).

Coğrafi dağılıma göre depolar;

- Merkezi depolar
- Merkezi olmayan depolar

Mülkiyete göre;

- Özel depo
- Genel depo
- Karma depo
- Taşıt deposu
- Soğuk hava deposu

Depolanan eşya tipine göre ise;

- Ticari ürün deposu
- Akışkan ürün deposu
- Isı kontrollü depo
- Ev malzemeleri deposu
- Genel ticari eşya deposu
- Küçük depo olarak sınıflandırılabilir.

Depo faaliyetleri genel olarak “mal kabul, stoklama, sipariş toplama ve sevkiyat” süreçleri olarak dört ana grupta toplanabilir.

Mal kabul süreci; bir kalemin depoya varması ile ortaya çıkan ilk süreçtir. Ürünler depoya kamyon veya iç taşıma(üretim deposu olma durumu) ile ulaşırlar. Gelen ürünlerin depoya dağıtımı için ürünler boşaltılır ve sınıflandırılır. Ürünler depoya ulaşınca teslimat onaylanır ve stok kayıtlarına geçirilerek herhangi bir talebi karşılamak için ürünün mevcut olduğunun bilinmesi sağlanır (Güler, 2006).

Stoklama sürecinde kalemler stok konumlarına yerleştirilir. Stok alanı rezerv alanı ve ön-stok alanı olarak iki bölüme ayrılabilir. Rezerv alanı ürünlerin en ekonomik şekilde (yığın halinde) stoklandığı yerdir. Ön-stok alanında ise ürünler sipariş toplayıcının kolayca alabileceği şekilde stoklanır. Ön-stok alanındaki ürünler stok modüllerine kolayca ulaşabilmesi için genellikle az miktarda stoklanır. Örneğin, rezerv stoğu palet raflarından oluşurken ön stok koli raflarından oluşabilir.

Kalemlerin rezerv stoğundan ön stok alanına taşınması ikmal olarak adlandırılır (Güler, 2006).

Sipariş toplama süreci; stok kalemlerinin stok konumlarından alınıp getirilmesi olarak ifade edilmektedir. Manuel, yarı otomatik ya da otomatik olarak gerçekleştirilebilir. Bu kalemler sınıflandırma ve/veya konsolidasyon işlemlerine nakledilirler. Konsolidasyon aynı müşteriye gönderilecek olan kalemlerin gruplanması işlemidir (Güler, 2006).

Sipariş Toplamada Maliyet Oranları:

- Gezme 55%
- Arama 15%
- Çıkarma - Yerleştirme 10%
- Kağıt İşleri ve diğer işler 20%

Sevkiyat sürecinde; siparişler kontrol edilir, paketlenir ve son olarak kamyon, tren veya diğer taşıyıcılara yüklenir (Güler, 2006).

Paketleme işgücü yoğun bir işlemdir. Çünkü müşteri siparişindeki her bir parça elden geçirilmelidir. Fakat bu işlemde yürüme azdır. Her bir parçanın elleçlenmesi sayesinde müşteri siparişlerinin tam ve doğru olması için uygun yeterlilikte zaman sağlanacaktır. Sipariş doğruluğu depoculukta asıl rekabetin gerçekleştiği konudur ve müşteriye hizmetin ana kriterlerinden birisidir.

Önerilen model ürünleri kutu bazında takip edilecek şekilde kurgulanmıştır. Takip sistemi olarak RFID sistemlerine yatırım yapılması ve mevcut ERP sistemi ile birleştirilerek bilgisayar destekli bir depo yönetimi kurulması önerilmiştir. ERP sistemi ile ortak bir ara yüze sahip olan RFID sistemi sunucularında veri madenciliği için gerekli olan veri yığınları kaydedilmektedir.

İzlenebilirlik firmalar için yüksek kalite seviyelerini yakalayabilmek için temel gerekliliklerden birisidir. İzlenebilirlik ile malzemeleri üretimin herhangi bir aşamasında (hammadde, işlem gördüğü noktalar ve ürün olmuş hali) belirlemek, görebilmek kastedilmektedir. Ayrıca tüm bilgilerin veritabanında tutulmasından dolayı izlenebilirlik ile bir ürünün geriye doğru tüm bileşenlerinin maliyetleri

görüntülenebilecektir. Depoların doluluk oranları arttırılabilir, alan faydası iyileştirilebilir, ortalama siparişlerin sevkiyat süresi ürünlerin çevrim süresine göre tahsis politikaları atanarak ve eşyaların depo içerisindeki kesin yerleri bilinerek azaltılabilir. ERP kurulumu, temel özelliği modüller arasında entegrasyonu sağlamak, veri ambarlamak olması sebebiyle izlenebilirlik için en etkin yollardan birisidir. Fakat ERP kurulumu sadece bir ilk adım olarak görülmelidir. Bitmiş ürünler için oluşturulan bir depoda yukarıda sayılan iyileştirmelerin sağlanabilmesi için depo ve envanter yönetimi için oluşturulan ERP modülünün optimizasyon ve yeniden dizayn teknikleri ile desteklenmesi gerekmektedir

Tezde yer alan 1. ve 2. bölümlerde veri madenciliği genel olarak tanıtılmakta ve modelleri hakkında literatüre dayalı bilgiler verilmektedir. 3. bölümde RFID kavramı literatüre dayalı bilgiler verilerek, genel olarak tanıtılmaktadır ve veri madenciliği ile ilişkisine değinilmektedir. 4. bölümde sağlık sektöründe teknolojik ürün üretimi yapan bir firma için önerilen RFID sistemi ve veri madenciliği uygulaması yer almaktadır. RFID sisteminin kuruluş maliyetleri ve süreçte sağlayacağı maliyet avantajları ROI analizi ile incelenmektedir. NBD (Net Bugünkü Değer) yöntemi ile RFID yatırımının finansal durumu sunulmaktadır.

RFID sunucularında kaydolun veriler veri madenciliği tekniklerinden sınıflandırma algoritmaları ile çalıştırılmış ve sonuçlar elde edilmiştir. Veri analizi ise yönetimi stratejik ve operasyonel karar vermelerini sağlamak için siparişlerden veri alarak bilgilendirmek anlamına gelmektedir. Firmanın yöneticisine yardım etmek için simülasyon modelleri ve istatistiksel modeller bulunmaktadır. Bir bilişim sisteminin son özelliği ise raporlamadır.

Sonuçlar ve değerlendirmeler bölümünde ise uygulama sonuçlarının toplanarak firmaya müşteri odaklı önerilerin yapıldığı görülmektedir.



## 1. VERİ MADENCİLİĞİ GENEL BİLGİLERİ VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Veri madenciliği, büyük miktardaki veriden, anlamlı örüntüler ve kurallar keşfetme sürecidir (Linoff ve Berry, 2011).

Bilgisayar teknolojilerinin sağlamış olduğu çok hızlı veri işleme ve yüksek hacimde veri depolama imkanları yardımıyla ve farklı disiplinlerin (yapay zeka, makine öğrenmesi, uzman sistemler, veri tabanı teknolojileri, paralel bilgi işleme, dağıtık veri işleme, görselleştirme, optimizasyon, veri ambarcılığı, istatistik) katkısıyla sağlanan araçlarla, sahip olunan çok büyük hacimlerdeki veriden, karar vericinin etkin ve daha fazla bilgiye dayalı karar vermesinde kullanılabilmesi amacıyla önceden bilinmeyen, gizli, örtük, klasik metotlarla ortaya çıkarılması güç, faydalı, ilginç, anlaşılabilir; ilişki, örüntü, bağıntı veya trendlerin otomatik veya yarı otomatik bir şekilde ortaya çıkarılması olarak tanımlamıştır (Şentürk, 2006).

Veri madenciliği, büyük boyutlu veri ambarlarının meydana çıkmasının bir sonucudur. 1960'larda veriler elektronik ortamda toplanmaya ve geçmiş veriler bilgisayarlar ile analiz edilmeye başlanmıştır. 1980'lerde bağıntılı (relational) veritabanları ve SQL ile verilerin dinamik ve anlık analiz edilmesine olanak sağlanmıştır. 1990'lara gelindiğinde toplanmakta olan verinin hacmi çok büyük boyutlara ulaşmış ve verilerin depolanması için veri ambarları kullanılmaya başlanmıştır. Veri madenciliği toplanan bu büyük veri kütlelerinin değerlendirilmesi için istatistik ve yapay zeka tekniklerinin kullanılması sonucunda ortaya çıkmıştır (Argüden ve Erşahin, 2008).

Konunun önde gelen uzmanlarından Piatetsky-Shapiro veri madenciliğini; verilerden daha önceden bilinmeyen, muhtemelen yararlı enformasyonun (yapılandırılmış verinin yani bilginin) monoton olmayan bir süreçte çıkartılması işlemi olarak tanımlamaktadır (Akpınar, 2000).

Büyük miktardaki veri içerisinde, gizli kalmış, değerli, kullanılabilir bilgilerin istatistiksel analiz yöntemleriyle açığa çıkarılması olarak tanımlanmıştır (Özgülbaş, 2010).

Kuonen'e göre veri madenciliği; iş kararlarının alınabileceği doğru, alışılmamış, faydalı ve anlaşılabilir örüntüler veya modeller olarak tanımlanmaktadır (Kuonen, 2004).

Koyuncugil veri madenciliğini; büyük miktarda veri içerisinde, gizli kalmış, değerli, kullanılabilir bilgilerin açığa çıkarılması olarak tanımlamıştır (Koyuncugil, 2009).

Veri madenciliği, büyük hacimli verilerden bilginin çıkarılması sürecidir. Bir başka ifade ile veri madenciliği büyük ve karmaşık verilerde beklenmeyen patikaların, değerli yapıların ve ilginç ilişkilerin keşfedilmesi bilimidir (Ganesh, 2002).

Teknolojideki ilerlemeler şirketlere veri toplama, depolama ve büyük miktarda veri analiz edebilme şansı vermiştir. Zamanla, bu veri setlerinde gizlenen bilgilerin satış tahminlerinde oldukça faydalı olacağı anlaşılmıştır. Bu geniş veri setlerindeki gizli bilgiyi açığa çıkarabilecek anahtar ise veri madenciliğidir (Maik Krause-Traudes ve diğ., 2008).

Veri madenciliği, büyük miktardaki veriden ilginç bilgi ya da örüntüleri çıkaran süreç veya yöntemi ifade eder (Han ve Kamber, 2006).

Veri madenciliği, önceden bilinmeyen, gizli, anlamlı ve yararlı örüntülerin, büyük ölçekli veri tabanlarından otomatik biçimde elde edilmesini sağlayan, veri tabanlarındaki öz bilgi keşif ve analiz sürecidir (Karacan ve Yeşilbudak, 2010).

Veri madenciliğinin her ne kadar yeni bir analiz yöntemi, çalışma alanı olduğu doğrusa da yeni bir buluş olduğunu söylemek yanlıştır. Veri madenciliği birkaç disiplini bir araya getiren yeni bir açılamdır (Michael C. Lovell, 1983).

Literatürde yer alan tanımlara göre veri madenciliği çok büyük miktardaki veriden sıradan olmayan, kesin, önceden bilinmeyen ve faydalı bilgilerin veya desenlerin

çıkarılarak istenilen rapor ve değerlendirme süreçlerinde kullanılması olarak açıklanabilir.

Literatürde ye alan veri madenciliği çalışmalarından bazıları aşağıda verilmiştir.

Yavaş G., 2003 yılında gerçekleştirdiği bir çalışmada mobil kullanıcıların hareket modellerinin veri madenciliği kullanılarak çıkarılması ve bu modeller kullanılarak mobil kullanıcıların daha sonraki hareketlerinin tahmin edilmesi için yeni bir algoritma geliştirmiştir. Üç aşamadan oluşan bu algoritmanın ilk aşamasında kullanıcı hareket modelleri, kullanıcıların önceden kaydedilmiş mobil yörüngelerinden veri madenciliği kullanılarak çıkarılmaktadır. İkinci aşamada bulunan hareket modellerinden hareket kuralları üretilmekte, son aşamada ise bu hareket kuralları kullanıcının bir sonraki hücreler arası hareketinin tahmini için kullanılmaktadır. Sunulan algoritmanın performansı simülasyonlar yardımıyla iki farklı tahmin yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Performans sonuçları algoritmanın diğer metotlardan daha doğru tahminler yapabildiğini göstermiştir.

Sibel Kırmızıgül Çalışkan ve İbrahim Soğukpınar 2008 yılında, veri madenciliği yöntemlerinden “K-means” ve “K en yakın komşu” yöntemlerinin iyileştirilmesi amacıyla; nüfuz tespiti için kümelemeyi ve sınıflandırmayı, denetimli ve denetimsiz öğrenimi, k-means ve k en yakın komşu yöntemlerini bir arada kullanan hibrit bir yapı geliştirmiştir. Farklı boyutlardaki veri gruplarında düşük performans gösterebilen, fakat gerçeklemesi kolay ve zaman karmaşası az olan “K-means” ile tek ve geniş bir küme için belirlenen k ve eşik değeri, küme içindeki farklı özelliklere sahip normal davranış ve saldırı verileri için zorunlu kılan ve zaman karmaşası çok olan, fakat k komşu ortalaması aldığı için gürültülü verilerden az etkilenen “k en yakın komşu” yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Geliştirilen uygulamada en hızlı sonucu veren k-means uygulaması ile test kümesi daha küçük alt kümelere ayrılarak k en yakın komşu yönteminin zaman karmaşası ve bellek gereksinimi azaltılmıştır.

Yaşar Doğan tarafından 2004 yılında Deniz Harp Okulu'nda, su altı taktik duyurga ağlarında veri madenciliği tabanlı hedef sınıflandırması çalışması hazırlanmıştır. Bu çalışmada, açık, sığ ve çok sığ sularda denizaltı, küçük sualtı taşıma araçları, sualtı mayınları ve dalgıçları sınıflandırmada maliyeti çok az olan mikroduygalar kullanılmıştır. Algoritma, yüzeydeki şamandıralara bağlı ve ayarlanabilir derinliklere

indirilebilen duyargalardan oluşan taktik su altı duyarga ağları için tasarlanmıştır. Sınıflandırma veri madenciliği tekniği olarak karar ağacı algoritmaları kullanılmıştır.

T. Tugay Bilgin ve A. Yılmaz Çamurcu, veri madenciliğinde güncel araştırma alanlarından biri olan çok boyutlu veri tabanları ve bunların görselleştirilmesinde kullanılan görselleştirme tekniklerini incelemiş ve bu alanda çalışmalar gerçekleştiren araştırma grupları ve bunların geliştirdikleri yeni yöntemler ve teknikleri irdelemiştir. Ayrıca başka bir çalışmada T. Tugay Bilgin, veri akış diyagramları ve veri akışı tabanlı veri madenciliği süreçleri görselleştirilmesini açıklamıştır. Üç farklı tür veri akış tabanlı yazılımı incelemiş ve detaylı özelliklerini karşılaştırmıştır.

Yasemin Kılınç 2009 yılında hazırladığı bir çalışmada, birliktelik kuralları için bir yöntem sunmuştur. Apriori algoritmasının ürettiği kurallar elenerek bir elektronik firmasında üretim ve mal giriş kalite verileri üzerinde uygulanmıştır. Ortaya çıkarılan kurallar test verileri ile doğrulanmış ve sonuçlar analiz edilmiştir.

Anarberk Kalıkov tarafından 2006 yılında bir yayınevi firmasının internet sitesindeki veriler dikkate alınarak, veri madenciliği birliktelik kuralları tekniği ile sepet ve sipariş tabloları incelenmiştir. Hangi ürünlerin kategorisinin değiştirilmesi gerektiği, kullanıcıların meslek ve ilgi alanı dağılımları, müşteri ilgi alanlarına göre satış grafikleri ve kullanıcıların ödeme seçenekleri ile ilgili bir veri madenciliği uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Sinem Akbulut tarafından 2006'da yapılan çalışma, bir kozmetik markasının müşteri gruplarını ve ayrılma eğilimi gösteren müşteri kesitini belirleyerek; bu müşterilere özel pazarlama stratejileri geliştirilmesini hedeflemektedir. Bölümlenme için kümeleme teknikleri, ayrılacak müşteri kesitini belirlemek için sınıflama teknikleri kullanılmıştır.

Feridun Cemal Özçakır ve A. Yılmaz Çamurcu tarafından 2007'de gerçekleştirilen bir çalışmada, bir firmanın pastane satış verileri üzerinde veri madenciliği uygulamak için birliktelik kuralları ile bir yazılım tasarlanmıştır. Genelde aynı ürün grubuna ait ürünlerin, en sık birlikte satın alınan ürünler olduğu görülmüştür.

Çağatan Taşkın ve Gül Gökay Emel tarafından 2010 yılında veri madenciliğinde kümeleme yaklaşımları ve Kohonen ağları ile perakendecilik sektöründe bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada; bir perakende işletmenin müşterilerinin Kohonen ağları ile kümelmesi ele alınmıştır. Kümeleme analizinin amacı; ele alınan işletmeye, pazar bölümlendirmesi ve hedef pazar seçimi gibi stratejik pazarlama kararlarında yardımcı olması için önceden bilinmeyen kritik müşteri özellikleri ve önem derecelerini de ortaya çıkararak gerekli öngörüü sağlamaktır.

VM süreçlerinde sıkça söz edilecek bazı temel tanımların paylaşılması gerekmektedir.

### **1.1. Tanımlar**

Veri; Bilgi işlem sürecinin temel girdisi olarak çeşitli sembol, harf, rakam ve işaretlerle temsil edilebilen, ham, işlenmeye hazır, işlenmemiş gerçekler ya da izlenimlerdir (Çelik ve Akgemci, 2010).

Bilgi; karar alma sürecine destek verecek şekilde verilerin anlamlı bir biçime getirip işlenmesi ile ulaşılan sonuçlardır (Önal ve Kök, 2002).

Karar alma sürecinde yöneticilerin ihtiyaç duydukları bilgi, belirsizlikleri azaltarak faydalı olmakta ve arzu edilen amaçlara ulaşmada başarı sağlamaktadır. Bu bağlamda elde edilecek bilgi, doğru, açık, tam, güvenilir, kısa ve öz olmalıdır. Ayrıca zamanında elde edilerek düşük maliyetli olmalıdır (Kirtiş, 1994).

Veriler işlenmeden önce bir anlam ifade etmezken, işlendikten sonra bilgi haline gelir (Arbak, 1995).

Veri madenciliği yöntemleri ile veri yığınları içerisinden bilgilere ulaşılmaya çalışılmaktadır. Bilginin işlenerek rapor, analiz, vb. olarak kullanılması ise bilgi sistemleri kullanılan bir süreçtir.

Veri tabanı; sistematik erişim imkânı olan, yönetilebilir, güncellenebilir, taşınabilir, birbirleri arasında tanımlı ilişkiler bulunabilen bilgiler kümesidir. Bir bilgisayarda sistematik saklanmış, programlarca işlenebilecek veri yığındır(Demirağ,2010).

Bir veri tabanı oluşturmak, saklamak, çoğaltmak, güncellemek ve yönetmek için kullanılan programlara Veri Tabanı Yönetim Sistemi (DBMS-Database Management System) adı verilir.

İlişkisel Veri Tabanı Sistemleri;

- İlişkisel veri tabanı sistemleri
- PostgreSQL
- MySQL
- Oracle
- Sybase
- BerkeleyDB
- Firebird

Veri Tabanı Dilleri;

- SQL
- PL/SQL
- Tcl

Veri tabanları büyük miktardaki verileri (big data) işleme amacıyla kullanılmaktadır.

Veri Ambarı; Farklı veri düzlemlerinde ve dillerinde kurgulanmış veri yığınlarının güncel, hatasız ve zamanında işlenmesi yüksek maliyetli ve bazı durumlarda da olanaksız olmaktadır. Veri ambarları ile bu durum çözülmüştür.

Veri ambarları farklı düzlemlerdeki veri kaynaklarına erişerek veriyi temizleyip, süzüp değiştirdikten sonra, anlaşılabilir ve kolay erişilebilir bir yapıda saklamaktadırlar. Saklanan bu veriler sorgulama, raporlama ve veri çözümlemede kullanılmaktadır.

Veri ambarı, başlangıçta farklı kaynaklardan gelen verinin üzerinde daha etkili ve daha kolay sorguların yapılmasını sağlamaktadır (Usgurlu,2003).

Veri ambarı, sadece okunabilir yani silme ve ekleme işlemleri yapılmayan özelliği nedeniyle veri tabanını yormadan daha etkin sorgulama yapma olanağı sağlamaktadır. Bu işlemler ETL süreci ile açıklanmaktadır. ETL süreci, kullanılacak

verinin dış kaynaklardan çıkarılması, verinin iş süreçlerine göre temizlenmesi, birleştirilmesi, dönüştürülmesi ve (veritabanı veya veri ambarı) yüklenmesi sürecidir. Büyük boyutlu veriler operasyonel sistemlerden alınıp veri ambarı veya data mart'lara yüklenirken ETL sürecine sokulmaktadırlar. Asıl amaç iş zekasında kullanılacak verinin en etkin kullanılacak hale getirilmesidir.

Datamartlar; küçük boyutlu (1-10 GB) bölümsel ambarlardır. Organizasyonun (işletmenin) belirli kullanıcıları için ayrılmış ve onlara ait verileri içerir (Usgurlu, 2003).

Metadata; "veri hakkında veri" anlamındadır (URL-3). Metadata her veri elementinin anlamını, hangi elementlerin hangileriyle nasıl ilişkili olduğunu ve kaynak verisi ile erişilecek veri gibi bilgileri içermektedir.

OLAP; uzman kişinin sisteme olan bakış açısını sistemi kullanan kişilerin anlayacağı biçimde ifade ederek, ham veriden dönüştürülmüş bilgi üzerinde mümkün olan incelemelerin büyük çoğunluğuna hızlı, tutarlı, interaktif biçimde erişip analizcilere, yöneticilere ve uygulayıcılara veriden çeşitli kavrayışlar sağlayan bir yazılım teknolojisidir.

Bir veri ambarının olması, OLAP'a ihtiyaç olmadığı anlamına gelmez. Veri ambarları ve OLAP birbirlerinin tamamlarlar. Veri ambarı verileri barındırmaya yarar. OLAP ise, bu yığın halinde duran verileri anlamlı hale getirip analizler yapmaya yarar.

3 yaygın tip OLAP (ROLAP, MOLAP, HOLAP) belirtilmektedir;

ROLAP: Bu OLAP tipinde veri ilişkisel veritabanları üzerinde kalır. Dinamik çok boyutlu verilerin analizinde tercih edilir. Gerçek zaman (Real-time) veri güncellemelerini destekleyebilir. Ancak performansı daha düşük olabilir. Çok kullanıcıli sistemlerle yapılan analizler özellikle çok fazla yere ve güçlü makinelere ihtiyaç duyabilir.

MOLAP: Veri gruplamaları ve toplamalarını tüm boyutlarıyla hesaplayarak tuttuğu yapıdır. Tüm hesaplamalar yapıldığı için diğer yapılardan daha hızlı işler.

HOLAP: Kısaca MOLAP ve ROLAP'ın karışımı olarak tanımlanabilir.

OLTP; Organizasyonda satın alma, kaydetme, muhasebe, bankacılık gibi günlük işlemlerin yapıldığı işlemsel veritabanı sistemleridir. Detaylı bilgi içerir ve ayrıntılı görüntüye sahiptirler. Veriye erişim sağlanabilir, üzerinde oynama yapılmasına izin verir. Saklanan kayıt sayısı sınırlıdır (Yaralıoğlu, 2004).

## **1.2. Veri Madenciliğinin Tarihsel Süreci**

Dünyada 1960’larda veri toplama sistemleri, 1970’lerde ise ilişkisel veri tabanları kullanılmaya başlanmış, 1980’lerde ise ilişkisel veri tabanları popüler olmaya başlamış, 1990 ve 2000’lerde ise bilgisayar sistemlerindeki teknolojik gelişmelere paralel olarak ilişkisel veri tabanlarında tutulan veri depoları kullanılmaya başlanmıştır. Bugün, dünya gündeminde de veri madenciliğinin, veri ambarlarının, çoklu ortam ve web veri tabanlarının yaygınlaşmaya başladığını görülmektedir.

## **1.3. Veri Madenciliğinde Kullanılan Paket Programlar**

Teknolojinin gelişimiyle bilgisayar ortamında ve veritabanlarında tutulan veri miktarının artması, yeni veri toplama yolları, otomatik veri toplama aletleri, veritabanı sistemleri, bilgisayar kullanımının artması, büyük veri kaynakları (İş dünyası: Web, e-ticaret, alışveriş, hisse senetleri, vb.), bilim dünyası (Uzaktan algılama ve izleme, bioinformatik, simülasyonlar, vd.) toplum (haberler, dijital kameralar, YouTube, Facebook, vd.) neden Veri Madenciliği sorusuna cevap vermektedir (Kudyba, 2004).

Veri Madenciliği uygulamalarını gerçekleştirmek için programlara ihtiyaç duyulur. Bu kapsamda, SPSS Clementine, Excel, SPSS, SAS, Angoss, KXEN, SQL Server, MATLAB ticari ve RapidMiner(YALE), WEKA, R, C4.5, Orange, KNIME açık kaynak olmak üzere birçok program geliştirilmiştir (Dener ve diğ., 2009).

### **1.3.1. Açık kaynak kodlu veri madenciliği yazılımları**

#### **1.3.1.1. KNİME**

Konstanz Information Miner (KNIME), Konstanz Üniversitesi görsel veri madenciliği araştırma grubu tarafından Eclipse Rich Client Platform üzerinde geliştirilen bir yazılımdır. Knime genişletilebilme özellikleri ile ön plana



çıkılmaktadır. Kullanıcılara bir yazılım geliştirme kiti sunarak kullanıcıların kendi modüllerini yazabilmelerini sağlayan tek uygulamadır (Bilgin, 2009).

#### **1.3.1.2. WEKA**

Yeni Zelanda Waikito Üniversitesinde, obje yönelimli programlama dillerinden biri olan Java ile geliştirilmiş ve halen yeni sürümleri geliştirilmeye devam eden açık kaynak kodlu bir VM yazılımdır. WEKA' nın Java ile geliştirilmiş olması, Linux, Unix, Windows ve Macintosh gibi başlıca işletim sistemi platformlarında kullanılabilirliğini sağlamıştır.

#### **1.3.1.3. SPSS Clementine**

İstatistiksel analize yönelik bir bilgisayar programıdır. Özellikle Sosyal Bilimlerde, pazar araştırmalarında, sağlık araştırmalarında başta anket şirketleri, hükümetler ve eğitim kurumları olmak üzere pek çok kurum tarafından kullanılan bir veri madenciliği yazılımıdır.

#### **1.3.1.4. Rapid Miner (Yale)**

RapidMiner, Ralf Klinkenberg, Ingo Mierswa ve Simon Fischer tarafından Dortmund Teknoloji Üniversitesi Yapay Zeka Biriminde geliştirilmiş bir yazılımdır. Yale ise Yale Üniversitesi bilim adamları tarafından Java dili kullanılarak geliştirilmiş bir yazılımdır. Yale 2007 yılından itibaren RapidMiner adı altında yazılım olarak kullanılmaya devam etmektedir. Diğer veri madenciliği yazılımlarından farklı olarak 22 adet dosya formatındaki veriyi işleyebilmektedir.

#### **1.3.1.5. R**

Yeni Zelanda'da bulunan Auckland Üniversitesi İstatistik Bölümünde bilim adamlarından olan Robert Gentleman ve Ross Ihaka tarafından geliştirilmiştir. Unix makinelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. R, bir veri madenciliği yazılımı olarak çok fazla tercih edilmemektedir (Dener ve diğ., 2009).

YALE, WEKA ve R dâhil olmak üzere açık kaynak kodlu Veri Madenciliği programları arasında liderdir. Hem kullanım kolaylığı hem de içerisinde yüzlerce özelliği barındırması YALE'yi WEKA'dan üstün kılmaktadır. YALE'de 3D

görsellerin fazlalığı kullanıcıya oldukça yardımcı olmaktadır. WEKA'nın kullanımı da kolaydır fakat desteklediği algoritmaların sayısı YALE'ye göre daha azdır. YALE 22'ye yakın dosya formatını desteklerken, WEKA'nın desteklediği dosya formatı sayısı 4 ile sınırlıdır. Ancak çoğu Veri Madenciliği uygulamasını geliştirmede WEKA yeterli olmaktadır. Bundan dolayı çoğu kullanıcı WEKA'yı tercih etmektedir. R ise hem kullanım kolaylığı hem de desteklediği algoritmalar ile YALE ve WEKA'nın altında bulunmaktadır (Dener ve diğ., 2009).

#### **1.4. Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi Aşamaları**

Veri madenciliği, bilgi keşfi ve veri tabanlarında bilgi keşfi terimleri bazı araştırmacılar tarafından karıştırılmaktadır. Birçok araştırmacı ve uygulayıcı veri madenciliği ve bilgi keşfi kavramlarını benzer anlamda kullanmaktadır. Fakat veri madenciliği, bilgi keşfi sürecinin bir aşamasıdır. Veri tabanında bilgi keşfini (VTBK) kısaca tanımlarsak; verideki anlamlı, faydalı, orijinal ve belli bir değeri olan örüntüleri ortaya çıkarma işlemidir (Özdemir, 2010).

VTBK altı aşamadan oluşmaktadır.

**Uygulama Alanının Anlaşılması ve Geliştirilmesi:** Bu aşamada uygulama alanı anlamaya çalışılarak çeşitli hazırlıklar yapılır ve bilgi keşfindeki amaç geliştirilir (Özdemir ve diğ., 2010).

**Bir Veri Seti Seçme ve Oluşturma:** Bu aşama veri kütlelerini birleştirip sorgu için uygun örneklem külesini oluşturmayı amaçlar (Özdemir, 2010).

**Önişleme ve Temizleme:** Bu aşama seçilen örnekleme bulunan hatalı ve eksik nitelikteki verilerin temizlendiği ve değiştirildiği bir aşamadır. Ayrıca bu işlem keşfedilen bilginin değerini ve kalitesini artırmaya yöneliktir (Özdemir, 2010).

**Veri İndirgeme:** Seçilen örneklemeden ilgisiz nitelikler ve tekrarlanan veriler temizlenir. Bu aşamanın amacı, veri madenciliği sorgusunun çalışmasını verimli hale getirmektir (Özdemir, 2010).

**Uygun Bir Veri Madenciliği Programı ve Algoritması Çalıştırmak:** Bu aşamada hangi veri madenciliği türü kullanılacağına karar verilir. Örneğin; sınıflandırma,

regresyon veya kümeleme gibi. Bu genelde veri tabanında bilgi keşfi amacına ve önceki aşamalarına bağlıdır. Bu aşamada ayrıca strateji belirlenmesi, kullanılacak taktiklere karar verilmesi ve örüntü araştırmak için kullanılacak kesin bir yöntemin seçilmesi gerekir. Burada amaç tatmin edici sonuca ulaşana kadar algoritmayı çalıştırmaktır (Özdemir, 2010).

Yorumlama, Doğrulama ve Bilgi Keşfini Kullanmak: Bu aşamada oluşan örüntüler değerlendirilerek birinci aşamada belirlenen amaç ile ilişki kurulmalı ve elde edilen bilgi amaca yönelik kullanılmalıdır (Özdemir, 2010).

### **1.5. Veri Madenciliği Uygulama Alanları**

Veri madenciliği günümüzde yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle pazarlama, bankacılık, tıp-sağlık, elektronik ticaret ve sigortacılık gibi alanlarda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Yaygın kullanım alanlarından temel olanları aşağıda verilmiştir.

Pazarlama alanında veri madenciliğinin kullanımını aşağıdaki maddeler halinde ifade etmek mümkündür.

- Müşterilerin satın alma örüntülerinin tespitinde
- Kampanya ürünlerini belirlemede
- Mevcut müşterilerin elde tutulması için geliştirilecek pazarlama stratejilerinin oluşturulmasında
- Pazar sepeti analizinde
- Müşteri değerlemede
- Müşteri ilişkileri yönetiminde
- Satış tahminlerinde

Bankacılık sektöründe, büyük veritabanlarında müşteri kayıtlarının saklandığı bankacılık sektöründe veri madenciliğinin kullanımı aşağıdaki maddelerle ifade edilebilir.

- Farklı finansal göstergeler arasındaki gizli korelasyonların bulunmasında
- Kredi kartı ve sigorta dolandırıcılıklarının tespitinde
- Kredi taleplerinin değerlendirilmesinde

- Kredi kartı harcamalarına göre müşteri profili belirlenmesinde
- Risk yönetimi konusunda

Sigortacılıkta, son yıllarda özellikle sağlık sektöründe risk tespiti başta olmak üzere veri madenciliği yöntemlerinin kullanımı önem kazanmıştır.

- Sigorta dolandırıcılıklarının tespitinde
- Riskli müşteri tipinin belirlenmesinde

Borsada, Big data olarak nitelendirilen büyük veri gruplarının analizlerin yapılması için çeşitli VM teknikleri kullanılmaktadır.

- Hisse senedi fiyat tahmininde
- Genel piyasa analizlerinde
- Alım-satım stratejilerinin uygunluğunda
- Hisse tespitlerinde

Sağlık sektöründe özellikle gelişen bilgisayar destekli tedavi yaklaşımlarının bir sonucu olarak VM teknikleri kullanılarak analizler, tanımlar ve risk oranlarının açıklanması önemli bir aşama kaydetmiştir.

- DNA sıraları içerisinde genlerin tespitinde
- Gen haritalarının analizinde
- Kansersiz hücrelerin tespitinde
- Genetik hastalıkların tespitinde
- Test sonuçlarının tahmininde
- Ürün geliştirmede
- Tıbbi teşhisinde
- Tedavi sürecinin belirlenmesinde

Üretim sektöründe, üretim süreçleri boyunca oluşan veya öncesinde kurgulanan süreçlerin girdileri ve çıktılarının oluşturacağı veri yığınlarının VM teknikleriyle analizi ve raporları üretim süreçlerinde yapılacak iyileştirmeler için oldukça önemlidir.

- Kalite kontrol analizlerinde
- Lojistik

- Üretim süreçlerinin optimizasyonu

## 1.6. Veri Madenciliğinde Karşılaşılan Problemler

Küçük veri kümelerinde, benzetim ortamlarında hazırlanmış veri madenciliği sistemleri, büyük hacimli, eksik, gürültülü, boş, atık, aykırı veya belirsiz veri kümelerinin bulunduğu ortamlarda yanlış çalışabilir. Büyük hacimli verilerin bulunduğu veri ortamlarında büyük sorunlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle veri madenciliği sistemleri hazırlanırken bu sorunların çözülmesi gerekmektedir (Savaş ve diğ., 2012).

**Artık veri:** Artık veri, problemde istenilen sonucu elde etmek için kullanılan örneklem kümesindeki gereksiz niteliklerdir. Bu durum pek çok işlem sırasında karşımıza çıkabilir.

**Belirsizlik:** Yanlışlıkların şiddeti ve verideki gürültünün derecesi ile ilgilidir.

**Boş veri:** Bir veri tabanında boş değer, birincil anahtarda yer almayan herhangi bir niteliğin değeri olabilir. Boş değer, tanım gereği kendisi de dâhil olmak üzere hiçbir değere eşit olmayan değerdir.

**Dinamik veri:** Kurumsal çevrim içi veri tabanları dinamiktir ve içeriği sürekli olarak değişir. Bu durum, bilgi keşfi metotları için önemli sakıncalar doğurmaktadır.

**Eksik veri:** Veri kümesinin büyüklüğünden ya da doğasından kaynaklanmaktadır. Eksik veriler olduğunda yapılması gerekenler şunlardır:

- Eksik veri içeren kayıt veya kayıtlar çıkarılabilir.
- Değişkenin ortalaması eksik verilerin yerine kullanılabilir.
- Var olan verilere dayalı olarak en uygun değer kullanılabilir.

Eksik veriler, yapılacak olan istatistiksel analizlerde önemli problemler yaratmaktadır. Çünkü istatistiksel analizler ve bu analizlerin yapılmasına olanak veren ilgili paket programlar, verilerin tümünün var olduğu durumlar için geliştirilmiştir (Albayrak, 2008).

Farklı tipteki verileri ele alma: Gerçek hayattaki uygulamalar makine öğreniminde olduğu gibi yalnızca sembolik veya kategorik veri türleri değil, fakat aynı zamanda tamsayı, kesirli sayılar, çoklu ortam verisi, coğrafi bilgi içeren veri gibi farklı tipteki veriler üzerinde işlem yapılmasını gerektirir.

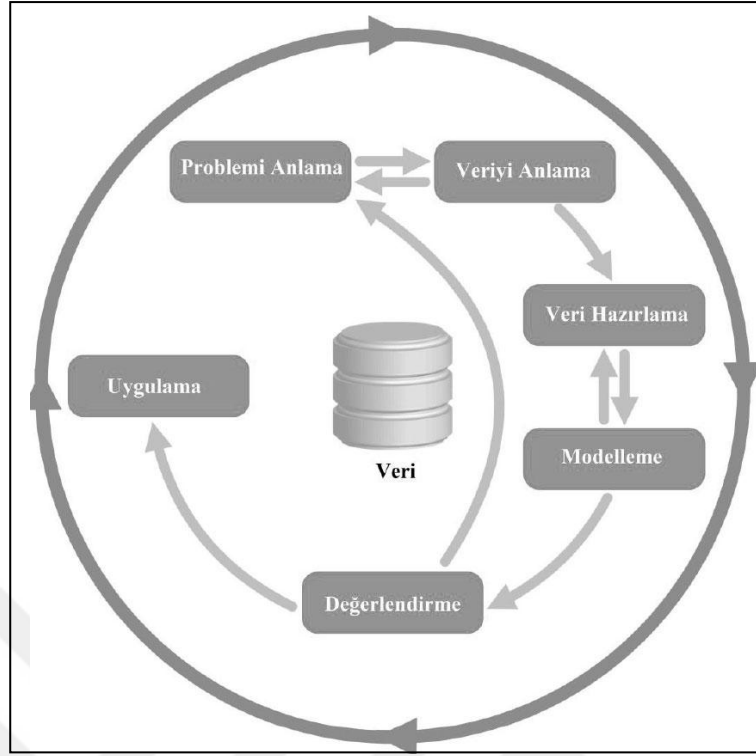
Gürültülü ve kayıp değerler: Veri girişi veya veri toplanması esnasında oluşan sistem dışı hatalara gürültü denir. Büyük veri tabanlarında pek çok niteliğin değeri yanlış olabilir. Veri toplanması esnasında oluşan hatalara ölçümden kaynaklanan hatalar da dâhil olmaktadır. Bu hataların sonucu olarak birçok niteliğin değeri yanlış olabilir ve bu yanlışlardan dolayı veri madenciliği amacına tam olarak ulaşmayabilir.

Sınırlı bilgi: Veri tabanları genel olarak basit öğrenme işlerini sağlayan özellik veya nitelikleri sunmak gibi veri madenciliği dışındaki amaçlar için hazırlanmışlardır. Bu yüzden, öğrenme görevini kolaylaştıracak bazı özellikler bulunmayabilir.

Veri tabanı boyutu: Veri tabanı boyutları büyük bir hızla artmaktadır. Veri tabanı algoritması çok sayıda küçük örnekleme ele alabilecek biçimde geliştirilmiştir. Aynı algoritmaların yüzlerce kat büyük örneklerde kullanılabilmesi için çok dikkat gerekmektedir. (Savaş ve diğ., 2012).

## **1.7. Veri Madenciliği Süreci**

Veri madenciliği için belirlenen standart bir süreç söz konusudur. Şekil 1.1 'de paylaşılan bu standart süreç The Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) konsorsiyumu tarafından, 1996 yılında belirlenmiştir. Bu üç firmanın ilki olan Daimler Chrysler birçok endüstriyel ve ticari organizasyona, veri madenciliği tekniklerini uygulama konusunda öncü olmuştur. SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) firması 1990 yılından beri veri madenciliği üzerine çeşitli hizmetler sağlamış ve ilk ticari veri madenciliği platformu olan Clementine'i 1994 yılında harekete geçirmiştir. NCR (National Cash Register), müşterilerine değer katma işini sağlayabilmek ve alıcılarının ihtiyaçlarına hizmet edebilmek için birçok veri madenciliği danışmanlığı ve teknoloji uzmanlığı takımları kurmuştur (Gürsoy, 2009).



Şekil 1.1. CRISP DM-Veri Madenciliği Süreç Şeması

Veri madenciliği sürecinde izlenen adımlar genellikle aşağıdaki şekildedir (Savaş ve diğ., 2012):

**Problemin tanımlanması:** Tanımlama sürecinde proje hedefleri ve gereksinimleri açıkça ve bir bütün olarak bildirilir. Daha sonra hedefleri ve kısıtlamaları veri madenciliği problemi şekline çevrilir. Bu hedefe ulaşmak için ön strateji hazırlanır (Larose, 2005).

**Verilerin Hazırlanması:** Veri ön işleme çok fazla verinin bulunduğu veri tabanı veya veri ambarlarındaki veriyi analiz aşamasından önce istatistiksel olarak sağlıklı hale getirmeyi amaçlamaktadır. Veriyi sağlıklı hale getirmek, eksik, yetersiz, tutarsız, aykırı özellik taşıyanları belirleyip uygun yöntemlerle bu sorunlara çözüm bulmayı gerektirmektedir (Şentürk, 2006).

Verinin hazırlanması veri madenciliğinin en önemli aşamasıdır, çünkü modelin kurulması sırasında ortaya çıkacak sorunlar, sonradan bu aşamaya geri dönülmesine sebep olacaktır (Gürsoy, 2009).

Veri yığınlarına bazı özel işlemlerin uygulanmasıyla veri analize hazır duruma gelmektedir. Veri hazırlama yöntemleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Verilerin temizlenmesi
2. Verilerin birleştirilmesi
3. Verilerin dönüştürülmesi
4. Verilerin azaltılması (indirgenmesi)

**Verilerin Temizlenmesi:** Veriler, toplanma şekillerine ve toplandıkları kaynaklara bağlı olarak gürültülü ya da tutarsız olabilirler, eksik özellik değerlerine ya da özelliklere sahip olabilirler. Bu tip veriler, işlem sonrasında yapılan tahminlerde yanlışlara sebep olabilirler. (Chapman ve diğ., 2000). Ayrıca yanlış ve aşırı uçta bulunan verilerin ortadan kaldırılması da verilerin temizlenmesi konusuna dâhildir. (Silahtaroglu, 2013).

Veri temizleme eksik, gürültülü ve tutarsız olan verileri iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Bunun içinde eksik verilerin yerini bir takım yöntemlerle doldurmaya çalışmaktadır. Gürültülü verilerin yerini bir takım yöntemlerle doldurmaya çalışmaktadır. Gürültülü verilerin gürültüye neden olanların tespitini ve gürültünün azaltılması hedeflenmektedir. Öte yandan tutarsız verilerin düzeltilmesi için çaba sarf edilmektedir (Şentürk, 2006).

**Verilerin Birleştirilmesi:** Farklı kaynaklardan toplanan verilerin bir araya getirilmesi kod, model, vs. gibi uyumsuzluklara neden olabilir. Veri birleştirme aşaması, toplanan bütün verilerin aynı biçimde tek bir veritabanında veya veri ambarında birleştirilmesini kapsamaktadır. (Larissa, 2003)

**Verilerin Dönüştürülmesi:** Veri dönüştürme ile veriler, veri madenciliği için uygun formlara dönüştürülürler. Veri dönüştürme; düzeltme, birleştirme, genelleştirme ve normalleştirme gibi değişik işlemlerden biri veya bir kaçını içerebilir.

Veri dönüştürme işlemlerinden bazıları şunlardır;

- Düzeltme: Gürültülü verileri temizleme.
- Birleştirme: Verileri bazı sonuçlara ulaşmak için birleştirme işlemidir. Yıllık satış değerlerine ulaşmak için, günlük satış değerlerini birleştirmek gibi.



- Genelleştirme: Düşük düzeydeki ham veriyi daha üst düzeydeki değere dönüştürme işlemidir.
- Normalleştirme: En sık kullanılan veri dönüştürme işlemidir. Min-Max, Z-skor ve Ondalık Ölçekleme gibi dönüşümlerdir.

Min-Max: Min-Max normalleştirmesi ile orijinal veriler yeni veri aralığına doğrusal dönüşüm ile dönüştürülürler. Bu veri aralığı genellikle 0-1 aralığıdır.

Z Skor: Z skor normalleştirmede (veya 0 ortalama normalleştirme) ise değişkenin herhangi bir y değeri, değişkenin ortalaması ve standart sapmasına bağlı olarak bilinen Z dönüşümü ile normalleştirilir:

Ondalık Ölçekleme: Ondalık ölçekleme ile normalleştirmede ise, ele alınan değişkenin değerlerinin ondalık kısmı hareket ettirilerek normalleştirme gerçekleştirilir. Hareket edecek ondalık nokta sayısı, değişkenin maksimum mutlak değerine bağlıdır.

Verilerin Azaltılması (İndirgenmesi): Üzerinde çalışılacak veri setleri çok büyük olduğunda veri madenciliği uygulamalarından verimli sonuç almak zorlaşmakta ve işlemler daha çok zaman almaktadır. Verilerin öznelikleri korunarak hacimce daha küçük biçime getirmeye veri indirgeme denir. Büyük hacimli bir veri setiyle verinin özellikleri korunarak hacimce daha küçük boyuta getirilen veri seti, aynı (veya hemen hemen aynı) sonucu üretir. Veri indirgeme için bazı teknikler kullanılır (Han, Kamber, 2001). Bunlar;

- Veri Küpü Birleştirme: Farklı tablolardaki aynı cins verilerin bir araya getirilmesidir. Örneğin, çeyrekler bazında ya da aylar bazında satışların altı aylık veya yıllık satışlar olarak gösterilmesidir.
- Boyut İndirgeme: İlgisiz veya gereksiz değişkenlerin analizin uygulanacağı veri setinden kaldırılmasıdır. Boyut indirgeme amacıyla kullanılan diğer bir yöntem ise karar ağaçlarıdır. Karar ağaçları ile ele alınan çıktı değişkenini en iyi temsil edecek değişken kümesi belirlenmektedir (Oğuzlar, 2003).
- Veri Sıkıştırma: Veri sıkıştırmada ise orijinal verileri temsil edebilecek indirgenmiş veya sıkıştırılmış veriler, veri şifreleme veya dönüşümü ile elde edilirler. Bu şekilde

indirgenmiş veri kümesi, orijinal veri kümesini bir bilgi kaybı olacak biçimde temsil edebilecektir. Bununla beraber bilgi kaybı olmaksızın indirgenmiş veri kümesi elde edilmesine yarayacak bir takım algoritmalar da mevcuttur. Bu algoritmalar bir takım sınırlamalara sahip olduklarından sıkça kullanılamamaktadır (Oğuzlar, 2003). Veri sıkıştırma veriye bağlı bilgi kaybının gözlenebileceği bir yöntemdir.

- Kesikleştirme: bazı veri madenciliği algoritmaları yalnızca kategorik değerleri ele aldığından, sürekli verilerin kesikli değerlere dönüştürülmesini içerir. Bu şekilde sürekli verilerin kesikli değer aralıklarına dönüştürülmesiyle elde edilen kategorik değerler, orijinal veri değerlerinin yerine kullanılırlar. Bir kavram hiyerarşisi, verilen sürekli değişken için, değişkenin ayrıştırılması olarak tanımlanabilir. Kavram hiyerarşileri, düşük düzeyli kavramların yüksek düzeyli kavramlarla değiştirilmesiyle verilerin indirgenmesinde kullanılır. Örneğin yaş değişkeni 1-15, 16-40, 40+ olacak biçimde daha yüksek kavram düzeyinde ifade edilebilir. Bu şekilde veri indirgemedede detay bilgiler kayboluyorsa da, genelleştirilmiş veriler daha anlamlı olacak, daha kolay yorumlanabilecek ve orijinal verilerden daha düşük hacim kaplayacaktır (Oğuzlar, 2003).

**Modelin Kurulması ve Değerlendirilmesi:** Tanımlanan problem için en uygun modelin bulunabilmesi, olabildiğince çok sayıda modelin kurularak denenmesi ile mümkündür. Bu nedenle model kurma aşaması, en iyi olduğu düşünülen modele varılincaya kadar tekrarlanan bir süreçtir.

Bir modelin doğruluğunun test edilmesinde kullanılan en basit yöntem basit geçerlilik testidir. Bu yöntemde tipik olarak verilerin % 5 ile % 33 arasındaki bir kısmı test verileri olarak ayrılır ve kalan kısım üzerinde modelin öğrenimi gerçekleştirildikten sonra, bu veriler üzerinde test işlemi yapılır. Bir sınıflama modelinde yanlış olarak sınıflanan olay sayısının, tüm olay sayısına bölünmesi ile hata oranı, doğru olarak sınıflanan olay sayısının tüm olay sayısına bölünmesi ile ise doğruluk oranı hesaplanır. (Akpınar, 2000).

Doğruluk Oranı = 1 - Hata Oranı olarak bulunur.

Değerlendirme aşamasında, uygun model ya da modeller kurulduktan sonra, veri madenciliği sonuçlarının araştırma probleminin amaçlarını gerçekleştirip gerçekleştirmediği değerlendirilir. Bu aşama sonuçların değerlendirilmesi, veri

madenciliği sürecinin gözden geçirilmesi ve sonraki adımların ne olacağı hususlarını içermektedir. Bu aşamanın sonunda veri madenciliği sonuçlarının kullanımı üzerindeki karara varılmaktadır (Albayrak ve Yılmaz, 2009).

**Modelin Kullanılması:** Kurulan ve geçerliliği kabul edilen model doğrudan bir uygulama olabileceği gibi, bir başka uygulamanın alt parçası olarak kullanılabilir. Kurulan modeller risk analizi, kredi değerlendirme, dolandırıcılık tespiti gibi kurumsal uygulamalarda doğrudan kullanılabilen gibi, otomatik olarak sipariş verilmesini sağlayacak bir uygulamanın içine gömülebilir (Akpınar, 2000).

**Modelin İzlenmesi:** Veri madenciliği sürecinin son aşaması, geçerliliği kabul edilen ve kullanılan modelin izlenmesidir. Zaman içerisinde bütün sistemlerin özelliklerinde ve ürettikleri verilerde ortaya çıkan değişiklikler sebebiyle, kurulan modeller sürekli olarak izlenmeli ve gerekirse yeniden düzenlenmelidir.

Veri madenciliği süreci başarılı olursa, keşfedilen yeni bilgiler kurumun karar verme sürecini iyileştirmede kullanılabilir (Alex, 2002).

## 2. VERİ MADENCİLİĞİ MODELLERİ

Veri madenciliğinde kullanılan modeller, tahmin edici (Predictive) ve tanımlayıcı (Descriptive) olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir (Zhong, 1999).

Tahmin edici modellerde, sonuçları bilinen verilerden hareket edilerek bir model geliştirilmesi ve kurulan bu modelden yararlanılarak sonuçları bilinmeyen veri kümeleri için sonuç değerlerin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Örneğin, bir banka önceki dönemlerde vermiş olduğu kredilere ilişkin gerekli tüm verilere sahip olabilir. Bu verilerde bağımsız değişkenler kredi alan müşterinin özellikleri, bağımlı değişken değeri ise kredinin geri ödenip ödenmediğidir. Bu verilere uygun olarak kurulan model, daha sonraki kredi taleplerinde müşteri özelliklerine göre verilecek olan kredinin geri ödenip ödenmeyeceğinin tahmininde kullanılmaktadır (Akpınar, 2000).

Veri madenciliğinde tahmin edici modeller ile örüntü tanıma işi sınıflama, regresyon ve zaman serileri yaklaşımlarını içerir. Bu modeller, neyin tahmin edilmesinin istendiğine dayalı olarak farklılaşırlar. Çıktı niteliğinin sürekli değerleri için tahmin istenir ise regresyon analizi, zamanın ayırt edici özellikleri ile ilgileniliyor ise zaman serileri, iyi veya kötü gibi az sayıdaki ayrık kategoriye sahip bir özel veri ögesi için bir tahmin yapılmak isteniyor ise sınıflama gerekir. Eldeki verinin gruplarını bulan kümeleme, birliktelik ve ardışıklık kurallarını elde etmeyi kapsayan birliktelik analizi ve ardışıklık keşfi davranışı ise tanımlama amaçlı kullanılır (Emel ve Taşkın, 2005).

Tanımlayıcı modellerde ise karar vermeye rehberlik etmede kullanılacak mevcut verilerdeki örüntülerin tanımlanması sağlanmaktadır. X/Y aralığında geliri ve iki veya daha fazla arabası olan çocuklu aileler ile çocuğu olmayan ve geliri X/Y aralığından düşük olan ailelerin satın alma örüntülerinin birbirlerine benzerlik gösterdiğinin belirlenmesi tanımlayıcı modellere bir örnektir (Özekes, 2003).

Veri madenciliği modellerini gördükleri işlemlere göre üç ana başlık altında incelemek mümkündür.

- Sınıflama ve Regresyon

- Kümeleme
- Birliktelik Kuralları ve Ardışık Zamanlı Örüntüler

Sınıflama ve regresyon modelleri tahmin edici, kümeleme ve birliktelik kuralları modelleri tanımlayıcı modellerdir (Özekes, 2003).

## 2.1. Sınıflandırma ve Regresyon

Sınıflandırma, bir veri ögesini, önceden tanımlı sınıflardan birine tasnif ederken, regresyon veri ögesini, gerçek değerli bir tahmini değışkене eşler (Fayyad, 1996).

Sınıflama ve regresyon, önemli veri sınıflarını ortaya koyan veya gelecek veri eğilimlerini tahmin eden modelleri kurabilen iki veri analiz yöntemidir. Sınıflama kategorik değerleri tahmin ederken, regresyon süreklilik gösteren değerlerin tahmin edilmesinde kullanılır (Han ve diğ., 2001).

En yaygın uygulanan veri madenciliği tekniklerinden biri olan sınıflama, sınıfı tanımlanmış mevcut verilerden yararlanarak sınıfı belli olmayan verilerin sınıfını tahmin etmek için kullanılan veri madenciliği modelidir. Sınıflama iki adım içeren bir işlemdir. Birinci adımda tahmin için kullanılacak bir model oluşturulmaktadır. İkinci adımda, oluşturulan bu model sınıfı belli olmayan veriler üzerinde uygulanarak sınıflar tahmin edilmektedir (Han ve diğ., 2001).

Örneğin; satışlarını artırmak için kampanya düzenlemek isteyen bir otomobil firması, kampanyasına katılma ihtimali olan potansiyel alıcıları belirlemek için daha önceden satış yapmış olduğu müşterilerinin verilerini (sonuçlarını) kullanarak, hangi özelliklere sahip adayların kampanyaya katılabileceğini belirli bir olasılık aralığında tahmin edebilir. Bu şekilde; ihtiyacı kadar veri satın alarak (eğer adayların verisini dışarıdan alıyorsa) ve sadece alma potansiyeli yüksek olan adaylara ulaşmaya çalışarak tasarruf sağlamaktadır (Argüden ve diğ., 2008).

Regresyon, değerleri bilinen değışkenleri kullanarak diğ er değışkenleri tahmin etmek için kullanılır. (Two Crows Corporation, 1999) Regresyon terminolojisinde, tahmin edilecek olan değışken “bağımlı değışken”, bağımlı değışkeni tahmin etmek için kullanılan değışken ya da değışkenler de “bağımsız değışken” olarak adlandırılır.

Yönetimsel kararlar genellikle bir ya da daha fazla değişken üzerine kuruludur (Üreten, 2002).

Bir bağımlı, bir bağımsız değişkenden oluşan en basit regresyon analizi “basit doğrusal regresyon” olarak adlandırılırken, iki ya da daha fazla bağımsız değişken içeren regresyon analizi de “çoklu regresyon analizi” olarak adlandırılır (Hair ve diğ., 1998).

Sınıflama ve regresyon modellerinde kullanılan başlıca teknikler:

1. Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)
2. Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms)
3. K- En Yakın Komşu (K- Nearest Neighbour)
4. Naive - Bayes sınıflayıcısı
5. Lojistik Regresyon
6. Karar Ağaçları (Decision Trees)

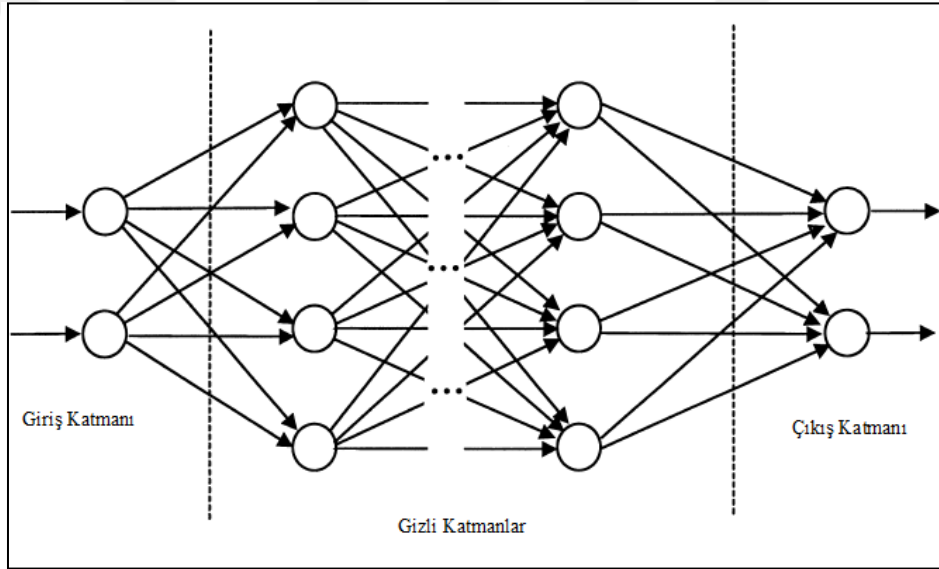
### **2.1.1. Yapay sinir ağları**

Yapay sinir ağları biyolojik sinir sisteminden etkilenecek geliştirilmiştir. Biyolojik sinir hücreleri birbirleri ile synapsler vasıtası ile iletişim kurarlar. Bir sinir hücresi işlediği bilgileri axon'ları yolu ile diğer hücrelere gönderirler. Benzer şekilde yapay sinir hücreleri dışarıdan gelen bilgileri bir toplama fonksiyonu ile toplar ve aktivasyon fonksiyonundan geçirerek çıktıyı üretip ağına bağlantılarının üzerinden diğer hücrelere (proses elemanlarına) gönderir. Değişik toplama ve aktivasyon fonksiyonları vardır. Yapay sinir ağlarını birbirlerine bağlayan bağlantıların değerlerine ağırlık değerleri denmektedir. Proses elemanları birbirlerine paralel olarak 3 katman halinde bir araya gelerek bir ağ oluştururlar (Öztemel, 2012).

Bunlar;

- Girdi katmanı
- Ara katmanlar
- Çıktı katmanı

Bilgiler ağı girdi katmanından iletilir. Ara katmanlarda işlenerek oradan çıktı katmanına gönderilirler. Bilgi işlemeden kasıt ağı gelen bilgilerin ağırlık değerleri kullanılarak çıktıya dönüştürülmesidir. Ağı girdiler için doğru çıktıları üretebilmesi için ağırlıkların doğru değerlerinin olması gerekmektedir. Doğru ağırlıkların bulunması işlemine ağı eğitilmesi denmektedir. Bu değerler başlangıçta rasgele atanırlar. Daha sonra eğitim sırasında her örnek ağı gösterildiğinde ağı öğrenme kuralına göre ağırlıklar değiştirilir. Daha sonra başka bir örnek ağı sunularak ağırlıklar yine değiştirilir ve en doğru değerleri bulunmaya çalışılır. Bu işlemler ağı eğitimi setindeki örneklerin tamamı için doğru çıktılar üretinceye kadar tekrarlanır (Öztemel, 2012). Şekil 2.1’de yapay sinir ağlarının katmanları gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Yapay sinir ağlarının katmanları

### 2.1.2. Genetik algoritmalar

Genetik Algoritmalar, yapay zekanın gittikçe genişleyen bir kolu olan evrimsel hesaplama tekniğinin bir parçasını oluşturmaktadır. Genetik algoritma Darwin’in evrim kuramı “doğada en iyinin yaşaması“ kuralından esinlenerek oluşturulan, bir veri öbeğinden özel bir veriyi bulmak için kullanılan bir arama yöntemidir (Gürsoy, 2009).

Genetik algoritmalar bir çözüm uzayındaki her noktayı, kromozom adı verilen ikili bit dizisi ile kodlar. Her noktanın bir uygunluk değeri vardır. Tek bir nokta yerine,

genetik algoritmalar bir popülasyon olarak noktalar kümesini muhafaza etmektedir. Her kuşakta, genetik algoritma, çaprazlama ve mutasyon gibi genetik operatörleri kullanarak yeni bir popülasyon oluşturmaktadır. Birkaç kuşak sonunda, popülasyon daha iyi uygunluk değerine sahip üyeleri içermektedir. Bu, Darwin'in rastsal mutasyona ve doğal seçime dayanan evrim modellerine benzemektedir (Emel ve Taşkın, 2002).

Genetik algoritmalar problemlerin çözümü için evrimsel süreci bilgisayar ortamında taklit ederler. Çözüm için tek bir yapının geliştirilmesi yerine, böyle yapılardan meydana gelen bir küme oluştururlar. Problem için olası pek çok çözümü temsil eden bu küme genetik algoritma terminolojisinde nüfus adını almaktadır. Nüfuslar vektör, kromozom veya birey adı verilen sayı dizilerinden oluşmaktadır. Birey içindeki her bir elemana gen denir. Nüfustaki bireyler evrimsel süreç içinde genetik algoritma işlemcileri tarafından belirlenmektedirler. Genetik algoritmalar yapısı gereği, kötü bireyleri yani uygun olmayan çözümleri, operatörleri sayesinde elemektedir. Bu işlemler bir döngü içerisinde durdurma kuralı sağlanana kadar devam etmektedir (Gülçe, 2010).

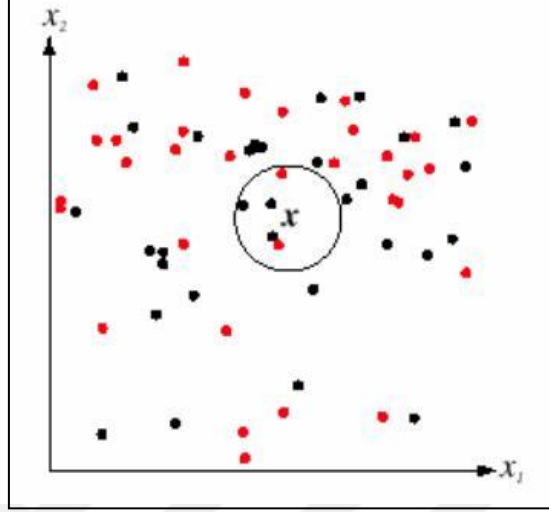
### **2.1.3. K-En yakın komşu yöntemi**

K-NN algoritması, T. M. Cover ve P. E. Hart tarafından önerilen, örnek veri noktasının bulunduğu sınıfın ve en yakın komşunun, k değerine göre belirlendiği bir sınıflandırma yöntemidir (Cover ve diğ., 1967). Şekil 2.2' de k=2 değerine göre yapılmış bir sınıflandırma görülmektedir.

K-NN algoritması, en temel örnek tabanlı öğrenme algoritmaları arasındadır. Örnek tabanlı öğrenme algoritmalarında, öğrenme işlemi eğitim setinde tutulan verilere dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Yeni karşılaşılan bir örnek, eğitim setinde yer alan örnekler ile arasındaki benzerliğe göre sınıflandırılmaktadır (Mitchell, 1997). K-NN algoritmasında, eğitim setinde yer alan örnekler n boyutlu sayısal nitelikler ile belirtilir. Her örnek n boyutlu uzayda bir noktayı temsil edecek biçimde tüm eğitim örnekleri n boyutlu bir örnek uzayında tutulur. Bilinmeyen bir örnek ile karşılaşıldığında, eğitim setinden ilgili örneğe en yakın k tane örnek belirlenerek yeni örneğin sınıf etiketi, k en yakın komşusunun sınıf etiketlerinin çoğunluk oylamasına göre atanır (Han ve diğ., 2006).



Yakınlık, Öklid uzaklığı ya da bir başka uzaklık ölçütü kullanılarak hesaplanabilir. Uzaklık ölçütleri olarak, Minkowski, Öklid, Manhattan, Chebyshev ve Dilca uzaklığı kullanılmaktadır.



Şekil 2.2. k=5 için KNN sınıflandırması

#### 2.1.4. Naive bayes yöntemi

Naive Bayes, temeli Bayes teorisine dayanan, verileri istatistiksel sınıflandırma tekniklerinden biridir. VM sınıflandırma algoritmalarından olan Bayes, uygulanabilirliği ve hızlı hesaplama performansı ile araştırmacılar tarafından öne çıkan bir algoritmadır. Sınıflandırılacak olayları birbirinden bağımsız olarak ele almaktadır (Olgun ve Özdemir, 2012).

Naive Bayes algoritmasının uygulanmasında bir takım kabuller yapılmaktadır. Bunların en önemlisi niteliklerin birbirinden bağımsız olmasıdır. Nitelikler birbirini etkilediği takdirde, burada olasılık hesaplamak zorlaşacağı için niteliklerin hepsinin aynı derecede önemli olduğu kabul edilmektedir.

Naive Bayes, sürekli veri ile çalışmaz. Bu nedenle sürekli değerleri içeren bağımlı ya da bağımsız değişkenler kategorik hale getirilmelidir. Naive Bayes, modelin öğrenilmesi esnasında, her çıktının öğrenme kümesinde kaç kere meydana geldiğini hesaplamaktadır. Bulunan bu değer, öncelikli olasılık olarak adlandırılır. Naive Bayes aynı zamanda her bağımsız değişken / bağımlı değişken kombinasyonunun

meydana gelme sıklığını bulmaktadır. Bu sıklıklar öncelikli olasılıklarla birleştirilmek suretiyle tahminde kullanılır (Akbulut, 2006).

### **2.1.5. Lojistik regresyon**

Lojistik regresyon analizi adını, bağımlı değişkene uygulanan logit dönüşürmeden (logit transformation) almaktadır. Bu durum aynı zamanda hem kestirim, hem de yorumlama sürecinde bazı farklılıklara neden olur (Hair ve diğ., 2006).

Lojistik regresyon analizi, bağımlı değişkenin ölçüldüğü ölçek türüne ve bağımlı değişkenin seçenek sayısına göre üçe ayrılmaktadır. Eğer bağımlı değişken iki seçeneikli bir kategorik değişken ise “İkili Lojistik Regresyon Analizi (Binary Logistic Regression Analysis)” adını alır. Örneğin bir akademik programı bitirme durumuna göre öğrencilerin başarılı ve başarısız olarak nitelendirilmesi durumunda ikili lojistik regresyon uygulanır. Eğer bağımlı değişken ikiden çok kategorili (düzeyli) sınıflamalı bir değişken ise “Çok Kategorili/Düzeyli İsimsel Lojistik Regresyon Analizi (Multinomial Logistic Regression Analysis)” adını alır. Örneğin üç farklı akademik programda öğrenim görmekte olan öğrencilerden oluşan bir bağımlı değişkenin olması durumunda, çok düzeyli isimsel lojistik regresyon uygulanır. Eğer bağımlı değişken sıralama ölçeğiyle elde edilmiş ise, bu durumda da “Sıralı Lojistik Regresyon Analizi (Ordinal Logistic Regression Analysis)” kullanılır. Örneğin öğrencilerin öğrenim gördükleri akademik programdaki başarılarının “düşük”, “orta” ve “yüksek” olarak gruplandırıldığı durumda sıralı lojistik regresyon uygulanır.

Lojistik regresyon, “tek değişkenli lojistik regresyon (bağımsız değişkenin tek olduğu durum)” ve “çok değişkenli lojistik regresyon (bağımsız değişkenin iki veya daha fazla olduğu durum)” olarak da sınıflandırılmaktadır (URL-4).

### **2.1.6. Karar ağaçları**

Karar ağaçları sınıflama amaçlı uygulamalarda da oldukça sık kullanılan tekniklerden birisidir. Tahmin edici ve tanımlayıcı özelliklere sahip olan karar ağaçları veri madenciliği projelerinde;

- Meydana getirilmelerinin ucuz olması

- Yorumlanmalarının kolay ve basit olması
- Veri tabanı sistemleri ile kolayca entegre olabilmeleri
- Güvenilirliklerinin daha yüksek olması gibi nedenlerden dolayı kullanılmaktadır ve sınıflama modelleri arasında en yaygın kullanıma sahip olan tekniktir (Gürsoy, 2009).

Karar ağaçlarının hedefi bağımlı değişkendeki farklılıkları maksimize edecek şekilde veriyi sıralı bir biçimde farklı gruplara ayırmaktır. Karar ağacı, adında belirtildiği şekilde ağaç görünümünde bir tekniktir. Karar düğümleri, dallar ve yapraklardan oluşmaktadır. Karar ağaçlarının yapısını oluşturan unsurlar (Argüden ve Erşahin, 2008):

- Karar düğümü: Veriye uygulanacak test tanımlanır. Her düğüm bir özellikteki testi gösterir. Test sonucunda ağacın dalları oluşur. Dalları oluştururken veri kaybı yaşanmaması için verilerin tümünü kapsayacak sayıda farklı dal oluşturulmalıdır.
- Dal: Testin sonucunu gösterir. Elde edilen her dal ile tanımlanacak sınıfın belirlenmesi amaçlanır. Ancak dalın sonucunda sınıflandırma tamamlanamıyorsa tekrar bir karar düğümü oluşur. Karar düğümünden elde edilen dalların sonucunda sınıflandırmanın tamamlanıp tamamlanmadığı tekrar kontrol edilerek devam edilir.
- Yaprak: Dalın sonucunda bir sınıflandırma elde edilebiliyorsa yaprak elde edilmiş olur. Yaprak, verileri kullanarak elde edilmek istenen sınıflandırmanın sınıflarından birini tanımlar.

Karar ağacı temelli analizlerin yaygın olarak kullanıldığı alanlar şunlardır (Akpınar, 2000);

- Belirli bir sınıfın olası üyesi olacak elemanların belirlenmesi,
- Çeşitli vakaların yüksek, orta, düşük risk grupları gibi çeşitli kategorilere ayrılması,
- Parametrik modellerin kurulmasında kullanılmak üzere çok sayıdaki değişkenden en önemlilerinin seçilmesi,
- Gelecekteki olayların tahmin edilebilmesi için kurallar oluşturulması,
- Sadece belirli alt gruplara özgü olan ilişkilerin tanımlanması,
- Kategorilerin birleştirilmesi ve sürekli değişkenlerin kesikli değişkenlere dönüştürülmesidir.

Karar ağacı algoritmaları arasında en yaygın kullanılan algoritmalar;

- CHAID (Chi- Squared Automatic Interaction Detector)
- Exhaustive CHAID
- CRT (Classification and Regression Trees)
- ID3,
- C4.5,
- MARS (Multivariate Adaptive Regression Splines),
- QUEST (Quick, Unbiased, Efficient Statistical Tree),
- C5.0,
- SLIQ (Supervised Learning in Quest),
- SPRINT (Scalable Paralleizable Induction of Decision Trees) olarak belirtilmektedir.

Karar ağacı tekniğini kullanarak verinin sınıflanması, öğrenme ve sınıflama olmak üzere iki basamaklı bir işlemdir. Öğrenme basamağında önceden bilinen bir eğitim verisi, model oluşturmak amacıyla sınıflama algoritması tarafından analiz edilir. Öğrenilen model, sınıflama kuralları veya karar ağacı olarak gösterilir. Sınıflama basamağında ise test verisi, sınıflama kurallarının veya karar ağacının doğruluğunu belirlemek amacıyla kullanılır. Eğer doğruluk kabul edilebilir oranda ise, kurallar yeni verilerin sınıflanması amacıyla kullanılır. Eğitim verisindeki hangi alanların, hangi sırada kullanılarak ağacın oluşturulacağı belirlenmelidir. Bu amaçla en yaygın olarak kullanılan ölçüm Entropi ölçümüdür. Entropi ölçüsü ne kadar fazla ise, o alan kullanılarak ortaya konulan sonuçlar da o oranda belirsiz ve kararsızdır. Bu nedenle karar ağacının kökünde entropi ölçüsü en az olan alanlar kullanılır. (Özkes ve Çamurcu, 2002).

Entropi beklentisizliğin maksimum hale getirilmesidir (Fiske, 1998). ID3 algoritması ile çalışılırken kazanım hesaplamaları entropi değerlerine göre bulunmaktadır. Entropi 0-1 arasında bir değer almaktadır (Silahtaroglu, 2013).

C4.5 ve C5.0 Algoritmaları: En yaygın kullanılan karar ağacı algoritması Quinlan'ın 1986'da önerdiği ID3 algoritmasının geliştirilmiş hali olan C4.5 algoritmasıdır. C5.0 algoritması ise C4.5'in geliştirilmiş hali olup, özellikle büyük veri setleri için kullanılmaktadır. C5.0 algoritması doğruluğu arttırmak için boosting algoritmasını

kullandığından boosting ağaçları olarak da bilinir. C5.0 algoritması C4.5'e göre çok daha hızlı olup, hafızayı daha verimli kullanmaktadır (Sancak, 2008).

CART Algoritması: Morgan ve Sonquist'in AID (Automatic Interaction Detection) adlı karar ağacı algoritmasının devamı niteliğine Breiman ve diğerleri tarafından 1984 yılında önerilmiştir. Hem sayısal hem de nominal veri türlerini, girdi ve kestirimsel değişken olarak kabul edebilen CART algoritması, sınıflandırma ve regresyon problemlerinde bir çözüm olarak kullanılabilir. CART karar ağacı, ikili olarak özyinelemeli biçimde bölünen bir yapıya sahiptir. Dallanma kuralı olarak Gini indeksinden yararlanan CART ağacı, kuruluş aşamasında herhangi bir durma kuralı olmaksızın sürekli olarak bölünerek büyümektedir. Artık yeni bir bölünmenin gerçekleşmeyeceği durumda bu sefer uçtan köke doğru budama işlemi başlatılır. Olası en başarılı karar ağacı her budama işlemi sonrası bağımsızca seçilmiş bir test verisi ile değerlendirme yapılarak tespit edilmeye çalışılır (Sezer ve diğ., 2010).

CHAID Algoritması: CART' in dışında en çok kullanılan karar ağacı algoritmalarından biri de CHAID' dir. CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detector; Ki-kare Otomatik Etkileşim Dedektörü), optimal bölünmelerin teşhisi için ki-kare istatistiğini kullanan bir yöntemdir. CHAID, bölümlendirme amaçlı kullanılan etkili bir istatistiksel tekniktir. Bir istatistiksel testin anlamlılığını kuralı olarak kullanarak, bir potansiyel ön kestirici değişkenin tüm değerlerini değerlendirir. Hedef değişkene veya aynı anlama gelmek üzere bağlı değişkene göre homojen olarak değerlendirilen tüm değerleri birleştirir ve diğer tüm değerleri heterojen (benzer olmayan) olarak değerlendirir. Ardından karar ağacındaki ilk dalın formuna göre en iyi ön kestirici değişkenin seçilmesiyle, her bir düğümün seçilen değişkenin homojen değerlerinin bir grubunu oluşturmasını sağlar. Bu süreç ağaç tamamıyla büyüyene kadar sürer. Kullanılan istatistiksel test, hedef değişkenin ölçüm düzeyine bağlıdır (Oğuzlar, 2004).

QUEST Algoritması: En son geliştirilen karar ağacı olma özelliğini taşıyan QUEST (Quick, Unbiased, Efficient Statistical Tree; Hızlı, Yansız, Etkili İstatistiksel Ağaç), çok sayıda kategoriye sahip ön kestiricileri destekleyen, diğer yöntemlerin yanlışlıklarından kaçınılmasını sağlayan ve hızlı hesaplanabilen bir yöntemdir (Oğuzlar, 2004).

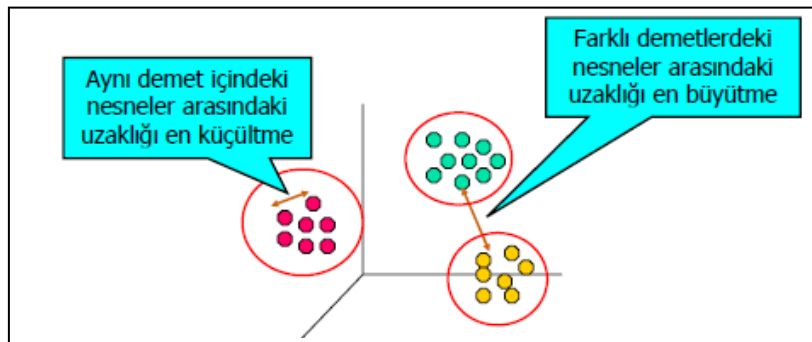
## 2.2. Kümeleme

Kümeleme, veriyi sınıflara veya kümelere ayırma işlemidir. Aynı kümedeki elemanlar birbirleriyle benzerlik gösterirken, başka kümelerin elemanlarından farklıdır. Şekil 2.3’de aynı demetler arasındaki farkın en az, farklı demetler arasındaki farkın ise en fazla olduğu görülmektedir.

Kümeleme veri madenciliği, istatistik, biyoloji ve makine öğrenimi gibi pek çok alanda kullanılır. Kümeleme modelinde, sınıflama modelinde olan veri sınıfları yoktur. Verilerin herhangi bir sınıfı bulunmamaktadır. Sınıflama modelinde, verilerin sınıfları bilinmekte ve yeni bir veri geldiğinde bu verinin hangi sınıftan olabileceği tahmin edilmektedir. Oysa kümeleme modelinde, sınıfları bulunmayan veriler gruplar halinde kümelere ayrılırlar. Bazı uygulamalarda kümeleme modeli, sınıflama modelinin bir önişlemi gibi görev alabilmektedir (Özekes, 2003).

Kullanıcının amacına ve kullanım alanına göre kümeleme analizinin amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Çakmak ve diğ., 2005);

- Doğru tiplerin belirlenmesi,
- Model oluşturmak,
- Gruplara dayalı tahmin,
- Hipotez testi,
- Veri araştırma (inceleme),
- Hipotez oluşturma,
- Veri indirgeme.



Şekil 2.3. Kümeleme örneği

Kümeleme yöntemi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

- Biyoloji: canlıların sınıflandırılması (sınıf, familya, tür ve cins)
- Pazarlama: Pazarlamacıların müşterilerin farklı gruplarını keşfetmesine yardım eder ve sonra, hedeflenen pazarlama programlarının geliştirilmesinde bu bilgi kullanılır.
- Şehir planlama: Hane tipine, gelirine ve coğrafik lokasyonuna göre hane gruplarının belirlenmesi
- Deprem çalışmaları: Gözlenen deprem merkez üsleri, fay hatları boyunca kümelenmelidir.
- Ekonomi Bilimi: Pazar araştırmaları
- Web ortamı: Doküman kümeleme, kullanıcı davranışlarını ve kullanıcıları kümeleme

Kümeleme Analizinin uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir;

- Değişkenlerin seçilmesi ve veri matrisinin belirlenmesi
- Birimlerin birbirleriyle olan benzerlik ya da uzaklıklarını gösterecek uygun bir benzerlik/uzaklık ölçüsü ile benzerlik/uzaklık matrisinin oluşturulması
- Uygun bir kümeleme tekniği ile benzerlik/uzaklık matrisine göre birimlerin uygun sayıda kümelere ayrılması
- Oluşturulan bu kümelerin yorumlanması, kümelerin yapılarının kurulan hipotezlerle test edilmesi ve gerekli analitik yöntemlerin uygulanması.

### **2.2.1. Kümeleme analizinde değişken seçimi ve uzaklık ölçüleri**

Kümeleme analizinde ilk adım değişken seçimi ve uygun uzaklık ölçüsünün belirlenmesidir.

1. Değişken Seçimi: Kümeleme analizinde değişken kavramı çok önemlidir ve diğer çok değişkenli analiz yöntemlerinden farklıdır. Kümeleme analizinde değişkenler, gösterdikleri özellikler kullanılarak karşılaştırılır. Kümeleme analizi değişkeni, sadece nesnelerin tanımlanan özelliklerini kapsamaktadır.

2. Uzaklık Ölçüleri: Benzerlikler, birimleri gruplamak ya da ayırmak için kullanılan bir takım kurallardır. Benzerlik ya da uzaklık ölçüleri tek boyutlu veya çok boyutlu yapılabilir. Her boyut birey ya da nesnelere gruplandırmak için kullanılır. Örneğin fast-food yiyecekler gruplandırmak isterseniz. Bunun için fast-food ürünlerinin her birinin sahip olduğu kalori miktarı, fiyatları, tatları göz önüne alınmalıdır. Çok boyutlu uzayda iki birey ya da nesne arasındaki uzaklığı hesaplamada en çok kullanılan uzaklık ölçüsü, öklid uzaklığıdır. Eğer iki veya üç boyutlu uzayda çalışılıyorsa bu ölçüm, basit olarak uzayda iki nesnenin arasındaki geometrik uzaklıktır (Atbaş, 2008).

Öklid uzaklığı;

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (2.1)$$

biçiminde hesaplanır (Tatlıldil 1996). Burada  $d_{ij}$ ; i. ve j. birimin birbirine olan uzaklığı  $x_{ik}$ ; i. birimin k. değişken değeri  $x_{jk}$ ; j. birimin k. değişken değeridir. n birim ve p değişken sayısıdır (Tatlıldil, 1996).

Minkowski Uzaklığı;

$$d_{ij} = \left[ \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|^q \right]^{1/q} \quad (2.2)$$

olarak tanımlanmıştır. Minkowski uzaklık ölçüsü  $q = 1$  için bir sonraki kesimde verilecek olan City-Block uzaklık ölçüsüne,  $q = 2$  için ise Öklid uzaklık ölçüsüne eşit olacaktır. Belirtilmesi gereken bir durumda formülünden de görüleceği gibi Minkowski uzaklık ölçüsü genel bir uzaklık ölçüsü, Öklid ve City-Block uzaklık ölçüleri ise Minkowski uzaklık ölçüsünün özel bir durumudur (Anderberg, 1973).

City-Block (Manhattan) Uzaklığı;

City-Block uzaklık ölçüsü, birimler arasındaki mutlak uzaklıkların toplamını alarak hesaplayan bir uzaklık ölçüsüdür ve

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}| \quad (2.3)$$

biçiminde ifade edilir.



Mahalanobis uzaklığı;

Kullanılan diğer bir uzaklık ölçüsü de, doğrudan birleştirme yapan, standart bir yöntem olan Mahalonobis Uzaklık ölçüsüdür. Değişken arasında bir ilişki mevcut ise, bu iki değişken arasındaki kovaryans veya korelasyonu göz önüne alan Mahalonobis uzaklığının kullanılması gerekmektedir (Sharma, 1996).

p değişkenli bir analizde i ve k gözlemleri arasındaki Mahalonobis uzaklık ölçüsü;

$$Md_{ik} = \sqrt{(x_i - x_k)S^{-1}(x_i - x_k)} \quad (2.4)$$

biçimindedir, burada yer alan S,  $p \times p$  tipinde örneklem kovaryans matrisini göstermektedir (Sharma 1996). Mahalonobis uzaklığının avantajı, aykırı noktalarıda hesaplamasıdır. Bu yönleriyle Mahalonobis uzaklığı, uzaklık ölçüleri arasında en avantajlı olanıdır denilebilir.

### 2.2.2. Kümeleme yöntemleri

Kümeleme analizinde, uygun uzaklık ölçüsü seçildikten sonraki asama, hangi kümeleme analizi tekniğinin seçileceğidir. Araştırmacı hangi benzerlik/uzaklık ölçüsünü kullanacağına karar verdikten sonra, kümeleme işleminin nasıl olacağına karar vermek zorundadır. Birimlerin benzerliklerine göre kümelere dâhil edilmesinde kullanılacak çeşitli yaklaşımlar vardır. Bu yaklaşımlardan biri, en çok benzer iki birimi aynı gruba atamakla başlayıp tüm birimlerin aynı gruba atanması ile biten hiyerarşik bir yaklaşımdır. Bir başka yaklaşım ise tüm verilerin ortalama değerlerine en yakın değerlere sahip birimlerin aynı kümeye atanmasını esas alan yaklaşımdır. En çok kullanılan bu iki yaklaşım dışında diğer yaklaşımlar da mevcuttur. Tüm yaklaşımlarda en önemli ölçüt, kümeler arası farklar ile kümeler içi benzerliklerin maksimum olmasını sağlamaktır. En çok kullanılan kümeleme algoritmaları hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümeleme adı altında iki kategoride toplanmaktadır (Blashfield ve Aldenferder, 1978).

### 2.2.2.1. Hiyerarşik kümeleme yöntemleri

Hiyerarşik kümeleme yöntemleri, kümelerin bir ana küme olarak ele alınması ve sonra aşamalı olarak içerdiği alt kümelere ayrılması veya ayrı ayrı ele alınan kümelerin aşamalı bir küme biçimde birleştirilmesi esasına dayanır (Özkan, 2013).

Yöntem, asama sıralı kümeleme yöntemi olarak da bilinir. Gruplayıcı ve bölücü olmak üzere iki hiyerarşik yöntem mevcuttur (Hubert, 1974). Gruplayıcı hiyerarşik yöntemde her birim veya her gözlem başlangıçta bir küme olarak kabul edilir. Daha sonra en yakın iki küme (veya gözlem) yeni bir kümede toplanarak birleştirilir. Böylece her adımda küme sayısı bir azaltılır. Bu süreç dendogram veya ağaç grafiği adı verilen sekile gösterilebilir.

Bölücü hiyerarşik yöntemde ise süreç gruplayıcı hiyerarşik yöntemin tam tersidir. Bu yöntemde tüm gözlemlerden oluşan büyük bir küme ile ise başlanır. Benzer olmayan gözlemler ayıklanarak daha küçük kümeler oluşturulur. Her gözlem tek başına küme oluşturana kadar işleme devam edilir (Everitt, 2001).

Tek Bağlantı Tekniği: En yakın komşuluk olarak da bilinen tek bağlantı tekniği, uzaklıklar matrisini kullanarak birbirine en yakın (uzaklık değerleri en küçük) birey ya da nesnelere birleştirmeye dayanmaktadır (Johnson ve Wichern, 1988). Bu teknikte önce birbirine en yakın iki birim (gözlem) bir kümeyle yerleştirilir. Daha sonra diğer en yakın uzaklık tespit edilerek ilk oluşturulan kümeyle bu gözlem eklenir veya iki gözlemden oluşan yeni bir küme oluşturulur. İşlem tüm gözlemlerin bir kümeyle yerleştirilmesine kadar devam eder.

Bu teknikte eğer  $i$  ve  $j$ 'nci birimler birleştirilmiş ise birleştirilen kümenin  $k$ 'ncü küme ile ilişkisi uzaklık ölçütü olarak,

$$d_{k(i,j)} = \text{Min} (d_{ki}, d_{kj}) \quad (2.5)$$

biçiminde ifade edilmektedir.

Eşitlikte;

$d_{k(i,j)}$ ;  $k$ .kümenin daha önce oluşan  $i$ . ve  $j$ . kümelerle olan uzaklığını,

$d_{kj}$ ;  $k$ 'ncü kümenin  $j$ 'inci kümeyle olan uzaklığını,

$d_{ki}$ ; k'nci kümenin i'nci küme ile olan uzaklığını göstermektedir.

Tam Bağlantı Tekniği: Bu yöntem, en uzak komşuluk olarak da bilinmektedir. Tek bağlantı tekniğine çok benzemekle birlikte bu teknikteki tek farklılık her kümedeki eleman çiftleri arasındaki uzaklığın maksimum olanının ele alınmasıdır. Bu tekniğe tam bağlantı tekniği denmesinin nedeni, bir küme içindeki tüm birimlerin birbirlerine maksimum uzaklık veya minimum yakınlığa bağlı olmasıdır (Green 1989). Tam bağlantı tekniğindeki uzaklıklar,

$$d_{k(i,j)} = \text{Max} (d_{ki}, d_{kj}) \quad (2.6)$$

biçiminde gösterilir.

Ortalama Bağlantı Tekniği: Bu teknikte de işleme tek bağlantı ve tam bağlantı tekniklerinde olduğu gibi başlanır. Ancak kümeleme kuralı olarak bir küme içindeki birim ile diğer küme içindeki birimler arasındaki ortalama uzaklıklar kullanılır. Ortalama bağlantı tekniğinde kümeler küçük varyanslar ile birbirlerine bağlıdır. Bu teknik tek bağlantı ve tam bağlantı teknikleri arasında sonuçlar vermesi nedeniyle bir alternatif yöntem olarak önerilmektedir (Hubert, 1974).

Ward Tekniği: Ward yönteminde, grup bağlantılarından çok grup içi kareler toplamı işlenmektedir (Chatfield and Collins 1980). Yönteme her birinin içinde tek bir birim bulunan n tane küme ile başlanır. Yöntemin ilk basamağında her gözlem bir küme olduğundan Hata Kareler Toplamı sıfır olmaktadır (Everitt, 1974). Her aşamada iki alt küme bir sonraki seviyeyi oluşturmak için birleştirilir. Bu durumda k(k-1) alt grup olduğu varsayılır. K kümesinde yer alan i n noktanın k kümesinin ortalamalar vektörüne olan Öklid uzaklıkları toplamı hata kareler toplamıdır ve  $W_k$  olarak ifade edilir;

$$W_k = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{nk} (x_{ijk} - \bar{x}_{ik})^2 \quad (2.7)$$

biçiminde hesaplanır. Burada  $W_k$  değeri  $k=1,2,\dots,n$  kümelerde hesaplanarak küme içi hata kareler toplamı,

$$W = \sum_{i=1}^n W_k \quad (2.8)$$

şeklinde hesaplanır ve  $W$  'de en küçük artışa sahip olan  $p$  ve  $q$  kümeleri birleştirilerek  $t$  kümesi elde edilir.

$$DW_{pk}=W_t-W_p-W_q \quad (2.9)$$

Böylece  $n$  birim ( $n-1$ ) kümeye ayrılmış olur. Böylelikle küme sayısı  $k=1$  oluncaya kadar  $W$  artış değerleri bulunarak birimlerin aşamalı biçimde birbirlerine bağlanmaları sağlanır. Analiz sonucunda Ward Yöntemi kullanıldığında, birimler değişik seviyelerde başarılı bir şekilde bir araya geldikleri "dendogram" adlı semada gösterilir (Dibb, 1998). Ward yöntemi aykırı noktalara duyarlı bir yöntemdir (Everitt, B., 2001).

#### **2.2.2.2. Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri**

Küme sayısı konusunda ön bilgi varsa veya araştırmacı anlamlı olacak küme sayısına karar vermiş ise bu durumda, çok uzun zaman alan hiyerarşik yöntemler yerine hiyerarşik olmayan yöntemler kullanılmaktadır (Anderberg, 1973).

Birimlerin birbirleri ile olan benzerliklerini benzer grup ortalama vektörleri tanımlayarak kendi içinde homojen ve aralarında heterojen gruplamaları belirlemeyi amaçlayan kümeleme yöntemlerine hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri denilmektedir (Hartigan, 1975).

Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri başlığı altında birçok teknikten söz edilebilir ancak bunlardan en sık kullanılan iki tanesi  $k$ -ortalama yöntemi ve en çok kullanılabilirlik yöntemidir, bu yöntemler alt kesimlerde açıklanacaktır (Atbaş, 2008).

**$k$ -Ortalama Yöntemi:**  $k$  – ortalama tekniği, gözlemleri kümelerin önceden belirlenen sayısına göre gruplandırmakla işleme baslar. Böylece her biri tek gözlemden oluşan  $k$  tane küme ile işleme başlanır ve her bir yeni gözlem en yakın ortalama gruba eklenir. Gruba yeni bir gözlem eklendikten sonra küme ortalaması yeniden hesaplanır. Bu süreç tüm gözlemler gruplara atanıncaya kadar devam eder. Tüm gözlemler gruplara atandıktan sonra atandıkları küme ortalamasından daha yakın küme ortalaması varsa, gözlemlerin yerleri değiştirilmektedir. Amaç diğer kümeleme yöntemlerinde olduğu gibi, gerçekleştirilen kümeleme işlemi sonucunda elde edilen kümelerin, küme içi benzerliklerinin maksimum, kümeler arası benzerliklerinin ise

minimum olmasını sağlamaktır. Küme benzerliği, kümenin ağırlık merkezi kabul edilen bir birim ile kümedeki diğer birimler arasındaki uzaklıkların ortalama değeri ile ölçülmektedir (Han ve Kamber, 2001).

Adımlar:

1. Keyfi olarak  $m_1, m_2, \dots, m_k$  ortalama belirle.
2. Her bir  $T_i$ 'yi en yakın olduğu  $m_i$ 'nin kümesine ata.
3. Kümelere ait  $m_1, m_2, \dots, m_k$  değerlerini yeniden hesapla.
4. Küme elemanlarında herhangi bir değişiklik yoksa dur.
5. İlk adımdan itibaren tekrar et.

Çıktı:

K adet küme (Özkan, 2013).

### **2.3. Birliktelik Kuralları ve Algoritmaları**

“Birliktelik Analizi” olarak bilinen yöntembilim, büyük veri kümelerindeki ilginç ilişkilerin keşfedilmesinde kullanılmaktadır. Ortaya çıkan ilişkiler birliktelik kuralları olarak adlandırılmaktadır (Tan ve diğ., 2005).

Eldeki verilerin her geçen gün artmasından dolayı veri sahipleri bu veriler içindeki ikili ilişkileri ortaya çıkarmak istemektedirler. Birliktelik kuralları ilk kez Agrawal tarafından (1993) ortaya atılmıştır. Birliktelik kurallarının kullanıldığı en tipik örnek sepet analizi uygulamasıdır. Bu işlem, müşterilerin yaptıkları alışverişlerdeki ürünler arasındaki birliktelikleri bularak müşterilerin satın alma alışkanlıklarını analiz eder. Bu tip birlikteliklerin keşfedilmesi, müşterilerin hangi ürünleri bir arada aldıkları bilgisini ortaya çıkarır ve market yöneticileri de bu bilgi ışığında daha etkili satış stratejileri geliştirebilirler. Örneğin bir müşteri makarna satın alıyorsa, aynı alışverişte makarna yanında ketçap veya yoğurt alma olasılığı biliniyorsa raf dizimi buna göre belirlenebilir. Bu tip bir bilgi ışığında rafları düzenleyen market yöneticileri ürünlerindeki satış oranını arttırabilirler.

### 2.3.1. Güven, destek ve kaldıraç ölçüleri

Pazar-Sepet çözümlerinde satılan ürünler arasındaki ilişkileri ortaya koymak için “destek” ve “güven” gibi iki ölçüt kullanılmaktadır. Bu ölçütlerin hesaplanmasında “destek sayısı” adı verilen bir değer kullanılır. “Kural destek ölçütü” bir ilişkinin tüm alışverişler içinde hangi oranda tekrarlandığını belirler. “Kural güven ölçütü”, A ürü grubunu alan müşterilerin B ürün grubunu da alma durumu, yani birliktelik kuralı “ $A \rightarrow B$ ” biçimde gösterilir (Özkan, 2013). Destek ölçütü;

$$\text{destek } (A \rightarrow B) = \frac{\text{Sayı}(A,B)}{N} \quad (2.6)$$

şeklinde hesaplanır. Burada sayı (A,B) destek sayısı A ve B ürün gruplarını birlikte içeren alışveriş sayısını göstermektedir. N ise tüm alışverişlerin sayısını göstermektedir. A ve B ürün gruplarının birlikte satın alma olasılığını ifade eden “kural güven ölçütü” şu şekilde hesaplanır (Tan, 2006):

$$\text{güven } (A \rightarrow B) = \frac{\text{sayı}(A,B)}{\text{sayı}(A)} \quad (2.7)$$

Birliktelik kuralları belirlenirken yukarıda söz edilen destek ve güven ölçütleri yanı sıra, bu değerleri karşılaştırmak için “Eşik Değer” bilinmelidir. Hesaplanan destek veya güven ölçütlerinin destek(eşik) ve güven(eşik) değerlerinden büyük olması beklenir. Hesaplanan destek veya güven ölçütleri ne kadar büyükse birliktelik kurallarının da o derece güçlü olduğuna karar verilir (Özkan, 2013).

Birliktelik kurallarında kullanılan bir değer hesaplama ise “lift” yani” kaldıraç” değeridir. Lift değeri şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\text{Lift } (A \rightarrow B) = \frac{\text{güven}(A \rightarrow B)}{\text{destek}(B)} \quad (2.8)$$

İşlem sonucunun 1’den küçük olması A’nın görülmesinin B’nin görülmesi üzerinde negatif korelasyona sahip olduğunu; 1’den büyük olması A’nın görülmesinin B’nin görülmesi üzerinde pozitif korelasyona sahip olduğunu ifade eder ki bunun anlamı, birinin görülmesi ile diğerinin görülmesi ilişkilidir. Eğer lift değeri 1 çıkmış ise bu iki tarafın birbirinden bağımsız olduğu anlamına gelmektedir.

### **2.3.2. Birliktelik kuralları için kullanılan algoritmalar**

Agrawal, Imielinski and Swami (1993) tarafından birliktelik kurallarının keşfi problemi ilk olarak ortaya atıldıktan sonra bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için çeşitli algoritmalar geliştirilmiştir. Bu algoritmalarından bazılarına değinilecektir (Agrawal, 1994).

#### **2.3.2.1. AIS algoritması**

AIS algoritması Agrawal, Imielinski ve Swami tarafından 1993 yılında veritabanındaki tüm yaygın ürün kümelerini oluşturmak için geliştirilmiş ve yayınlanmış ilk algoritmadır. Karar destek sorgulamaları yapmak için veri tabanlarının işlevlerini artırmaya odaklanmıştır. Veritabanındaki ürün isimlerinin A'dan Z'ye sıralanması kısıtını taşır. AIS algoritması veritabanını birçok kez tarar ve her tarama esnasında tüm işlemleri okur. İlk tarama esnasında veritabanındaki ürünleri, teker teker sayarak hangilerinin yaygın ürünler olduğunu belirler. Bunlardan yaygın olanlar aday ürün kümeleri olarak işaretlenirler. Bu işlem tarandıktan sonra, bir önceki taramada yaygın oldukları belirlenen ürün kümeleriyle, o işlemin ürünleri arasındaki ortak ürün kümeleri belirlenir. Belirlenen bu ortak ürün kümeleri işlemde mevcut olan diğer ürünlerle birleştirilerek yeni aday kümeler oluşturulur. Herhangi bir I ürün kümesi, bir işlemdeki ürünlerle birleşip aday kümelerden birini oluşturabilmesi için, birleşeceği kümenin hem yaygın olması hem de harf sırası açısından ürün kümesi üçündeki tüm ürünlerden sonra geliyor olması gerekmektedir (Silahtaroglu, 2008).

AIS algoritması bu adımı gerçekleştirebilmek için bir budama tekniği kullanır. Budama tekniğinin özünde, aday kümeler içindeki gereksiz kümelerin silinmesi vardır. Bu adımdan sonra, her aday kümesinin desteği hesaplanır. Destek seviyeleri minimum destek seviyesine eşit veya bu seviyeden büyük çıkanlar, yaygın ürün kümesi olarak işaretlenir. Bir sonraki taramada bu yaygın işareti taşıyan kümeler, yukarıda anlatıldığı gibi bir sonraki aday kümelerin belirlenmesi için kullanılır (Agrawal ve diğ., 1993).

### 2.3.2.2. SETM algoritması

SETM algoritması 1995 yılında Houtsma ve Swami (1995) tarafından ortaya atılmış olup yaygın ürün kümelerinin hesaplanmasında SQL kullanılmasını temel almaktadır. Bu algorithmada yaygın nesne kümelerinin her bir üyesi Lk, TID (transaction ID) birincil anahtar olmak üzere biçimindedir. Benzer şekilde aday kümelerinin her bir üyesi, Ck da <TID, ürün kümesi > biçimindedir.

AIS algoritmasına benzer olarak, SETM algoritması da veritabanı üzerinden çoklu taramalar yapmaktadır. İlk taramada, ayrı ayrı her bir ürünün destek sayısını saymakta ve veritabanında hangilerinin büyük veya sık olduğunu bulmaktadır. Daha sonra, bir önceki taramada geniş olarak işaretlenmiş ürün kümelerini kullanarak aday kümeleri belirlenmektedir. Farklı olarak, SETM algoritması aday kümelerle birlikte üzerinde çalışılan işlemlerin TID bilgisini de tutmaktadır. Bundan sonra aday ürün kümeleri ürün ismine göre sıraya dizilir ve küçük nesne kümeleri silinir. Eğer veritabanı TID numarasına göre sıralanmışsa, bir sonraki tarama esnasında herhangi bir işlemdeki yaygın ürün kümeleri Lk 'nın TID numarasına göre sıralanmasıyla elde edilir. Bu şekilde veritabanı birkaç kez taranır. Artık başka herhangi bir yaygın ürün kümesi bulunmadığında algoritma sonlandırılır (Silahtaroglu, 2008).

SETM algoritmasında TID bilgisinin de tutulması, algoritmanın yer karmaşıklığını arttıracaktır. Bu dezavantajın dışında başka bir olumsuz nokta ise, aday nesne kümesinin destek değeri hesaplanırken Ck sıralanmış halde değildir, bunun için ürün kümelerinin bir kez daha sıraya dizilmesi gerekecektir. Bu da zaman karmaşıklığını arttıran bir unsurdur.

### 2.3.2.3. Apriori algoritması

Apriori algoritması birliktelik analizinin yapılarak birliktelik kurallarının çıkarılmasında en çok bilinen ve kullanılan algoritmadır. Tan, Steinbach ve Kumar (2005)' a göre temel prensip, "bir ürün kümesi sık görülüyorsa, onun tüm alt kümeleri de sık görülmelidir" şeklinde açıklanmıştır.

Geniş nesne kümelerini ortaya çıkartan algoritmalar eldeki tüm verileri birçok kez tararlar. İlk taramada, her bir nesnenin destek değeri hesaplanarak kullanıcı



tarafından başlangıçta girilen minimum destek değeri ile karşılaştırılır ve her bir ürünün yaygın olup olmadığına bakılır. Bundan sonraki her tarama bir önceki taramada yaygın olarak belirlenmiş ürünlerden başlar ve yaygın ürün kümeleri oluşturulur. Bu geniş nesne kümelerine aday ürün kümeleri denir. Taramanın sonunda ise hangi aday ürün kümesinin gerçekten yaygın olduğuna bakılır. Daha önce de belirtildiği gibi bir ürün kümesinin yaygın olarak adlandırılabilmesi için o ürün kümesinin kullanıcı tarafından verilen “minimum destek seviyesinin” üzerinde bir destek seviyesine sahip olması gerekir. Bir sonraki taramada, yine bir önceki taramada yaygın olarak seçilen ürün kümelerinden başlanır ve veritabanının sonuna kadar bu ürün kümelerinin destekleri hesaplanır. Bu işlem, başka yeni yaygın ürün kümeleri bulunamayana kadar sürer (Agrawal ve Srikant, 1994).

Apriori algoritması, daha önceden ortaya atılmış olan AIS ve SETM algoritmalarından her bir taramada aday ürün kümelerinin sayılma ve bu aday kümelerinin üretilme şekliyle ayrılır. Hem AIS algoritmasında, hem de SETM algoritmasında, tarama esnasında veriler okunurken aday nesne kümeleri üretilmektedir. Bir işlem (transaction) okunduktan sonra, yaygın ürün kümelerinin bu işlemlerde olup olmadığına da bakılmaktadır. Yeni aday ürün kümelerinin üretilmesi ise işlemlerdeki diğer ürünlerle elde edilen yaygın ürün kümelerinin birleştirilmesiyle üretilir. Tabi bu da gereksiz yere, aslında küçük ürün kümesi olan birçok aday ürün kümesinin sanki yaygın ürün kümesiymiş gibi üretilmesi ve sayılması sonucunu doğurmaktadır. Bu da algoritmanın zaman karmaşıklığını arttırmaktadır. (Silahtaroglu, 2008).

Apriori algoritması ise aday ürünleri üretirken veritabanındaki işlemleri hiç işin içine sokmadan, yalnızca bir önceki taramada yaygın olduğu tespit edilmiş ürün kümelerini kullanarak oluşturur. Apriori algoritmasının yaygın bir ürün kümesinin herhangi bir alt kümesinin de yaygın olacağı kabulüne dayandığından bahsetmiştik. Böylece k adet üründen oluşmuş bir ürün kümesi, k-1 adet ürüne sahip yaygın ürün kümelerinin birleştirilmesi ve alt kümeleri yaygın olmayanların silinmesiyle elde edilebilir. Bu birleşme ve silme işlemi sonunda daha az sayıda aday ürün kümeleri oluşacaktır.

Apriori, bir hareket veya ürün kümesi içindeki ürünlerin alfabetik şekilde sıralandığını varsaymaktadır.  $F_k$ ,  $k$  boyutlu sık görülen bir ürün kümesi ve  $C_k$  da onların adayları olsun. Apriori ilk önce veritabanını tarar ve her ürünün sayısını artırarak ve onları gereken minimum destek değeri sağlanıncaya kadar toplayarak boyutu 1 olan sık görülen ürün kümelerini arar. Daha sonra aşağıdaki üç adımı tekrar ederek bütün sık görülen ürün kümelerini bulur. (Wu ve diğ., 2008).

Agrawal ve Srikant tarafından geliştirilen Apriori algoritması 1994 yılında 20. VLDB (Very Large Database Endowment) konferansında sunulmuştur. Bu bildiriye, Agrawal ve Srikant algoritmanın çalışma ayrıntılarını ve algoritmanın kaba kodunu şu şekilde sunmuştur:

- Verilerin ilk taranması esnasında, geniş ürün kümelerinin tespiti için, tüm ürünler sayılır.
- Bir sonraki tarama,  $k$  inci tarama olsun, iki aşamadan oluşur;
- Apriori-gen fonksiyonu kullanılarak,  $(k-1)$ inci taramada elde edilen,  $L_{k-1}$  ürün kümeleriyle,  $C_k$  aday ürün kümeleri oluşturulur,
- Sonra veritabanı taranarak,  $C_k$  daki adayların desteği sayılır.
- Hızlı bir sayım için, verilen bir  $L$  işlemindeki,  $C_k$  yı oluşturan adayların çok iyi belirlenmesi gerekir.

Bu konuda bugüne kadar birçok algoritma geliştirilmiştir. Bazı algoritmalar eş zamanlı olarak birbirinden bağımsız ve habersiz birden fazla grup tarafından da geliştirilmiştir. Literatürdeki diğer birliktelik kuralları algoritmaları önceki algoritmalara benzer mantık yürütmektedirler (Silahtaroglu, 2008).

### 3. RADYO FREKANSLI TANIMA (RFID) TEKNOLOJİSİ

RFID sistemlerinin uygulama alanları çok çeşitlidir. Literatürde depo yönetim sistemlerinin bir parçası olarak kullanılan örnekleri ile çok sık karşılaşılmaktadır. Yapılan literatür çalışmalarından bazıları aşağıda aktarılmaktadır.

Herhangi bir depodaki tüm bilgilerin tutulduğu ve tüm süreçlerin elektronik olarak yönetildiği yazılımlara Depo Yönetim Sistemi – DYS (Warehouse Management System - WMS) adı verilmektedir (Kirker ve Gardner, 2007).

Bir depodaki çalışanların performansı, doluluk oranı (utilization), depoda yer alan ürünler, ürünlerin özellikleri, deponun hizmet sunduğu müşteriler, müşterilerin özellikleri, depodaki bütün konumların, gözlerin, bölgelerin listesi ve özellikleri, gerçekleşen tüm siparişlerin içerikleri, siparişlerdeki hangi kalemlerin (satırların) ne ölçüde sevk edilebildiği, iadeler, yapılan tüm mal kabuller, raflama işlemleri, sipariş toplama listeleri, paket bilgileri ve diğer sevkiyat bilgileri bir DYS içinde yer alan bilgiler arasındadır (Ertek,2012).

2006 yılında Siemens'in Peugeot 206 üretim hattı için tasarladığı sistem otomobil üretiminde kullanılan malzemeler için bir raf tamponu oluşturulmuştur. Raf tamponu; rafta bulunan malzemeler azaldığında yeni malzemelerin getirilmesi için uyarı vermekte, aynı zamanda malzemelerin doğru rafa yerleştirilip yerleştirilmediğinin denetimini yapmaktadır. Bu sistemde yine Siemens'in üretmiş olduğu Moby-U RFID sistemi kullanılmış olup sistemin merkezinde Simatic S7 bulunmaktadır.

Diğer bir örnek olarak Said A. Elshayeb ve arkadaşlarının “RFID Technology and Zigbee Networking in Improving Supply Chain Traceability” isimli makalede sundukları çalışma verilebilir. İlgili makalede RFID teknolojisi kullanılarak ürünlerin gerçek zamanlı izlenebilirliği ele alınmıştır. Küçük ve orta ölçekli sanayi kuruluşları için RFID programı iç tedarik zincirinin markete ulaşmadan önceki işlemlerini görmek amacıyla simülasyon ortamı hazırlanmıştır (Elshayeb ve diğ., 2009). Bu

sistemle taşıyıcı bir sonraki durağa ulaşmadan ürünün kaybolduğunu tespit edebilmektedir. Burada Zigbee ağı, veritabanı sunucusu ve RFID okuyucular arasındaki iletişimi kablosuz bağlantı ile sağlanmaktadır.

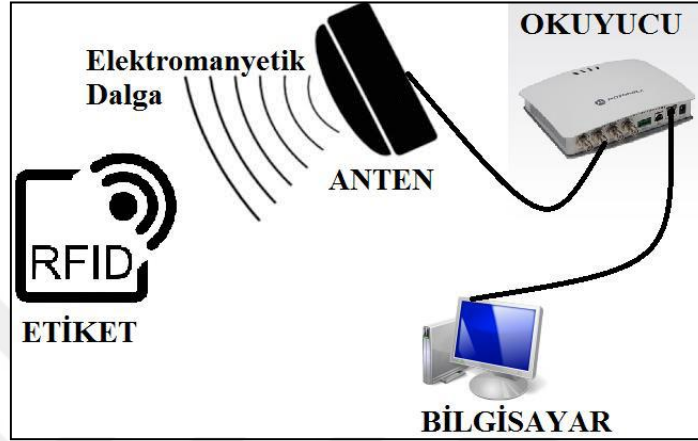
Son olarak T.C.Poon ve arkadaşlarının “A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses” isimli makalede sundukları çalışma verilebilir. İlgili makalede RFID teknolojisi kullanılarak ürünlerin gerçek zamanlı izlenebilirliği ele alınmıştır. Ayrıca raflara ve forklift aracına yerleştirilen RFID sayesinde ürünlerin ilgili lokasyona taşınması sırasında, geliştirilen yazılımın desteğiyle en kısa yol hesaplanarak, ürün alımında şoförü bu yolu takip etmesi sağlanmıştır (Bektaş, 2014).

Ülkemizde sağlık ürünleri üreten firmalarda RFID ile ürün takibi yapan bir firma bulunmamaktadır. Çok uluslu ilaç üretim şirketlerinin deneme çalışmaları yaparak RFID sistemlerinin faydalarını ölçümlemeye çalıştıkları bilinmektedir. Tez çalışmasının uygulama kısmının yapıldığı firmada yaygın ve ucuz olması nedeniyle barkod sistemleri kullanılmaktadır. Barkod sistemi ürünün anlık lokasyon bilgisini verememektedir. Ürünler insan eli ile herhangi başka bir kontrol olmaksızın ilgili lokasyona yerleştirilmektedir. Ürün yanlış lokasyona yerleştirildiği takdirde herhangi bir uyarı mesajı veya sesli bildirim bulunmamaktadır. Dolayısı ile olası bir yanlış yerleştirme durumunda, doğru ürün-doğru lokasyon sorgulaması yapılmayacağından (ilgili raftaki ürün doğru yerleştirilmiştir varsayımı ile), depo personeli ilgili rafa gidip ürünü aldığı anda, yanlış ürün aldığı farkında olmayacaktır. Bu da zaman ve enerji kaybına yol açacaktır.

Literatürdeki RFID ile depo yönetimi uygulamalarından edinilen deneyimler RFID sistemlerinin barkod vb. sistemlere göre daha etkin bir takip sistemi oldu anlaşılmaktadır. Sonraki bölümlerde RFID teknolojisini oluşturan katmanlar incelenmektedir.

RFID teknolojisi, etrafında anten sarılı olan bir mikroçip ve bir okuyucudan oluşan otomatik tanıma sistemidir. Veri ve enerji transferi, etiket ve okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan elektromanyetik dalgalar ile sağlanmaktadır. Çok düşük enerji ihtiyacı olan etiketler, üzerinde bulunan bilgileri bir radyo frekansından sürekli göndermektedir. Gönderilen radyo frekanslarını algılayabilecek bir antene veya bazı

durumlarda birden fazla antene ihtiyaç duyulmaktadır. Antenler, okuyucunun gönderdiği elektromanyetik dalgaları alıp yaymakta ve etiket üzerindeki devreleri harekete geçirmektedir. Etiket, dalgaları çözümleyerek okuyucuya geri göndermekte, okuyucu da yeni dalgayı dijital veri haline dönüştürmektedir (Üstündağ, 2008). Şekil 3.1’ de basit bir RFID sisteminin elemanlarını gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Basit bir RFID sistemi

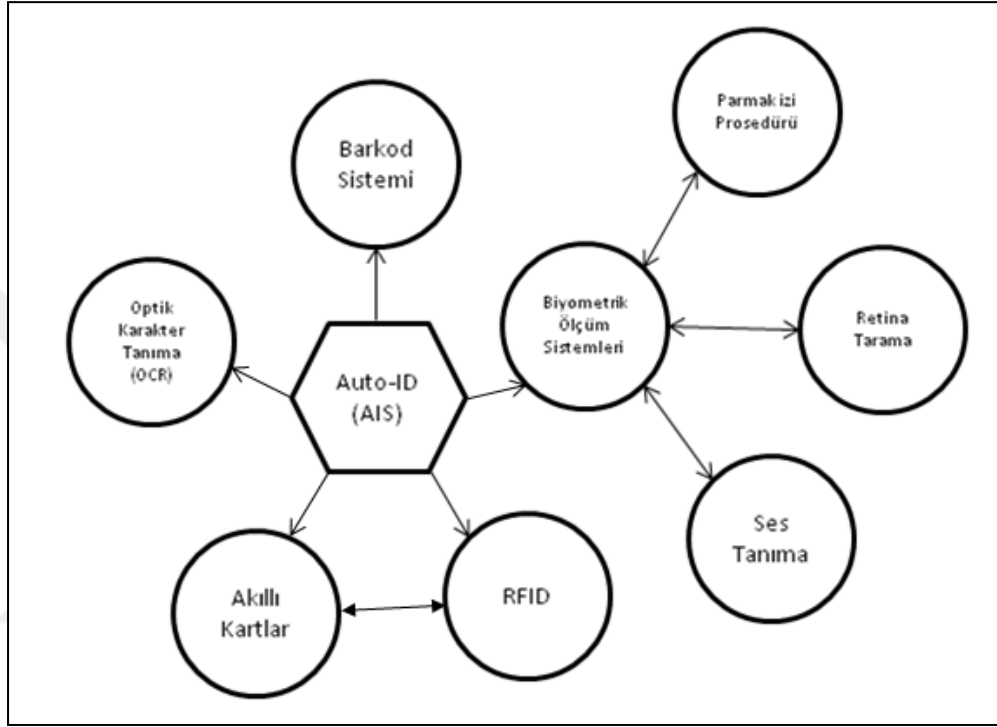
RFID etiketleri, yüksek miktarda bilgi depolayabilmekte, toplu halde hatasız ve hızlı bir şekilde okunup yazılabilmektedir. Farklı çevresel koşullar içinde kullanılabilmekte ve okuyucular sayesinde veri iletişimini uzak mesafelerden sağlayabilmektedir. RFID etiketinin okunabilmesi için, barkod gibi okuyucunun “görüş alanı” içinde değil, “etki alanı” içinde olması yeterli olabilmektedir. Bu özellikler RFID teknolojisinin, diğer Otomatik Tanıma Sistemleri’nden biri olan barkod teknolojisine olan üstünlükleri olarak gösterilmektedir. Veri iletişim / saklama standartlarının gelişmesi ve maliyetlerin azalması ile birlikte RFID kullanımının hızla yaygınlaşması beklenmektedir (Üstündağ, 2008).

RFID teknolojisi Otomatik Tanıma Sistemleri (OTS) içerisinde yer almaktadır.

### 3.1. Otomatik Tanıma Sistemleri

Otomatik Tanımlama Sistemleri (OTS, Auto-ID ya da AIS), nesnelere ait bilgilerin çeşitli teknoloji altyapılarına sahip makinelerce toplanması için tasarlanan sistemlerdir. Nesneyi, nesneden elde ettiği bilgi türüne göre çevresindeki diğerlerinden ayırt etmek temel kuraldır. Yaygın olarak kullanılan, Şekil 3.2’de gösterilen Otomatik Tanıma Sistemleri aşağıda listelenmiştir;

- Barkod Sistemleri
- Optik Karakter Tanıma (OCR, Optical Character Recognition) Sistemleri
- Biyometrik Ölçüm (Göz, Ses, Parmak İzi Tanıma) Sistemleri
- Akıllı (Çipli) Kartlar
- Radyo Frekanslı Tanımlama sistemleri (RFID)

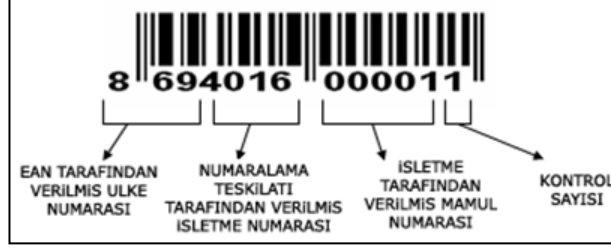


Şekil 3.2. Otomatik Tanıma Sistemleri

### 3.1.1. Barkod sistemleri

Barkod, Bar(Çizgi) ve Code(Kod)'un birleşmesinden oluşmuş, Türkçe karşılığı "Çizgi Kod" 'dur. Bilginin makineler tarafından okunabilir şekilde görsel olarak bir yüzey üzerinde sunulmasıdır. Şekil 3.3'de genel kullanımda olan bir barkod görseli yerlamkatadır.

Orijinal olarak barkod, veriyi paralel çizgilerin genişlikleri ve boşlukları arasında saklar, ancak günümüzde noktasal şekiller, iç içe daireler ve görüntü içinde gizli şekiller gibi farklı türlerde de görülebilmektedir.



Şekil 3.3. EAN-13 barkod işaretinin sayısal yapısı

Barkod, barkod okuyucu olarak da adlandırılan optik okuyucular ile okunabilir veya özel yazılımlarla görüntü içinden taranabilir.

Birbirine paralel ve değişik kalınlıklardaki çizgi ve boşluklardan oluşan barkod sembolleri, pek çok kişi tarafından sanıldığı gibi ürünle ilgili bilgileri içermez. Bir sayısal veya alfa sayısal dizinin çizgi ve boşluklardan oluşan bir alfabeyle ifade edilmesi olarak tanımlanan barkod okunduğunda, yalnızca sözü geçen karakterler dizisi bilgisayara gönderilmiş olur. Bilgisayar ise bu karakterlere karşılık gelen ve daha önceden girilmiş bilgileri ekrana getirir. Böylece barkod, ürünle ilgili hiç bir bilgiyi içermediği halde, ürünle ilgili tüm bilgilere çok hızlı bir şekilde ulaşmaya yardımcı olur. Günümüzde kullanılan pek çok barkod standardı bulunmasına rağmen birim ambalajlar üzerinde EAN-13, sevkiyat birimleri (genellikle koli) üzerinde ise ITF-14 adı verilen standartlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Barkod sistemi hızlı, güvenilir ve pratiktir (Malkoç, 2006).

Eğer ürün ve ambalajının yüzeyi 13 haneli sayılar için okuma işaretlerini alamayacak kadar oluşan işaretler, basılacağı yüzeyin %25'ini aşıyorsa 8 haneli barkod kullanılır.

13 haneli sayı dizisinin soldan sağa doğru analizi aşağıdaki şekilde yapılır:

**Ülke Kodu:** İlk üç hane ülke kodudur. Milletlerarası Mal Numaralama Birliği tarafından Ulusal Mal Numaralama Örgütü'ne verilen ve bu örgütü tanımlayan ülke bayrak numarasını gösterir. İlk üç hane başlangıçta Avrupa ülkeleri göz önünde bulundurulduğu için 2 hane olarak saptanmış, daha sonra, EAN, Avrupa sınırlarını aşip milletlerarası bir nitelik kazanınca 2 hane 3 haneye yükseltilmiş ama toplam 13 hane değiştirilmemiştir.

Firma Kodu: Ülke kodundan sonra gelen 4 hanedir. Ulusal Mal Numaralama Örgütü tarafından üretici ya da satıcı işletmeye verilen ve o işletmeyi tanımlayan üretici ve/veya satıcı kod numarasını gösterir.

Ürün Kodu: Firma kodundan sonra gelen 5 hanedir. Üretici ya da satıcı işletme tarafından, üretilen ürüne verilen ve o ürünü tanımlayan ürün kod numarasını gösterir.

Kontrol Sayısı: 13. hanedir. Bu sayının yardımı ile önceden programlanan okuma aygıtı ile ilk 12 sayının doğru okunup okunmadığı kontrol edilir.

UPC Barkod tipleri, Amerika ve Kanada'da kullanılan, EAN ile aynı alfabeyi kullanan ancak 12 haneden oluşan bir sistemdir. EAN-13 ile aynı amaca hizmet eder. 12 hanenin kendi arasında dağılımı da EAN sistemine benzer. Bir karışıklığa yol açmamak için EAN-13 sisteminde de 0 başlangıç numarası UPC için ayrılmıştır (Malkoç, 2006).

### **3.1.2. Optik karakter tanıma sistemleri (OCR)**

Optik Karakter Tanıma(Optical Character Recognition), bilgisayar ortamında bulunmayan yazılı dokümanların özel tarayıcılar arayıcılığıyla veya normal olarak taranmış resimlerinin FineReader, OmniPage gibi bazı özel programlar yardımıyla bilgisayar ortamına düzenlenebilecek sayısal halde ("Word", "txt") aktarılmasıdır (Kuru, 2010).

OCR iki sınıfa ayrılır: Otomatik Karakter Tanıma (ADC-Automatic Character Recognition) ve metin tanıma (TR-Text Recognition). ADC ile her karakter doğru olarak tanınır ve karşılığında bir ASCII kod atanır. Örneğin; OCR ile bir çek üzerindeki resmi olmayan miktar alanı tanınır, MICR teknolojisi ile kodlanarak bir bankacılık sisteminde işlenebilir. Para alanı ise genelde elyazısı ile doldurulur ve bu karakterler sınırlı bir doğrulukla tanınabilirler. Bir ADC uygulamasında, başarılı bir tanımının göstergesi %99.98 tanıma doğruluk derecesine ulaşılmasıdır. ADC sürecinin başlangıcında bu değer genellikle daha düşüktür ve ardından yapılan görüntü işleme algoritmalarıyla yükseltilir.



OCR sistemleri günümüzde genellikle, kütüphanelerde kitapları bilgisayar ortamına aktarmak için, otoparklarda, geçiş kontrolünün olduğu alanlarda ve emniyet birimlerince araç tespitinde kullanılmak üzere plaka tanıma sistemlerinde, bankalarda çek taranması işlemlerinde, mahkemelerle ilgili alanlarda, personel kayıt yönetimi, masaüstü yayıncılık sistemlerinde ve tıp alanlarında kullanılmaktadır. Şekil 3.4’de metin tanıma amaçlı kullanılan OCR tekniğinden bir görsel paylaşılmıştır.



Şekil 3.4. OCR-metin tanıma için kullanılan bir görsel

### 3.1.3. Biyometrik sistemler

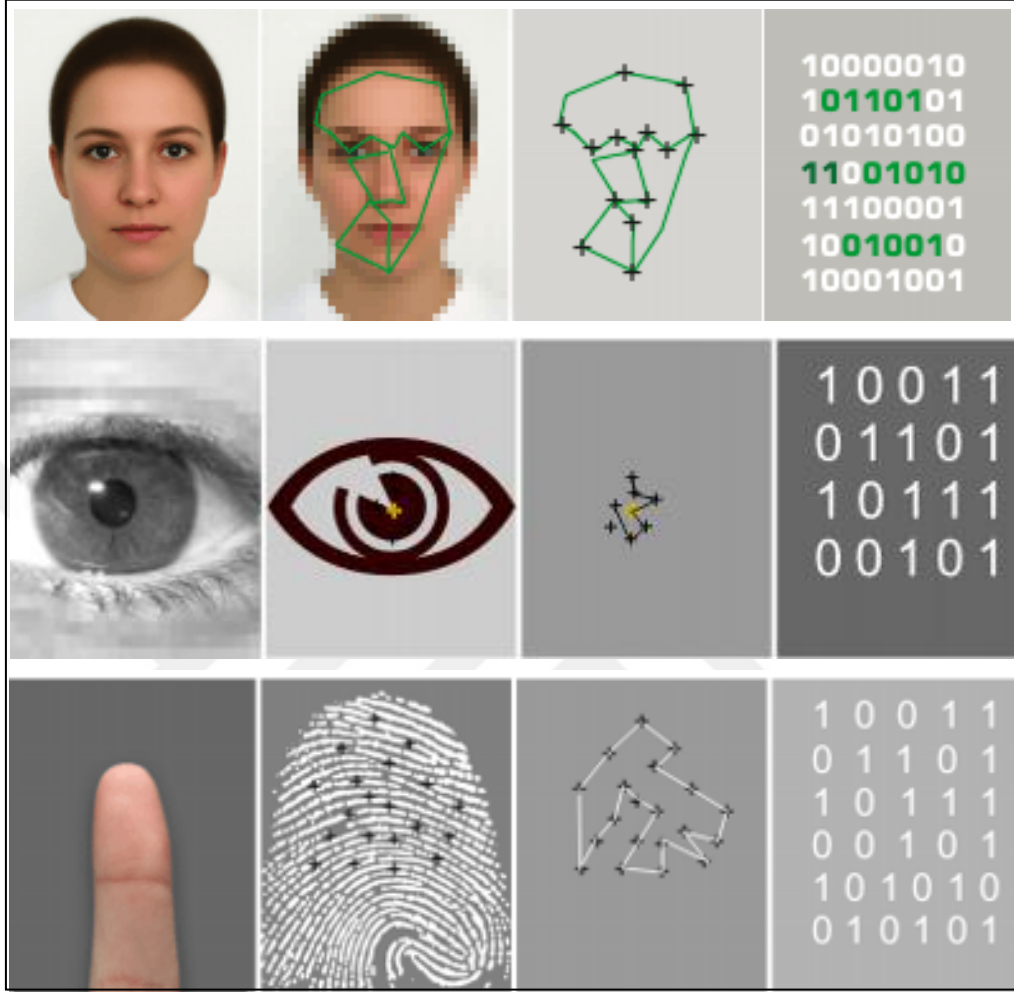
Bir bireyin fiziksel ya da davranışsal benzersizliğini ölçen ve mevcut kayıtlarla karşılaştırarak tanımlama işlemi yapan otomatik bir sistemdir.

Günümüzde insan bedeninin bir parçasının ölçülmesi ile veri elde edilen ve ayırt edici özelliğe sahip olan fiziksel ve davranışsal biyometrik sistemler şunlardır:

- Parmak izi tanıma
- Ses tanıma
- İris tanıma
- El geometrisi tanıma
- Retina tanıma
- Yüz tanıma
- Damar geometrisi tanıma

Şekil 3.5’te görülen Genel Biyometrik Tanıma İşlem Prosedürü;

Görüntü Yakalama > Özellik Çıkarma > ID Kod Oluşturma > Karşılaştırma şeklinde ilerlemektedir.



Şekil 3.5. Yüz, iris ve parmak izi görüntülerinin koda çevrilme prosedürü

Parmak izi tanıma: Bir parmak izi parmak yüzeyindeki sırtlar ve vadilerden oluşmuştur. Sırtlar parmaktaki üst deri tabakası, vadiler de alt deri tabakasıdır. Parmak izinde köprü, çekirdek, çatal, bayır sonu, ada, delta ve gözenek olarak adlandırılan alanlar vardır. Bir parmak izinin benzersizliği sırtların desenlerinden ve kırışıklıklardan anlaşılabilir. Beş temel parmak izi kalıbı vardır: kemer, çadır kemer, sol döngü, sağ döngü, ağırşak. Döngüler parmak izinin %60'ını, ağırşaklar %30'unu ve kemerler %10'unu oluşturur. Parmak izleri genellikle iki parmağın aynı dermal sırt karakteristiklerini taşımadığı varsayılarak eşsiz olarak kabul edilirler.

Ses tanıma: Ses karakteristiği belirlenirken ses spektrogramına bakılır. Spektrogram basitçe dikey ekseninde insan sesinin frekansı, yatay ekseninde ise zaman bulunan bir

grafiktir. Farklı konuşma tonları grafikte farklı şekillerin oluşmasını sağlayacaktır. Spektrogramlar ayrıca sesin akustik kalitesini göstermek için renkli de olabilirler. Ses tanıma sistemleri diğer biyometrik sistemlere göre güvenilirliği çok daha az olduğu için tercih edilmemektedir ya da güvenliğin çok fazla önemsenmediği uygulamalarda yer almaktadır. (Yalçın, 2008).

**İris Tanıma:** Bireyin gözünün irisinin yüksek çözünürlüklü görüntülerine dayanılarak örnek tanıma tekniklerini kullanan bir biyometrik kimlik doğrulama metodudur. Daha az yaygın olan oküler tabanlı teknoloji olan retina taraması ile karıştırılmamalıdır. İris tanıma ayrıntılı, zengin, karmaşık yapıların görüntülerini oluşturmak ve dışbükey korneadan spekül yansımayı azaltmak için kamera teknolojisi ve ince IR aydınlatma kullanır. Bu eşsiz yapılar bireyin kesin pozitif kimliğinin matematiksel temsilini sağlamak için dijital şablonlara dönüştürülür.

**El geometrisi tanıma:** İnsanların elleri ve parmakları herkeste farklıdır ve kendine has özellikler taşır. Ancak parmak izi veya iris kadar benzersiz bir yapıya sahip değildir. Bu yüzden el geometrisi ile biyometrik tanımlama yöntemi kimlik tanımlamadan ziyade kimlik doğrulamak için kullanılır. Sistem el ve parmak geometrisini dijital bir kamera ve ışık kullanarak ölçer. Basitçe el ölçüm yuvasına konular ve parmaklar ölçüm yuvasına uygun şekilde hizalanır. Bundan sonra kamera bir veya birden fazla resim alır. Alınan bu bilgilerden ele ait uzunluk, kalınlık, eğrilik bilgileri tespit edilir ve bu bilgiler sayısal bilgiye çevrilir.

**Retina Tanıma:** Retina tanıma işlemi insanın göz bebeği arkasındaki damar tabakanın tanınmasıdır. Bu bölgedeki damarlar kişiden kişiye değişmesine rağmen damar ve göz hastalıklarından (ör: diyabet) damarların etkilenmesi söz konusu olduğundan pek yaygınlaşmış bir yöntem değildir. Retina resmi çekildikten sonra elde edilen görüntüde eşikleme yapılarak damar görüntüsü elde edilir. Bu eşikleme işlemi için gerekli olan değer dinamik olarak (genellikle otsu algoritmasıyla) elde edilir.

**Yüz Tanıma:** Yüz biyometrisi biyometrik teknolojinin hızlı büyüyen alanlarından birisidir. Gelişmekte olan teknolojilerle birlikte yüz tanıma sistemi bir fotoğrafı ya da video görüntüsünü yüzün karakteristik özelliklerini tanımlayan bir koda dönüştürebilir. Bu sistem kişisel özel alanı ihlal etmeden kişiyi uzaktan tanımlamak

için kullanılır. Bilgisayar yazılımı yüz tanımlaması için bireyin yüzündeki girinti ve çıkıntıları okur. Bu girinti ve çıkıntılar düğüm noktaları olarak adlandırılır. İnsan yüzünde 80 düğüm noktası vardır ancak yazılım belirleme yapmak için sadece 15-20 noktaya gereksinim duyar. Uzmanlar dudaklar ve şakaklar arasındaki altın üçgene odaklanmıştır. Saç ve sakal uzasa, kilo alınsa, yaşlanılsa ya da gözlük takılsa bile bu alan hep aynı kalır.

DNA biyometrisi: Deoksiribonükleik asit (DNA) Biyometri herhangi bir bireyi tanımlamanın en kesin formu olabilir. (Baird, S., 2002). Her insan her hücresi için bir kişisel haritaya sahiptir ve bu harita –diğer adıyla blueprint- her vücut hücresinde bulunabilir. İkiz olmadıkça, DNA bizim fiziksel ve zihinsel kimliğimizi tanımlayan bir yapı olduğu için başka bir insanla aynı gen setine sahip olmak mümkün değildir. (Philipkoski, 2004).

Akıllı kartlar: Kişisel bilgileri ve elektronik parayı üzerinde depolayan ve bunun için manyetik şerit teknolojisini veya mikroişlemci çiplerini kullanan kartlardır. Bu kartlara akıllı (smart) kart denilmesinin nedeni, üzerinde çeşitli verileri saklayabilmesi ve işleyebilmesidir. Ayrıca, bu kartlara, üzerine parayı temsil eden değerler yüklenebildiği için, değer yüklenmiş kartlar (stored value cards) da denilmektedir. Yaygın olarak finans alanında ödeme aracı olarak kullanılmasının dışında, ulaşım, sağlık, haberleşme gibi bir çok alanda da kullanılmaktadır (Yalçın, 2008).

Akıllı kartlar mikroişlemci içerip içermemesine göre iki gruba ayrılır. CPU'suz kartlara Bellekli kart adı verilirken, CPU içeren kartlar mikroişlemcili kartlar olarak adlandırılır.

Bellekli kartlar tek fonksiyonlu uygulamalar için tercih edilirler ve düşük maliyetlidirler. Yaygın olarak telefon kartı gibi ön ödemeli uygulamalarda kullanılmaktadırlar. Veri erişimi, çip içerisinde yazılan veya silinen değerleri koruyan bir güvenlik modülü ile yönetilmektedir.

Mikro işlemcili kartlar - Akıllı kartlar - okuma/yazma fonksiyonlarını ve bütünleşik güvenliği bir işlemci ile sağlamaktadır. Kart erişim şartları yerine getirildiği müddetçe akıllı karta veri yazabilir ve güncellenebilir. Mikroişlemcili kartların iç

mimarisinin tasarımı PC'ler ile çarpıcı benzerlik göstermektedir. PC'lerdeki yapı taşları bu tip akıllı kartlarda karşımıza çıkmaktadır; işlemci, ROM, RAM, I/O portu ve bu durumda depolama için disk yerine EEPROM.

### **3.2. RFID Teknolojisinin Gelişimi ve Tarihiçesi**

RFID teknolojisi ilk olarak 1930'lu yılların başında telaffuz edilmeye başlansa da, geçmişi 1880'li yıllara dayanmaktadır. 1880'lerin başında elektromanyetik dalga teorisinde ilk gelişmeler sağlanmış, 1846'da İngiliz bilim adamı Michael Faraday ışık ve radyo dalgalarının elektromanyetik enerji oluşturduğunu ortaya koymuştur. 1864'le Maxwell, elektromanyetik teorisini geliştirmiş, 1887'de Alman fizikçi Hertz, radyo sinyallerinin gönderilip alınabilmesini başarmıştır. Hertz'in çalışmalarını Rus bilim adamı Alexander Popov izlemiş, 1897'de ise Marconi tarafından radyo icat edilmiştir (Landt, 2005).

20. yüzyıl başlarında, radyo dalgalarının yansıması ile objelerin yerinin tespit edilmesini sağlayan radarın bulunuşu ile birlikte, bu alandaki çalışmalar hızla devam etmiştir. Radar ilk olarak 2. Dünya Savaşı sırasında kullanılmaya başlanmış, 1937 yılında Amerikan Denizcilik Araştırma Laboratuvarı'nda düşman uçaklarının tespit edilmesinde kullanılan IFF sistemi geliştirilmiştir. Dost uçaklara yerleştirilen alıcı/verici işlevine sahip etiketlerin, yer okuyucu sistemlerine geri gönderdiği sinyaller ile düşman uçakların ayrımını yapabilen IFF sistemler, bugünkü hava trafik kontrol sistemlerinin temelini oluşturmaktadır.

Radar yankı kavramı üzerine dayanmaktadır. Radar baz istasyonu genellikle dönen anteni vasıtasıyla elektromanyetik enerjinin kısa yoğun ısınlarını yayar. Bu ısın gönderen aygıt daha sonra yayıcı durumundan alıcı durumuna geçer ve geri dönüş yankılarını dinler. Geri dönüş sinyallerine dayanarak radar nesnenin yeri kadar hızını ve yönünü tam olarak belirleyebilir.

Stockman (1948) tarafından radyo frekansı ile veri iletişiminin sağlanması konusunda yayımlanan makale, RFID teknolojisinin temelini oluşturan ilk çalışmalar arasında sayılmaktadır (Shepard, 2005).

1960'lerde mağazalarda hırsızlığa karşı geliştirilmiş EAS (Electronic Article Surveillance) Elektronik Eşya izleme ortaya çıkmıştır.

1990'lı yıllara kadar RFID uygulamalarının çoğu düşük frekans (LF) ve yüksek frekans (HF) sistemlerden oluşmaktaydı. Bunlar daha çok giriş kontrol sistemleri, hayvan tanımlama ve izleme, havayolları bagaj izleme, ödeme ve müşteri sadakat kartları, otomobil hırsızlığının engellenmesi, elektronik parça izleme (EAS), doküman izleme ve spor aktiviteleri uygulamalarında kullanılıyordu. Bu sistemlerin veri okuma hızı ve menzili daha düşük olmakla birlikte, hız limitleri bu sistemlerde belirli bir zaman dilimi içinde yüzlerce etiketin okutulabilmesini engellemektedir. 1990'ların sonunda ultra yüksek frekans pasif (UHF) etiketler, palet, kutu izleme, stok kontrol ve lojistik yönetimi gibi tedarik zinciri sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Üstündağ, 2008).

RFID teknolojisi günümüzde perakende sektöründen, ilaç sektörüne, araç lastiğinden savunma sanayine kadar çoğu sektörde kullanılmaya başlamıştır. RFID Teknolojisini oluşturan aygıtların fiyatı düştükçe ve teknolojinin yararları öğrenildikçe teknoloji gelecekte daha fazla kullanılmaya başlanacaktır.

### **3.3. RFID Sistem Elemanları**

RFID sistemi, bir nesnenin küresel olarak, nesne üzerindeki tüm işlemler zinciri boyunca anında ve otomatik tanımlama ve takibini sağlamak için RFID teknolojisini, var olan iletişim ağı altyapısını, bu ağ altyapısına ait genel programlama donanımını ve elektronik ürün kodunu birleştiren; işlemler zincirinin gelişmiş etkinlik ve görünürlüğünü sağlayan bir ağ olarak adlandırılabilir.

Etiket ve okuyucu arasında anten aracılığı ile gerçekleşen veri iletişimine "bağlama (coupling)" adı verilir (Üstündağ, 2008).

RFID teknolojisinin 5 temel bileşeni bulunmaktadır:

1. RFID Etiket (Tag)
2. RFID Anten
3. Okuyucu/Yazıcı/Programlayıcı (Reader)
4. Denetleyici (Host, Server)

## 5. Programlama Donanımı (Arakatman Yazılımı)

Bu temel bileşenlere ek olarak Radyo Frekansı kavramının da bilinmesi sistemin çalışma kurallarını anlamak için gereklidir.

### 3.3.1. Radyo frekans (RF)

Radyo Frekansı kavramı, yayılan elektromanyetik dalgaların frekansı için kullanılır. RF sinyallerinin frekansı 125 KHz'den (saniyede 125 bin çevrim), 5,8 GHz'e (saniyede 5,8 milyar çevrim) değişebilir. RF sinyalleri ışık hızında yayılır ve bir dalğanın, birbirini takip eden aynı konumda olan iki noktası arasındaki mesafe dalga boyu olarak adlandırılır. Frekans, ışık hızının dalga boyuna oranı olarak ifade edilir.

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

Temel olarak RFID sistemlerinin çalıştığı dört farklı frekanstan bahsedilebilir. Bu frekansların tanımlandığı aralıklar şu şekildedir (Finkenzeller, 2002):

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

Elektromanyetik dalgalar elektrik ve manyetik olmak üzere iki alandan oluşmaktadırlar. RFID etiketler, frekansa bağlı olarak veri iletimi sırasında iki alandan birini kullanırlar. LF ve HF frekansları manyetik alanı kullanırken, UHF ve mikro dalga frekansları elektrik alanını kullanırlar. RF dalgalarının frekansı arttıkça, dalga boyu azalır.

### 3.3.2. Etiket

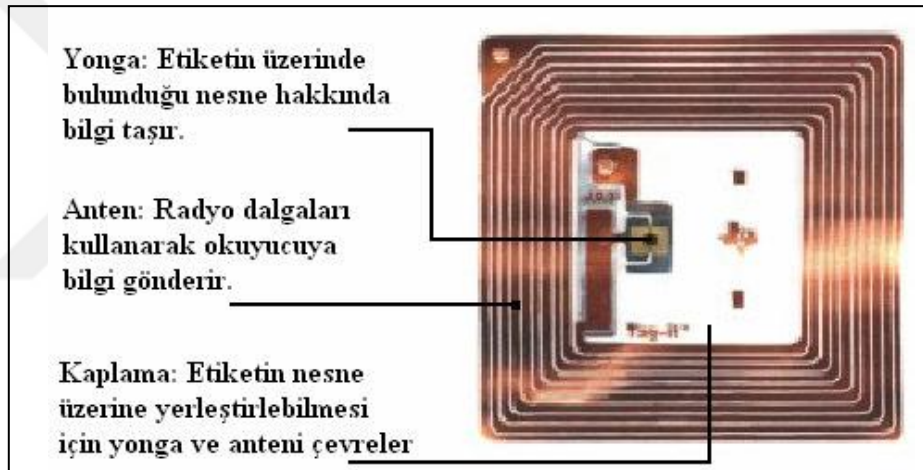
RFID sistemlerinde etiket, transponder olarak da adlandırılır. Transponder kelimesi İngilizce verici anlamına gelen (TRANSMITTER) ve cevap veren anlamına gelen (RESPONDER) sözcüklerinden oluşmuşlardır (Roberts, 2006).

RFID etiket nesne hakkındaki bilginin depolanmış olduğu bir mikroçip, çipe bağlı bir anten ve bunların üzerini kaplayan koruyucu film tabakasından oluşur. Birçok şekil

ve ebata sahip etiketler bulunmaktadır. RFID etiketler, elektronik veri taşıyıcıları olarak kullanılır ve buldukları değişik noktalarda farklı bilgiler yazılıp okunabilir.

RFID etiketindeki mikroçip 64 bit'den 8 MB'a kadar veri depolama özelliğine sahip olabilir ki bu da üzerinde bulunduğu nesnenin üretim-sevk tarihi, sipariş numarası, müşteri bilgileri, kurum/personel bilgileri, seri numarası gibi önemli verileri kolayca taşıyabileceği anlamına gelir.

RFID etiketler enerji kaynağına göre Şekil 3.6'da gösterilen pasif (pilsiz), aktif (pilli) ya da yarı pasif olabilir. Aktif etiketler haberleşmek ve işlem yapabilmek için kendilerine fiziksel olarak bütünleşmiş bir enerji kaynağından yararlanırken, pasif etiketler bu enerjiyi haberleşme alanına girdikleri okuyucudan sağlamaktadır (Roberts, 2006).



Şekil 3.6. Pasif RFID etiket örneği

Aktif etiketler çok daha pahalı olmakla birlikte 300 metreye kadar okunma uzaklığına sahiptir. Pasif etiketlerin ise okunma uzaklığı 5-10 metre arasında değişmektedir. Eğer destek pil sadece bütünleşmiş devre için kullanılıyorsa, etiket yarı-pasif ya da yarı-aktif olarak adlandırılır.

Mikroçip içermeyen etiketler, akışkan ve metal içerikli ürünlerin üzerinde daha iyi okunma performansına ve daha yüksek okunma mesafesine sahiptir. RF girişimlerinden daha az etkilenir, yüksek ısılarında daha etkin çalışır, kâğıt dokümanlara daha rahat yerleştirilebilir ve çok daha düşük maliyeti vardır. Mikroçip içeren etiketlerin en önemli özellikleri ise yüksek bellek kapasiteleri ve birden fazla etiketin aynı anda hatasız okunabilmesidir (anti-collision).



RFID etiketleri çok farklı biçimlerde şekillendirilebilir. 1-2 milimetreden 10 santimetreye kadar çapı olan, ortası oyuk, vidalanabilir küçük diskler şeklinde olabilir, hayvanların deri altına enjekte edilmek üzere, 12 milimetreden 32 milimetreye kadar uzunluğa sahip cam kapsüller şeklinde oluşturulabilir. Kapı giriş-çıkış kontrollerinde kullanılmak üzere bir saat içine yerleştirilebileceği gibi, bir süpermarkette ürünlerin üzerine yapıştırılabilen akıllı etiket şeklinde de olabilir. Otomatik ödeme sistemleri için plastik kartlara yerleştirilebilir, araç anahtarlarında güvenlik için kullanılabilir, tekstil ürünleri için dikilebilir özelliğe sahip olabilir (Üstündağ, 2008).

Sadece okunma özelliğine sahip RFID etiketlerinin yanı sıra, hem okunma hem de yazılma özelliğine sahip RFID etiketleri de bulunmaktadır. Etiketın üzerine yazma mesafesi genelde okunma mesafesinin % 70'inden azdır (Kleist ve diğ., 2005).

Okunma ve yazılma özelliğine sahip etiketler daha maliyetli olmakla birlikte, daha çok yeniden kullanılabilir taşıma paketleme sistemlerinde kullanılırlar. Bir defa yazılma çoklu okunma özelliğine sahip etiketler, WORM olarak adlandırılmaktadır.

Etiketlerin veri kapasiteleri 1 bit ile başlamakta kilobitlere kadar değişebilmektedir. Genelde mağazalarda güvenlik amaçlı olarak kullanılan EAS etiketleri 1 bit bellek kapasitesine sahiptir. Bu etiketler tekil bir kimlik numarası (ID) içermezler, 1 bit özelliği ile okuyucunun etki alanı içinde olup olmadığını belirten bir sinyal gönderirler.

Bellek kapasiteli tipik RFID etiketler 16 bit ile başlar, aktif etiketler için birkaç yüz kilobit kapasiteye kadar çıkabilir. EPCGlobal standartları çerçevesinde geliştirilen Gen2 standardındaki etiketler 256 bit bellek kapasitesine sahiptir.

RFID etiketler bellek özelliklerinin yanı sıra sensor özelliği de taşıyabilirler. Genelde aktif olan bu etiketler sıcaklık, nem, hava basıncı, kimyasal ya da biyolojik özel maddelerin varlığı gibi çevresel durumları ölçerek kaydeder ve gerekli bildirimleri gerçekleştirirler. Tablo3.1'de enerji kaynaklarına göre RFID etiketleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.1. Enerji kaynağına göre RFID sistem karşılaştırması

Etiket Tipi	Üstünlükler	Eksiklikler	Uygulama
Aktif	Daha yüksek okuma mesafesi, daha yüksek bellek kapasitesi, sürekli sinyal gönderimi	Pil bakımı gerektirir, boyutları büyük, maliyet yüksek	Yüksek değerli ürün takibi, konteynır ve araç takibi
Yarı Pasif	Yüksek okuma mesafesi, yüksek pil ömrü	Maliyet	Yüksek değerli ürün takibi, konteynır, personel takibi
Pasif Okuma/Yazma	Bilgi kaydı yapılabilir, silinebilir, uzun ömürlü, çeşitli formlarda üretilebilme	Aktif etikete göre daha düşük okuma mesafesi	Kutu ve palet takibi
Pasif Tek yazma /Çoklu Okuma	Birim ürün için bilgi kaydı	Sınırlı yeniden yazılma	Kutu ve palet takibi
Pasif Sadece Okuma	Yalın yaklaşıma uygunluk	Takibi yapılan nesneyle bilgi eşlenirliği zordur	Kutu ve palet takibi

RFID sistemleri frekans çeşidine göre farklı uygulamalarda kullanılmaktadır. LF ve HF sistemler, kısa mesafe okuma menzili gerektiren uygulamalar için tercih edilirken, UHF sistemler daha uzak mesafede okuma gerektiren uygulamalarda yer almaktadır.

Lojistik ve tedarik zinciri kontrol sistemlerinde UHF RFID sistemleri tercih edilmektedir. Ancak UHF frekansı için dünya üzerinde ortak bir standart geliştirilememiştir. Bu sistemler için Avrupa’da 865,6-867,6 MHz, Amerika’da 902–928 MHz, Japonya’da 953-954 MHz band aralığı kullanılmaktadır. Türkiye, Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü’nün (ETSI) belirlediği standartlar çerçevesinde UHF sistemleri için frekans kullanım aralığını belirlemiştir. Tablo 3.2’de farklı frekans aralıklarında kullanılan RFID sistemlerinin özellikleri ve uygulama alanları belirtilmiştir (Bhuptani ve Moradpour, 2005).

Tablo 3.2. Farklı frekanslarda RFID sistem özellikleri

FREKANS	ÖZELLİKLER	UYGULAMALAR
Düşük Frekans (LF) <135KHz	-1980 itibariyle kullanım -İndüktif bağlama -Pasif sistem -Metal ve sıvılarda iyi performans -Düşük veri transfer hızı -Çok kısa okuma mesafesi <1m -Toplu okuma sorunlu	-Hayvan tanıma ve izleme -Endüstriyel otomasyon -Giriş kontrol
Yüksek Frekans (HF) 13,56KHz	-1990 itibariyle kullanım -Ortak evrensel standartlara sahip -Pasif veya yarı aktif sistemler -Metal ve sıvılarda iyi performans -LF'den daha yüksek veri transfer hızı -LF'den daha uzak okuma mesafesi <1,7m -Toplu okumada iyi performans	-Ödeme ve sadakat kartları -Giriş kontrol -Sahtecilik engelleme -Kitap, Bavul, giysi izleme -Akıllı raflar -İnsan izleme
Ultra Yüksek Frekans (UHF) Aktif 430MHz Pasif 860-930MHz	-1990 itibariyle kullanım -Geri serpm (Backscatter) modülasyonu -Pasif ve aktif sistemler -Sıvı ve metallerde düşük performans -Hızlı veri transferi -HF'den daha uzak okuma mesafesi <6 m -Aktif sistemler 100 m kadar okuma mesafesi -Toplu okumada yüksek performans ( 500 etiket örneği)	-Tedarik zinciri ve lojistik -Stok kontrol -Depo yönetimi -Demirbaş izleme
Mikro Dalga 2,45-5,8GHz	-2000ler itibariyle kullanım -Geri serpm modülasyonu -Aktif ve yarı aktif sistemler -Okuma mesafesi UHF benzeri -Sıvı ve metallerde düşük performansı -Hızlı veri transferi -Toplu okumada yüksek performans	-Giriş kontrol -Elektronik ödeme -Endüstriyel otomasyon

Farklı RFID sistemlerin, dalga geçirgenliği ve yansıtma özelliklerine göre çeşitli malzemeler üzerindeki etkisi Tablo 3.3’de yer almaktadır (Lahiri, 2005). RF-L dalga geçirgenliğine izin veren, RF-O dalgayı engelleyerek yansıtan, RF-A dalgayı soğuran, dalga enerjisini azaltarak geçiren özelliği sembolize etmektedir.

Tablo 3.3. RFID Sistemlerin Farklı Malzemeler Üzerindeki Davranışı

	LF	HF	UHF	Mikro Dalga
Elbise	RF-L	RF-L	RF-L	RF-L
Kuru Odun	RF-L	RF-L	RF-L	RF-A
Grafit	RF-L	RF-L	RF-O	RF-O
Sıvı	RF-L	RF-L	RF-A	RF-A
Metal	RF-L	RF-L	RF-O	RF-O
Motor Yağı	RF-L	RF-L	RF-L	RF-L
Kâğıt	RF-L	RF-L	RF-L	RF-L
Plastik	RF-L	RF-L	RF-L	RF-L
Şampuan	RF-L	RF-L	RF-A	RF-A
Su	RF-L	RF-L	RF-A	RF-A
Islak Odun	RF-L	RF-L	RF-A	RF-A

Her uygulama kendi içinde farklı RFID etiket kullanımını gerektirmektedir. Bu açıdan bakıldığında uygun etiket seçimi büyük önem arz etmektedir. Etiketler taşıdıkları verinin niteliğine göre belleği salt okunabilir (Read Only Memory), bir kez yazılabilen birçok kez okunabilen (write once / read many memory) ve okunup yazılabilen (Read /Write) bellekler olabilir (Roberts, 2006).

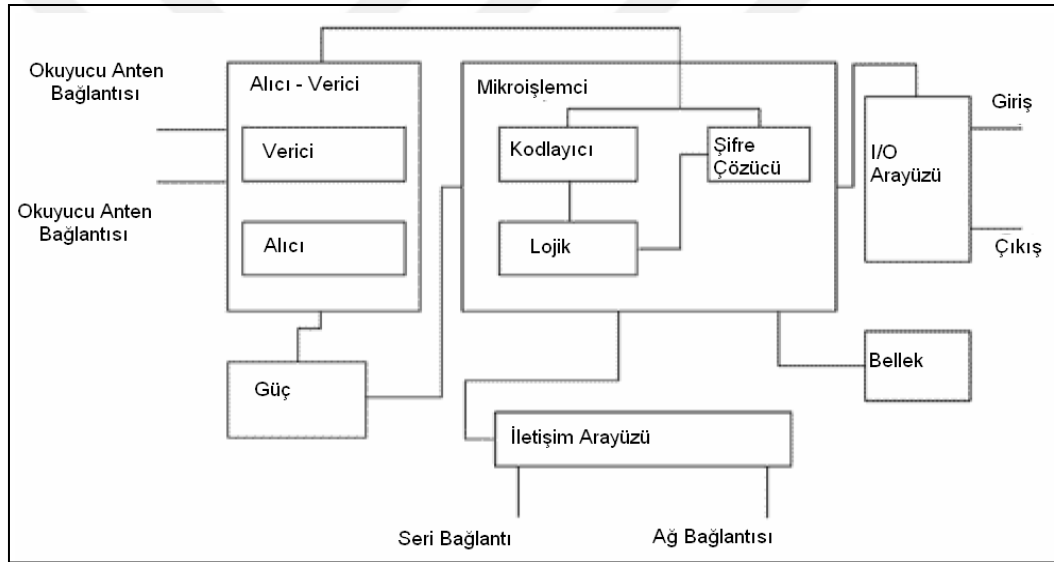
Salt Okunabilen; etiket kullanım ömrü boyunca sadece bir kere yazılabilir. Veri, üretim sırasında fabrikada etiketin içine takılır. Bu etiketlere aynı zamanda fabrika ayarlı etiketlerde denir. Etiket üreticileri, veriyi tedarik eder ve etiket kullanıcıları veri üzerinde hiçbir kontrole sahip değildir. Bu çeşit etiketler, basit uygulamalar için uygundur (Lahiri, 2005).

Okunup Yazılabilen; etiket birçok kere yazılabilir. Bu sayı 10000 ve 100000 defa arasında değişir. Veriyi okuyucu veya etiket kendi yazabilir (aktif etiket olması

durumunda).Bu tür etiket, üretimi en pahalı olan etiket türüdür. Bu etiket günümüz uygulamalarında çok fazla kullanılmamaktadır, ileride maliyetlerdeki düşüş etiketlerin kullanımını arttırabilir olarak öngörülmektedir (Glover, 2006).

### 3.3.3. Okuyucu

RFID okuyucu, antenleri aracılığı ile kodlanmış dijital bilgiyi radyo dalgası formatında etikete gönderir ve aktive olmuş etiketten geri gönderilen sinyali alır. Hem etiket içindeki veriyi okuyabilir, hem de etiket üzerine veri yazabilir, bununla birlikte bir veya birden fazla frekans aralığını destekleyebilir. Okuyucu sistemi, alıcı, verici, bellek, kontrol işlemcisi, giriş / çıkış (I/O) ara yüzleri ve antenlerden oluşur (Üstündağ, 2008). Şekil 3.7’de RFID okuyucu sistemi gösterilmiştir.



Şekil 3.7. RFID okuyucu sistemi

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

aküsünden enerjisini alır (Üstündağ, 2008). Şekil 3.8'de el terminali, konveyör ve forklift montajlı okuyucular görülmektedir.



Şekil 3.8. RFID okuyucu çeşitleri

İki veya daha fazla etiket aynı anda okuyucuya sinyal gönderirse, bu işlem çarpışma (collision) olarak adlandırılır. Çarpışma sürecinde bir okuyucunun her etiketi belirli bir zaman aralığında okuması sağlanır. Çarpışmanın engellenmesi (anti-collision) için probabilistik ve deterministik olmak üzere iki tür algoritma kullanılır.

Probabilistik algoritmalarında (asenkron), etiketler rassal olarak belirlenen zaman aralıklarında okuyucuya cevap verir. İşleyiş Aloha yapısı adı verilen bir sisteme dayanır. Sistemde veri paketlerinin transferinde bir düğüm noktası oluşturulur, eğer bu düğüm noktası doygunluğa ulaşmış ise çarpışma oluşmuş demektir. Böyle bir durumda veri paketinin transferi yeniden gerçekleştirilir. Okuyucu çarpışma oluşmayana dek sinyal göndermeye devam eder, sinyal gönderim süreci kesikli ya da sürekli olabilir.

Deterministik algoritmalarda (senkron), okuyucu etiketleri tekil kimlik numaralarına göre sıralar. En basit deterministik yapı, ikili ağaç yürüyüşü olarak adlandırılır. Okuyucu, olası kimlik numaralarını arar. Tekil kimlik numarası bilgisine dayanan, zaman alıcı bir yöntemdir. Ağaç yapısı içindeki her düğümde, okuyucu belirli etiket numarasını arar. Bu algoritma genelde UHF sistemlerde kullanılır.

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

etiketin üzerinde işlem yapılmasını sağlar. Giriş komutuna bağlı dört temel komut ile etiketin üzerinde farklı işlemler gerçekleştirilebilir (Üstündağ, 2008);

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

Bu komutların yanı sıra belirli özelliğe sahip etiketlerin toplu olarak okunması, yazılması ya da bilgilerinin silinmesi sağlanabilir. Şekil 3.9'da pasif bir etiketin okuyucu yardımıyla aktifleştirilmesi görülmektedir.

Çok sayıda okuyucunun birbirine yakın ve aynı zamanda çalıştığı durumlarda sinyal karışıklığının meydana gelmesi yüksek bir ihtimaldir. Bunun sebebi; antenlerin büyüklüğü, çıkış gücü, antenler arasındaki uzaklık ya da yakın çevrede bir engelleyici siperin varlığı ya da yokluğu olabilir. Sinyal çakışmasını engellemek için bazı senkronizasyon yöntemleri kullanılır (Üstündağ, 2008):

Yazılım senkronizasyonu: Çok sayıda okuyucu tek bilgisayarda aynı iletişim ara yüzüne bağlanırsa, bilgisayar her okuyucunun sinyalini farklı zaman aralıklarında gönderebilir.

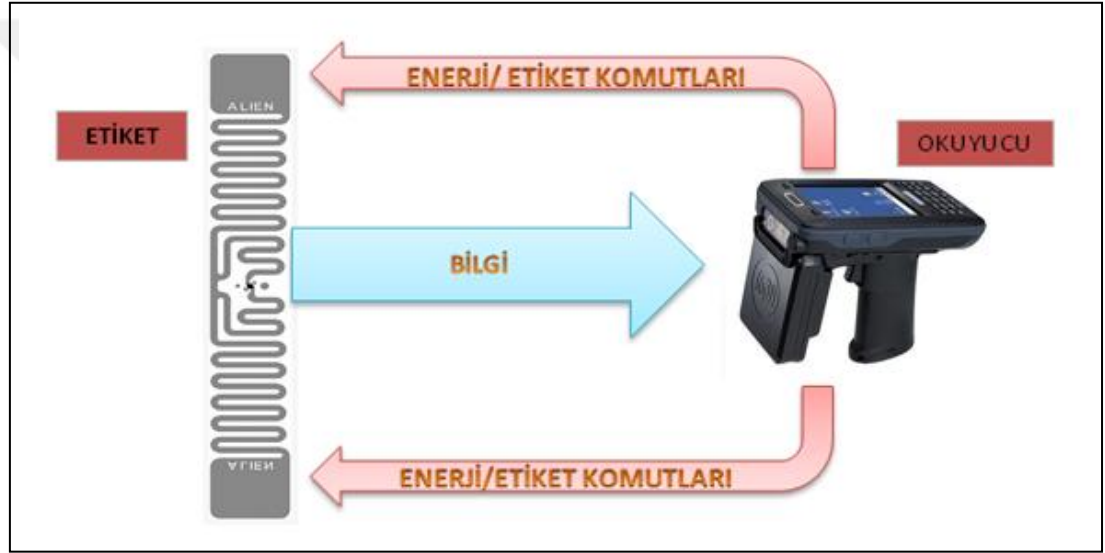
Çoklu dağıtıcı: Tek bir okuyucuya dağıtıcı üzerinden çok sayıda anten bağlanarak farklı zaman aralıklarında sinyal gönderilebilir.

Siper oluşturma: Çıkış gücü fazla olan okuyucularda gücün azaltılması için kullanılabilir. Siper, çevredeki metal yüzeylerin performansı etkilememesi için bir engel olarak da kullanılabilir. Aynı zamanda yansımanın sağlanması için metal yüzeyler de siper olabilir. Siperin büyüklüğü belirlenirken antenin çevresinde oluşturduğu RF alan göz önüne alınmalıdır. Siper, anten yüzeyinin en az iki katı olmalı ve antenin çok yakınında bulunmamalıdır.

RFID uygulamalarında seçilecek okuyucuya karar verilirken göz önüne alınması gereken kriterler şunlardır (Patrick, 2005):

- Frekans aralığı
- Farklı hava ara yüz protokollerine sahip etiket çeşitlerini desteklemesi

- Ülkenin yerel düzenlemelerine uyum sağlaması (frekans-çıkış gücü)
- Etiket okuma ve yazma sürecinde kullandığı bellek kapasitesi
- Diğer ağ okuyucu ve bilgisayarları ile bağlantı için gerekli ara yüzlerin bulunup bulunmadığı
- Çıkış gücü
- Farklı anten çeşitlerini desteklemesi ve değişik koşullar altında dinamik olarak ayarların yapılabilmesi
- Farklı bileşenler ile bağlantı için dijital giriş-çıkış ve kontrol devrelerinin varlığı
- Güncel firma yazılımları ile sürüm yükseltilebilmesi



Şekil 3.9. Pasif bir etiket okuyucu yardımıyla çalıştırılması

### 3.3.4. Anten

Anten, etikete enerji sağlamak amacıyla okuyucunun ürettiği radyo sinyallerini yaymaktadır. Anten fiziksel olarak mikroçipe takılıdır. Etiket mikroçip ve antenin bağlantı noktaları etiket en zayıf bağlantılarıdır; eğer bu noktalardan biri hasar görürse etiket performansında belirgin bir düşme gözlenir veya etiket kullanım dışı olur (Lahiri, 2005).

Antenin büyüklüğü sistem frekansı ile ilişkilidir. Fiziksel görüntüsü her zaman gerçek büyüklüğünü göstermez, kaplandığı malzeme anteni olduğundan büyük gösterebilir.



Anten polarizasyonu, radyo dalgasının antenden ne şekilde yayılacağını belirler ve etiketin okunma performansı ile doğrudan ilişkilidir. Doğrusal ve dairesel olmak üzere iki çeşit polarizasyonun adı geçer. Okuyucu anteni ve etiket anteninin aynı polarizasyona sahip olması gerekmektedir. Aynı polarizasyona sahip olmadığı takdirde sinyal kaybına ve okuma mesafesinde azalmaya sebebiyet verir (Üstündağ, 2008). Şekil 3.10’da RFID antenlerin mağaza ve şantiye uygulamaları görülmektedir.



Şekil 3.10. RFID antenleri uygulama örnekleri

### 3.3.5. Yazıcı

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

RFID uygulamalarında kullanılacak otomatik etiketleme sistemine karar verilirken gözönüne alınması gereken kriterler şunlardır (Üstündağ, 2008):

- Hacim: Aylık ya da haftalık periyotlarda uygulamanın gerçekleştirileceği kutu (ürün) adedi
- Verim: Otomasyon sisteminin uygulama açısından hızı, doğruluğu ve sağladığı işgücü kazancı
- Uygulama yönetimi: Okunma performansı açısından etiketin ürünün üstüne mi yoksa yan yüzeyine mi yapıştırılacağı ve yapıştırma sırasında ne kadar basınç uygulanacağı
- Kalite yönetimi: Yapıştırma anında etiketin çalışıp çalışmadığının test edilebilmesi
- Temin süresi: Yeni sistemin hızının temin süresi üzerindeki etkisi

### 3.3.6. Yazılım

RFID yazılımları etiket, okuyucu ve bilgisayar arasındaki ilişkiyi sağlayan üç farklı kategoride incelenebilir (Bhuptani ve Moradpour, 2005):

- Sistem yazılımı
- Ara katman yazılım
- Uygulama yazılımı

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

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

ERP üreticileri, ürünlerinin RFID teknolojisi ile birlikte kullanılabilmesini sağlayabilmek için kendi ara katman yazılımlarını piyasaya sunmuşlardır. SUN, SAP, IBM, Microsoft, Oracle, OAT Systems gibi birçok bilinen yazılım firması, bugün kendi ara katman yazılımlarını üretmişlerdir.

Uygulama yazılımları, anlamlı hale getirilmiş RFID verisini ara katman yazılımı aracılığı ile elde ederler. Stok kontrol, depo yönetimi, kurumsal kaynak planlama (ERP) vb. yazılımlar bu kategoride yer almaktadır (Üstündağ, 2008).

### 3.4. Gizlilik ve Güvenlik

Günden güne ilerleme kaydeden bilgisayar ve yapay zeka tabanlı uygulamalar ile kişisel verilerin gizliliğinin korunması oldukça zor hale gelmiştir. Kişinin sağlık, alışkanlık, sosyal çevre vb.; kurumların mali ve üretim bilgileri, fiyat ve satın alma politikaları; devletlerin çok çeşitli güvenlik politikaları gibi stratejik öneme sahip

bilgilerin güvenli bir gizlilik içinde olması üzerinde çalışılan bir alan haline gelmiştir.

Elektronik Gizlilik Bilgi Merkezi (EPIC), gizlilik kavramını dört sınıfta kategorize etmektedir;

- Bilgi (Veri) Gizliliği: Kişinin vergi, satın alma vb. kişisel bilgi kayıtlarını saklı tutmak istemesi
- Bedensel Gizlilik: Kişinin kan, idrar veya genetik vb. beden ile ilgili test bilgilerini saklı tutmak istemesi
- İletişim Gizliliği: Kişinin başkaları ile iletişimini gizli bir şekilde gerçekleştirmek istemesi
- Bölgesel Gizlilik: Kişinin çalışma yeri veya kamusal alanda kimlik kontrolü ya da video gözetimi istememesi

RFID teknolojisinin kullanımı ile birlikte, bilgilerin izinsiz bir şekilde elde edilmesi tehdit oluşturmaktadır. RFID ile oluşan bu tehditler şu şekilde sıralanabilir (Thompson ve diğ., 2006):

- RFID etiketleri, özel olarak tasarlanmış RFID okuyucuları tarafından izinsiz olarak okunabilir. Bu şekilde kişinin özel ve önemli bilgileri elde edilebilir. Güvenlik düzeyi düşük kredi kartları için bu tehdit ortaya çıkabilir.
- Stratejik noktalara yerleştirilen RFID okuyucuları ile kişiler veya cisimler takip altına alınabilir. Örneğin kişinin sürekli yanında bulundurduğu RFID etiketli bir cisim ile kişi kolaylıkla takip edilebilir.
- Yetkisiz ve izinsiz olarak özel RFID etiketleri tasarlanabilir, bazı sistemlere izinsiz giriş yapılabilir. Bu yöntem etiket klonlama olarak da adlandırılmaktadır.

Özel bir binaya veya araca izinsiz giriş yapılması, hatta aracın immobilizasyon sistemine izinsiz giriş yapılarak çalıştırılması, bu tehdiye örnek olarak gösterilebilir.

- Özel geliştirilen RFID cihazı ile RFID sorguları oluşturup, sistemin bloke edilmesi sağlanabilir. Pasaport okuyucuları veya ödeme sistemlerinde bu teknoloji kullanılabilir.

- Faraday kafesi veya sinyal karıştırma yöntemleri kullanılarak, sistem fonksiyonları çöktürülebilir.
- RFID virüs olarak adlandırılan özel virüslü etiketler oluşturularak yazılım ve merkezi işletim sistemlerine virüs bulaştırılabilir. Bu şekilde sistemde açıklar oluşturulabilir.

RFID konusunda tehdit algısının yükselmesi ile birlikte, başlangıç aşamasında üç temel çözüm önerisi geliştirilmiştir:

- Öldürme “kill” komutu: Etiket, gönderilen “öldürme” komutu ile hiç bir şekilde yeniden aktive edilememektedir. Ancak bu uygulama; akıllı buzdolabı, akıllı fırın gibi ürünlerin kullanımını engellemektedir. Ürün yaşam çevrimi içinde RFID ile izleme projeleri sürdürülürken, bu yöntemin geçerliliği çok bulunmamaktadır.
- Faraday kafesi: Bu yöntemde, radyo sinyallerini engelleyici metal kutu veya folyo kullanılmaktadır. Ancak bu yöntem maliyet ve kullanım kolaylığı açısından ancak değerli ürünler için geçerlidir.
- Sinyal karıştırma: Karıştırıcı sinyaller gönderilerek yetkilendirilmemiş okuyucuların bloke edilmesi sağlanabilir. Ancak bu yöntem, ortamdaki tüm okuyucuları etkileyebileceğinden çok tercih edilmemektedir.

Garfinkel (2002), RFID teknolojisi kullanımında tüketicilerin kişisel haklarının korunması gerektiğini belirtmiş ve haklarla ilgili bildiri hazırlamıştır:

- Bir ürünün RFID etiket içerip içermediğinin tüketici tarafından bilinmesi
- Bir ürün satın alındıktan sonra tüketici isteğine bağlı olarak etiketin çıkarılması, işlevinin ortadan kaldırılması ya da yok edilmesi
- Etiket çıkarıldıktan ya da işlevsiz hale getirildikten sonra tüketicinin diğer haklarını kaybetmemesi (örneğin ürün iadesi)
- Etiket içinde hangi bilginin saklandığının tüketici tarafından bilinmesi, eğer bu bilgi yanlış ise istek doğrultusunda düzeltilmesi
- Etiket nereden, ne zaman ve hangi amaçla okunduğunun tüketici tarafından bilinmesi

Güvenlik ve gizlilik çerçevesinde önerilen teknik çözüm ve yöntemler, verinin şifrelenmesi (kriptoloji), okuyucu ve etiket arasında yetkilendirme (otorizasyon) mekanizmasının kurulması vb. olarak gösterilebilir (Üstündağ, 2008).

### 3.5. Standartlar

RFID uluslar arası standartların geliştirilmesindeki en önemli amaç, maliyet tabanlı ve verimliliği arttıracak olan ürün standardına ulaşp, pazara olan talebin artırılması ve pazarın büyümesidir. Bugün özellikle UHF spektrumunda RFID standartlarının oluşturulmasında iki uluslar arası organizasyon EPC Global ve ISO konu ile ilgili çalışmalarını etkili bir şekilde sürdürmektedir. Bu iki kuruluş dışında ABD kuruluşu ANSI, FCC ve Avrupa kuruluşu ECC, ETSI gibi organizasyonlarda bulunmaktadır (Hunt ve diğ., 2007).

RFID standartları; veri katmanı, fiziksel katman ve uygulama katmanı olmak üzere üç kısımda sınıflandırılabilir (Knospe ve Pohl, 2004);

- Veri Katmanı: Etiketlerin toplu halde okunabilme özelliği (anticollision), veri içeriği ve etiket iletişimi ile ilgili standartları içerir. Örneğin; anti-collision algoritmalarının kalitesinin belirlenmesinde performans, menzil, band genişliği gereksinimleri, uygulama maliyetleri, gürültü – hata toleransları ve güvenlik gibi kıstaslar kullanılmaktadır.
- Fiziksel Katman: Hava ara yüz fonksiyonlarını içerir. Hava ara yüz protokolleri, etiketin nasıl aktive edildiği, etiket içinde verilerin nasıl depolandığı ve okuyucuya nasıl iletildiği ile ilgilenir. Etiket ve okuyucunun iletişim şeklini tanımlar, farklı üreticilerin ürünlerinin birbirleri ile uyum içinde çalışmasını sağlar.
- Uygulama Katmanı: Belirli uygulamalarda standartların nasıl kullanılması gerektiğini belirler, bu katman kapsamında yer alan uygunluk katmanı da ürünlerin test sonuçlarına dayalı beklenen performans ve operasyon kriterlerini sağlayıp sağlamadığı ile ilgilenir.

### 3.5.1. ISO standartları

ISO, ödeme sistemlerinden hayvan izleme işlemlerine kadar birçok konuda RFID standardı geliştirmiştir. ISO 11784, etiketin içinde verinin nasıl yapılandırılması gerektiğini belirtmekte, ISO 11785 hava ara yüz protokolünü tanımlamaktadır ISO 14223 ve ISO 18000-2 hayvan izleme standartlarını içermektedir. Tüm bu standartlar 135 kHz altındaki frekans bandı için tasarlanmıştır.

ISO 14443 ödeme sistemleri ve temassız akıllı kartlar (proximity kart) için tanımlanmıştır. Bu sistemlerde etiket okuyucudan yaklaşık 10 cm uzaklıkta çalışmaktadır. ISO 15693 yakın temas kartların hava ara yüz, toplu okunabilme ve iletişim protokollerini tanımlar. ISO 18092, 13,56 MHz band aralığındaki yakın alan iletişim (NFC) protokolü için tasarlanmıştır. ISO 18047, RFID cihazlarının belirli bir standarda uygunluk testini, ISO 18046 RFID okuyucu ve etiketlerin performans testlerini tanımlamaktadır.

ISO 18000, farklı frekans aralıklarında adet bazında ürün yönetimi için hava arayüz ve iletişim protokollerini tanımlar. Bu kapsamda 7 adet ISO 18000 standardı vardır. ISO 18000-1 referans mimariyi tanımlar. ISO 18000-2 düşük frekans (<135 kHz), ISO 18000-3 yüksek frekans (13,56 MHz), ISO 18000-4 mikrodalga 2,45 GHz, ISO 18000-5 mikrodalga 5,8 GHz için tanımlanmıştır. ISO 18000-7, aktif etiket 433 MHz için tasarlanmıştır. ISO 18000-6, ultra yüksek frekans (860-930 MHz) standardını tanımlar (Üstündağ, 2008).

ISO'nun tedarik zinciri uygulamaları ile ilgili RFID standartları şu şekildedir:

- ISO 17358 – Uygulama Gereksinimleri
- ISO 17363 – Nakliye Konteynırları
- ISO 17364 – Yeniden Kullanılabilir Taşıma Birimleri
- ISO 17365 – Taşıma Birimleri
- ISO 17366 – Ürün Paketleme
- ISO 17367 – Ürün Etiketleme
- ISO 10374.2 - RFID Nakliye Konteynır Tanımlama

### 3.5.2. Elektronik ürün kodu (EPC) ve (EPC) global standartları

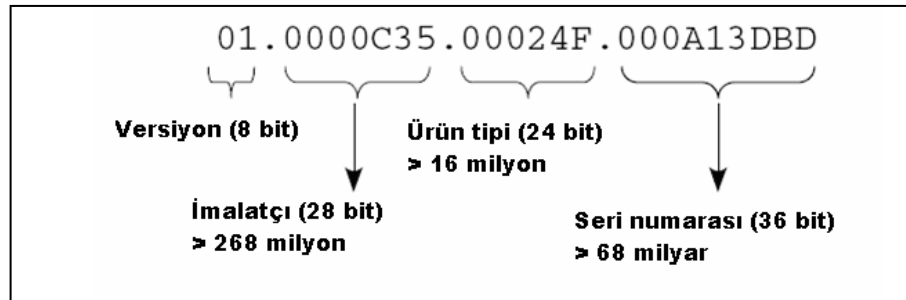
EPCglobal, tedarik zincirindeki bir ürünün küresel olarak, anında ve otomatik tanımlanması ve izlenmesi için var olan iletişim ağı altyapısını, RFID teknolojisi ve Elektronik Ürün Kodu (EPC) ile birleştiren küresel standartlar sistemidir.

EPCglobal, 1999 yılında ABD 'deki Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (M.I.T) kurularak akademik çalışmalara başlamıştır. İngiltere'de Cambridge, Avustralya'da Adelai, Japonya'da Keio, İsviçre'de St. Gallen Üniversitesi ve 100 küresel şirket ile işbirliği içerisinde RFID standartları eksikliğini gidermek amacıyla, çalışmalarına devam etmiştir (Hunt ve diğ., 2007).

EPCglobal organizasyonunun amacı EPCglobal ağı için küresel standartları geliştirmektir. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği bünyesindeki GS1 Türkiye, ülkemizin EPCglobal ve diğer GS1 Sistemi standartları konusundaki temsilcisidir.

EPCGlobal, malzemelerin otomatik tanımlanması ve bunların elektronik ortamlardaki veritabanlarına aktarılması için EPC ağ yapısını oluşturmuştur. EPC ağ yapısı, aşağıdaki teknolojik bileşenleri içermektedir (Üstündağ, 2008).

Elektronik Ürün Kodu (EPC): Her bir malzeme için tek bir tanımlayıcı kod bulunmaktadır.



Şekil 3.11. EPC kod yapısı (96 bit versiyon)

Düşük maliyetli etiket ve okuyucular: EPCGlobal'ın en çok kullanılan tasarımı, küresel tedarik zincirleri için oluşturulan Sınıf 1 düşük maliyetli, pasif ve sadece okunabilme özelliği olan türdür. EPC kodu için 64 ya da 96 bit kapasite tahsis edilmiştir. Boş etiketlerin tek seferlik yazılma özelliği bulunmaktadır. Etiketlerin üzerine yazılan EPC kodu bir daha değiştirilemez. Şekil 3.11'de 96 bitlik bir EPC kod yapısı gösterilmektedir.

Savant: Okuyucu altyapısı ile ana bilgisayar sistemi arasında konumlandırılmış ara katman yazılımıdır. Görevi, RFID okuyucularından gelen ham EPC verisini toplamak, süzmek (filtrelemek) ve birleştirerek ana işletim sistemine aktarmaktır.

Nesne İsim Servisi (ONS): EPC kodunu malzemeyle ilgili daha çok bilginin bulunacağı, bir veya daha fazla internet adresine (URL) yönlendirmek için kullanılır. İnternet sisteminde kullanılan DNS'in, RFID sistemlerindeki karşılığı olarak tanımlanabilir. Ağ altyapısı içindeki birimler arasında veri iletişimi özel olarak geliştirilmiş PML yazılım dili ile gerçekleştirilir. Bu yazılım dilinin İnternet sistemlerindeki karşılığı XML'dir.

EPC Bilgi Servisi (EPCIS): Tedarik zinciri üyelerinin, EPC verilerini standart bir ara yüzle kendi aralarında paylaşmalarını sağlayan ağ altyapısıdır. Şekil 3.12'de EPC ile barkod numarasının eşleştirilmesi görülmektedir.

EPCGlobal, etiket yeteneklerini ayırtmak için farklı sınıflar oluşturmuştur. Her üst sınıf, bir önceki sınıftan daha fazla özelliğe sahip olup, bir önceki sınıfın tüm özelliklerini içermektedir. EPC Gen1 pasif etiketleri için beş farklı sınıftan bahsedilebilir. Sınıf 0 etiketler, sadece okunabilme özelliğine sahip olmakla birlikte, elektronik kodu etiket üreticisi tarafından önceden yazılmıştır. Sınıf 1 etiketler, bir defa yazılıp çok defa okunabilmektedir (WORM). Sınıf derecesi 2, 3 veya 4 olan RFID etiketler yüksek kapasiteli aktif veya sensor tabanlı etiketlerdir (Üstündağ, 2008).

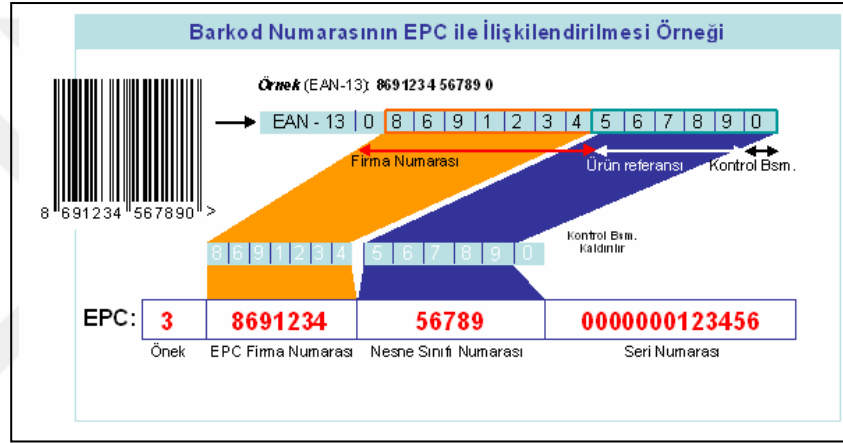
Gen1 ve Gen2 arasındaki en büyük fark, Gen2'de global bir protokolün var olmasıdır. İlk kuşak Sınıf 1 ve Sınıf 0 EPC etiketleri, aynı okuyucu tarafından okunamıyordu. Ancak Gen 2 standardı bu bütünleştirmeyi sağlamıştır. Gen2'de veri kapasitesi 256 bit, saniyedeki okuma kapasitesi ideal durum için 1.700 etikettir. Ancak gerçekte okuyucuda hatasız toplu okuma için kullanılan algoritmalar ve diğer fonksiyonel özellikler devreye girdiğinde, saniyede okunan etiket miktarı bu değerinde birine düşmektedir. Avrupa'da saniyede okunan etiket miktarı ideal durum için 600 adettir. Yazma hızı ise saniyede 7 etiketin üstündedir.

Gen2 sistemlerde okuma kalitesi yüksektir ve hatalı okuma oranı düşüktür. Gen2 etiketleri, Gen2 okuyucusuna bilinen belirli bir zaman aralığında cevap verir. Bu



zaman aralığı saniyenin dört milyonda biri kadar bir süredir. Etiket'in cevabı bu aralığın dışında kalırsa, okuyucu etiket'in okunmasını iptal eder. Ayrıca etiket okuyucuya belirli bir dalga formunda veri gönderir, bu da okuyucunun Gen2 etiketini tanımasını sağlar.

Gen2 okuyucuları, veri iletişimini güvenli hale getirmek için okuma sırasında etiketten rassal sayı talep eder. Etiket bu sayıyı kontrol ederek okuyucuya cevap verir. Rassal sayı düzeneği, verilerin ve şifrenin korunmasını sağlar. Bu düzenek Q algoritması olarak adlandırılır. 32 bit "öldürme" şifresi de yetkilendirilmemiş bir kullanıcının etiket'i kullanım dışı bırakmasını engeller.



Şekil 3.12. Elektronik ürün kodu ve barkot numarası ilişkilendirilmesi

### 3.6. RFID Uygulama Aşamaları

RFID uygulama projesi öncesinde hazırlık aşaması yer almaktadır. Bu aşamada firma içinde teknoloji ile ilgili genel bilinçlendirme ve eğitim çalışması yapılır. Üst/orta düzey yöneticilerle, mühendis ve diğer çalışanlarla yapılan toplantılarda ve tartışma ortamlarında, firmanın RFID projesinden beklentileri detaylı bir şekilde ortaya koyulur, stratejik hedefler belirlenir. Uygulama çalışmasını gerçekleştirecek proje ekibi oluşturulur. Proje ekibi içinde firmanın bilgi teknolojileri, üretim, operasyon, lojistik vb. farklı bölümlerinden yönetici ve çalışanlar, ayrıca dışarıdan destek verecek RFID proje uzman, danışman veya sistem bütünleştiricileri yer alır. Uygulama projesi temel olarak altı aşamadan oluşur (Üstündağ, 2008):

1. Veri toplama: Bu aşamada, şirket yapısını açıklayan organizasyon şemaları, süreç diyagramları, operasyon planları, performans oranları, malzeme, makine, teçhizat ve işçilik ile ilgili veriler toplanır.

2. Mevcut süreç analizi: Bu aşamada var olan süreçler incelenmekte ve potansiyel RFID uygulama noktaları belirlenmektedir. Süreç diyagramları oluşturulur. Ayrıca kritik performans faktörleri belirlenmekte, bu faktörlerin mevcut durum değerleri hesaplanmaktadır. Bunun dışında RFID uygulamasını etkileyebilecek operasyon kısıtlarını (alan, hacim, donanım dayanıklılığı), çevresel koşulları (sıcaklık, nem, elektromanyetik alan vb.), elektrik ve ağ altyapısını belirlemek üzere saha analizleri gerçekleştirilir. Firmanın bilgi teknolojisi altyapısı da bu analiz kapsamında incelenir.

3. Yeni süreç ve çözümlerin tasarımı: Bu aşamada RFID uygulamalı yeni süreçler tasarlanarak diyagramları oluşturulmaktadır. Uygun donanım ve yazılım altyapısı belirlenmektedir. Etiket ve okuyucu tipleri için seçim yapılırken, süreçler göz önüne alınarak proje uygulaması ile ilgili sorulara cevap aranır:

- Etiket boyutları ve şekli nasıl olmalı?
- Çevresel koşullara karşı özel bir koruma (nem, sıcaklık vb.) gerekiyor mu?
- ISO veya EPC gibi özel standart beklentisi var mı?
- Süreç içinde toplu okuma gerçekleştirilecek mi?
- Okuma uzaklığı nedir? Okumanın yanı sıra yazma işlemi olacak mı?
- Okuma sırasında ürünün hareket hızı ne olacak?
- Sistem hangi frekans aralığında kullanılacak?
- Yeniden kullanılabilir etiketler mi yoksa tek kullanımlık etiketler mi tercih edilecek?
- Etiketler hangi seviyelerde kullanılacak (ürün, kutu veya palet)?
- Etiket ürünün üzerinde nereye yerleştirilecek?
- Etiket pasif mi, aktif mi yoksa yarı aktif mi olacak?
- Sabit okuyucular mı yoksa el terminalleri mi kullanılacak?
- Okuyucu antenleri sabit mi olacak yoksa bir araç veya forklift üzerine monte mi edilecek? Ne tip antenler kullanılacak?

Tüm bu sorular süreçle bağlantılı olarak daha da çoğaltılabilir. Donanım ve yazılım altyapısı için seçenekler oluşturulurken, mali tablonun da bu aşamada netleştirilmesi gerekir. Başabaş noktası, maliyet/fayda analizleri, yatırımın geri dönüşü (ROI) hesapları ve risk analizleri bu bölümde gerçekleştirilir. Bu aşama esas olarak RFID proje konseptinin oluşturulduğu, yol haritasının çıkarıldığı ve proje beklentilerinin detaylı analizlerle ortaya koyulduğu bölümdür.

4. Test çalışması: Belirlenen farklı etiket, okuyucu, yazıcı, yazılım çeşitleri ve ağ yapısı laboratuvar veya özel olarak oluşturulmuş ortamlarda test edilmektedir. Hangi etiket tiplerinin daha iyi okunma performansı gösterdiği, etiketin ürün üzerine ne şekilde yerleştirileceği, okuyucu ve anten yerleşimlerinin ne şekilde yapılması gerektiği bu aşamada belirlenir. Hazırlanan test raporunda göz önüne alınacak faktörler şu şekildedir:

- Farklı etiket çeşitleri
- Palet, kutu, ürün seviyesinde etiket kullanımı
- Etiket, üzerine yerleştirildiği nesne üzerindeki konumu
- Nesne üzerindeki etiketlerin birbirlerine uzaklığı
- Etiket, üzerine yerleştirildiği nesnenin paketlenme malzemesi
- Etiket, üzerine yerleştirildiği nesnenin içeriği
- Farklı okuyucu anten çeşitleri, yerleştirme şekli ve sayısı
- Sistemde aynı anda okunacak toplam etiket sayısı
- Etiket, üstüne yerleştirildiği nesnenin sistem içindeki hareket hızı
- RF sinyal karışma durumu
- RFID yazıcı için etiket tasarımı (Barkotlu RFID etiket opsiyonu)
- Mevcut kurumsal kaynak planlama veya depo yönetimi yazılımı ile RFID sistem etkileşimi ve ağ tasarımı

RFID sisteminin sağlıklı çalışmasında en önemli faktör veri okuma oranı ve doğruluğunun %100 olmasıdır. Bu nedenle doğru tasarımın gerçekleştirilebilmesi için test aşaması büyük önem içermektedir. Etiket yüzeyinin ve yerleşim doğrultusunun anten yüzeyi ve polarizasyonu ile paralel olması okuma oranını arttırmaktadır. Farklı anten yerleşimlerinin oluşturduğu okuma menzillerini belirlemek için, iki boyutlu diyagramlar kullanılabileceği gibi özel olarak hazırlanmış üç boyutlu yazılımlardan da yararlanılabilir.

Çift polariteye sahip etiketler okunma açısından daha iyi sonuçlar verebilmektedir. Tekstil, plastik, tahta, kâğıt malzemeler RF dalgalarına karşı geçirgenlik özelliğine, metal yüzeyler RF dalgalarını yansıtma, akışkan içerik de soğurma özelliğine sahiptir. Metal yüzey ve akışkan içeriklerin UHF RFID okuma performansını düşürmesi açısından özel etiket tasarımlarının kullanılması daha uygun olabilir. Ayrıca metal kapaklı nesnelere etiket ile nesne yüzeyi arasında hava boşluğu bırakmak gerekmektedir. Tasarım, sinyal karışmalarını engelleyici şekilde oluşturulmalıdır. Test laboratuvarlarında, ortamdaki RF sinyallerini, dalga rezonansını, band genişliğini, elektrik ve manyetik alan güçlerini belirlemek için ölçümleme cihazları kullanılır. Dış etkenlerden yalıtılmış, yansımaz odadan yararlanılarak optimum RFID etiketi uygulama noktası belirlenebilir (Üstündağ, A., 2008).

5. Pilot çalışma: Bu aşamada gerçek uygulamaya yakın ve ölçülebilir bir sistem oluşturulur. Firmanın seçilmiş süreçlerinde, belirli bir ürün hacmini ya da çeşidini kapsayacak şekilde sistem kurulumları gerçekleştirilerek çalışma başlatılır. Gerçek ortamda birimler arası veri transferi sağlanarak, sonuçlar ölçülür ve büyük ölçekli uygulama için referans veriler elde edilir.

6. Sistem uyumu: Bu aşamada uygun sistemi kuracak firma seçilerek sistem kurulumu gerçekleştirilir. Bütün yazılım, donanım, ağ sistemi kurulumu ve yapılandırma tamamlanır. Çıktılardan yararlanılarak sistem hataları, eksikleri ortadan kaldırılır. Uygulama ekibine gerekli eğitimler verilir.

### **3.7. RFID Sistemi Faydaları ve Maliyetleri**

RFID uygulamalarında maliyet üç temel alanda incelenebilir: Donanım, yazılım ve hizmetler. Donanım maliyetleri; etiket, okuyucu, anten, bilgisayar, yazıcı ve ağ donanımları oluşmaktadır. Yazılım maliyetleri; ara katman yazılım ve diğer uygulama yazılımlarının, iç kaynaklar ile hazırlanması ya da dışarıdan satın alınması olarak gösterilebilir. Hizmet maliyetleri içinde, kurulum ve sistem bütünleştirme, eğitim, destek, bakım ve süreç yenileme (BPR) maliyetleri yer alır.

RFID teknolojisinin sağladığı faydalar iki alanda incelenebilir. Birinci temel fayda, maliyetlerde sağlanan tasarruflardır. Süreç otomasyonu ve verimlilik artışı ile işçilik maliyetlerinde; doğruluk, görünürlük ve güvenlik seviyelerindeki artış ile stok, kayıp satış ve çalınma maliyetlerinde azalma sağlanmaktadır. İkinci temel fayda ise hata

oranlarının azalması ve ürün bulunabilirliğinin artması ile müşteri memnuniyetinde ve dolayısı ile gelirlerde sağlanan artıştır.

RFID teknolojisinin iş süreçlerinde hangi seviyede uygulanacağı, sağlanacak faydanın belirlenmesi açısından önemli bir faktördür (Patil, 2004). Palet seviyesinden ürün seviyesine geçerken görünürlük ile beraber maliyetler de artmaktadır. Ürün seviyesinde sağlanan kazanımlar, palet veya kutu seviyesinden daha fazla olmakla birlikte, oluşan maliyetlere katlanmanın uygunluğu firma yöneticilerinin vereceği bir karardır. Palet ya da kutu seçenekleri ile RFID uygulamasına başlamak ve zaman içinde ürün seviyesine geçişi gerçekleştirmek, alınan kararlardan biri olabilir (Üstündağ, 2008).

RFID sektörü gelişimini sürdürürken, donanım maliyetleri de zaman içinde düşüş göstermektedir. 2007 yılı itibarı ile EPC Gen2 pasif RFID etiket maliyetleri sipariş miktarına göre 0,10 ve 0,40 dolar arasında değişebilmektedir. Aktif özelliğe sahip, metal yüzeylerde kullanım için tasarlanmış ya da sıcaklık gibi özel koşullara dayanıklı RFID etiket maliyetleri 40-50 dolara kadar çıkabilmektedir.

Diğer RFID donanım maliyetleri şu şekildedir:

- RFID etiket yazıcı: 4.000 – 8.000 dolar
- RFID yüksek hız etiket aplikatörü: 15.000 – 25.000 dolar
- EPC uyumlu anten: 250 – 600 dolar
- EPC uyumlu okuyucu: 500 – 2.500 dolar

### **3.8. RFID Pazarı ve Uygulama Alanları**

IDTechEx (2015) raporuna göre toplam RFID Pazar değeri 10.1 milyar dolardır. 2013 yılında 8,8 milyar dolar, 2014 yılında 9,5 milyar dolar olan pazar değerinde büyük bir artış görülmüştür. Bunun içinde etiketler, okuyucular, yazılımlar vb. diğer bütün maliyetler bulunmaktadır. IDTechEx'in tahminine göre 2020 yılında bu rakam 13.2 milyar doları bulacaktır. 2016 yılında geçiş için kullanılan bilet biçiminde 800 milyon etiket talep edilecektir. UHF pasif etiket satışları HF etiket satışlarının %11'i kadardır. RFID etiket pazarındaki son 5 yıllık artış muazzam boyutlardadır. Moda üreticilerinin mimarı olan Zara şirketi 2000 mağazasında RFID sistemini kullanarak en büyük paya sahip olmuştur (Maraşlı, F., 2015). Tablo 3.4'te IDTechEx Pasif RFID 2014 etiket kullanım miktarları sektörlere göre kırılımlarıyla birlikte verilmiştir.

Tablo 3.4. IDTechEx Pasif RFID 2014 Etiket Kullanım Raporları

Pasif UHF (Milyon)			Pasif HF (Milyon)		
Uygulama	2013	2014	Uygulama	2013	2014
Perakende giyim ayakkabı	2250	3000	Temassız kartlar	1250	1400
Diğer perakendeler	25	50	Akıllı etiketler	600	700
Lojistik	125	125	Kitaplar	90	95
Portföy yönetimi	450	475	Medikal	22	28
Medikal	18	23	Portföyler	105	110
Havaalanı bagaj ve kargo takibi	72	74	Pasaportlar	75	80
Erişim kontrolü ve bilet takibi	1.5	2	İnsanlar	5	6
Gömülü sistemler	0.1	2	NFC uygulamaları	10	30
İnsanlar	22	24	Diğer	25	30
Diğer	65	70			
Toplam	3029	3845		2182	2479

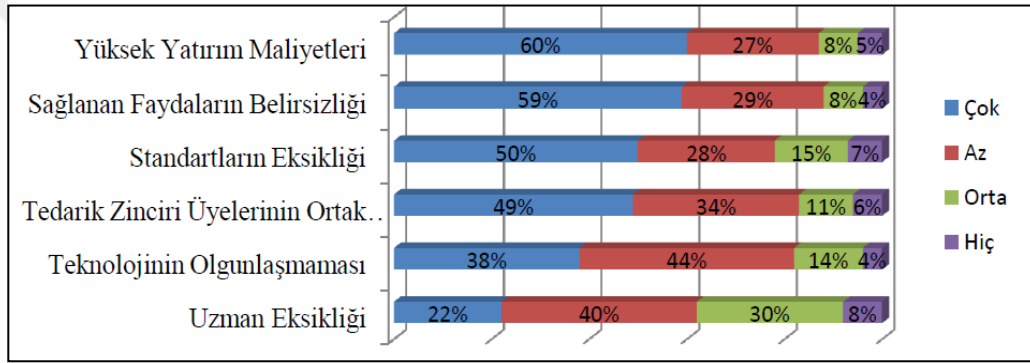
Amerikan Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) 2005 yılı içinde ilaç paketlerinde RFID kullanımını ile ilgili bağlayıcı kararlar almış, ancak frekans konusunda yaşanan belirsizlik yüzünden kararlar uygulanamamıştır. Önce HF kullanımı tercih edilmiş, 2006 ortalarında yakın alan UHF kullanımı söz konusu olmuştur. Pfizer, GFK ve Purdue Pharma gibi firmaların yoğun çabalarına rağmen, 2006'da bu endüstride beklenen talep gerçekleşmemiştir.

Havayolu şirketleri bagaj izleme konusunda UHF standardında karar kılmış, birçok şirket bu konuda çalışmalarına başlamıştır. 2006 yılı içinde toplam satılan RFID etiket sayısı 25 milyonu bulmuştur.

Almanya genelinde sanayi ve hizmet sektöründe RFID teknolojisinden beklentilerin belirlenebilmesi için yürütülen araştırma çalışmasında, adet bazında RFID kullanımı için uygun ürün tiplerinin neler olabileceği, anket kapsamında uzmanlara sorulmuştur. Anketi cevaplayanların %81'i lüks ürünleri adet bazında RFID

kullanımı için uygun görürken, %74'ü sağlık araç gereçlerini ve %65'i ise elektronik gereçleri uygun bulmuştur.

Aynı anket çalışmasında RFID yatırımının önündeki engeller ve etkileri dörtlü ölçek içinde, (çok-orta-az-hiç) uzmanlara sorulmuştur. Cevaplayanların % 60'ı yüksek yatırım maliyetleri, %59'u sağlanan faydanın belirsizliği, % 50'si standartların eksikliği faktörlerini RFID yatırımlarının önündeki engeller olarak tanımlamış ve verilen kararda çok etkili olduğunu belirtmiştir. Tedarik zinciri üyelerinin birlikte çalışmaması faktörünü anketi cevaplayanların %49'u çok etkili, %34'ü orta etkili ve %11'i az etkili bir engel olarak tanımlamıştır. Şekil 3.13'de RFID yatırımlarının önündeki engeller yüzde oranlarıyla belirtilmiştir.



Şekil 3.13. RFID yatırımı önündeki engeller

Uluslararası araştırma şirketi Gartner'ın 2004'de yayımladığı araştırma raporunda RFID uygulamaları için öncelikli tercih edilen alanlar arasında % 22 faktör ağırlığı ile stok yönetiminin, % 14 ile çalınma-fire yönetiminin ve ürün bulunabilirliğinin yer aldığı belirtilmiştir. İzleme, tersine lojistik, sipariş yükleme ve mal kabul bu alanları izlemektedir (Malkoç, 2006).

Gelecekte donanımların özelleştirilmiş uygulamalara yönelik olarak üretileceği açıklanmıştır. Depo operasyonları için tasarlanmış RFID okuyucu ve sensörleri içinde bulunduran bütünleşmiş RFID portal çözümleri, forklift okuyucuları, el terminali okuyucular, havacılık endüstrisine yönelik bagaj izleme için tasarlanmış tünel okuyucular, metal yüzeyler, çelik kafes ve dizüstü bilgisayarlar için tasarlanmış etiketler, plastik poşetlere rahatlıkla uygulanabilecek özel etiketler ve havacılık endüstrisi için tasarlanmış özel etiketler, bu uygulamalar arasında belirtilmiştir (Jong, 2005).

Sensörlerin ve RFID etiketlerinin birlikte kullanımı, önümüzdeki dönemde daha fazla önem kazanacaktır. Özellikle basınç, nem, sıcaklık gibi çevresel değerlerin izlendiği uygulamalarda genelde pil destekli aktif RFID etiketler kullanılmaktadır. Bunlar boyut, maliyet ve yaşam süresi açısından bazı sıkıntılar getirmekle birlikte, bu konudaki araştırmalar devam etmektedir. Brightwell grubunun önümüzdeki yıllarda piyasaya süreceği RFID mikroçip, çok küçük titreşimleri elektrik enerjisine dönüştürebilmekte, pil gereksinimi olmadan, enerjiyi kendi içinde depolayabilmektedir. Maliyet, boyut ve yaşam süresi açısından daha uygun olması beklenen bu etiketler, gıda soğuk zincir lojistiği, kargo hasar tespiti, ilaç ve özel koşullar gerektiren malzemelerin lojistiği, savunma endüstrisi gibi alanlarda kullanılabilir (Üstündağ, 2008).

Amerikan Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) 2003 yılında yayımladığı raporda 30 milyar dolar arasında bir pazar olan sahteciliğin engellenmesi için 2007 yılının sonuna kadar RFID çözümlerine geçilmesi gerektiği konusunda bildiri yayımlamıştır.

### **3.8.1. Perakende sektörü**

RFID teknolojisinin kullanımı ile perakende zinciri boyunca tahmin hataları, gerçek ve kayıtlı stoklar arasındaki farklar azalacaktır. Bu şekilde depolarda tutulan stok miktarları düşecektir. Stoklarda fire; çalınma, malzemenin zarar görmesi, sahtecilik, yanlış yerleştirme ya da işlem hatalarından kaynaklanmaktadır. Firenin yüksekliği gerçek ve kayıtlı stok miktarları arasında farka yol açmakta, stokta bulunmama ve kayıp satış durumlarına sebebiyet vermektedir. RFID teknolojisi iki şekilde bu soruna çözüm sağlamaktadır. Bunlardan ilki görünürlüğün sağlanması ile gerçek stok miktarlarına daha yakın değerler elde edilmesi, stok yenilemenin doğru miktar ve zamanlama ile gerçekleştirilmesidir. İkincisi stokların daha doğru izlenmesi ile işlem hatalarının azalması ve bu şekilde yanlış yerleştirmelerin, sahteciliğin engellenmesi ve firelerin azaltılmasıdır.

Amerika'da perakende sektörü için yapılan bir araştırmada hırsızlık, kaçak ve stok kayıplarının, toplam gelirin % 4-5'i arasına denk geldiği, 30 milyar dolarlık bir zararın oluştuğu belirtilmektedir. Perakende sektörü stokta bulunmama durumu, dünya genelinde gelirin %8,3'ü kadar bir kayıp oluşturmaktadır (Poirier ve McCollum, 2006). 11 milyar dolarlık ciroya sahip bir zincir için bu rakam 300



milyon dolar olmaktadır. Wal-Mart'ın yaptığı bir çalışmada RFID teknolojisine geçiş ile sağlanan kazanımlar şu şekilde tahmin edilmiştir (Poirier ve McCollum, 2006):

- Hırsızlık ve fire kayıpları: 575 milyon dolar
- İşçilik maliyeti: 6,8 milyar dolar
- Depo malzeme izleme maliyeti: 300 milyon dolar
- Stokta bulunmama maliyeti: 600 milyon dolar
- Envanter maliyeti: 180 milyon dolar

Avrupa'nın en büyük perakende zinciri Metro, Almanya Rheinberg'de "Geleceğin Mağazası" kavramı ile bir alışveriş mağazası açmıştır. Mağazada RFID teknolojisinin kullanım alanları müşterilere tanıtılmakta, IBM, SAP, Intel ve diğer büyük enformasyon teknolojisi firmaları burada yapılan çalışmalara destek vermektedir. Mağazanın depo giriş, çıkış ve ödeme noktalarına RFID geçiş sistemleri yerleştirilmiştir. Bazı ürünler için raf stokları RFID teknolojisi ile izlenmektedir. Tedarikçiler, elektronik sistem dâhilinde ürün stoklarını izleyebilmektedir. Bireysel Alışveriş Asistanı olarak adlandırılan el bilgisayarları ile müşteriler ürünlerin yerini kolayca bulabilmekte ve bu ürünlerle ilgili ayrıntılı bilgilere ulaşabilmektedir. Mobil Asistan denilen el bilgisayarları ile mağaza görevlileri, mağaza ve depodaki ürünlerin envanter bilgilerine ve diğer bilgilere ulaşabilmektedir. Taşıma sepetlerinde yer alan okuyucular ile müşteri, alışveriş bilgisini izleyebilmektedir. Enformasyon terminallerinde müşteriler RFID etiketli ürünler ile ilgili detaylı bilgi alabilmektedir. Akıllı tartı ve akıllı reklâm panoları mağaza içinde yer alan diğer yeniliklerdir. Müşteri, kredi kartı ile otomatik geçiş sistemini kullanarak kasiyer olmadan ödeme yapabilmektedir, böylece mağaza çıkış işlemleri daha kısa sürede ve beklemeden gerçekleştirilebilmektedir. Mağaza çıkışında deaktivatör denilen bir cihaz yardımı ile müşteriler isteğe bağlı olarak ürünlerde yer alan RFID etiketlerini fonksiyon dışı bırakabilmektedir (Üstündağ, 2008).



Şekil 3.14. Geleceğin mağazası

Perakende sektöründe faaliyet gösteren firmalar inovasyon amaçlı çalışmalarının en önemli unsuru olarak RFID temelli teknolojileri geliştirmektedirler. Metro, Real, Extra gibi perakende zincirleri “Future Store” yani “ Geleceğin Mağazası” çalışmalarıyla rekabetlerini bu alanda da sürdürmektedirler.

Metro Grubu'nun tekstil zincirini oluşturan Kaufhof mağazalarında Gen2 UHF etiketler ile ürün bazında RFID kullanımına geçilmiştir. Eylül 2007'de başlayan pilot çalışmada 2.000 metrekarelik bir alanda 30.000 adet ürün, 60 okuyucu ve 100 anten yardımı ile izlenmektedir. Etiket ve antenler yakın alan operasyonlar için ayarlanmıştır. Stok yönetiminin yanı sıra, elde edilen veriler müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) kapsamında kullanılmaktadır. “Hangi ürünler müşteri tarafından bir arada denenmiş?”, “Hangi ürün kombinasyonları birlikte satın alınmış?” gibi bilgiler kayıt altına alınmaktadır. Ayrıca ürünler hangi yerleşim alanında daha çok satılmakta, ürünün kasaya ulaşmasına kadar geçen süre gibi bilgiler de veritabanına kaydedilmektedir. UHF RFID Gen2 teknolojileri kullanılarak ürünlerin dağıtım merkezinden satış mağazalarına kadar izlendiği bu uygulamanın dünya üzerinde ilk olduğu vurgulanmaktadır. Akıllı ayna adı verilen uygulama ile müşteri, soyunma odalarında ürün hakkında detaylı bilgi alabilmekte, fiyat ve kampanya bilgilerinden haberdar olabilmektedir. Müşteri, birden fazla ürünle içeri girdiğinde her ürün hakkında detaylı bilgi aynı anda ekranda belirlemektedir. Akıllı ekranlarda ürün paketini açmaya gerek kalmadan ölçü bilgileri rahatça öğrenilebilmektedir. Mağaza çalışanları ellerindeki el terminalleri ile istenilen ölçüdeki ürünleri kolayca bulabilmektedir (URL-6).

Genel olarak perakende zincirinde RFID kullanımı ile sağlanacak faydaları şu şekilde sıralayabiliriz (Üstündağ, 2008):

- Sipariş gönderimlerinde sağlanan doğruluk ile güvenlik stoklarında azalma, talep tahminlerinde doğruluk,
- Mağaza içi yerleşimin gerçek zamanlı veriler ile daha iyi yapılması,
- Satış noktası etkinliğinin artması, çıkış kontrollerinde doğruluk,
- Geliştirilmiş tersine lojistik faaliyetleri,
- Raf ve depo seviyesinde daha doğru ve hızlı stok takibi,
- Stok izlemede daha az zaman ve daha düşük maliyet,
- Tedarikçi ödemelerinin ve yüklemelerinin otomatikleştirilmesi,
- İşçilerin daha etkin kullanılması, işçilik maliyetlerinde azalma,
- Yeniden kullanılabilir donanım ve demirbaşların daha etkin yönetimi,
- Sahteciliğin engellenmesi.

### **3.8.2. Savunma ve havacılık sektörü**

- RFID sistemlerinin ordu lojistiğinde sağlayacağı faydalar şu şekilde sıralanabilir:
- Operasyon planlarının daha etkin yürütülmesi,
- Kuvvetlerin doğru ve zamanında yönlendirmesi,
- Önceden hazır olma ve bilgi güvenilirliği,
- Lojistik merkezlerde ve operasyon sahalarında stokların gerçek zamanlı izlenmesi,
- Daha az güvenlik stokları ile çalışma,
- Bakım, teçhizat ve geri çağırma operasyonlarının etkin yürütülmesi.

Havacılık endüstrisinde dünyanın iki büyük uçak üreticisi olan Airbus ve Boeing, üretim ve depolama süreçlerinde RFID uygulamalarına başlamıştır. Airbus, 2006 yılında başladığı pilot çalışmada, tekerlek, fren ve ilgili ekipmanların tedarikçisini RFID etiketli taşıma kutuları ile sağlamaktadır. Airbus'ın Fransa'daki fabrikasında gerçekleştirilen uygulamada, %100 envanter doğruluğu, mal kabul süreçlerinde %75 zaman kazanımı, çevrim süresi ve envanter seviyelerinde azalma sağlanmıştır (URL-5).

### **3.8.3. Sağlık sektörü**

Amerikan Gıda ve İlaç Örgütü (FDA), ilaç tedarik zincirinde RFID kullanımı konusunda bağlayıcı kararlar alarak, kaçak ilaç kullanımının önüne geçmek

istemektedir. RFID teknolojisi yardımı ile ilaçların elektronik soyağacının oluşturulması konusunda çalışmalar yapılmaktadır. 2004 yılında Wal-Mart'ta ilk pilot çalışmalar başlamıştır. 327 milyar dolar büyüklüğü olan bu endüstride, sahte ilaç pazarı 30 milyar dolar değere sahiptir. Sahtecilik oranının yüksekliği, sektör açısından tedarik zincirinin güvenli hale getirilmesinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. İlaçların elektronik soyağacının çıkarılması ve tedarik zincirinin her geçiş noktasında, ilaçların geçerli bir noktadan teslim alındığına dair sertifikasyon oluşturulması planlanmaktadır. FDA, 2004 yılında yayımladığı kılavuzda, test, fizibilite ve pilot çalışmalarının nasıl yürütülmesi gerektiği konusunda bilgi vermektedir. Ancak ilaç sektörü açısından HF ve UHF kullanımı konusundaki belirsizlik devam etmekle birlikte, iki teknoloji için de pilot çalışmalar sürdürülmektedir. Purdue Pharma, GlaxoSmithKline ve Johnson&Johnson pilot çalışmalarına başlamıştır (Kleist ve diğ., 2005).

Hastanelerde kullanılan yüksek maliyetli donanım ve cihazların izlenmesi ve yerinin belirlenmesi, RFID sistemleri ile sağlanabilmektedir. ABD ve Avrupa'da yaygın bir uygulama olan RFID ile cihaz izleme ülkemizde de birçok hastanede uygulamaya koyulmuştur.

Hastane ve sağlık sektörü açısından RFID yatırımı diğer sektörlere göre daha kolay ölçülebilmekte ve daha hızlı geri dönüş sağlamaktadır. Hastanelerde demirbaşların izlenmesi ve yerlerinin belirlenmesi amacı ile gerçek zamanlı konum belirleme sistemleri (RTLS) kurulmaktadır. Bu sistemler, mevcut kablosuz ağ sistem altyapısında aktif RFID etiketlerin kullanılması ile oluşturulmaktadır.

RFID teknolojisinin hastanelerdeki diğer bir kullanım alanı da hastaların izlenmesidir. İlk olarak SARS virüsüne yakalanan hastaların, hastane içinde izlenmesi amacı ile Asya'da kullanılan sistem, Amerika ve Avrupa'da da kullanılmaya başlanmıştır. Alzheimer hastalarının hastane içinde izlenmesi için bu teknolojiden yararlanılmaktadır. Ayrıca kalp hastalarının monitörlerine bağlanan RFID etiketler ile görevliler anlık olarak uyarılabilmektedir. İngiltere Birmingham'da 2007 yılı başında cerrahi operasyon geçiren hastaların yeri ve durumu hastalara takılan kol bantları ile izlenmeye başlanmıştır. RFID teknolojisi ile hastalara uygulanan tedaviler, operasyon sonuçları doktorlar tarafından bu şekilde

kolaylıkla takip edilmektedir. Bunun dışında kan torba ve tüpleri de RFID sistemleri ile izlenebilmektedir. Uygulama hataları ortadan kalkmakta ve kan stokları gerçekçi bir şekilde takip edilmektedir (Wasserman, 2007).

#### **3.8.4. Otomotiv sektörü**

İmalat ve üretim otomasyonu açısından RFID teknolojisinin en çok kullanıldığı alan olarak otomotiv sektörü gösterilebilir. Otomotiv sektörü tedarik zinciri; hammadde/parça tedarikçisi, lojistik servis sağlayıcı, üretici, bayi ve servis istasyonlarından oluşmaktadır. Tedarikçi, otomotiv montajında kullanılan hammadde veya parça üretimini gerçekleştirmekte, lojistik servis sağlayıcı, otomotiv değer zinciri genelinde taşıma ve depolama hizmeti vermektedir. Üretici, müşterinin satın aldığı aracın üretimi ve montajını gerçekleştirmekte; bayi, araç, yedek parça ve aksesuar satış işlerini yürütmektedir. Servis istasyonları da tamir ve bakım işlemlerinden sorumludur (Üstündağ, 2008).

Otomotiv değer zinciri üzerindeki RFID uygulama kavramını üç farklı grupta incelenebilir: Parça izleme, demirbaş yönetimi ve araçla ilgili uygulamalar (Strassner ve Fleisch, 2003).

Parça izleme, tedarik zincirinde stok yönetimi, orijinal parça kullanımı, hırsızlık kontrolü, montaj, bakım, ürün geri çağırma, geri dönüşüm gibi satış sonrası hizmetler açısından fayda sağlamaktadır. Bu süreçte RFID etiketleri yeniden kullanılabilir değildir ve açık bir çevrim söz konusudur. Bu nedenle tedarik zincirinin her halkasında standartlaştırılmış RFID altyapısını gerektirmektedir. Demirbaş yönetiminde, firma içinde yer alan konteynır, araç/gereç ve ekipman gibi varlıkların izlenmesi söz konusudur ve kapalı bir çevrimden söz edilebilir. Araç tanıma, giriş kontrol, lastik basınç izleme, araçla ilgili uygulamalar sınıfında sayılmaktadır. Araçla ilgili uygulamalar kapsamında araç konum belirleme, otomatik geçiş ve lastik basınç izleme sistemleri sayılabilir. Araçta bulunan RFID etiketi ile aracın fabrika üretim bandındaki veya park sahası içindeki yeri belirlenmekte, hırsızlık kontrolü sağlanmaktadır.

Anahtarda bulunan RFID immobilizasyon sistemi ile araç içi güvenlik kontrolü sağlanmaktadır. Aracın kontak kısmında bulunan RFID etiket ile anahtarda bulunan RFID çipinin etkileşmesi ile anahtarın mekanizması aktif hale gelmektedir.

### **3.8.5. Taşımacılık ve lojistik sektörü**

Günümüz tedarik zincirlerinde, ürünleri gerçek zamanlı izlemek giderek önem kazanmaktadır. Bu sebeple önde gelen bir çok firma, mevcut ERP sistemine merkezi bir RFID takip ve izleme altyapısı dahil etmektedir. RFID sistemlerin, GPS gibi diğer sistemlere entegre edilmesiyle uygun şekilde etiketlenmiş paletler gerçek zamanlı olarak izlenebilmektedir (Demirel, 2013).

Ecza ürünleri genellikle çok yüksek veya çok düşük sıcaklıklarda etkisini kaybedebilmektedir. Bu sebeple ısıya duyarlı ilaçların taşımacılığında sıcaklık kontrolünün ve izlenebilirliğinin sağlanmasının büyük önemi vardır. Uluslararası bir kargo şirketiyle bir yazılım firmasının ortak çalışmasıyla taşıma sırasında ısıya duyarlı ürünleri izlemek için ortak bir çözüm geliştirilmiştir. Burada, RFID etiketli sıcaklık sensörü sürekli olarak sevkiyatın sıcaklığını izlemektedir. RFID okuyucu sıcaklık verilerini her noktada okumaktadır. Bu sayede, her zaman için aşırı sıcak veya düşük sıcaklık limitleri taşıma sırasında izlenebilmektedir (Ulutaş, 2015).

Kutu ve palet havuz şirketi olan EuroPool da plastik kasaların taşınmasında UHF Gen2 RFID uygulamasına geçmiştir. Uluslararası Şangay Limanı'nda konteynır giriş ve çıkış bilgileri ile konumları, RFID destekli olarak izlenmektedir. Aktif RFID etiketleri ve GPS teknolojisinin birlikte kullanıldığı sistemde, konteynırların açılıp açılmadığı gibi güvenlik bilgileri de takip edilmektedir (URL-1).

Taşımacılık ve lojistik süreçlerinde elde edilen gerçek zamanlı ürün/malzeme bilgisi ile lojistik karar destek sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır. Chow ve diğ. (2006), bir depo sahasında RFID teknolojisi kullanımı ile gelen siparişler için gerçek zamanlı kaynak tahsisi ve rota optimizasyonu gerçekleştiren bir sistem oluşturmuştur. Ngai ve diğ. (2007), Hong Kong'da bir konteynır depolama sahası için RFID tabanlı karar destek sistemi tasarlamıştır.

Bir otomobil üreticisi kullandığı RFID teknolojili sistem ile Michigan’da yer alan deposuna, giren ve çıkan 3.500 sandığı kontrol etmek için “kırmızı ve yeşil ışık” sistemi kullanmaktadır. Her sandığın üzerinde farklı bir numara içeren RFID etiket bulunmaktadır. Kapılarda RFID okuyucular ve tabanda antenler bulunmaktadır. Herhangi bir sandık kamyonu doğru giderken antenin üstünden geçtiğinde, etiketteki numara veri tabanındaki veriler ile eşleştirilir. Etiketdeki numara veri tabanındaki numara ile uyumlu ise “yeşil ışık” yanmakta ve sandığın yüklenebileceğini bildirmektedir. Etiketdeki numara ve veri tabanındaki numara uyumsuz ise “kırmızı ışık” yanmaktadır. Olayla ilgili detaylı bilgiler (gerçekleşme tarihi ve zamanı) ise veri tabanına kaydedilmektedir. Projenin en önemli faydası kâğıt üstünde yapılan kontroller nedeniyle insanlardan kaynaklanan hataların azaltılması, kayıtların daha iyi tutulması sonucu daha hızlı ve daha etkin işleyiş olarak açıklanabilir. Geleneksel sistemde malzemelerin bir noktadan başka bir noktaya gittiği durumlarda, çalışanların kontrol edilebilmesi için paletler durdurulmakta ve barkod ile okuma sağlanmaktadır. RFID etiketler sayesinde ise, paletlerin durdurulmasına gerek olmadan bilgi okunmakta, zamandan kazanç sağlanmakta, kullanılan işgücü azaltılmakta ve hatalar ortadan kaldırılmaktadır (Malkoç, 2006).

RFID entegrasyonu ile birlikte lojistik süreçler, daha az personel ile çok daha kısa sürede tamamlanabilmektedir. RFID teknolojisinin temel lojistik süreçler olan ürün kabul, yerleştirme, stok sayım, toplama ve yükleme süreçlerindeki etkileri şu şekilde açıklanabilir (Üstündağ, 2008):

- Ürün Kabul: Süreç kapsamında kontrol aşamasının basitleştirilmesi, işlerin paralel yürütülmesi ile süreç için gerekli sürenin kısaltılması sağlanmaktadır. RFID teknolojisi ile manuel işlemler azaltılmakta, özellikle ürün kimlik bilgilerinin RFID geçiş sistemi üzerinden toplu bir şekilde okutulması sağlanabilmektedir. Bu şekilde işlem hata oranları azalmakla birlikte, süreç hızlanmakta, toplanan veriler ana sisteme (depo yönetim sistemi vb.) otomatik olarak aktarılabilmektedir. Özellikle çapraz-sevkiyat (cross-dock) uygulamalarında ürünün, daha kabul aşamasında iken açık bir sipariş sevkiyatı için yükleme noktasına götürülmesi gerekip gerekmediği belirlenebilmektedir. Zarar görmüş ürünler, bir kenara alınarak RFID teknolojisi yardımı ile hızlı bir şekilde tekrar tanımlanabilmektedir. Konveyör geçiş sistemi

kullanıldığı durumlarda, RFID teknolojisi ile süreç çok daha hızlanmakta, okuma hataları yüksek oranda azalmaktadır.

- Ürün yerleştirme: Depolama alanında, forklift gibi taşıma araçlarına yerleştirilen okuyucular sayesinde raflardaki ve ürünlerin üzerindeki RFID etiketleri otomatik olarak okutulmakta, yanlış yerleştirme olasılığı ortadan kaldırılmaktadır. Okutma işlemi personel tarafından RFID el terminalleri ile de gerçekleştirilebilir. Raf üzerindeki okuyucular ile yerleştirme esnasında sistem kaydı otomatik olarak sağlanabilir. Etiketlerin sağlamlığı, her türlü çevresel koşul altında başarılı sonuçlar alınmasını sağlamaktadır.

- Ürün toplama: Depolama raflarına RFID okuyucuları entegre edilebileceği gibi sadece paketlenme ve kontrol istasyonlarında RFID geçiş sistemleri kurulabilir. Birinci seçenek pahalı bir çözüm olmakla birlikte, raf üzerindeki ürün hareketleri gerçek zamanlı ve hatasız olarak izlenebilir. Bu seçenekte personelin çalışma performansı da ayrıca ölçülmüş olur, siparişin ne kadar zamanda hazır hale getirildiği belirlenir. Bu işlem barkod okuyucular ile de gerçekleştirilebilir ancak RFID sistemi ile manuel okumalar ortadan kaldırılmış olur. İkinci seçenekte sipariş için toplanan ürünlerin doğruluğu kontrol edilir ve onaylanır.

- Stok sayım: Stok sayımı için işletmelerde genelde yüksek işgücüne gereksinim duyulmaktadır. RFID sistemi yardımı ile stok sayım işlemi iki şekilde gerçekleştirilebilir. İlk yöntemde raflara RFID okuyucular entegre edilebilir. Hangi rafta hangi ürünün olduğu gerçek zamanlı olarak takip edilebilir. Ancak bu yöntem çok fazla sayıda RFID okuyucu gerektirdiğinden, yatırımın finansal boyutu da yüksektir. İkinci yöntemde ise RFID el terminalleri kullanılarak, stok sayım işlemi hızlandırılabilir. Bu yöntemde yatırımın maliyeti birinci yöntemde göre çok daha azdır.

- Yükleme: Siparişler hazırlandıktan sonra ürünler depo çıkış kapılarından araçlara yüklenir. Çıkış kapılarına kurulan RFID sistemleri ile hem yükleme bilgileri sipariş bilgileri ile karşılaştırılır, hem de siparişin doğru araca yüklenip yüklenmediği kontrol edilir. Yükleme belgeleri otomatik olarak sistemden çıkartılır. Toplu okuma sayesinde işgücü açısından yüksek maliyet tasarrufu sağlanır.



### 3.8.6. Diğer sektörlerdeki uygulamalar

RFID teknolojisinin, inşaat, gıda, elektronik, eğitim vb. birçok sektör içinde uygulama alanı bulunmaktadır.

Zehirli atıkların depolanması, tanımlanması, taşınması ve son olarak yok edilmesi bakımından çok dikkatli kontrol edilmesi gereğinden dolayı konteynırların işaretlenmesi için geleneksel barkotların kullanılması yetersiz kalmaktadır. Barkotların yırtılması, lekelenmesi kolay olduğu için ve okuyucuya veri iletiminin yetersiz kalması nedeniyle tehlikeli atık gibi son derece kritik maddelerin takip edilmesi için uygun değildir. Bu nedenle elektronik veri iletimini sağlayan RFID sistemleri tehlikeli atık taşıyan yüklerin güvenli taşınması için gerekli bilginin iletiminde en iyi yoldur.

Birçok insanın her gün evinden isine, isinden de evine gitmek için toplu taşımacılığı kullanması ve toplu taşımayı kullanan insanların her gün bilet almak için sıraya girip ayakta durmak istememeleri nedeniyle trenlere, metrolara ve otobüslere geçişi sağlayacak kolay bir yol için talep artmıştır. RFID çok fazla insana turnikelerden daha hızlı geçmeye imkan verdiğinden, tıkanıklığı önlediğinden ve okuyucularda mekanik parçaların olmaması dolayısı ile bakım azaldığından manyetik şeritli kartların yerini RFID kartlar almıştır. RFID otobüs, metro ve tren yolculuğu için ödemenin de kolay bir yoludur. Benzer şekilde konserler, eğlence parkları, sağlık merkezleri, kayak merkezleri ve diğer yüksek katılımlı çevreler gibi diğer giriş uygulamaları için de RFID etiketleri uygundur. Çoğunda artık kullanıldıktan sonra atılan RFID kol bantları kullanılmaktadır (Shepard, 2005).

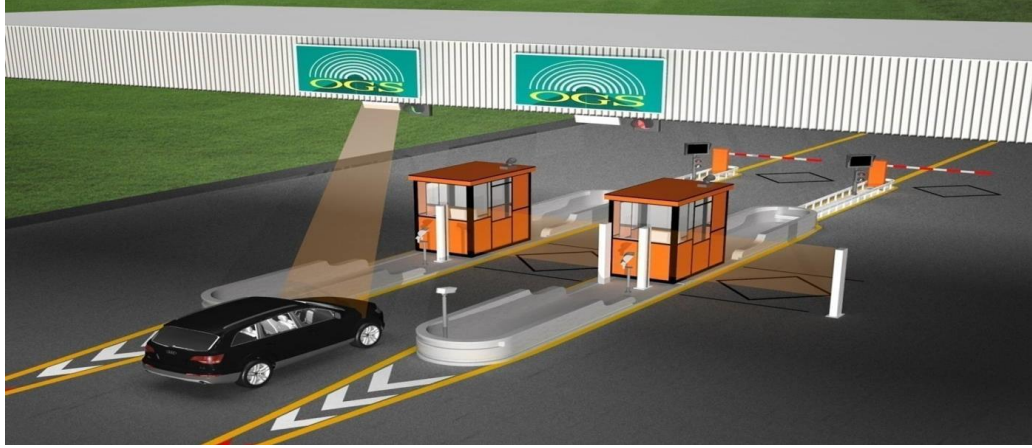
Çiftlik hayvanlarının takip edilmesinde genellikle kısa mesafede işlem gören cam tüp şeklindeki alçak frekanslı pasif etiketler kullanılmaktadır. Bu etiketler çiftlik hayvanının derisinin altına enjekte edilmektedir. Enjekte edilen etiket hayvanların kökeni, medikal geçmişi ve DNA'sı gibi bilgileri içerebilmektedir.

Avrupa Birliği ve ABD'nin ülkeyi ziyaret edenlerden RFID etiket içeren yeni pasaport isteklerine uyumlu olacak şekilde kapağının içine RFID etiketi yerleştirilmiş pasaportun uygulanmasına karar vermiştir. Pasaport içindeki RFID etiketi dijital

fotoğraf, parmak izi, giriş vize bilgisi ve göçmen bürosu için kritik diğer bilgileri içerebilecektir (Shepard, 2005).

İlk “ RFID e-pasaport” Malezya tarafından 1988 yılında basılmıştır. Bu pasaport görsel bilgilerin yanında ülkeye giriş çıkış bilgilerini de kaydetmektedir. Malezya’yı 2005 yılında Norveç, 2006 yılında Japonya, İspanya, 2007 yılında İrlanda, İngiltere, Avustralya ve ABD, 2008 yılında Sırbistan ve Kore Cumhuriyeti, 2009 yılında Arnavutluk ve Türkiye Cumhuriyeti izlemiştir. Pasaport için RFID standartları, Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu(ICAO) tarafından belirlenir.

Ülkemizde yaygın bir şekilde kullanılan Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) aktif RFID tabanlı uygulamalar için iyi bir örnektir. Otoyol, köprü ve tünellerde ücret toplamak için ASELSAN tarafından geliştirilen, araç ve gişe arasında mikrodalga (5.8GHz) iletişim esasına dayalı, gişelerde durmadan araç geçirmeye uygun, tam otomatik bir elektronik ücret toplama sistemidir. OGS, bir otoyol ücret toplama işletmesi için gerekli olan veri toplama, denetleme, izleme, ihlal işlemleri, ücretlendirme ve raporlama gibi tüm ihtiyaç duyulan fonksiyonlara sahip bütünleşmiş bir sistemdir. OGS’ ye alternatif olarak yaklaşık onda bir maliyete sahip ve pasif RFID uygulamalarına bir örnek olarak kullanıma sokulan Hızlı Geçiş Sistemi (HGS) ürünleri, taşınabilir kart tipi ve etiket tipi olarak uygulamaya sokulmuştur. Uygulamada pasif RFID etiketler kullanılmaktadır. Etiketler, araç ön camına yapıştırılacak olup pilsiz, çalışma enerjisini radyo frekanslı okuyucudan alan, üzerine geçiş bilgisi yazılabilen, silinebilen, silikon korumalı, çıkartılmak istendiğinde işlevsiz kalan, yüksek güvenlik seviyesinde ve kopyalanamaz ürünlerdir. Sistem ile geçiş anında otomatik ücret tahsili, pasif RFID olarak tanımlanan radyo frekanslı kimlik tanımlama teknolojisiyle yapılacaktır (Ulutaş, 2015). Şekil 3.15’te otoyollarda kullanılan RFID temelli geçiş sistemlerine ait bir görsel görülmektedir.



Şekil 3.15. RFID kullanılan OGS sistemi

### 3.9. Tedarik Zinciri ve RFID

Tedarik zinciri, herhangi bir ürünün hammadde halinden nihai ürün haline gelip müşteriye sunulana kadar geçirdiği tüm süreçlerdeki işletmeler topluluğu olarak tanımlanabilir (Sarı, 2006).

RFID teknolojisi, tedarik zinciri üzerinde, ürünlerin veya malzemelerin birim, kutu veya palet seviyesinde izlenmesinde büyük faydalar sağlamaktadır. Süreç verimliliği artmakta, işçilik maliyetleri azalmakta, artan görünürlük ile birlikte ürün bulunabilirliği ve tedarik zincirindeki koordinasyon artmaktadır. Tahmin hataları, gerçek ve kayıtlı stoklar arasındaki farklar azalmakta, depolarda tutulan stok miktarları düşmektedir. Doğruluk seviyesinin artması, zincir üyelerinin daha etkin kararlar verebilmesini sağlamaktadır. Güvenlik seviyesinin yükselmesi ile birlikte ürün çalınma oranları düşmektedir. Stokta bulunmama ve kayıp satış oranları azalmakta, nihai anlamda müşteri memnuniyeti artmaktadır (Üstündağ, 2008).

Günümüzde, stoklarda oluşan fireler, perakendeci ve imalatçılar için büyük sorun oluşturmaktadır. Stoklarda oluşan fire; çalınma, malzemenin zarar görmesi, sahtecilik, yanlış yerleştirme ya da işlem hatalarından kaynaklanmaktadır. Bu durum gerçek ve kayıtlı stok miktarları arasında farklılığa neden olmakta ve stokta bulunmama, kayıp satış gibi sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. RFID teknolojisi ile bu sorunlara çözüm sağlanmakta, görünürlüğün artması ile birlikte gerçek stok miktarlarına daha yakın değerler elde edilmekte, ürün tedariki çok daha doğru gerçekleştirilmekte ve daha az stokta bulunmama durumu oluşmaktadır. Stokların

daha doğru izlenmesi ile işlem hataları azalmakta, yanlış yerleştirmeler engellenmekte, sahtecilik ortadan kalkmakta ve fire miktarları azalmaktadır.

RFID teknolojisinin tedarik zinciri üzerindeki etkilerinin tam anlamıyla belirlenebilmesi için nicel ve nitel faktörlerin bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Tedarik zincirinin üyeleri, zincir üzerindeki RFID yatırımından farklı boyutlarda etkilenebilir. RFID uygulaması ile birlikte süreçlerde sağlanan fayda dört seviyede incelenebilir (Üstündağ, 2008):

- Verimlilik
- Doğruluk
- Görünürlük
- Güvenlik

RFID uygulaması, belirlenen bu dört seviyede sisteme maliyet avantajı ile kazanımlar sağlamaktadır. RFID teknolojisi yatırımlarının geri dönüşü hesaplanırken, bu seviyelerde oluşan etkilerin her zincir üyesi için detaylı bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

### **3.9.1. Verimlilik**

RFID teknolojisinin süreçlere entegre edilmesi ile birlikte otomasyon sağlanmakta ve süreçler yeniden yapılandırılmaktadır. Aşağıda belirtilen altı temel strateji kullanılarak verimliliğin artışı sağlanmaktadır (Mannel, 2006):

- Segmentasyon: Veri tanımlamaları yolu ile sınıflama,
- Basitleştirme: Süreç adımlarının elimine edilmesi ya da basitleştirilmesi,
- Paralel yürütme: Belirli adımların eş zamanlı olarak yürütülmesi,
- Senkronizasyon: Süreçlerin eş zamanlama ile sıralı olarak uyum içinde yürütülmesi,
- Taşıma boyutunda farklılaştırma: Daha büyük yükleme birimleri (örn. beş yerine sekizerli gruplar) kullanarak süreç için gerekli sürenin azaltılması,
- Hızlandırma: Otomasyon sayesinde süreç için gereksinim duyulan sürenin azalması.

Stok sayım süreci için artan süreç verimliliğine örnek verelim. Yıllık ortalama stok seviyesi 2 milyon ürün olan bir hipermarkette, RFID uygulaması ile ürün başına 5 saniyelik bir kazanım elde ettiğimizi varsayalım. Saatlik ücretin 15 TL (0,0042 TL/saniye) olduğu ve yılda 2 defa stok sayımı gerçekleştirildiği düşünülürse, beklenen yıllık kazanç ortalama 84.000 TL ( $0,0042 \times 5 \times 2.000.000 \times 2$ ) olmaktadır (Üstündağ, 2008).

### **3.9.2. Doğruluk**

Genelde ürün kabul ya da yerleştirme sırasında oluşan hatalar ancak stok sayım ya da sipariş hazırlama sürecinde fark edilebilmektedir. Ürün toplama sırasında yapılan hatalar yükleme sırasında, yükleme sırasında fark edilemeyen hatalar da ancak müşterinin siparişi geri göndermesi ile ortaya çıkmaktadır. Bu işleyiş gerçek ve kayıtlı stoklar arasında fark oluşturmakta ve stokta bulunmama durumu ortaya çıkmaktadır. İşletme açısından daha çok güvenlik stoğu bulundurmamak gerekmektedir.

RFID uygulaması ile birlikte ortalama stok seviyesi düşmekte, toplam stok elde bulundurma, bulundurmama ve kayıp satış maliyetleri azalmaktadır. Ayrıca geri dönen siparişlerden kaynaklanan ek işlem maliyetleri de düşmektedir. Hata oranlarının düşmesi ile birlikte ürün bulunabilirliği ve müşteri memnuniyeti artmakta, bu da işletme açısından gelir artışı sağlamaktadır.

Ürün kabul, yerleştirme, toplama, stok sayım ve yükleme süreçlerinde, RFID uygulaması ile oluşan hataların azalması doğruluk seviyesini arttırmakta, işletmenin personel üzerindeki iş yükü ve dolayısı ile işçilik maliyetleri azalmaktadır (Üstündağ, 2008).

### **3.9.3. Görünürlük**

Tedarik zinciri üzerinde hareket eden bir ürünün veya malzemenin, işletme sınırları içinde ve ötesinde, yer ve durum bilgisinin elde edilebilme özelliği, görünürlük olarak adlandırılmaktadır. RFID teknolojisinin kullanımı ile birlikte gerçek zamanlı veri elde edilmekte, görünürlük seviyesi ve ürün bulunabilirliği artmaktadır. Geleceğe yönelik daha doğru tahmin ve planlama yapılabilmekte, ürün ve bunların

taşıdığı palet, kutu gibi lojistik ekipmanların izlenmesi ve geri dönüşümün sağlanması kolaylaşmaktadır.

Görünürlük aynı zamanda tedarik zinciri üyelerinin tahmin yeteneğini de arttırmaktadır. İşletmeler genelde güvenlik stok seviyelerini yüksek tutmakta, tedarik zinciri üzerinde bu davranış, zincir boyunca kamçı etkisi oluşturmakta ve tutulan stok miktarlarını arttırmaktadır. Görünürlük artışı ile birlikte elde tutulan stok miktarları ve stok maliyetleri azalmaktadır. Bu şekilde ürün izlenebilirliği artmakta, bu da müşteri tatminini arttırmaktadır (Üstündağ, 2008).

#### **3.9.4. Güvenlik**

Özellikle ürün seviyesinde kullanılan RFID sistemler firmanın güvenlik seviyesini arttırmakta, bu da çalınmadan kaynaklanan maliyetleri azaltmaktadır. Dolaylı olarak gerçek ve kayıtlı stoklar arasındaki farklar azalmakta, ürün bulunabilirliği, müşteri tatmini ve satış gelirleri artmaktadır.

RFID teknolojisi, çalınma oranını azaltmakla birlikte sahte ürün pazarını da engellemektedir.

#### **3.10. RFID Teknolojisi Ve Veri Madenciliği Yaklaşımlarının Etkileşimi**

RFID teknolojisinin kullanıldığı sistemlerde verilerin güvenilirliği en yüksek seviyededir. Bu güvenilirlik seviyesine bağlı olarak RFID etiketleri ile kontrol edilen sistemlerde yapılan veri analizleri de aynı güvenilirlik ölçütlerine sahip olmaktadır.

RFID teknolojisi kullanılan işletmelerde yapılan üretim, lojistik ve muhasebe operasyonları genellikle “Big Data” denilen terabayt seviyelerinde “Büyük Veri” toplanmasına neden olmaktadır. Üretimin her aşaması ve bu aşamalarda karşılaşılan yeni durumlar ve bu durumların çözülmesi için yönelmek zorunda kalınan diğer aşamalar vs.; ürünlerin dünya genelinde pazarlanması süreçleri, muhasebe ve satış kayıtları vs. gibi iç içe geçmiş onlarca işlemlerin başlangıcında, ilerlemesinde ve sonuçlarında veri birikmesi olacaktır. Biriken verilerin güvenilir olması bu verilere göre karar verecek olan yönetimlerin kararlarını ve bu kararların sonuçlarını büyük ölçüde etkileyecektir.

Rekabet ortamında şirketler teknolojik alt yapılarını güçlendirerek verimli ve kontrollü bir çalışma yöntemi benimseyerek değişen piyasa şartlarına uyum sağlamaktadırlar. İnternet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte ticaretin sanal ortamda payı artmıştır. Firmalar üretimlerini web siteleri kurarak veya sanal mağazalar üzerinden pazarlamaktadır. Her gün binlerce milyonlarca ziyaretçisi olan bu sanal mağazaların işlem hacimleri her yıl büyük oranlarda artış göstermektedir.

TUIK 2015 raporlarına göre internet kullanan bireylerin internet üzerinden kişisel kullanım amacıyla mal veya hizmet siparişi verme ya da satın alma oranı %33,1 olmuştur. Önceki yıl İnternet üzerinden alışveriş yapanların oranı ise %30,8'dir. İnternet üzerinden alışveriş yapan bireyler 2014 yılı Nisan ile 2015 yılı Mart aylarını kapsayan on iki aylık dönemde %57,4'ü giyim ve spor malzemesi, %27'si seyahat bileti, araç kiralama vb, %25,5'i ev eşyası (Mobilya, oyuncak, beyaz eşya vb), %22,4'ü elektronik araçlar (Cep telefonu, kamera, radyo, TV, DVD oynatıcı vb.), %18,4'ü kitap, dergi, gazete (e-kitap dahil) almıştır. Bu işlemler üretici, dağıtıcı, servis veren vb. firmalar için milyonlarca, milyarlarca veri anlamına gelmektedir.

E-Ticaret halkın satın alma taleplerini arttırmıştır. Firmalar ticaretin sanallaşması ve hızlanması sonucu müşteri memnuniyetini en yüksek seviyede tutmak gibi bir durumla karşı karşıya kalmıştır. Bu nedenle ürünleri üretimden satışa ve hatta satış sonrası servise kadar takip etmektedirler. Başlangıç olarak lüks tüketim mallarında kullanılan RFID etiketler artık kitap, elektronik eşya, halı, hazır giyim gibi hemen her üründe kullanılmaktadır. Bu etiketler aracılığıyla ürünlerinden istenilen ve kurgulanan her türlü veri her an ilgili firmalara akmaktadır. İşletmeler bu verilerin analizleri sonucunda stratejik kararlara ulaşacaklardır.

En yaygın olarak kullanılan pasif etiketler RFID okuyucu tarafından yayılan enerji ile aktive olurlar ve üzerlerindeki bilgiyi okuyucuya gönderirler. RFID okuyucular etiketlerden topladıkları bilgileri direk olarak ya da network üzerinden, bu bilgiyi işleyecek olan bilgisayar/yazılım sistemine iletirler. Gelen bu bilgi, aynı barkod sistemlerinde olduğu gibi kullanıcının istediği işlemlere uygun olarak işlenerek kullanılır, ya da depolanır. RFID verisi iki kategori altında sınıflandırılabilir: olay (event) verisi ve ana (master) veri. Olay verisi RFID etiketli nesnelere hakkında

dinamik izleme bilgisi ile ilgilidir. Ana (master) veri ise olay verisi hakkında koşulsal bilgi doğrulamayı sağlar.

Olay Verisi: Zamanda belirli bir an ile ilişkilidir ve tedarik zinciri boyunca yer değiştiren RFID etiketli nesnenin nerede olduğu iletişimini kurar. Olay verisinin bir örneği: "4:15 p.m. 28 Haziran 2008, EPC X L Konumunda gözlemlendi." şeklindedir. RFID olay verisi herhangi bir zamanda herhangi bir yerde herhangi bir şeyin varlığının incelenmesi ile ilgili bilgiyi oluşturur. Özet olarak RFID olay verisi RFID etiketli nesneye ait kimlik, yer ve zaman bilgilerini tutar. RFID'nin yaygın kullanılmasıyla uygulamalar kimlik, yer ve zaman bilgilerinden başka, gittikçe sensör gözlemleri daha çok gerektirebilecek bilgiler de içerebilecektir (Bhatt ve diğ., 2006).

Ana Veri: Olay verisi olarak toplanmış bu çekirdek özelliklere ek olarak, iş ortamlarında anlamlı bir şekilde izlenmiş parçalar hakkında koşulsal (ortamsal) bilgilere ya da diğer kaynakların host'larına ait bilgilere de sahip olabiliriz. Master veri olay verisi hakkında kaynak ya da ortamsal bilgiler tutmayı ve doğrulamayı sağlar. Master veri, EPC (Electronic Product Code) referanslı ürün tanımı, ürün imalatçısı hakkında bilgi, ya da olayın yakalandığı fiziksel konum hakkındaki detaylar gibi diğer bilgi çeşitlerini içerir. Genelde RFID master verisi olay verisi kadar aynı hızda büyüme göstermeyebilir (Bhatt ve diğ., 2006).

Nesne izleme sistemlerinde RFID verisinin etkisi RFID altyapısı kullanarak ne verisi toplanılacağına, ne kadar sıklıkta veri toplanılacağına, ne kadar veri toplanılacağına, bu veri ile neler planlandığına bağlıdır. RFID altyapısına ve nesnelere izleme ihtiyacındaki öge boyutuna bağlı olarak RFID veri hacmi depolama alanını ve ağı potansiyel olarak bunaltabilir. Veri miktarı/hacmi sistem tarafından yapılmış incelemelerin sayısı ile verilerin kendilerinin incelenmelerinin boyutunun bir fonksiyonu olarak değişebilir.

Stratejik kararlar için kullanılan yöntemlerden en yaygını veri madenciliği yöntemleri olmaktadır. Veri madenciliğinin sınıflandırma, kümeleme ve birliktelik algoritmaları kullanılarak veriler yönetimlerin kararlarına temel olacak raporlara dönüştürülmektedir.



#### **4. DEPO YÖNETİM SİSTEMLERİNDE RFID KULLANILAN BİR TIBBİ CİHAZ ÜRETİCİSİNDE VERİ MADENCİLİĞİ UYGULAMASI**

RFID teknolojisi ile desteklenen kontrol ve takip sistemlerinin doğru, güvenilir, tam zamanında veriye ulaşmak için günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Depolama operasyonlarında mekanik geleneksel yaklaşımlar yerini bilişimsel teknolojilere bırakarak insan faktörüne bağlı kayıpların azaltılması amaçlanmaktadır. Literatürdeki uygulamalar daha çok RFID kurulumu ve sistem performansında yoğunlaşmaktadır. Ancak sistemin çalışması sonuç olarak ortaya büyük ve yönetilebilen veriler de çıkarmaktadır. Depolardan elde edilen veriler bir şirketin ticari performansının da ölçülebileceği bir fırsattır aynı zamanda. Üretim ve satış dengesinin tespiti, ürünlerin pazarlara göre satış hareketleri, işgücü verimi, hammadde hareketleri, müşteri memnuniyeti gibi kritik bilgilere ulaşmak için depo verilerinin analizi kullanılabilir.

Depo operasyonları lojistik operasyonlar içinde en önemli iç süreçtir. Tedarik zinciri içinde envanterin doğru yönetilmesi ile firmaya en önemli katkının sağlanacağı bölümlerden biridir.

Depo yönetimindeki temel iş süreçleri;

- Ürün giriş ve boşaltma,
- Fiziksel depolama,
- Siparişlerin alınması,
- Ambalajlama,
- Ürünlerin çıkışı ve yüklemedir.

Depo içi ek maliyet doğmaması için aşağıda ki maddeler göz önünde bulundurulmalıdır.

- Yüksek hacimli depolama
- Talepleri hızlı karşılamak
- En az fire

- Etkin güvenlik
- En az hatalı sevkiyat

Günümüzde yüksek katma değerli bir sanayi kolu haline gelen ve sağlık endüstrisinin önemli bir girdisini oluşturan tıbbi cihazlar sektörünün ortaya çıkarmış olduğu ekonomik değer birçok yerli ve yabancı şirketin yüksek ilgisini çekmektedir.

Uygulamada, Türkiye’de girişimsel kardiyoloji alanında üretim yapan bir tıbbi cihaz firmasının ticari ürün depolarında RFID (Radyo Frekansıyla Tanımlama) sistemlerinin kullanılması ile sağlanacak faydaların belirlenmesi ve toplanacak verilerin veri madenciliği algoritmaları ile değerlendirilerek stratejik kararlara destek olunması incelenecektir.

#### **4.1. Güncel Durum**

Firmanın Türkiye ‘de ve İtalya ‘da birer fabrikası ve 20 ülkede satış ofisi bulunmaktadır. Ürünleri girişimsel ve endovasküler kardiyoloji olmak üzere 2 gruptadır. Temel ürünler stent, balon ve katater olarak belirtilebilir.

Birçok üretim yapan firmada olduğu gibi uygulama yapılan firmada depolarını üretim ve dağıtım süreçlerine göre ayırmıştır. Bunlar:

- Giriş Depo
- Hammadde Depo
- Ticari Ürün Depo
- İade Depo
- Atık Depo

Firma ticari ürünleri için depolama sistemi olarak SAP ile bütünleşmiş otomatik raf sistemi kullanmaktadır. Şekil 4.1’de örnek görseli verilen “Otomatik Raf Sistemi”nin oldukça yüksek bir kuruluş maliyeti vardır. Kurumsal yönetim sistemlerinden biri olan SAP (Systems Analysis and Program Development) üzerinden oluşturulan siparişler bu sisteme toplama emri olarak gitmektedir. Depo çalışanı portal üzerinden gelen toplama emrine göre siparişi paketlemektedir. Paketleme için toplama emrindeki ürünlerin parti numaraları kullanılmaktadır. Her bir ürün üzerindeki etikette o ürünün hangi partide üretildiğinin belirten parti numarası bulunmaktadır.

Etiketleme ürünün üretim bandındaki son kalite kontrolünü takiben paketleme çalışanları tarafından yapılmaktadır.



Şekil 4.1. Otomatik raf sistemi

Firmada ayrıca klasik raf sistemleri de kullanılmaktadır. Ürünler raflara ürün gruplarına göre yerleştirilmektedir. Ürün kutuları üzerinde bulunan etiketlerdeki lot numaralarına göre raf dizilimleri yapılmaktadır. Ancak emniyet stokları, iadeler vs. gibi durumlar nedeniyle oluşan yer yetersizliği raflardaki sistematik bozabilmektedir. Ayrıca personel hatalarının da raf düzenini bozan etmenler içinde saymamız gerekmektedir. Raf düzeni envanter sayımlarında sorun olarak karşımıza çıkmaktadır ve sayım hatalarının en önemli nedenlerinden biridir. Şekil 4.2’de uygulama yapılan firmadan temsili bir raf düzeni görülmektedir.



Şekil 4.2. Temsili ürün deposu

Giriş Depo hammadde ve sarf malzemelerin depo personeli tarafından ilk kabulünün yapıldığı alandır. Hammaddelerin medikal üretime uygun standartlarda olup olmadığı araştırılması için kalite kontrol alanlarına sevki buradan yapılmaktadır. Hammadde depoya teslimat kalite kontrol onaylarının tamamlanması sonrasında gerçekleştirilmektedir. Hammaddeler kimyasal özelliklerine ve depolama şartlarına göre depolarda yer almaktadır. Şekil 4.3’de uygulama yapılan firmadan temsili bir raf düzeni görülmektedir.



Şekil 4.3. Giriş ve hammadde depoları temsili

Firma son kullanım tarihi (SKT) tamamlanmış ürünlerini özel bir depoda imha prosedürlerini yerine getirerek imha edilmek üzere depolamaktadır. Satıştan iadeler ve üretim aşamasında fark edilen hatalı ürünler gerekli kalite kontrollerinin tamamlanmasını takiben iade depoya gönderilmektedir.

Firmanın depo operasyonlarında özellikle sayım zamanları ciddi işçilik maliyetleri artmakta ve verim düşmektedir. Bir diğer problem ise sevk aşamasında yaşanan eksik ve yanlış ürün gönderimleridir. Firmanın gümrüklü bölgede faaliyet göstermesi nedeniyle sevkiyatı yapılacak ürünlerin nitelik ve nicelik bilgilerinin gümrük beyanlarıyla birebir örtüşmesi gerekmektedir.

Belirtilen riskleri ortadan kaldırmak için ürünleri veri madenciliği algoritmaları kullanarak sınıflandırmak ve dağıtım merkezlerini birliktelik kurallarına göre belirlenmek gerekmektedir.

#### **4.2. Depo İçin Önerilen RFID Takip Sistemi**

Projenin hedefi, üretim bandından çıkan ürünlerin RFID etiketler ile kimliklendirilmesi bu şekilde ürün takibi konusunda tam bir otomasyon sistemine geçilmesidir.

- Proje kapsamında aşağıdaki faydaların sağlanması hedeflenmektedir:
- Fabrikada ve depolarda bulunan ürünlerin sayımının hızlı bir şekilde yapılabilmesi
- Giriş-çıkış işlemlerinin insan müdahalesini en aza indirecek şekilde yönetilebilmesi
- İzinsiz şekilde dışarıya çıkarılan veya depoya sokulan ürünler için alarm durumlarının oluşturulması
- Yapılacak SAP entegrasyonu ile RFID etiketlerin yazıcılardan otomatik olarak basılması

RFID Takip Sistemi şu aşamalardan oluşmaktadır;

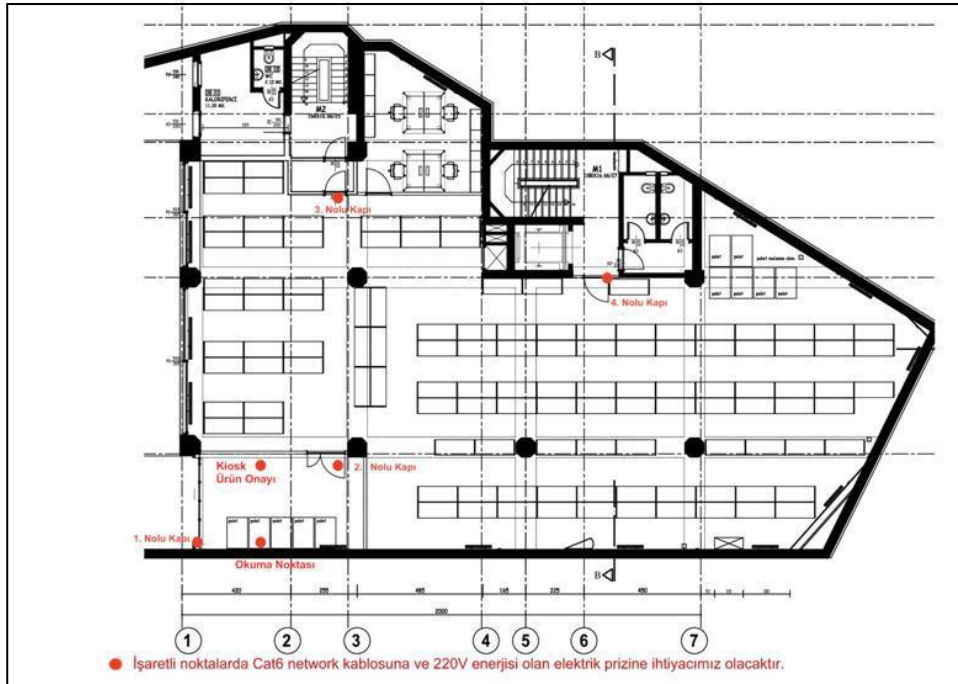
- Bir defaya mahsus olmak üzere üretimi gerçekleştirilmiş ürünler depoda barkod okuyucu ve RFID yazıcı kullanılarak etiketlenmektedir.
- Ana depoya “Sirenli Kapı Okuyucuları” ve “RF Okuma Alanı” kurulacaktır.
- Etiketlenen ürünlerin yeni depoya alınması, depoya kurulan “RF Okuma Alanı”, giriş-çıkış kontrolleri “Sirenli Kapı Okuyucuları” aracılığıyla yapılmaktadır.
- Şekil 4.4’de belirtilen noktaların her birinde çeşitli kontroller ve onay mekanizmaları işletilmektedir. Bu mekanizmalar ve olası alarm durumları Tablo 4.1’de belirtilmiştir.
- Fabrikada üretimden çıkan yeni ürünler aynı şekilde barkod okuyucu ve RFID yazıcı kullanılarak etiketlenmektedir.

- Barkod okuyucu vasıtasıyla okunan LOT numarası etiketlerin üzerlerine fiziksel ve dijital olarak yazılmaktadır.
- Depo içerisine yerleştirilen ürünlerin sayım işlemleri RFID el terminali kullanılarak hızlı bir şekilde yapılmaktadır.

Tablo 4.1. RFID modelinde ürün hareketlerine göre güvenlik protokolü

Kapı Numarası	İşlemler	Alarm Var	Alarm Yok
1	Sistemde kaydı olmayan ürün geçişi		x
1	Sistemde kaydı olan ve çıkış izni olmayan ürün geçişi	x	
1	Sistemde kaydı olan ve çıkış izni olan ürün geçişi		x
2	Sistemde kaydı olan ve çıkış izni olan ürün geçişi	x	
2	Sistemde kaydı olmayan ürün geçişi	x	
2	Sistemde kaydı olan ve giriş izni olan ürün geçişi		x
3	Her türlü ürün giriş ve çıkışı	x	
4	Her türlü ürün giriş ve çıkışı	x	

Şekil 4.4'te RFID sisteminin uygulanacağı deponun bir krokisi görülmektedir.



Şekil 4.4. Depoya göre RFID modeli

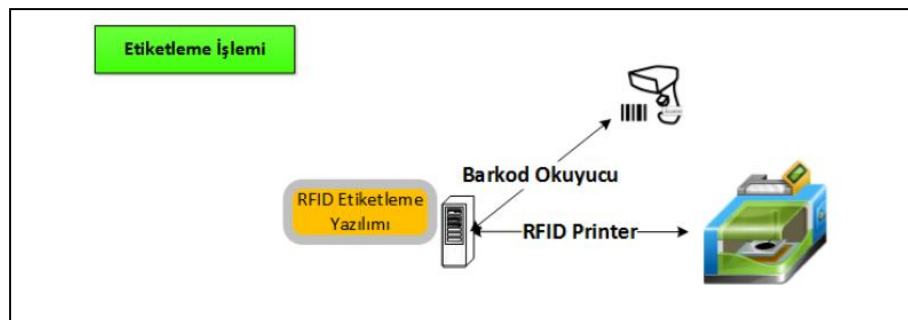
Bu işlemleri gerçekleştirmek için kullanılacak yazılımlar aşağıda anlatılmaktadır:

Merkez Yazılım; sistemden bilgileri toplayan, kullanıcıları bilgilendiren ve yönlendiren bir uygulamadır. Web tabanlıdır ve kullanıcı dostu ara yüzlere sahiptir. Yazılımın özelliklerini aşağıdaki kurallar belirlemektedir;

- Kullanıcı Tanım: Sistemi kullanacak kişilerin tanımları yapılmaktadır.
- Lokasyon Tanım: Sistemde kullanılacak lokasyonların tanımları yapılmaktadır.
- Raporlama:
  - Ürün tabanlı işlem raporu
  - Ürün sayım raporu
  - Ürün satış raporu
  - İşlem geçmişleri raporu
- Veri Dinleme ve Değerlendirme Modülü: Okuma noktalarından gelen verilerin dinlendiği ve değerlendirildiği modüldür.
- Ürün Onay Ekranı (Kiosk Modülü): “RF Okuma Alanının” içindeki ürünlerin giriş-çıkış onay işlemleri bu modül aracılığıyla yapılmaktadır. Bu ekran proje kapsamında kurulan olan Kiosk üzerinde her zaman açık olmaktadır.

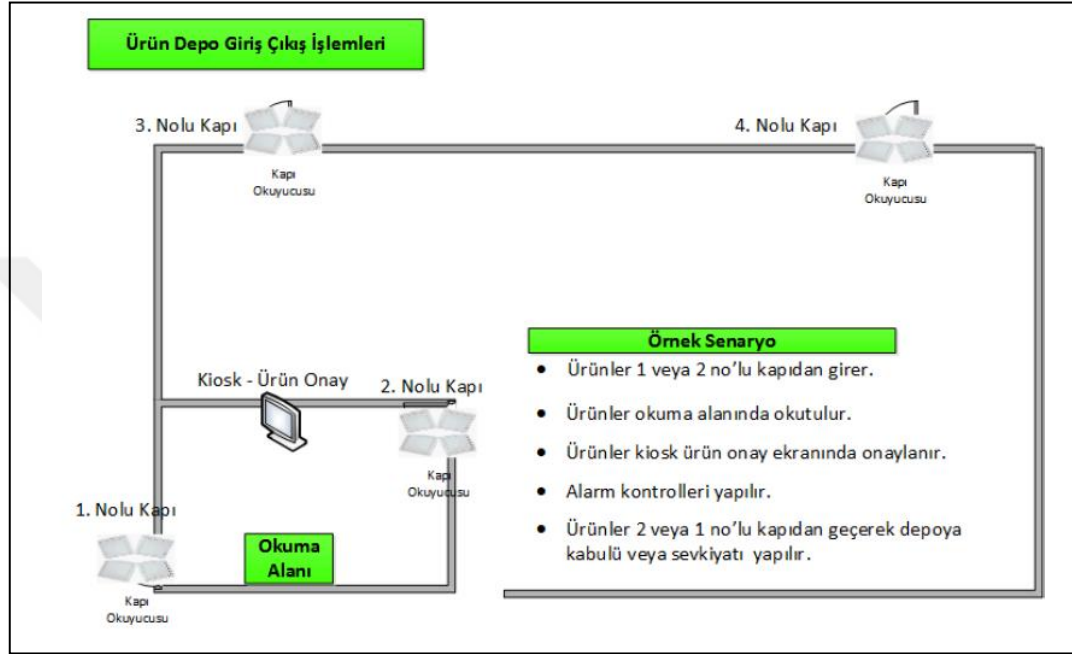
Mobil El Terminal Yazılımı; depodaki ürünlerin sayımı için kullanılmaktadır. Depo alanı içerisinde bulunan ürünlerdeki RFID etiketler okundukça ürünlerin sayımları yapılmaktadır.

RFID Etiketleme Yazılımı; barkod okuyucunun ve RFID yazıcının bağlı oldukları bilgisayarda çalışmakta ve barkod okuyucu tarafından okunan verinin RFID etiketin üzerine fiziksel ve dijital olarak yazılmasını sağlamaktadır. Şekil 4.5’de barkod bilgilerinin RFID etikete yazılması görülmektedir.



Şekil 4.5. Barkod bilgilerinin RFID etikete aktarma işlemi

Barkod okuyucu özelliği olan RFID el terminali ile barkodun okunması ve barkottaki bilginin RFID etiket yazıcısı yardımıyla RFID özellikli etiketlere işlenmesi sağlanmaktadır. Her ürün kutusu için unique, eşsiz bir numara atanmaktadır. Şekil 4.6'da paylaşılan örnek senaryoda ürün 1 no'lu ana kapıdan depoya girmekte ve okuma alanına alınmaktadır.



Şekil 4.6. RFID modeli için örnek senaryo

Okuma alanı "Faraday Kafesi" denilen RF sinyallerinin kontrol altına alındığı özel bir alandır. Ürünler bu alana palet üzerinde sevkiyat kolileri içinde yerleştirilmektedir. Koliler yerleştirildikten sonra okuma işlemi yapılmayan zamanlarda pasif halde bekletilen sistem operatör'ün "kiosk" üzerinden "Başla" komutuyla birlikte aktif hale gelmektedir. Okuma işlemi koli miktarına bağlı olarak 5- 10 saniye arasında bir zaman almaktadır. Sayım tamamlanınca kiosk ekranına sayım listesi gelmektedir. Operatör elindeki irsaliye ile RFID sisteminden gelen listeyi karşılaştırarak eksiklik yoksa kiosk üzerinden "Onay" vererek ürünlerin depo içerisine alınmasını sağlanmaktadır. Onay verilmeden depoya açılan 2 no'lu kapıdan içeri ürün geçmesi halinde kapı alarmı ile uyarı verilmektedir. Ayrıca bu uyarı lojistik bölümündeki ilgili yöneticilerin bilgisayarlarına da bir e-mail olarak ulaşmaktadır. Onay verilerek içeri alınan ürünler SAP onaylarının verilmesi ile envantere kaydedilmektedir.



Okuma alanında yapılan sayım ile depo personelinde bulunan irsaliyede tutarsızlık olması halinde kiosk ekranında hangi ürünün eksik olduğu tespit edilebilmektedir. SAP ekranları ile hazırlanan irsaliye ile RFID sayım sistemi otomatik eşleştirme yapmaktadır. Eksik olan ürün ve koli numarası sistemde belirtilmektedir. Personel eksik veya fazlalık olan koliyi açarak kontrol eder ve sorunu tespit edebilmektedir. Satışı yapılan ürünler tıbbi ürünler olup kalp damar rahatsızlıklarında kullanılmaktadır. Bu nedenle dağıtım merkezlerine, distribütörlere ve hastanelere eksik veya hatalı bir ürün gönderilmesi kabul edilebilir bir durum olmamaktadır. Sistemimiz sayesinde ürün kontrolleri teknoloji destekli arttırılmakta, personel hataları kontrol altında tutulmaktadır.

Ürün kutularına RFID etiketleri fabrikada yapıştırılmakta ve barkod eşleştirmeleri tamamlanarak hazır halde ana depoya ve diğer dağıtım merkezlerine gönderilmektedir. Fabrikada ürün kutularına etiketleme yapılırken SAP sisteminde yaratılan barkod bilgileri RFID okuyucusu tarafından RFID etikete taşınmaktadır. SAP ile entegre edilmiş otomatik etiket yazdırma süreci personel etkisini ortadan kaldırmaktadır. Etiketleme işlemleri biten ürünler kolilere konularak depo katına sevk edilmeye hazırlanmaktadır.



Şekil 4.7. Temsili okuma alanı girişi

Şekil 4.7’de görüldüğü üzere fabrikanın zemin katında bulunan depo’ dan ürün sevki olduğunda da tıpkı ana dağıtım deposunda belirtilen okuma süreci takip edilmektedir. Ürünler okuma alanına getirilip, çıkış irsaliyesi ile RFID sayım listesinin eşleştirilmesi sağlanır. Eşleşme sonrası SAP ve RFID kiosk onayları tamamlanarak sevk çıkışı yapılabilir.

Belirtilen okuma süreci firmanın tüm dağıtım depolarında geçerlidir. Gelen ürün veya sevk edilecek ürün önce okuma alanına bırakılıp sistem kontrolleri sağlandıktan sonra depoya kabulü veya depodan çıkışı yapılmaktadır.

Kurulması önerilen sistemin en önemli faydalarından biri de genel envanter sayımları esnasında yaşanacak işgücü ve buna bağlı kayıpları ortadan kaldırması olmaktadır.

Depolarda ürünler ürün gruplarına ve ürün grupları da kendi aralarında ölçü vd. göre Şekil 4.8’de görüldüğü gibi raflara yerleştirilmektedir. Ürünler balon, katater, stent, ilaçlı stent gruplarındadır. Genel envanter sayımlarında firma içinde sayım grupları oluşturulur ve her bir gruba listeler verilerek teyitli sayım yaptırılmaktadır. Sayım ekipleri raf raf ürün aramakta, ürünler raflarda yer değiştirilmekte, birçok zaman bir karmaşa yaşanmaktadır. Ayrıca sayım ekipleri mevcut işlerini sayım esnasında yapamamaktadır. Sayım haftası diye bir tabir oluşması işin aldığı zamanı açıklamak için yeterlidir. Çoğu zaman sayım hataları vs. gibi durumlar nedeniyle süreç uzamaktadır.

Firmaya önerdiğimiz RFID sistemi ile maliyet iyileştirici ve güvenlik, verim, takip, müşteri memnuniyeti gibi önemli hususlarda kazançlar elde edilecektir.



Şekil 4.8. RFID okuma yöntemine göre raf yerleşimi

#### 4.2.1. İşçilik kazanımları

Taşıma birimlerinde RFID etiket kullanılması durumunda hatalı yüklemelerin önlenmesi ile yükleme sürelerinin % 40 oranında azaldığı belirlenmiştir (Myerson, 2007).

Ortalama taşıma birim sayısı aylık taşınan birim sayısının aylık sefer sayısına oranıdır. Taşıma birimi başına düşen süre kamyon yükleme süresinin ortalama taşıma birimi sayısına oranı olarak hesaplanmıştır. Tablo 4.2’de firmanın Türkiye fabrika deposunda sevk için paketleme yapılırken harcanan süre ve RFID sonrası karşılaştırılarak dakika cinsinden kazanç belirtilmiştir.

Tablo 4.2. RFID ile paketleme kazanç tablosu

AY	KOLİ SAYISI	SEVK EDİLEN BİRİM (ADT)	ORT. TAŞIMA BİRİM	KOLİ HAZIRLAMA BR SÜRESİ (DK)	RFID KOLİ BR SÜRESİ (DK)	KAZANÇ SÜRE (DK)	AYLIK KOLİ HAZIRLAMA SÜRESİ (DK)	RFID AYLIK KOLİ HAZIRLAMA SÜRESİ (DK)
1	7047	27800	3,94	2,25	1,35	0,90	15856	9513
2	6612	24425	3,69	2,53	1,52	1,01	16728	10037
3	9136	41244	4,51	2,31	1,39	0,92	21104	12662
4	7651	31920	4,17	2,35	1,41	0,94	17980	10788
5	4968	13650	2,75	2,34	1,40	0,94	11625	6975
6	6767	27467	4,06	2,24	1,34	0,90	15158	9095
7	5416	20139	3,72	2,59	1,55	1,04	14027	8416
8	7414	30496	4,11	2,71	1,63	1,08	20092	12055
9	7549	32388	4,29	2,35	1,41	0,94	17740	10644
10	6535	21397	3,27	2,38	1,43	0,95	15553	9332
11	2890	6739	2,33	2,2	1,32	0,88	6358	3815
12	9758	48524	4,97	2,91	1,75	1,16	28396	17037
TOPL	81743	326189	3,82	2,43	1,46	0,97	200618	120371

Tablo 4.2’ye göre yıllık 120.371 dakika yani 2.006 saatlik mesai zamanı kazancı mümkündür. İşçilik birim maliyeti yaklaşık 15 TL olarak varsayıldığında 30.092 TL sadece sevkiyat paketlemesinde kazanç sağlanmaktadır. Firmanın İtalya ‘daki fabrikası içinde sevk sayıları açısından benzer bir durum söz konusudur. İşçilik

maliyetlerinin ülkemizden yaklaşık olarak üç katı yüksek olduğu öngörüldüğünde kazanç katlanarak artmaktadır. Yaklaşık olarak 90.000 TL olarak öngörebilmektedir.

İşçilik maliyetlerinin arttığı ve iş gücü kaybının yaşandığı diğer süreçte firmanın genel envanter sayımlarının yapıldığı dönemlerdir. Firma her çeyrekte genel depo sayımları yapmaktadır. Depo personelinin sayısal olarak yetersiz kaldığı durumlarda üretimdeki mavi yaka personelden destek alınmaktadır. Bu durum üretim yönetiminde ve personel işlerinde karmaşaya yol açmaktadır. Tablo 4.3'de firmanın depo ve dağıtım merkezlerinde sayım dönemlerinde işçilik maliyetleri ve RFID sistemleri kullanarak sağlanan kazanç aktarılmıştır.

Tablo 4.3. Envanter sayım sürecinde maliyetler karşılaştırması

BÖLGELER	SAYIM SAAT	SAYIM PERSONEL (Kişi)	SAYIM İŞÇİLİK MALİYETİ (TL)	RFID SAYIM SAAT	RFID SAYIM PERSONEL (Kişi)	RFID SAYIM İŞÇİLİK MALİYETİ (TL)
Uruguay	24	5	2880	2	1	24
Hollanda	21	10	11340	2	1	108
Türkiye 1	56	24	20160	2	1	30
Türkiye 2	56	8	6720	2	1	30
Türkiye 3	42	16	10080	2	1	30
İtalya 1	32	20	34560	2	1	108
İtalya 2	32	14	24192	2	1	108
Rusya	24	3	720	2	1	20
Fransa	8	3	1296	1	1	54
Almanya	8	3	1296	1	1	54
Singapur	8	4	864	1	1	27
Mısır	18	3	324	2	1	12
TOPLAM	329	113	114432	21	12	605

Tablo 4.3'te görüldüğü gibi sadece bir sayım için işçilik maliyeti 114.432 TL olmaktadır. Yılda 4 genel sayım ve bazı durumlarda da özel sayımlar yapılmaktadır.

Yani yılda en az 457.728 TL özel sayımlar haricinde işçilik masrafı yapılmaktadır. RFID sistemleri ile bu rakam 2.420 TL olarak öngörülmektedir. İşçilik maliyetindeki büyük kazanç haricinde tam zamanında ve en hızlı şekilde envantere en doğru bilgiyle ulaşmak bazen paha biçilemez bir avantajdır. Ayrıca destek personel talebi ortadan kaldırıldığı için üretim ve personel departmanları ve destek çalışanlar için sayım karmaşası ortadan kaldırılmış olacaktır.

#### **4.2.2. Doğruluk, görünürlük ve güvenlik kazançları**

Süreç kalitesi olarak da nitelendirilen doğruluk seviyesinin artması, RFID uygulaması ile birlikte, ürün kabul, yerleştirme, stok sayım, toplama ya da yükleme süreçlerindeki işlem hatalarının azalması ile sağlanmaktadır.

Tedarik zinciri üzerinde hareket eden bir ürünün veya malzemenin, işletme sınırları içinde ve ötesinde, yer ve durum bilgisinin elde edilebilme özelliği, görünürlük olarak adlandırılmaktadır (Üstündağ, 2008).

Perakende sektörü için dünya genelinde yapılan bir araştırmada bir ürünün ortalama stokta bulunmama oranı yaklaşık %8 olarak belirlenmiştir. Ürünlerin stokta bulunmadığı durumların %72'sinin perakende mağazasının kendisinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu durumların %34'ü ürünün geç sipariş edilmesinden veya hiç sipariş edilmemesinden, %13'ü hatalı tahminlerden, % 25'i de arka depolardaki stoklarda var olup rafta bulunmamasından kaynaklanmaktadır (Angerer, 2004).

Firmanın ürünleri yüksek fiyat baremlerine sahiptir. Stoklarda bulunamayan ürünler firmaya maliyet olarak dönmektedir. Çünkü envantere görünen ama fiziki olarak depoda bulunamayan ürün doğrudan üretime tekrar üretim emri olarak yansımaktadır. Ayrıca müşteriye uzun teslim süresi verilmektedir, müşteri memnuniyeti düşmektedir.

Firma verilerine göre sayım noksanları her yıl değişmekle birlikte 40.000 USD tutarlarındadır. Bunun yanı sıra hatalı sevkiyatlardan kaynaklanan % 0,06 'lık bir kayıp olduğu anlaşılmıştır. Firma yıllık 500.000 adet sevkiyat yapmış olsa 300 adet

hatalı sevkiyat kaynaklı kayıp yaşanmaktadır. Ürünlerin satış fiyatlarına göre rakam değişmekle birlikte ortalama 10.000 USD olarak belirtilmektedir. İtalya fabrikanın sevkiyat kaybının daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Yıllık yaklaşık 15.000 € 'luk bir kayıp kaydedilmektedir.

Görünürlük aynı zamanda tedarik zinciri üyelerinin tahmin yeteneğini de arttırmaktadır. İşletmeler genelde güvenlik stok seviyelerini yüksek tutmakta, tedarik zinciri üzerinde bu davranış, zincir boyunca kamçı etkisi oluşturmakta ve tutulan stok miktarlarını arttırmaktadır. Envanterde kayıtlı olmasına rağmen fiziki olarak bulunamayan ürünler için tekrar hammadde ve sarf malzeme satın almaları yapılmaktadır. Özellikle dağıtım merkezlerinde hatalı stok bilgileri nedeniyle rafta olan ürünlerden tekrar talep edilmekte ya da rafta olmayan ürünler envanterde varsayılmaktadır. Firma geçmiş deneyim ve kayıtlarına göre bu rakamın yıllara göre farklılık göstermesine rağmen en az 80.000 TL olduğu belirtilmektedir. Ana depolar için ise bu rakamın toplamda 40.000 TL civarında olduğu bilinmektedir. RFID takip sistemi ile ürünlerin anlık takibinin yapılabilmesi bu maliyetleri ortadan kaldıracığı gibi dolaylı olarak satış artışını sağlamaktadır. Firmanın dağıtım merkezlerinin temel müşterileri hastanelerdir. Hastane siparişi aşamasında ürünü sorduğunda bulunurluğunu ve ürün fiyatını ön planda tutmaktadır. Dağıtım merkezinden gelen uzun temrin süresi alımı yapacak hastanenin başka alternatiflere yönelmesine neden olmaktadır. Sistemin kuruluşu bu aksaklığı ortadan kaldırmaktadır.

Firma ana depolarını daha kolay denetleyebilirken yurtdışı dağıtım merkezlerinde denetim güven üzerine kuruludur. Önerilen RFID sistemi ile anlık sayım yapılabilmekte ve Şekil 4.9'da görüldüğü gibi depo alanından yönetici sistemin onayı olmadan dışarı ürün çıkarılamamaktadır. Güvenliği sağlanmış, görünürlüğü ve doğruluğu en yüksek sınıra çıkarılmış bir depo sisteminde ürün kaybı olmamakta ve buna bağlı olan tüm maliyetler düşmektedir.



Şekil 4.9. RFID kapı güvenliği ve RFID kabini

#### 4.2.3. RFID sistemi fayda maliyet analizi

Fayda-maliyet analizi, yaratılan faydanın büyük bölümünün ölçülüp parasal değerlerle tanımlanabildiği girişimlerde uygulanmaktadır. Bu yöntemde, belirli bir girişimin yaratacağı yarar ile meydana getirdiği maliyet karşılaştırılmakta ve net yarar sağlayan girişimler uygun kabul edilmektedir. Buna göre, marjinal faydası (MF) marjinal maliyetinden (MM) yüksek olan girişimlerde bulunmak ve bu girişimleri marjinal faydanın marjinal maliyete eşit olduğu ( $MF=MM$ ) noktaya kadar geliştirmektir (Aslan, 2002).

Sistemin kurulması için katlanılan maliyetin sağlanacak faydalara göre kabul edilebilir düzeylerde olması beklenmektedir. Literatürde ve reel uygulamalardan elde edilen verilere göre RFID sistemine geçen kurumlar sistemi kurumlarının ihtiyaçlarına göre kurgulamaları nedeniyle maliyetleri asgari seviyeye getirip faydayı en yüksek seviyelere taşımayı başarmışlardır. Firma bu noktada stratejik bir karar vermektedir. Sistemin faydaları ve maliyetleri kıyaslanarak şirketin depo yönetiminde önemli bir değişikliğe gidilmesine karar verilmektedir.

RFID uygulamalarında maliyet üçü temel alanda incelenebilir: Donanım, yazılım ve hizmetler. Donanım maliyetleri etiketler, okuyucular, antenler, bilgisayarlar ve ağ ekipmanları olarak sayılabilir. Yazılım maliyetleri, middleware (arayazılım) ve diğer uygulama yazılımlarının oluşturulması ya da satın alınması olarak gösterilebilir. Hizmet maliyetleri içinde, kurulum ve sistem entegrasyonu, eğitim, destek, bakım ve süreç yenileme (BPR) yer almaktadır.

RFID teknolojisinin sağladığı faydaları da iki alanda incelenebilir. Birinci temel fayda, maliyetlerde sağlanan düşüşlerdir. Süreç otomasyonu ve verimlilik artışı, stok

ve personel maliyetlerinde düşüş sağlamaktadır. İkinci temel fayda ise müşteri memnuniyetinin artması, kayıp ve hatalarda azalma ile gelirlerde sağlanan artıştır. Tablo 4.4 'de ROI (Return Of Investment) analizi görülmektedir.

Tablo 4.4. RFID ROI tablosu

MALİYETLER (TL)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Donanım						
●Etiket	295000	295000	295000	295000	295000	295000
●Sirenli Kapı Okuyucusu-Anten	170000	0				
●RF Yazıcı	34000	0				
●Mobil RF Okuyucu	120700	0				
●Kiosk	13490	0				
Yazılım	120000	0				
Hizmet						
●Entegrasyon	100000	0				
●Eğitim	1500	1500	1500	1500	1500	1500
●Bakım-Destek	8500	8500	8500	8500	8500	8500
Toplam	863190	305000	305000	305000	305000	305000
KAZANÇLAR (TL)						
İşçilik						
●Sevkiyat Personeli	120000	120000	120000	120000	120000	120000
●Sayım Personeli	454500	454500	454500	454500	454500	454500
Stok Maliyetleri	120000	120000	120000	120000	120000	120000
Hata Maliyetleri	76400	76400	76400	76400	76400	76400
Toplam	770900	770900	770900	770900	770900	770900
Genel Toplam	-92290	465900	465900	465900	465900	465900

Tablo 4.4'de firmada sistemin kurulacağı depoları ve dağıtım merkezlerinde sağlanacak kazançları ve maliyetleri görülmektedir. Firmanın Türkiye, İtalya 'da ana depoları mevcuttur ve maliyetin büyük kısmı buradaki depolardan kaynaklanmaktadır. Dağıtım merkezlerinde etiketleme yapılmayacaktır ve envanter sistemi ana depolara bağlı çalışmaktadır. Bu nedenle dağıtım merkezlerinde sadece



RFID el terminalleri, kapı alarmlı okuyucular ve antenler ile bir sistem oluşturulması yeterli olmaktadır. Bir dağıtım merkezinin kurulum maliyeti 25.000 TL civarında gerçekleşmektedir. Dağıtım merkezlerine yazıcı, etiket, kiosk gibi cihazlar konulmamakta ve ayrıca bu lokasyonlara özel yazılım kurulmamaktadır. Toplamda 4 ana depo 8 dağıtım merkezi ile lojistik depo faaliyetleri yürütülmektedir. Ayrıca hesaplamalar yapılırken personel sayıları, depo ve dağıtım merkezi sayıları, işçilik maliyetleri vs. gibi değerlerin 5 yıl içinde değişmeyeceği varsayılmaktadır. Örneğin işçilik maliyeti artarsa bu durumda önerilen RFID sisteminin kazancı daha da yükselmektedir. Sayım noksanları, hatalı sevkiyat vs. gibi durumlar da sabit maliyetler olarak hesaplara katılmaktadır. Yıllara göre değişkenlik gösteren maliyetlerdeki düşüş RFID sisteminin kazancını da düşürmekte; artışlar ise sistem kazancını da beraberinde arttırmaktadır.

Önerilen RFID sisteminin en önemli maliyeti kurulum aşamasında oluşmaktadır. Sistem kurulurken bir defaya mahsus alımı yapılan anten, okuyucu, el terminali, kiosk, yazıcı gibi cihazlar bulunmaktadır.

Yıllara göre değişmeyecek sabit maliyet etiket maliyetidir. Sipariş edilen etiket miktarı arttıkça etiket birim maliyeti düşmektedir. Etiket alımı için en uygun fiyatlar Asya pazarlarında teklif edilmektedir. Ülkemizde RFID etiket kullanımı çok yaygın olmaması nedeniyle maliyetler henüz istenilen noktada değildir. Üreticiler de bu pazara maliyetler ve satış rakamları nedeniyle sıcak bakmamaktadırlar.

Etiketleme sadece firmanın üretim tesislerinde yapılmaktadır. Dağıtım merkezlerinde veya diğer depolarda etiketleme yapılmamaktadır. RFID sistemi firmanın kullandığı ERP sistemlerine bağlı bir ara yüz ile otomatik etiket basma avantajına sahiptir. Normalde basılan etiketlerde barkod mantığı ile lot numaraları yer almaktadır. RFID sistemi ile uyumlu olan etiket yazdırma programı mevcut bilgileri RFID etikete aktarmaktadır. Banttan çıkan her bir ürün için benzersiz bir numaralandırma ile etiketleme yapılmaktadır. Üretim planlama aşamasındayken ürünün benzersiz numarası belli olmaktadır. ERP sisteminde yaratılan bu benzersiz numara RFID sisteminin takip sistemi olarak işlevini yapmasının en önemli verisidir.

Sistemin firma genelinde tüm personele öğretilmesi başlangıçta bir eğitim maliyetine neden olmaktadır. Ancak ilerleyen süreçte sistem oturduğunda bu maliyet ortadan kalkacağı öngörülmektedir.

Sistemi oluşturan ekipmanlar kalibrasyonları yapılmış olarak teslim edileceği gibi her yıl kalibrasyon işlemleri bakım işlemleri içerisinde tekrar yapılacaktır. Bakım işlemleri sistemin fiziki yapısının kontrolünün yanı sıra yazılım ve güncellemeleri de içermektedir.

Sistemin kuruluş maliyetlerine göre kazanç öngörülleri daha ağır basmaktadır. Kurulumu takip eden yıl sistem için yapılan yatırım işçilik başta olmak üzere birçok noktada sağlanan faydayla birlikte kazançta dönüşmektedir. Firma şirket politikası nedeniyle tüm operasyonlarını açıklayacak nitelikte veri paylaşılmamaktadır. Bu nedenle analizi oluşturan satış rakamları, işçilik birim maliyeti gibi rakamlar yaklaşık verilerden elde edilmiştir. Ancak analizde buna göre ayarlandığı için sonuçları itibarıyla tutarlı olmaktadır.

Sistemin önemli faydalarından biri de SKT için sistem uyarısı vermesidir. Hâlihazırda firmanın kullandığı ERP sistemi SKT için günlük raporları otomatik olarak ilgili personele mail olarak iletmektedir. RFID sisteminde kullanılan RFID etiketler barkoda göre daha fazla bilgi saklama özelliğine sahiptir. SKT, Üretim tarihi, Satış Fiyatı, Üretici Bilgileri, Barkod No, Lot No vs. gibi nümerik bilgileri 2 KB'dan 8 KB' a kadar pasif etiketlerde bilgi depolanabilir. 96-128 bit 'lik seri numaraları kadar veri depolayan RF etiketler en yaygın kullanımda olanlardır. Bu özellikten faydalanarak sistemden takip etmek istenilen durumlar belirtilerek sürece dâhil edilebilir. Uygulama önerisinde SKT takibi uygun bulunmuştur.

Amacı rasyonel bir yatırım bütçesinin belirlenmesi olan fayda-maliyet analizi, matematiksel olarak ifade edilen bazı kıstasları göz önünde bulundurmak zorundadır. Literatürde en sık rastlanan analiz yöntemleri; Net Bugünkü Değer (NBD), İçsel Getiri Oranı (İGO) ve Fayda-Maliyet oranı (F/M) tekniğidir (Gölpek, 2010).

Uygulama değerlendirilirken kıyaslama yapılan alternatif bir proje olmaması nedeniyle NBD kullanılmak uygun olmaktadır.

NBD tekniği, paranın zaman değerini dikkate alır ve net faydaların zaman içindeki akışını şimdiki değer terimlerine çevirmektedir. Bu yöntem, yatırımların iktisadi ömürleri içinde yarattıkları fayda ve maliyetlerin bugünkü değerleriyle ilgilenmektedir. Diğer bir deyişle, projenin fayda ve maliyetleri önceden saptanan belirli bir indirim oranı üzerinden bugünkü değerlere indirgenir. Bugünkü değerlerden yatırım maliyetleri düşürülür ve projeler NBD ışığında değerlendirilir. Bu tekniğe göre projeler, net faydanın bugünkü değeri net maliyetin bugünkü değerini aşıyorsa seçilmelidir. Aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$$N.B.D = \frac{R_1}{(1+i)^1} + \frac{R_2}{(1+i)^2} + \frac{R_n}{(1+i)^n} - C \quad (4.1)$$

$R_1, R_2, R_n$  = Net Nakit Girişleri,

$i$  = Marjinal Sermaye Maliyeti,

$C$  = Yatırım Harcaması,

$n$  = Yatırımın Ekonomik Ömrü

Bu yönetime göre net bugünkü değer pozitif ise ( $NBD > 0$ ) yatırım yapılır, net bugünkü değer negatif ise ( $NBD < 0$ ) yatırım yapılmaz. Eğer net bugünkü değer sıfıra eşit ise ( $NBD = 0$ ) bu noktada yatırımcı yatırımın diğer avantajları ya da dezavantajlarına göre yatırım hakkında kararını verir.

Bu teknikte gerekli olan, faydaların iskonto edileceği uygun iskonto haddinin seçimidir. Yatırımın uzun dönem borçlar ile finanse edilmesi halinde, ödenen gerçek faiz oranı iskonto oranı olarak kabul edilmelidir. Projenin uygulanmasında hiçbir borçlanma kullanılmamışsa, o zaman Merkez Bankası'nın uzun dönem borçlar için tahvillere uyguladığı faiz oranı bu tahvillerin rizikosu yok denecek kadar az olduğu için iskonto oranı olarak kabul edilebilir (Gölpek, 2010).

Firma uygulamanın finansmanı için dış kaynak kullanacaktır. Tablo 4.5 'de RFID sistemi için yapılacak yatırımın NBD yöntemi ile değerlendirilmesi görülmektedir.

Tablo 4.5. RFID yatırımının NBD analizi

Yıl	Nakit Akışı	İskonto	Bugünkü Değer	
0	863190	8%	-863190	Toplam Nakit Çıkışı
1	305000	8%	282407	Nakit Girişilerinin Bugünkü Değerler Toplamı
2	305000	8%	261488	
3	305000	8%	242119	
4	305000	8%	224184	
5	305000	8%	207578	
6	305000	8%	192202	
7	305000	8%	177965	
8	305000	8%	164782	
9	305000	8%	152576	
10	305000	8%	141274	
11	305000	8%	130809	
12	305000	8%	121120	
			2298504	
Net Bugünkü Değer:			1435314	

NBD değeri 12 yıllık bir ekonomik ömür için 1.435.314 TL olarak hesaplanmıştır. Bu değer sıfırdan büyük olduğu için bu yatırım projesinin finansal açıdan kabul edilebilir olduğu Tablo 4.5'de gösterilmektedir. Finans tablo değerlerine göre yatırımın yapılmasına onay vermektedir.

Tablo 4.6'da ise projenin NBD değerinin 3. Yıldan sonra pozitifte geçtiği görülmektedir. Yani 3. Yıldan sonra yapılan yatırım karlı konuma geçmektedir.

Tablo 4.6. 3.yıl ekonomik ömür kısıtına göre NBD

Yıl	Nakit Akışı	İskonto	Bugünkü Değer
0	863190	8%	-863190
1	305000	8%	282407
2	305000	8%	261488
3	305000	8%	242119
Net Bugünkü Değer			-77175

Tablo 4.7’de 3. yıldan sonra kar artışı ve 4. yılın karlılık oranı görülmektedir. Artış RFID sisteminin kurulmasına karşı önyargısı olan yöneticiler için ikna edici düzeylerde gerçekleşmektedir.

Tablo 4.7. NBD’ye Göre 4. Yıl

Yıl	Nakit Akışı	İskonto	Bugünkü Değer
0	863190	8%	-863190
1	305000	8%	282407
2	305000	8%	261488
3	305000	8%	242119
4	305000	8%	224184
Net Bugünkü Değer			147009

Sistemin ekonomik ömrü belirtilenden daha uzundur ancak teknolojiye yenilikler ile sisteme eklenecek cihaz ve yazılımlar 2. Yatırım olarak yeni bir NBD hesaplanmasını gerektirecektir. Ancak öngörülen belirtilen ekonomik ömür içinde hesabın pozitif yönünü değiştirecek bir maliyet oluşmamaktadır.

#### 4.2.4. RFID verilerinin VM algoritmalarına göre weka programı ile analizi

RFID uygulaması çalıştırıldığında mevcut ERP sistemi ile uyumlu olarak bir veri yığını oluşturmaktadır. Firma sistemin bir çıktısı olan bu ham verileri işleyerek daha önce fark etmediği veya bilmediği bazı bilgilere ulaşabilmektedir. Verinin işlenmesi ise veri madenciliğinin uğraş alanı içinde yer almaktadır.

Veri madenciliği uygulanarak veri analizi sınıflandırma, kümeleme ve birliktelik algoritmaları kullanılarak yapılmaktadır. Firmanın Pazar Analizi, Satış Analizi, Müşteri Memnuniyeti, Sepet Analizi, vs. gibi taleplerine göre kullanılacak algoritmalar değişmektedir. Veri madenciliği uygulamaları yapmak için açık kaynak kodlu ve ticari amaçlı birçok program kullanılmaktadır. Açık kaynak kodlu programlar arasında WEKA, ARTool, RapidMiner, C4.5, Orange, KNIME ve R, ticari programlar arasında ise SPSS Clementine, SPSS, SAS, Angoss, KXEN, SQL Server ve MATLAB sayılabilir (Danacı ve diğ., 2010).

Uygulama önerisinde kullanım kolaylığı ve ücretsiz olması nedeniyle WEKA kullanılması uygun bulunmuştur. Şekil 4.10'da başlatıcı arayüzü veilen WEKA, Yeni Zellanda'daki Waikato Üniversitesi tarafından geliştirilmiş, makine öğrenimi algoritmalarının bir arada barındıran, işlevsel bir grafik arabirimine sahip, açık kaynak kodlu bir veri madenciliği programıdır (Witten ve diğ., 2011).

WEKA çeşitli veri ön işleme, sınıflandırma, regresyon, kümeleme, ilişkilendirme kuralları ve görselleştirme araçları içermektedir. Algoritmalar veri kümesine doğrudan veya Java kodundan çağrılarak uygulanabilir (Hall ve diğ., 2009). Aynı zamanda yeni makine öğrenme algoritmaları geliştirmek için de uygundur.



Şekil 4.10. WEKA başlatıcı arayüzü

Bu uygulamada kullanılan veritabanları şunlardır:

- RFID Ins Database (rfid2db) veritabanı: Depodan sevki yapılan 2794 adet ürün 30 gün kaydı.
- RFID Out Database (rfid2db) veritabanı: Depoya giriş yapılan 2794 adet ürün 30 gün kaydı.

Deneme çalışmasında her ürün grubundan uygun olan her ürün çeşidine RFID etiketler yapıştırılarak depo giriş-çıkışları izlenmiştir. RFID sunucuları ile ERP sistemi ortak bir arayüze sahip olduğu için veriler ERP sisteminden talep edilen dosya türünde çıktı olarak temin edilebilir. Weka xls. uzantılı dosyaları csv. uzantısına çevirerek çalıştırmaktadır. Şekil 4.11'de RFID veritabanında oluşan örnek veri setinden bir kesit görülmektedir.

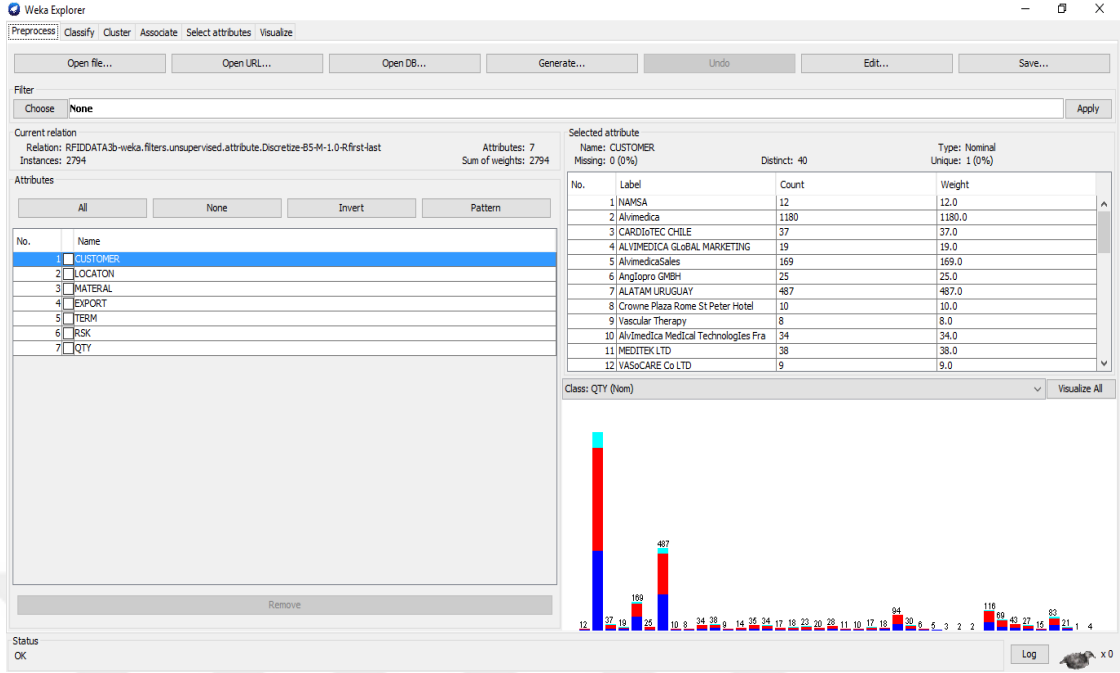
CUSTOMER	CGROUP	LOCATON	MATERIAL	HYR	EXPORT	TERM	RSK
NAMSA	Diger	USAKanadauK	5F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREY	SPEC	international	A001	OZEL
NAMSA	Diger	USAKanadauK	5F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREY	SPEC	international	A001	OZEL
NAMSA	Diger	USAKanadauK	6F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREEN	SPEC	international	A001	OZEL
NAMSA	Diger	USAKanadauK	6F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREEN	SPEC	international	A001	OZEL
NAMSA	Diger	USAKanadauK	7F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS ORANGE	SPEC	international	A001	OZEL
NAMSA	Diger	USAKanadauK	7F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS ORANGE	SPEC	international	A001	OZEL
NAMSA	Diger	USAKanadauK	8F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS BLUE	SPEC	international	A001	OZEL
NAMSA	Diger	USAKanadauK	8F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS BLUE	SPEC	international	A001	OZEL
Alvimedica	Yurtici Distributor	Turkiye	ACRO ELECTRODE JO 024XS65XL600MM	Sternum	Domestic	V090	YUKSEK
Alvimedica	Yurtici Distributor	Turkiye	ACRO ELECTRODE JO 024XS65XL600MM	Sternum	Domestic	V090	YUKSEK
CARDIOTEC CHILE	Yurtdisi Distributor	LATAM	ALVISION IMA 5F 10 PACK	Diagnostic	international	A001	OZEL
ALVIMEDICA GLOBAL MARKETING	Diger	Avrupa	ALVISION JL 60 4F 5PACK	Diagnostic	international	A001	OZEL
Alvimedica	Yurtici Distributor	Turkiye	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	Diagnostic	Domestic	V090	YUKSEK
AlvimedicaSales	Diger	Avrupa	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	Diagnostic	international	V180	DUSUK
AlvimedicaSales	Diger	Avrupa	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	Diagnostic	international	V180	DUSUK

Şekil 4.11. RFID verilerinin xls. görüntüsü

Veri madenciliği teknikleri uygulamaya başlamadan önce veriyle ilgili yapılması gereken hazırlıkların başında kayıp değerler konusu gelmektedir. İlgilenilen veri setinde kayıp değerlerle karşılaşılması durumunda uygulanabilecek yaklaşımlar;

- Bir öznitelik için kayıp değerlerin toplam kayıt sayısına oranı  $> \%30$  ise o öznitelikten vazgeçmek
- Bir öznitelik için kayıp değerlerin toplam kayıt sayısına oranı  $< \%30$  ise o öznitelik için kayıp değerlerine kaydın ait olduğu sınıf ortalamasını yerleştirmek

Ayrıca analizin hatasız olması için sadece kayıp değer tespiti yeterli olmamaktadır. Bunun yanı sıra veritabanında yer alan tutarsız, hatalı verileri yani gürültülü verileri de tespit ederek temizlenmesi gerekmektedir. Uygulama verilerinde herhangi bir kayıp ya da gürültülü veri bulunmadığı için veri madenciliği sürecine devam edilmektedir. Ancak sınıflandırma algoritmaları uygulanırken numerik değerler nominal değerlere dönüştürülmelidir.



Şekil 4.12. Verilerin yüklenmesi sonucu oluşan arayüz

Bu ekrandaki “Current relation” başlığı altında yüklenen verinin ismi, kaç tane örneğe ve niteliğe sahip olduğu görülür. Verilerden sol tarafta seçili olan niteliğe ait en küçük, en büyük, standart sapma ve ortalama değer bilgileri ekranda sağ taraftaki “Selected attribute” başlığı altında görülür. Seçilen niteliğe ait dağılım sağ alt köşedeki grafikte görüntülenir. Bu çalışmada kullanılan veri setine herhangi bir ön işlem uygulanmamıştır. Daha sonra “Classify” seçeneği seçilip veriye uygulanacak sınıflandırma algoritmaları tercih edilmektedir. Uygulamada Naive Bayes, Karar Ağacı Algoritmalarından J48-C4.5 ve en yakın k-komşu IBk algoritmaları ile sınıflandırma yapılmaktadır.

Algoritmalar çalıştırılırken test yöntemi olarak WEKA programının sağladığı “10-kat çapraz doğrulama”, “cross validation” metodu kullanılmıştır. Bu yöntemle veri kaynağı 10 bölüme ayrılır ve her bölüm bir kez test kümesi, kalan diğer 9 bölüm öğrenme kümesi olarak kullanılır.

Model başarımını değerlendirirken kullanılan temel kavramlar; doğruluk oranı, hata oranı, kesinlik, duyarlılık, anma ve F-ölçütüdür. Modelin başarısı, doğru sınıfa atanan örnek sayısı ve yanlış sınıfa atılan örnek sayısı nicelikleriyle alakalıdır.



Test sonucunda ulaşılan sonuçların başarım bilgileri karışıklık matrisi ile ifade edilebilir. Karışıklık matrisinde (Confusion Matrix) satırlar test kümesindeki örneklere ait gerçek sayıları, kolonlar ise modelin tahminlemesini ifade etmektedir (URL-2).

		Öngörülen Sınıf	
		Sınıf=1	Sınıf=0
Doğru Sınıf	Sınıf=1	a	b
	Sınıf=0	c	d

a: TP (True Pozitif)    c: FP (False Pozitif)  
b: FN (False Negatif)    d: TN (True Negatif)

şekil 4.13. Karışıklık matrisi

**Doğruluk Oranı:** Model başarımının ölçülmesinde kullanılan en popöler ve basit yöntem, modele ait doğruluk oranıdır. Doğru sınıflandırılmış örnek sayısının, toplam örnek sayısına oranıdır;

$$\text{Doğruluk} = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \quad (4.2.)$$

**Kesinlik:** Kesinlik, sınıfı 1 olarak tahminlenmiş True Pozitif örnek sayısının, sınıfı 1 olarak tahminlenmiş tüm örnek sayısına oranıdır;

$$\text{Kesinlik} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (4.3)$$

**Duyarlılık:** Doğru sınıflandırılmış pozitif örnek sayısının toplam pozitif örnek sayısına oranıdır;

$$\text{Duyarlılık} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4.4)$$

**F-Ölçütü:** Kesinlik ve duyarlılık ölçütleri tek başına anlamlı bir karşılaştırma sonucu çıkarmamıza yeterli değildir. Her iki ölçütü beraber değerlendirmek daha doğru sonuçlar verir. Bunun için f-ölçütü tanımlanmıştır. F-ölçütü, kesinlik ve duyarlılığın harmonik ortalamasıdır;

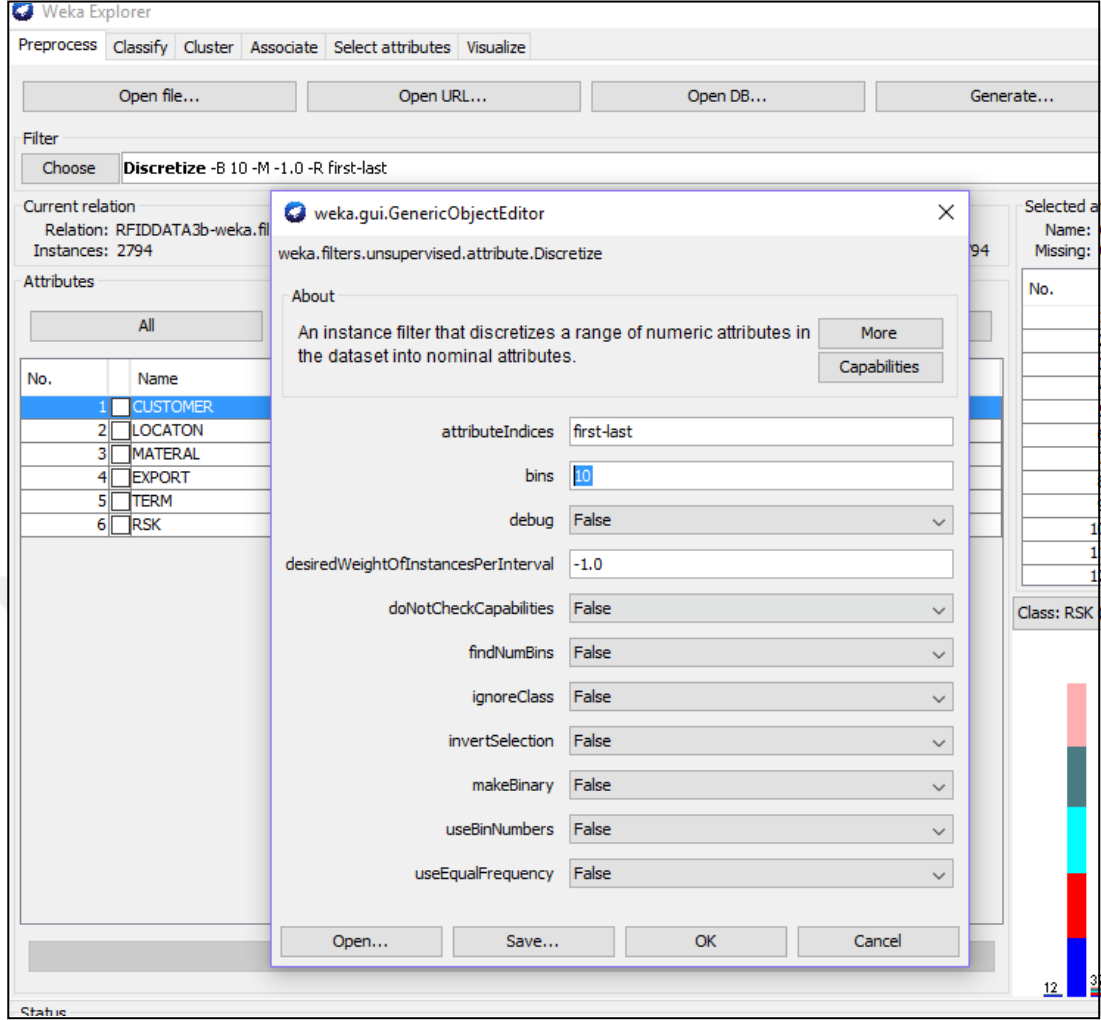
$$F\text{-Ölçütü} = \frac{2 \times \text{Duyarlılık} \times \text{Kesinlik}}{\text{Duyarlılık} + \text{Kesinlik}} \quad (4.5)$$

Weka'da sınıflandırma algoritması sonucunun görüldüğü arayüzde modelin doğruluğunu ölçen yukarıdaki kavramlara ait sayısal değerleri de görmek mümkündür. Bu değerler TP Rate, FP Rate, Precision, Recall, F-Measure, ROC Area, PRC Area değerleridir. Algoritmaların sonuçları bu değerlere göre değerlendirilmektedir.

Weka 'da sınıflandırma algoritmaları çalışılan veri seti üzerinde tanımlı olan sınıflara verileri dağıtmak üzere çalışmaktadır. Test verilerinin sınıflandırılması algoritmanın eğitim setinden öğrendiği sınıflandırma kurallarına göre yapılmaktadır. Veri kümesinde yer alan sınıfları belirten değerlere etiket (label) ismi verilir. Sınıf etiketi eğitim testi sırasında verinin sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır.

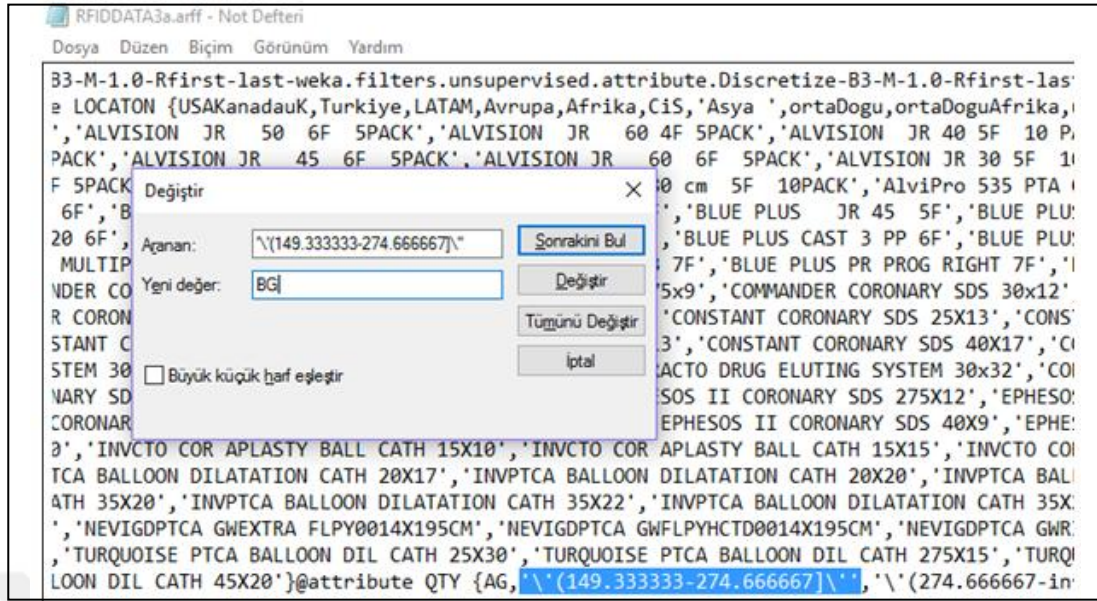
Uygulamada kullanılan ilk algoritma J48 karar ağacı algoritmasıdır. Algoritmayı çalıştırmadan önce veri setinin hazırlanması gerekmektedir. Veri setimizde QTY olarak verilen ürün satış adetinin bulunduğu sütun satış miktarlarına göre AG, BG, CG Grubu olarak isimlendirilerek kesiklik hale getirilir. Bu işlem için;

Filter → Choose → filters → unsupervised → attribute → Discretize → Apply yolu izelenerek hazırlık komutu verilir. Sonrasında ise GenericObjectEditor ile verinin kesikli hali ile kaç sınıfta inceleneceği yani "bins" değeri belirlenir. Şekil 4.13'te gösterilen örnek veri setine göre bu değer "3" seçilmiştir.



Şekil 4.14. Veriyi kesikli hale getirmek

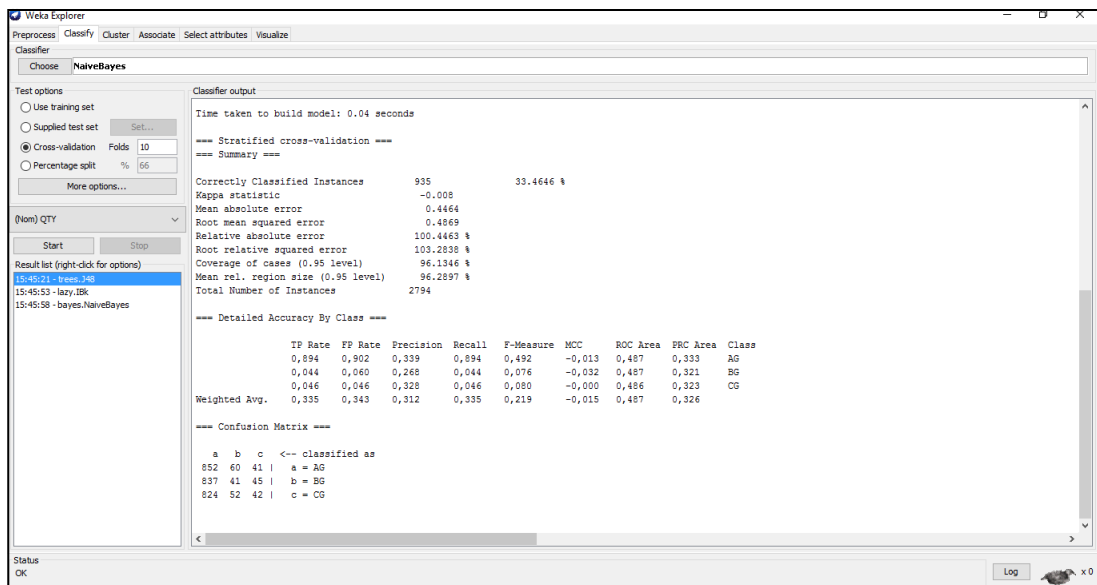
Veri setinde sınıf etiketinin tahmin edileceği sütun verilerinin kesikli hale gelmesi ile oluşan yeni arff dosyası Wordpad veya Not Defteri ile açılarak @attribute QTY kısmında verilen kesikli veriler nominal değere dönüştürülmelidir. Yukarıda belirtildiği gibi AG, BG, CG sınıf etiketleri tanımlanmaktadır. Şekil 4.14'te Not Defteri veya Wordpad'e kaydedilen son değişiklik Weka yazılımında otomatik olarak işleme alınmaktadır.



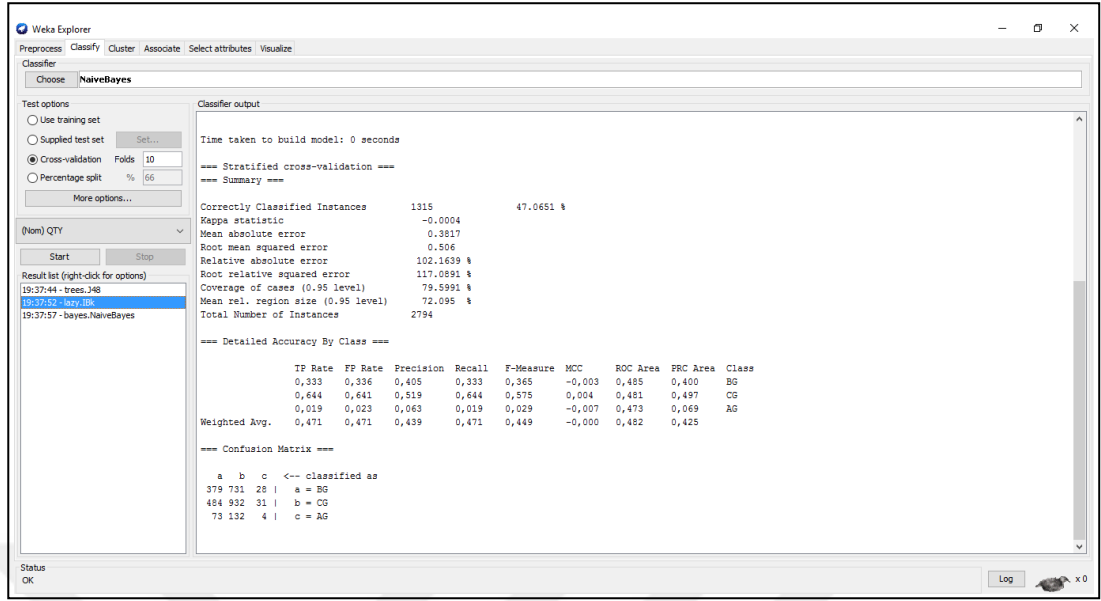
Şekil 4.15. Nominal sınıf etiketlerinin not defteri ile dönüşümü

Dönüşümleri tamamlanan veri seti Weka'ya tekrar yüklenerek tercih edilen algoritmalar çalıştırılır. Tercih edilen algoritmaların sonuçları sırasıyla J48, IBk ve Naive Bayes olarak "classifier output" görüntüsünde Şekil 4.15, Şekil 4.16. ve Şekil 4.17'de görülmektedir. Sonuçlar TP Rate, FP Rate, Correctly Classified Instances, Precision, F-Measure ve PRC Area verilerine göre değerlendirmektedir.

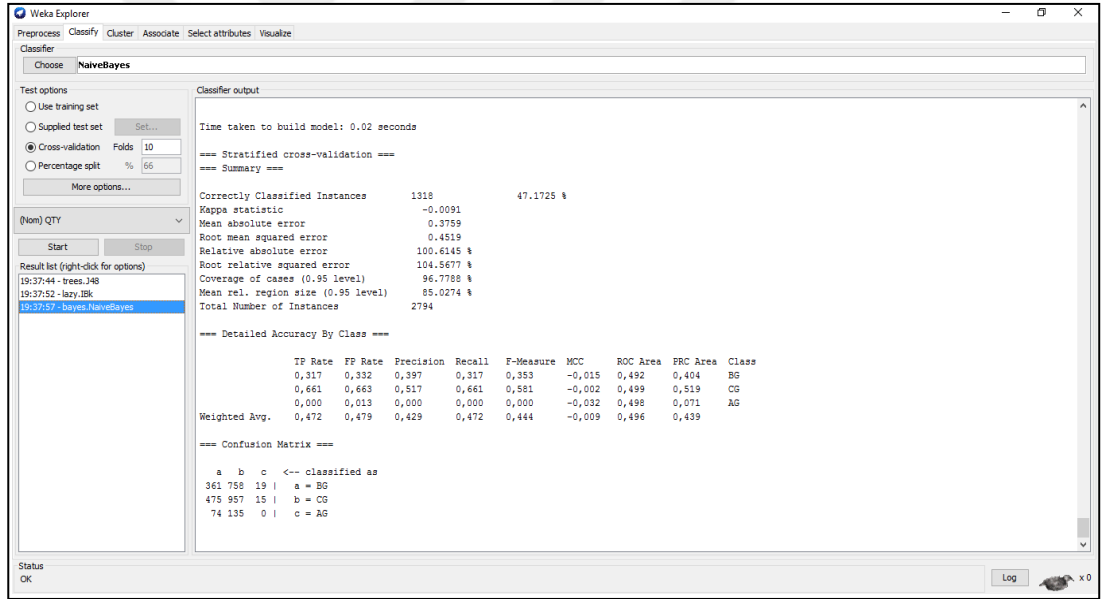
En yüksek doğruluk oranıyla sınıflandırma yapmayı sağlayan algoritma tercih edilerek sınıf etiketinin tahmin edilmesi sağlanmış olmaktadır.



Şekil 4.16. J48 sınıflandırma algoritma çıktısı



Şekil 4.17. IBk sınıflandırma algoritma çıktısı



Şekil 4.18. Naive bayes sınıflandırma algoritma çıktısı

Algoritmalarından gelen sonuç değerleri Tablo 4.8’de görülmektedir. Tabloda görüldüğü gibi doğruluğu en yüksek olan sınıflandırma algoritması J.48 olduğu için uygulamanın müşteri analizi bölümünde bu algoritma esas alınmaktadır.

J.48 algoritması; C4.5 karar ağacı algoritmasının WEKA’ya uyarlanmış sürümüdür. Her satır, ağaçtaki bir düğümü, alt satırlar, ilk satırın çocuk düğümlerini; düğümlerde parantezin içindeki ilk sayı veri kümesindeki kaç vakanın bu düğüm için doğru

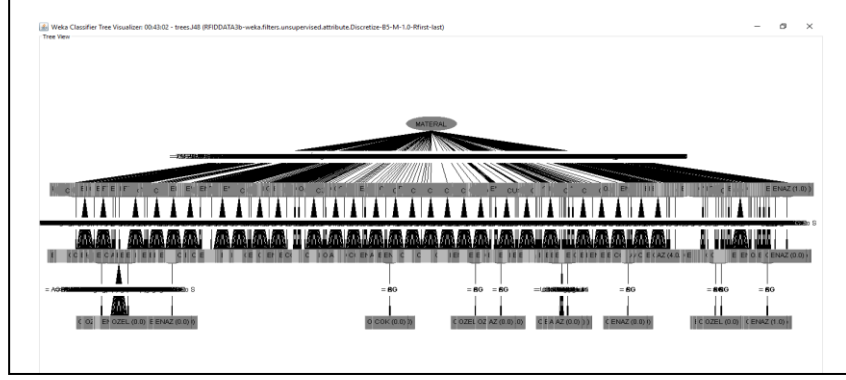
olarak sınıflandırıldığını; eğer varsa; parantezin içindeki ikinci sayı, düğüm tarafından yanlış olarak sınıflandırılan vakaların sayısını gösterir.

Tablo 4.8. Sınıflama algoritmaları ve ağırlıklı sonuçları

Weight Avg.	J48	IBk	Naive Bayes
TP Rate	0,518	0,471	0,472
FP Rate	0,518	0,471	0,479
Precision	0,268	0,439	0,429
Recsll	0,518	0,471	0,472
F-Measure	0,353	0,449	0,444
MCC	0,000	0,000	0,009
ROC Area	0,498	0,482	0,496
PRC Area	0,439	0,425	0,439
Class	BG,CG,AG	BG,CG,AG	BG,CG,AG

ROC (Receiver Operating Characteristics) adı verilen eğri, kesinlik ve hasiyet arasındaki dengeyi değerlendirmek için kullanılmıştır. ROC eğrisi altında kalan alan ROC puanı olarak tanımlanabilir. ROC eğrisi değişen sınıflandırma eşik değerlerine göre doğru pozitiflerin sayısının, yanlış pozitiflerin bir fonksiyonu olarak çizilmesiyle oluşmaktadır. ROC puanı 1 (bir) olduğunda anlamı, pozitifler mükemmel bir şekilde negatiflerden ayrılmıştır, olmaktadır. ROC puanı 0 (sıfır) olduğunda ise herhangi bir pozitif bulunamadı anlamına gelmektedir.

ROC oranı hassasiyetin kesinliğe oranıdır. Örnek veri setinin sonuçları değerlendirildiğinde ROC değerlerinin 0,5'e yakın olduğu görülmektedir. Bu durum modelin veriyi açıklama gücünü zayıflatmaktadır. Eldeki veriler değerlendirildiğinde Şekil 4.18'de görseli verilen J48 algoritması sınıf etiketini açıklayacak algoritma olarak öne çıkmıştır.



Şekil 4.19. J48 karar ağacının visualizer özelliği ile görüntüsü

J48 algoritmasına göre veri setimizin 2794 adetlik verisininin 1447 adeti CG olarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma modelinin karışıklık matrisi değerleri Tablo 4.9 incelendiğinde sınıf etiketinin CG olarak tahmin edileceği görülmektedir.

Tablo 4.9. J48 algoritması karışıklık matrisi

	Tahmin Edilen			Toplam	
	a	b	c		
Gerçek	0	1138	0	1138	a=BG
	0	1447	0	1447	b=CG
	0	209	0	209	c=AG
Toplam	0	2794	0		

IBk algoritmasına göre 1138 adet veri doğru sınıf tahminine sahiptir. Tablo 4.10'da verilen karışıklık matrisi sınıf etiketi olarak CG müşteri grubunu tahminlemektedir.

Tablo 4.10. IBk algoritması karışıklık matrisi

	Tahmin Edilen			Toplam	
	a	b	c		
Gerçek	379	731	28	1138	a=BG
	484	932	31	1447	b=CG
	73	132	4	209	c=AG
Toplam	936	1795	63		

Naive Bayes algoritması ise 1318 adet veriyi doğru sınıflandırmaktadır ve Tablo 4.11'de verilen karışıklık matrisine göre CG müşteri grubu sınıf etiketi olarak tahmin edilmektedir.

Tablo 4.11. Naive bayes algoritması karışıklık matrisi

	Tahmin Edilen			Toplam	
	a	b	c		
Gerçek	361	758	19	1138	a=BG
	475	957	15	1447	b=CG
	74	135	0	209	c=AG
Toplam	475	1850	34		

Görüldüğü gibi algoritma sonuçlarını değerlendirmek için birçok skor, performans kriteri, sonuç verisi mevcuttur. Yukarıda bu noktalar değerlendirilmiştir. Tablo 4.12’de Sınıflandırma algoritmalarının doğru sınıflandırma oranları verilmiştir. Karar verme noktasında yöneticiler incelikli bir kabul araştırması yapmak yerine sadece doğru sınıflandırma oranlarını inceleyerek algoritma seçebilir ve buradan sınıf etiketi tahmin edebilirler.

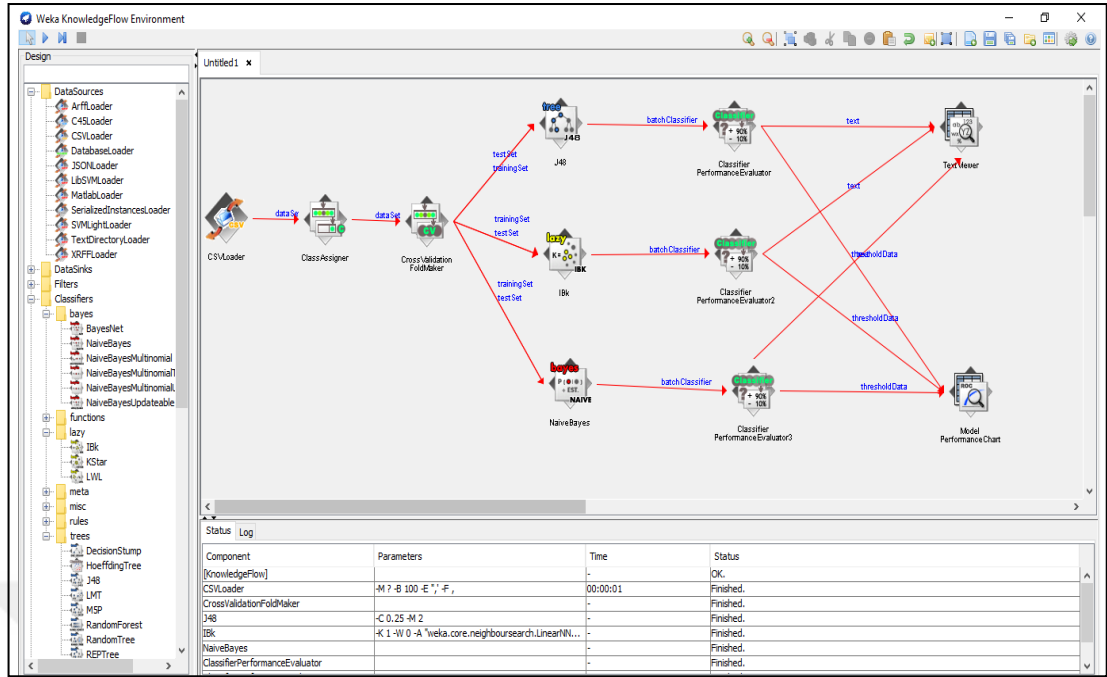
Örnek veri seti RFID sistemin ilk verileri temel alınarak oluşturulduğu için daha büyük yani big data niteliğindeki verilere ulaşamamıştır. Veri madenciliği için verilerin daha büyük ve karmaşık hale gelmesi daha uygun olmaktadır.

Tablo 4.12. Sınıflandırma algoritmalarının doğru sınıflandırma oranları

Algorithms	Correctly Classified Instances	
J48	1447	51,79%
IBk	1315	47,07%
Naive Bayes	1318	47,17%

Weka yazılımı “KnowledgeFlow Environment” özelliği ile şematik ve daha hızlı olarak algoritmaların çalıştırılmasını sağlamaktadır. Veri büyüdükçe bu özelliğin kullanılması işleme hızı açısından daha avantajlıdır. Şekil 4.19’da KnowledgeFlow Environment modeli görülmektedir. Explorer ile alınan sonuçlarla aynı sonuçları vermedir. Yukarıdaki analiz bu özellik için de geçerlidir.



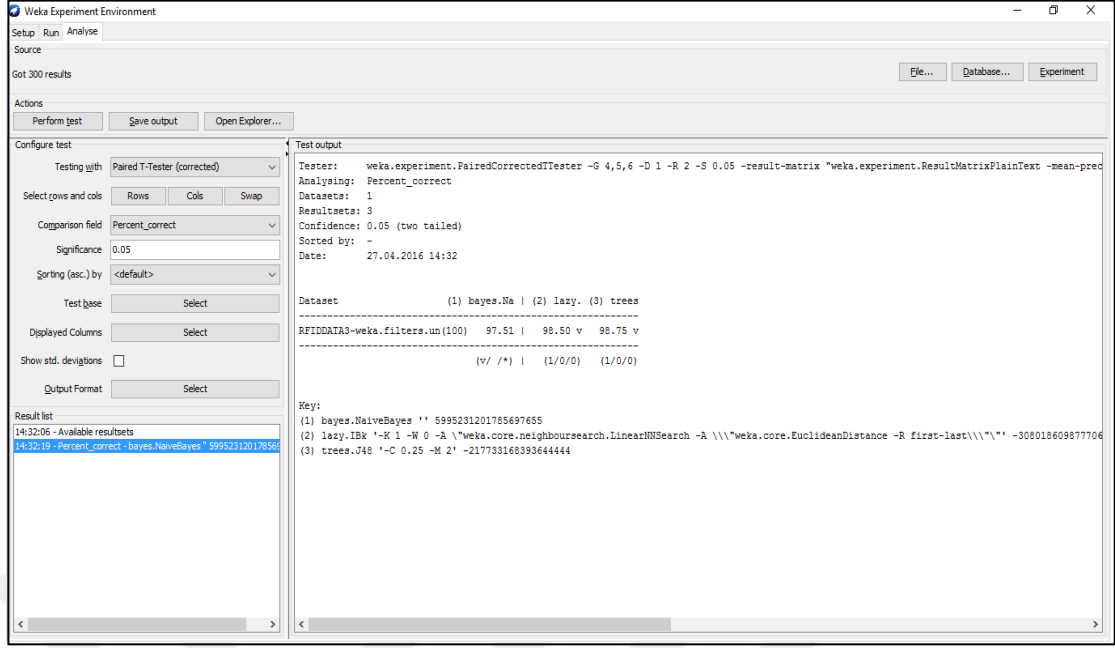


Şekil 4.20. Weka knowledgeflow environment ile sınıflandırma

Veri madenciliği uygulamalarında, sıklıkla geliştirilen bir algoritmanın birden fazla veri seti üzerindeki başarımlarının gösterilmesi veya birden fazla algoritmanın aynı veri seti üzerindeki başarımlarının kıyaslanması için Weka'nın "Experimenter" ekranı kullanılmaktadır. Experimenter ekranı sadece sınıflandırma algoritmalarının performanslarını karşılaştırabilir.

Yukarıda kullanılan algoritmaların performansları değerlendirildiğinde Şekil 4.20'de ekran görseli verilen aşağıdaki sonuç alınmaktadır:

Dataset (1) bayes.Na | (2) lazy. (3) trees  
 RFIDDATA3-weka.filters.un(100) 97.51 | 98.50 v 98.75 v  
 (v/ /\*) | (1/0/0) (1/0/0)



Şekil 4.21. Sınıflandırma algoritmaları performans çıktısı

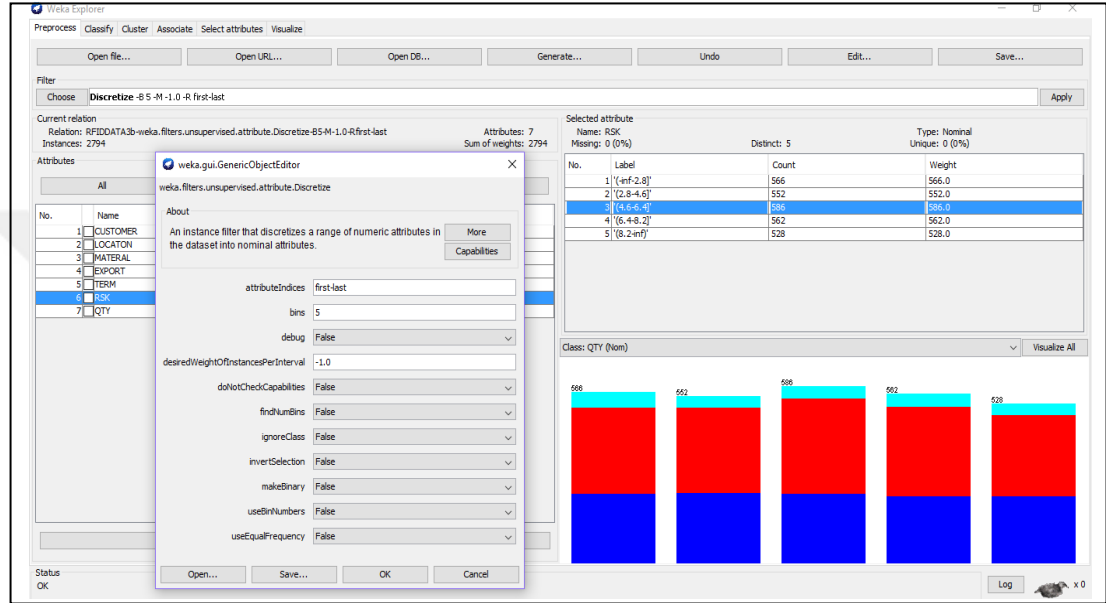
(1) İle işaretlenen algoritma temel alınarak (2) ve (3) yazan algoritmalar ile karşılaştırılacak. (v/ /\*) ” V” işareti “significantly better-Victory” yani “kazanan”, “ \* ” işareti ise “significantly poor” yani “kaybeden” olarak temsil edilmektedir. ”/” bu aralık “boşluk” olarak temsil edilir. Kesin bir kıyaslama yapılamayacağı anlamına gelmektedir.

Test sonuçlarına göre J48 algoritması “V” kazanan algoritmadır. Yani yukarıda sınıflandırma ve sınıf etiketi tahmini yapmak için J48 algoritması kullanılması uygun bir tercih olmuştur.

Esas olarak RFID sistemin oluşturduğu veri seti “big data” aşamasına geldiğinde veya yaklaştığında müşterilerin satış rakamlarına göre sınıflandırılması, sınıf etiketlerinin tahmini J48 algoritması ile yapılması önerilecektir.

Aynı şekilde müşterilerin ödeme vadeleri, satış miktarları, lokasyon gibi bilgilerine göre risk sınıflarına ayrılması istendiğinde seçilen algoritmalarla yukarıdaki model uygulanabilir. Yukarıdaki modelde belirlenen satış gruplarına risk durumları da eklenerek yeni müşterilerin lokasyon, ürün çeşidi gibi niteliklere göre risk analizleri yapılabilir.

RFID veri seti yazılıma yüklenip discretize düzeltilmesi yapılarak veri seti analize uygun hale getirilmektedir. Şekil 4.21’de discretize yani kesikli hale getirilen veri 5 gruba ayrılmaktadır. Bunlar; en az, az, özel, çok en çok olarak belirtilmiştir. İlk veri setinde yani kesikli hale getirilmeden önce firma risk için 1-10 arası bir puanlama yapmıştır. Puanlama için tedarik zincirinin belirlediği firmaya özgü bir puanlama tekniği kullanılmıştır.



Şekil 4.22. RFID veri seti kesikli hale getirme işlemi

Risk analizi için de yukarıda kullanılan J48, IBk ve Naive Bayes algoritmaları kullanılmıştır. Algoritmalar çalıştırıldığında ve sonuçları test edildiğinde aşağıdaki değerlendirme ortaya çıkmaktadır:

Dataset (1) trees.J4 | (2) lazy. (3) bayes  
 RFIDDATA3b-weka.filters.u (100) 19.79 | 19.31 \* 19.22 \*  
 (v/\*) | (0/0/1) (0/0/1)

Yeni verimize göre de J48 karar ağacı algoritmasının kullanılması doğru sınıflandırma için uygun olmaktadır.

Aşağıdaki Tablo 4.13, Tablo 4.14 ve Tablo 4.15 ‘teki “Karışıklık Matrisleri” 2794 adetlik veri setinin sınıflandırma algoritmaları ile çalıştırılması sonucu hesaplanmıştır.

Tablo 4.13. J48 karar ağacı ile risk analizi karışıklık matrisi

	Tahmin Edilen					Toplam	Sınıf
	a	b	c	d	e		
Gerçek	151	123	148	93	51	566	a=En Az
	137	149	132	79	55	552	b=Az
	159	117	155	92	63	586	c=Ozel
	153	125	152	70	62	562	d=Cok
	136	117	155	77	43	528	e=En Çok
Toplam	736	631	742	411	274		

Tablo 4.14. IBk en yakın k komşu algoritması ile risk analizi karışıklık matrisi

	Tahmin Edilen					Toplam	Sınıf
	a	b	c	d	e		
Gerçek	160	113	149	90	54	566	a=En Az
	148	139	149	75	41	552	b=Az
	178	136	158	69	45	586	c=Ozel
	151	138	167	59	47	562	d=Cok
	147	112	169	69	31	528	e=En Çok
Toplam	784	638	792	362	218		

Tablo 4.15. Naive bayes algoritması ile risk analizi karışıklık matrisi

	Tahmin Edilen					Toplam	Sınıf
	a	b	c	d	e		
Gerçek	112	123	135	101	95	566	a=En Az
	113	134	114	89	102	552	b=Az
	126	109	144	98	109	586	c=Ozel
	122	128	130	83	99	562	d=Cok
	101	130	138	82	77	528	e=En Çok
Toplam	574	624	661	453	482	2794	

Firma müşterileri sınıf etiketleri en az'dan en çok olacak şekilde risk durumlarına göre sınıflandırılmak istediğinde performansı en yüksek olan J48 karar ağacı algoritmasını kullanılmaktadır. Şekil 4.25'te Weka anasayfasında bulunan edit listesinde algoritmanın sınıflandırma listesi görülmektedir.

No.	1: CUSTOMER Nominal	2: LOCATON Nominal	3: MATERAL Nominal	4: EXPORT Nominal	5: TERM Nominal	6: RSK Nominal
1	NAMSA	USAKanadauK	5F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREY	international	A001	ENAZ
2	NAMSA	USAKanadauK	5F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREY	international	A001	ENAZ
3	NAMSA	USAKanadauK	6F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREEN	international	A001	COK
4	NAMSA	USAKanadauK	6F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREEN	international	A001	ENCOK
5	NAMSA	USAKanadauK	7F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS ORANGE	international	A001	ENAZ
6	NAMSA	USAKanadauK	7F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS ORANGE	international	A001	ENAZ
7	NAMSA	USAKanadauK	8F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS BLUE	international	A001	COK
8	NAMSA	USAKanadauK	8F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS BLUE	international	A001	OZEL
9	Alvimedica	Türkiye	ACRO ELECTRODE J0 024XS65XL600MM	Domestic	V090	AZ
10	Alvimedica	Türkiye	ACRO ELECTRODE J0 024XS65XL600MM	Domestic	V090	ENAZ
11	CARDIoTEC ...	LATAM	ALVISION IMA 5F 10 PACK	international	A001	AZ
12	ALVIMEDICA ...	Avrupa	ALVISION JL 60 4F 5PACK	international	A001	ENCOK
13	Crowne Plaz...	Avrupa	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	international	A001	ENCOK
14	Vascular The...	Avrupa	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	international	A001	ENCOK
15	Alvimedica	Türkiye	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	Domestic	V090	ENAZ
16	Alvimedica	Türkiye	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	Domestic	V090	OZEL
17	Alvimedica	Türkiye	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	Domestic	V090	ENCOK
18	Alvimedica	Türkiye	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	Domestic	V090	OZEL
19	AlvimedicaSales	Avrupa	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	international	V180	AZ
20	AlvimedicaSales	Avrupa	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	international	V180	OZEL
21	ALATAM URU...	LATAM	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	international	V180	ENCOK
22	ALATAM URU...	LATAM	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	international	V180	COK
23	AlvImedIca ...	Avrupa	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	international	V180	ENCOK
24	AngIopro GMBH	Avrupa	ALVISION JL 40 4F 5 PACK	international	V045	AZ

Şekil 4.23. Weka J48 algoritması sınıflandırma listesi

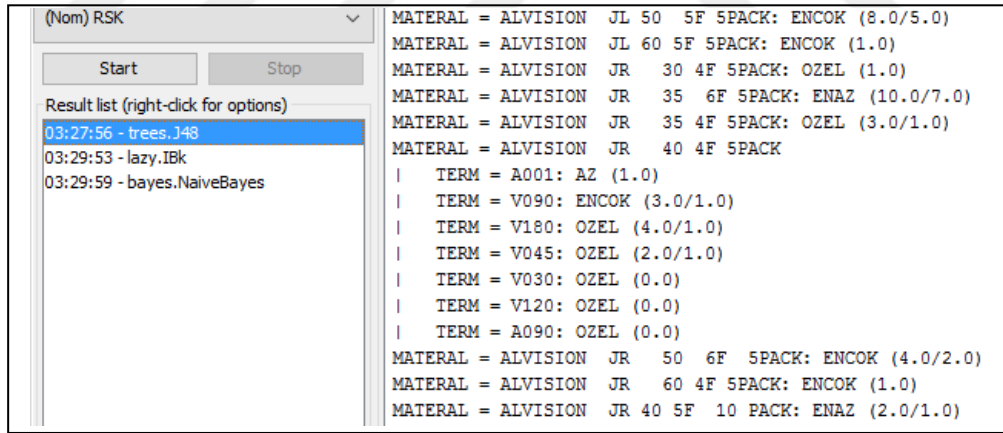
Şekil 4.26'da sınıflandırma listesinin ilk 8 verisi verilmektedir. Verilen bu kısım incelendiğinde müşterinin lokasyonunun, satın aldığı ürün ismi, satış şekli ödeme vadesi ve bunlara bağlı olarak risk durumu görülmektedir. Algoritmaya göre risk sütunu sınıf etiketini belirtmektedir. Yani mevcut bir müşteri risk durumuna göre hangi sınıftadır bilgisine veya yeni eklenecek bir müşteri kayıt bilgilerine göre hangi sınıfta yer alacak tahmini algoritma sonuçlarına göre yapılabilir.

No	CUSTOMER	LOCATON	MATERAL	EXPORT	TERM	RSK
1	NAMSA	USAKanadauK	5F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREY	international	A001	ENAZ
2	NAMSA	USAKanadauK	5F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREY	international	A001	ENAZ
3	NAMSA	USAKanadauK	6F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREEN	international	A001	COK
4	NAMSA	USAKanadauK	6F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS GREEN	international	A001	ENCOK
5	NAMSA	USAKanadauK	7F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS ORANGE	international	A001	ENAZ
6	NAMSA	USAKanadauK	7F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS ORANGE	international	A001	ENAZ
7	NAMSA	USAKanadauK	8F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS BLUE	international	A001	COK
8	NAMSA	USAKanadauK	8F BLUE PLUS LUER HUB FEMALE ABS BLUE	international	A001	OZEL

Şekil 4.24. Weka sınıflandırma listesi ilk 8 veri

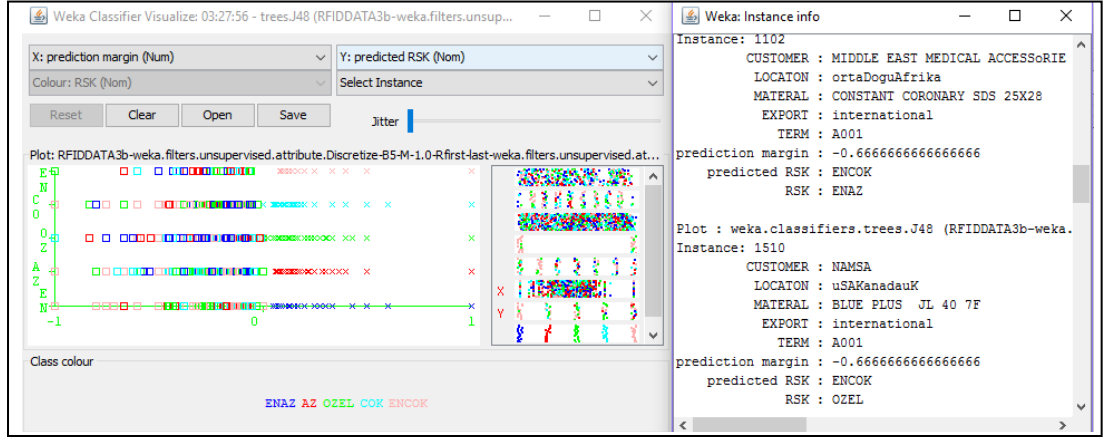
Algoritma çalışırken hangi müşteriyi hangi risk durumuna atayacağı numerik verilere göre belirlenmektedir. Şekil 4.27’de gösterildiği gibi algoritmanın tüm eğitim datasından türettiği budanmış karar ağacına göre;

- Eğer ürün Alvision JI 50 5F 5Pack olursa, Risk Durumu ENÇOK nümerik olarakta 5-8 grubuna dahil olmaktadır.
- Eğer ürün Alvision Jr 40 4F 5Pack olursa dallanarak Term’e verilerine geçilmektedir. Term, ödeme vadesi bilgisi içerir ve sınıf etiketi term bilgisinden sonra belirlenir.
  - A001 →Peşin→ Az (1.0) Risk
  - V30→ 30 gün vade → Özel (0.0) Risk
  - V45→ 45 gün vade→Özel Risk
  - V90→ 90 gün vade→Ençok Risk
  - V120→ 120 gün vade→Özel Risk
  - V180→ 180 gün vade → Özel (4.0 /1.0) Risk
  - A090→Peşinat + Kalanı 90 gün vade →Özel Risk



Şekil 4.25. J48 Karar ağacı dallanma text görseli

Algoritma hatalı tahminleme yapabilir. Şekil 4.28’de hatalı sınıflandırmanın visualizer görselleştirici özelliği ile gösterimi verilmiştir. Şekilde yandaki listede örnek olarak Middle East firmasının Constant ürününü aldığı satışın “ ENÇOK” olarak tahmin edilen risk durumunun aslında en az risk duruma sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.26. Hatalı tahminlerin görsel ve liste gösterimi

Hatalı tahminlerin en aza indirilmesi için veri setinde bir model değişikliği yapılması gerekebilir. Bu durum kullanılan algoritmaların değiştirilmesi, veri setinin değiştirilmesi ya da veri setinde bulunan bilgilerin sınıflandırmaya özgü hale getirilmesi gibi seçeneklerle sağlanabilir.

Veri setinin giderek büyümesi ve karmaşık hale gelmesi ile kümeleme algoritmaları uygulamak anlamlı sonuçlar vermektedir. Ayrıca ilerleyen süreçte satış fişlerinin oluşması ile Sepet Analizi, Apriori algoritması uygulanarak birliktelik analizleri yapılabilir. Üretilen stent hangi hastaya, hangi balon ve katater ile verilmiş ve hangi ilaç iletilmiş bilgisi bir satış fişini oluşturabilir. Veri madenciliği yöntemleri ile son kullanıcıya kadar ürün analizleri yapılabilir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

RFID teknolojileri, takip sistemleri içinde liste başında görülmektedir. Kablosuz veri alışverişi teknolojileri üreten firmalar giderek pazar paylarını arttırmakta ve bütünleşik çözümler sunarak perakende sektöründen lojistik sektörüne, sağlık sektöründen güvenlik sektörüne kadar yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle perakende sektörünün lideri konumundaki Metro, Real vd. gibi firmalar geleceğin mağazaları (Future Stores) olarak bilinen RFID teknolojisi ile yönetilen mağazalar açmaktadırlar. Planlamalara göre 2020 yılından sonra birçok ülkede örnek “Geleceğin Mağazaları” açılacağı öngörülmektedir. Lojistik firmaları depolama alanlarını daha etkin yönetmek için RFID teknolojilerine büyük yatırımlar yapmaktadırlar. Sağlık sektörünün de üretimden dağıtım ve depolamaya kadar birçok aşamasında RFID takibi ile karşılaşmak artık mümkün hale gelmiştir. RFID teknolojisi askeri uygulamalar kökenli olması nedeniyle orduların lojistik yönetimlerinde çok önemli bir etmen olarak yerini almıştır.

Tedarik zinciri yönetiminin başarısı sektöründe başarılı olmak isteyen tüm firmaların hedeflerinden biridir. İddialı firmalar TZY için özel bütçeler ayırmakta, lojistik operasyonlarındaki güçlerini arttırmaya özen göstermektedirler. Bunun yolu da hızlı, doğru ve hatasız operasyonlarla verimli sonuçlar elde etmekten geçmektedir. RFID teknolojileri ile bu hedeflere ulaşmak için önemli bir adım atılmış olmaktadır. Sistemin faydaları kısaca tedarik zincirinin gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve yönetilmesi, ürün hakkında kesin bilgilerin elde edilmesi, stok yönetiminin daha az çalışan ile sağlanması ve bunun sonucunda işçilik maliyetlerinin düşmesi, müşteri memnuniyetinin sağlanması, hata oranlarının azaltılması olarak sıralanabilir.

Kısmen yeni bir teknoloji olarak kabul edilen RFID yaygınlaşma aşamasında olması nedeniyle başlangıç maliyetleri yüksek bir teknolojidir. Özellikle yakınma bakanlığının 2014 verilerine göre ülkemizdeki imalat sanayiinde üretimin yüzde 3.5’i yüksek teknoloji ürünlerden oluşmaktadır. Yüzde 39.1’i düşük, yüzde 33.2’si ortanın altı, yüzde 24.1’i ortanın üstü teknoloji ürünüdür. İhraç ettiğimiz imalat sanayii ürünlerinde yüksek teknoloji ürünlerin payı sadece yüzde 3.7 oranındadır.



Avrupa Birliği ülkelerinin toplam ihracatlarında ileri teknoloji ürünlerinin payı yüzde 19.8, ortanın üstü teknoloji ürünlerinin payı ise yüzde 41.1 oranındadır. Bu durumda ithal teknoloji ürünlerinin fiyatlarının çok yüksek olması kaçınılmazdır. İthal teknoloji ile yerli projeler yapmanın maliyeti maalesef proje üreten firmalara ve dolayısıyla da bu projelerin müşterilerine yansımaktadır. RFID takip sistemlerinin en önemli dezavantajı maliyetleridir zaten.

Uygulama önerisinin başarısı işçilik maliyetlerinin azaltılmasında öngörülen fırsat ve firmanın rakiplerine teknolojik olarak üstünlük sağlama isteğiyle ilişkilendirilebilir. RFID etiket maliyetlerinin birim ürün maliyetine yansıtacağı marjinal maliyet ürünlerin tıbbi teknoloji niteliğinde olması nedeniyle ön plana çıkmamaktadır. Bu projenin uygulanabilir olmasını destekleyen bir noktadır.

Yapılan ROI analizinde firmanın RFID takip sistemi için toplamı 863bin TL olan ilk yatırım maliyeti ile uygulama gerçekleştirilebilir. Yatırımın 2. yıldan itibaren maliyetlerde yaşanacak iyileştirmeler ile avantaja geçeceği, karlılığın ve müşteri memnuniyetinin de artacağı anlaşılmaktadır. Firmanın 2 fabrika 12 dağıtım merkezinin toplamında elde edeceği avantaj 770bin TL civarında olması öngörülmektedir. Bu maliyetlerin %74 'ü işçilik maliyetidir. Firma gümrüklü bölgede olması nedeniyle stok bilgilerinin sürekli güncel tutuluyor olması gerekmektedir. Güncelliğin sürekliliği sık aralıklarla ve doğru sayım demektir. Firma RFID takip sistemi ile bu hedefi daha az maliyet ve işgücü ile yakalama fırsatına sahiptir.

Stok hareketlerindeki hatalardan kaynaklanan maliyetler önerilen sistemde tamamen ortadan kalkacaktır. Ürün depoya girdiğinde envantere girecek, depodan çıktığında o deponun envanterinden çıkacak ve gönderildiği deponun envanterine dahil olacaktır. Genellikle lojistik operasyonların depo kısmında gelen ürünlerin bir yerde bekletilerek envantere geç yazılması veya tamamen unutulmuş olarak envanter dışı bekletilmesi bir hata olarak gözlemlenir. RFID takip sisteminde bu durumda tamamen ortadan kalkacaktır. Çünkü ürün depo girişinde RFID sistem unsurları tarafından tespit edilerek envantere girişlerinin yapılması için sistemi uyaracaktır. Ana depolarda ürün girişlerinin yapıldığı kapılar ERP sistemi ve RFID web arayüzü

tarafından onaylanmadan alarmsız açılmayacağı için izinsiz ürünün dışarı çıkması da engellenmiş olacaktır.

Yatırımın gerçekleştirilmesi için finansal bir temelinin de olması gerekmektedir. Yatırımın finansal olarak temellendirmek için fayda-maliyet analiz yöntemlerinden Net Bugünkü Değer Analizi tekniği kullanılmıştır. Sonuçta NBD değerinin 0'dan büyük olması kuralının sağlandığı görülmüştür. NBD değeri 12 yıllık bir ekonomik ömür için 1.435.314 TL olarak hesaplanmıştır. Bu değer sıfırdan büyük olduğu için bu yatırım projesinin finansal açıdan kabul edilebilir olduğu gösterilmiştir. Finansal analiz yöntemine göre projenin NBD değerinin 3. Yılda sonra pozitifte geçtiği görülmektedir. Yani 3. Yılda sonra yapılan yatırım karlı konuma geçecektir. bu sonuç önerinin uygulanabilirliği için bir başka destek noktası olmuştur.

Firma ayrıntılı olarak incelenen maliyetlerini düşürürken müşteri memnuniyetini yükseltecektir. Yatırımın mevcut duruma kıyasla kısa vadede avantaja dönüşeceği görülmektedir. Firma rakiplerinin teknolojik olarak bir adım önüne geçecektir.

RFID sistemleri mevcut takip sistemlerinin yerini alacağı öngörüldüğü için bu teknolojiyle rakiplerden önce tanışarak pilot uygulamalar ile geleceğe şimdiden uyum sağlamak stratejik bir karardır.

Yöneticiler stratejik kararlar alırken Karar Destek Sistemleri (KDD) olarak adlandırılan çeşitli uygulamalar, yazılımlar, raporlama teknikleri kullanırlar. Veri madenciliği yöntemi bu uygulamalar içinde en popüler olanıdır.

Uygulamamızın bir diğer yanı RFID ile elde edilen veri setlerini yöneticilerin stratejik kararlarında kullanabileceği bir bilgi haline getirmektir. Önerilen modelde ürünler satış oranlarına göre J48 karar ağacı algoritması kullanılarak A grubu, B gurubu ve C grubu olarak sınıflandırılmıştır. Veri niteliğine ve firmanın talebine göre sınıf sayısı arttırılabilir veya azaltılabilir. Burada önemli olan firmanın müşterilerini sınıflandırırken sınıf etiketi olarak hangi nominal değeri kullanmak istediğidir. Veri madenciliği tekniği açısından sınıflandırma yapılırken numerik yani sayısal değerlerin nominal değerlere çevrilmesi gerekmektedir. Yukarıdaki veri mandenciliği uygulamasında QTY-miktar verileri satış baremlerine göre kesikli hale getirilerek algoritma uygulanmıştır.

Satış miktarlarına göre sınıflandırma sonucu sınıf etiketleri A,B ve C olarak belirtilmiştir. Firma satış sistemine dahil edeceği müşterinin ön bilgilerini alarak müşterinin hangi satış grubuna ait olacağını tahminleyebilir. Bu bilgiye göre müşteriyi ilgili satış temsilcisine, distribütöre yönlendirebilir. Satış gruplarının sayısını kontrol altında tutarak karlı gruplara yoğunlaşabilmek için çeşitli yöntemlerin planlaması yapılabilir. Depolardan yapılan aylık ürün çıkış rakamlarına göre müşterilerin tamamına bu sınıflandırma uygulanabilir ve finansal analizlerde, raporlarda bu bilgidan faydalanmak mümkün olabilir.

Firmaya önerilen diğer sınıflandırma uygulaması firmaları risk gruplarına ayırmak olmuştur. Veri seti en yakın k-komşu, karar ağacı ve naive bayes algortimaları ile çalıştırılmıştır. Sonuçlar Weka Experimenter ile test edildiğinde J48 karar ağacı algoritmasının sınıflandırma performansının en yüksek olduğu görülmüştür. Sonuçları değerlendirirken J48 dikkate alınmıştır. Algoritma uygulanmadan önce müşterilerin risk katsayıları 1-10 arasında puanlanmıştır. Sınıflandırma için verilerin "numeric", "nominal" dönüşümü yapılarak sınıf etiketleri "en az, az, özel, çok, en çok" olarak keskili hale getirilmiştir. Algortima çalıştırıldığında risk grupları yapılan her satış için aşağıdaki sınıf etiketlerine dağıtılmıştır. Toplamda 2794 çıkış işlemi RFID sunucusunda toplanmıştır. Bunlar;

En az → 736

Az → 631

Özel → 742

Çok → 411

En çok → 274 adet olarak dağılmıştır.

Sınıf büyüklüğüne göre risk dağılımı "Özel" isimli sınıf etiketinde yoğunlaşmıştır. Sonra "En az", "Az", "Çok", "En çok" olarak sıralanmıştır. Buna göre müşterilerin %26,5 'i "Özel" risk grubunda yer almaktadır. "Özel" denilmesinin sebebi müşterilerin veya ürünün satış temsilcisi tarafından satış stratejisi nedeniyle "Özel" olarak tanımlanmasıdır. Sınıflandırma yapılırken bu durum dikkate alınmıştır. Görüldüğü gibi rekabetin çok yoğun yaşanması satış temsilcisinin inisiyatif almasını zorunlu kılmıştır. ERP'ye yapılan satış sonrası raporlamada satış temsilcisi ödeme vadesini müşterinin durumuna göre seçmektedir. Firmanın finans poltikası en fazla

45 gün vadeyi uygun bulurken rekabet şartları nedeniyle esneklik yapıldığı görülmektedir.

“En çok” risk grubu %9,8 ‘luk bir dilimde sınıflandırılmıştır. Bu oran uygulama yapılan firma için uygun mudur? Karar yöneticilerde olacaktır ancak bu oranın azaltılması bir hedef olarak belirlenebilir. Müşteri kaybederek azaltılması değil müşterinin riskli bulunduğu durumlar müşteri ile anlaşarak belki de zamana yayarak ortadan kaldırılabilir. Bu gruba %14,7 ‘lik “Çok” risk grubu da eklenerek ortak çözüm aranabilir.

“En az” risk grubu %26,3’lik bir oranda sınıflandırılmıştır. Bu orana %22,6’lık “Az” risk grubunu dahil ederek yorum yapılabilir. Yani %49 ‘luk bir oranda risk grubu düşük satışlar yapıldığı görülmektedir. Bu aslında her firma için olması gereken bir durumdur. Yani düşük riskli satış yapmak en ideal durumdur. Tabi bazı durumlarda yüksek risk göze alınarak yüksek kazanç elde edilebilir ancak stratejik yönetim açısından bakıldığında risk minimize edilmesi gereken bir katsayıdır.

Veri madenciliği teknikleri yatırım planlamasında daha etkin kullanıldığında risk faktörleri daha ayrıntılı olarak belirlenerek firmanın olası kazanç bölgelerine yönelmesi için bir dayanak oluşturabilir.

Veri madenciliğinin sadece satış departmanlarının kullandığı bir analiz yöntemi olmadığı veri yığını oluşan üretim ve hizmet sektörlerinde stratejik planlamalar yapılması ve yapılan işin sonuçlarının değerlendirilmesi için uygulanabilir bir yöntem olduğu bilinmelidir.

## KAYNAKLAR

Akbulut S., Veri Madenciliği Teknikleri ile Bir Kozmetik Markanın Ayrılan Müşteri Analizi ve Müşteri Segmentasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006, 180239.

Akpınar H., Veritabanlarında bilgi keşfi ve veri madenciliği, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 2000, **29**.

Albayrak A. S., Yılmaz Ş. K., Veri Madenciliği: Karar Ağacı Algoritmaları Ve İMKB Verileri Üzerine Bir Uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2009, **14**, 31-52.

Albayrak M., EEG Sinyallerindeki Epileptiform Aktivitenin Veri Madenciliği Süreci ile Tespiti, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2008, 216012.

Alex A. Freitas, *Data Mining and Knowledge Discovery with Evolutionary Algorithms*, 1st ed., Springer-Verlag, Germany, 2002.

Anderberg M. R., *Cluster Analysis for Applications*. 1st ed., Academic Press, NewYork, 553–555, 1973.

Arbak Y., Örgütlerde Bilgisayar Destekli Bilgi Sistemlerinin İncelenmesine Yönelik Kurumsal Bir Yaklaşım, *Verimlilik Dergisi*, 1995, **1**, 71-90.

Argüden Y., Erşahin B., *Veri Madenciliği Veriden Bilgiye, Masraftan Değere*, ARGE Danışmanlık Yayınları, İstanbul, 2008.

Aslan M. H., Eğitim Finansmanının Ekonomi Politikası ve Yükseköğretimde Adil ve Etkin Finansman Politikaları, *Liberal Düşünce Dergisi*, 2002, **28**(7), 225- 246.

Atbaş A. C., Kümeleme analizinde küme sayısının belirlenmesi üzerine bir çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008, 233366.

Bektaş B., Rfid Ve Xbee Tabanlı Depo Yönetim Sistemi Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2014, 377248.

Bhatt H., Glover B., *RFID Essentials*, 3rd ed., O'Reilly Publishing, Sebastopol, 2006.

Bhuptani M. and Moradpour S., *RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems*, Sun Microsystems Press, New Jersey, 2005

Bilgin T. T., Çamurcu A. Y., Çok Boyutlu Veri Görselleştirme Teknikleri, *Akademik Bilişim 2008*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, 30 Ocak - 01 Şubat 2008.

Blashfield R. K., Aldenferder M. S., *The Literature on Cluster Analysis*, Multivariate Behavioral Research, New York, 271-295, 1978.

Chow K. H., Choy K. L., Lee W. B., Lau, K. C., Design of a case based resource management system for warehouse operations, *Expert Systems with Applications*, 2006, **30**, 561-576.

Cover T. M., Hart P. E., Nearest neighbor pattern classification., *IEEE Transactions on Information Theory*, 1967, **13**(1), 21-27.

Çakmak Z., Uzgören N., Keçek G., Kümeleme Analizi Teknikleri ile İllerin Kültürel Yapılarına Göre Sınıflandırılması ve Değişimlerinin İncelenmesi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2005, **12**, 15-36.

Çalışkan S. K., Soğukpınar İ., KxKNN: K-Means ve K En Yakın Komşu Yöntemleri ile Ağlarda Nüfuz Tespiti, *2. Ağ ve Bilgi Güvenliği Sempozyumu*, Girne, 16-18 Mayıs 2008.

Çelik A., Akgemci T., *Yönetim Bilişim Sistemleri*, Gazi Kitabevi, Ankara, 2010.

Danacı M., Çelik M., Akaya A. E., Veri Madenciliği Yöntemleri Kullanılarak Meme Kanseri Hücrelerinin Tahmin ve Teşhisi, *Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu*, Kayseri, 21-24 Haziran 2010.

Demirağ A., E-Dönüşüm Sürecinde Veri Tabanı Yönetim Sistemleri Ve Veri Ambarları Üniversite Öğrenci Veri Tabanı Yönetim Sisteminin Kullanıcı ve Sosyal Boyutları Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2010, 273577.

Demirel M., Automatic Identification System: A RFID Practice at Automotive industry, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 2013, 334852.

Dener M., Dörterler M., Orman A., Açık Kaynak Kodlu Veri Madenciliği Programları: Weka'da Örnek Uygulama, *SDU Teknik Bilimler Dergisi*, 2012, **4**(2), 21-39.

Dibb S., Market Segmentation: Strategies for success, *Marketing Intelligence & Planning*, 1998, **16**(7), 394-406.

Doğan Y., A Data Mining Based Classification Algorithm for Tactical Underwater Sensor Networks, Yüksek Lisans Tezi, Turkish Naval Academy, Computer Engineering, 2004, 150529.

Elshayeb S., Hasnan K., Yen C. Y., RFID Technology and Zigbee Networking in Improving Supply Chain Traceability, *Instrumentation, Communications*,

*Information Technology and Biomedical Engineering (ICICI-BME) International Conference*, Malaysia, 23 November 2009.

Emel G. G., Taşkın Ç., Veri Madenciliğinde Karar Ağaçları ve Bir Satış Analizi Uygulaması, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2005, **6**, 221-239.

Ertek G., *Depolama Sistemleri; Uluslararası Lojistik*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2012.

Everitt B., Landau S., Leese M., *Cluster Analysis*, Oxford University Press, London, 2001.

Finkenzeller K., *RFID Handbook*, Wiley Press, New York, 2002.

Ganesh S., Data Mining: Should it be Included in The Statistics Curriculum?, *The Sixth International Conference on Teaching Statistics, ICOTS-6*, Cape Town, South Africa, 7–12 July 2002.

Garfinkel S., *An RFID Bill of Rights*, Technology Review, New York, 35-102, 2002.

Glover B., Bhatt H., *RFID Essentials*, 1st ed., O'Reilly Media Inc., A.B.D., 2006.

Gölpek F., Yükseköğretim Finansmanında Fayda-Maliyet Analizi, *Ekev Akademi Dergisi*, 2010, **44**(14), 323-343.

Guler E., Depo Yönetiminde Bilgi Teknolojileri Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 223553.

Gülçe G., Veri Ambarı Ve Veri Madenciliği Teknikleri Kullanılarak Öğrenci Karar Destek Sistemi Oluşturma, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 2010, 275300.

Hair J. F., Black W. C., Babin B., Anderson R. E., Tatham, R. L., *Multivariate Data Analysis*, 6th ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2006.

Han J., Kamber M., *Data Mining Concepts And Techniques*, 2nd ed., Morgan Kauffmann, San Francisco, 2006.

Hartigan J.A., *Clustering Algorithms*, Wiley, New York, 1975.

Henrici D., Müller P., Tackling Security And Privacy Issues In Radio Frequency Identification Devices, *Second International Conference PERVASIVE 2004*, Vienna, Austria, 21–23 Nisan 2004.

Hubert L., Approximate Evaluation Techniques for the Single-Link and Complete-Link Hierarchical Clustering Procedures, *Journal of the American Statistical Association*, 1974, **69**, 698-704.

Hunt V. D., Puglia A., Puglia M., *A RFID-A Guide To Radio Frequency Identification*, A John Wiley & Sons Inc., Publications, New York, 86, 2007.

John F., Introduction to Communication Studies, y.y, 2nd ed., Routledge, New York 1998.

Johnson A. R., Wichern D.W., *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Prentice-Hall International Editions, New Jersey, 1988.

Jong E., *RFID Hardware Survey 2005: Is UHF Technology Ready For European Adoption*, Logicacmg, Amstelveen, Netherlands, 2005.

Kalıkov A., Veri Madenciliği ve Bir E-Ticaret Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006, 180400.

Kalogirou S. A., Applications of artificial neural-networks for energy systems, *Applied Energy*, 2000, **67**, 17-35.

Karacan H., Yeşilbudak M., Kullanıcı Merkezli İnteraktif Veri Madenciliği: Bir Literatür Taraması, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 2010, **3**, 17-22.

Kaya M., Özel S. A., Akademik Bilişim, 14 - XVI. Akademik Bilişim Konferansı, Mersin Üniversitesi, Türkiye, 5-7 Şubat 2014,

Kılınç Y., Mining Association Rules For Quality Related Data In An Electronics Company, Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 2009, 237591.

Kirker R., Gardner P., *SCM EWM 5.0 and Future*, FKOM, Las Vegas, 2007.

Kirtiş K., *Pazarlama İlkeleri*, 2.Baskı, İnönü Üniversitesi Matbaası, Malatya, 1994.

Kleist R. A., Chapman T. A., Sakai D. A., Jarvis B. S., *RFID Labeling: Smart Labeling Concepts & Applications for the Consumer Packaged Goods Supply Chain*, Printronix Inc Press, Irvine, 2005.

Knospe H., Pohl H., RFID Security, *Information Security Technical Report*, 2004, **41(9)**, 39-50.

Konuralp Ş. M., Depo Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Üretim Yönetimi Ana Bilim Dalı, İstanbul, 1993, 25844.

Kounen D., Data Mining and Statistic: What is the Connection?, *The Data Administration Newsletter*, 2004, **30**, 2-6.

Koyuncuğil A. S., Veri Madenciliği veya Bir Başka Deyişle Akıllı Algoritmalarla İstatistik Kullanımı, *Emniyet Genel Müdürlüğü Polis Dergisi Bilişim Özel Sayısı*, 2004, **37**, 38-40.

Kudyba S., *Managing Data Mining*, CyberTech Publishing, USA, 146-163, 2004.

Kumar D., Bhardwaj D., Rise of Data Mining: Current and Future Application Areas, *CSI International Journal of Computer Science Issues*, 2011, **8(5)**, 256-260.



Kuru M., Otomatik Tanıma-Veri Toplama Sistemlerinde Rfid Teknolojisi Ve Örnek Bir Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010, 275859.

Lahiri S., *RFID Sourcebook*, IBM pres, Massachusetts, 2005.

Larissa T. Moss, *Business Intelligence Roadmap: The Complete Project Lifecycle for Decision- Support Applications*, Addison Wesley, Germany, 312-313, 2003.

Linoff G. S., Berry M. J. A., *Data Mining Techniques For Marketing, Sales And Customer Relationship Management*, 3rd ed., Wiley, Canada, 2011.

Lovell M., *Data Mining, The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, USA, 1983.

Maimon O. Z., Rokach L., *Data Mining and Knowledge Discovery Hand-book*, Springer Science Business Media, USA, 2005.

Malkoç E., Depo Yönetim Sistemlerinde Kullanılan Otomatik Tanıma Ve Veri Toplama Teknolojileri İle RFID Etiketleme, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 172232.

Maraşlı F., Çıbuk M., *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2015, **4**(2), 249-275.

Mitchell T., *Machine Learning*, McGraw Hill, New York, 1-12, 1997.

Myerson J. M., *RFID In The Supply Chain: A Guide To Selection and Implementation*, Auerbach Publications, Philadelphia, 121-183, 2007.

Ngai S. M. T., Cheng T. C. E, Au S., Lai K., Mobile Commerce Integrated with RFID Technology In A Container Depot, *Decision Support Systems*, 2007, **43**, 62-76.

Oğuzlar A., Veri Önışleme, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2003, **21**, 74.

Olgun M. O., Özdemir G., İstatistiksel Özellik Temelli Bayes Sınıflandırıcı Kullanarak Kontrol Grafiklerinde Örüntü Tanıma, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2012, **27**, 303-311.

Önal S., Kök D., *İşletmelerde Bilginin Stratejik Boyutu: Kahramanmaraş Tekstil İşletmelerinde Muhasebe Departmanlarının Stratejik Karar Sürecine Etkinliğinin Araştırılması*, Mert Basımevi, İstanbul, 2002.

Özçakır F. C., Çamurcu A. Y., Birliktelik Kuralı Yöntemi İçin Bir Veri Madenciliği Yazılımı Tasarımı ve Uygulaması, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2007, **12**(6), 21-37.

Özdemir A., Aslay F. Y., Çam H., Veritabanında Bilgi Keşfi Süreci: Gümüşhane Devlet Hastanesi Uygulaması, *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2010, **20**, 347-365.

Özekes S., Veri Madenciliği Modelleri ve Uygulama Alanları, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi*, 2003, **3**, 65-82.

Özgülbaş N., Koyuncugil A. S., *Financial Early Warning System For Risk Detection and Prevention from Financial Crisis,” Surveillance Technologies and Early Warning Systems:Data Mining Applications for Risk Detection*, Idea Group Inc., USA, 76-108, 2010

Özkan Y., *Veri Madenciliği Yöntemleri*, 2.Basım, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2013

Öztemel E., *Yapay Sinir Ağları*, 3. Basım, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2012

Patil M., *Investments in RFID: A Real Options Approach*, Patni Computer Systems, Mumbai, India, 2004.

Patterson D., Liu F., Turner D., Concepcion A., Lynch R., Performance Comparison of the Data Reduction System, *Proceedings of the SPIE Symposium on Defense and Security*, Orlando, USA, March 2008.

Poirier C. C., Mccollum D., *RFID Strategic Implementation And ROI: A Practical Roadmap To Success*. J. Ross Publishing, Florida, 2006.

Roberts C. M., Radio Frequency Identification (RFID), *Computers & Security*, 2006, **25**, 18–26.

Saklıyan B., Lojistik Yönetimi Yazılımları Ve Bir Depo Yönetimi Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005, 166409.

Sancak S., Saldırı Tespit Sistemleri Tekniklerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2008, 220150.

Savaş S., Veri Madenciliği Ve Türkiye’deki Uygulama Örnekleri, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2012, **21**, 1-23.

Sezer E. A., Bozkır A. S., Yağız S., Gökçeoğlu C., Karar Ağacı Derinliğinin CART Algoritmasında Kestirim Kapasitesine Etkisi: Bir Tünel Açma Makinesinin İlerleme Hızı Üzerinde Uygulama, *Akıllı Sistemlerde Yenilikler Ve Uygulamaları Sempozyumu*, Kayseri, Türkiye, 21-24 Haziran 2010.

Shepard S., *RFID: Radio Frequency Identification*, McGraw-Hill, New York, 2005.

Silahtaroglu G., *Veri Madenciliği Kavram ve Algoritmaları*, 2. Basım, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2013

Srikant R., Agrawal R., *Fast Algorithms for Mining Association Rules in Large Databases*, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, USA, 1994.

Sweeney P. J., *RFID For Dummies*, Wiley Publishings, New Jersey, 2005.

Şentürk A., Veri Madenciliği Kavram ve Teknikler, Ekin Kitabevi, Bursa, 2006

Taşkın Ç., Emel G. G., Veri Madenciliğinde Kümeleme Yaklaşımları Ve Kohonen Ağları İle Perakendecilik Sektöründe Bir Uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2010, **15**(3), 395-409.

Tatlıdil H., Uygulamalı Çok Değişkenli Analiz, Akademi Matbaası, Ankara, 329-343, 1996.

Traudes M. K., Scheider S., Rüping S., Meßner H., Spatial Data Mining For Retail Sales Forecasting, *11th AGILE International Conference On Geographic Information Science*, Spain, Girona, 5-8 May 2008.

Ulutaş H., Aktif ve Pasif Rfid'ler Kullanılarak Hastanelerde Yenidoğan Bebekler İçin Güvenlik Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2015, 406130.

URL-1: Bacheldor, B., China Post Deploys EPC RFID System to Track Mailbags, RFIDJournal, <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/2487/1/1>, (Ziyaret Tarihi: 3 Nisan 2016).

URL-2: Baykal A., ve Coşkun C., Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması, İnönü Üniversitesi, <http://ab.org.tr/ab11/bildiri/67.pdf>, (Ziyaret Tarihi: 3 Nisan 2016).

URL-3: Cebeci H.İ., Çağıl G., E-İşletme Açısından Veri Tabanı, Veri Ambarı Ve Örnekleri, Sakarya Üniversitesi, <http://slideplayer.biz.tr/slide/2565521/>, (Ziyaret Tarihi: 5 Nisan 2016).

URL-4: Stephenson B., Binary Response and Logistic Regression Analysis, Iowa State University, [http://public.iastate.edu/~stat415/stephenson/stat415\\_chapter3.pdf](http://public.iastate.edu/~stat415/stephenson/stat415_chapter3.pdf), (Ziyaret Tarihi: 06 Mayıs 2016).

URL-5: Wasserman E., Airbus Grand Plans for RFID, RFID Journal, <http://rfidjournal.com/article/articleview/3661/1/80/>, (Ziyaret Tarihi: 10 Mayıs 2016).

URL-6: Wessel R., Metro Group's Galeria Kaufhof Launches UHF Item-Level Pilot, RFID Journal, <http://rfidjournal.com/article/articleview/3624/>, (Ziyaret Tarihi: 10 Mayıs 2016).

Üreten S., *Üretim/İşlemler Yönetimi*, Kalkan Matbaacılık, Ankara, 2002

Üstündağ A., Radyo Frekans Tanıma (RFID) Teknolojisinin Tedarik Zinciri Üzerindeki Etkileri, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008, 252395.

Witten I. H., Frank E., Hall MA., *Data Mining: Practical Machine Learning Tools And Techniques*, Elsevier, London, 2007

Wu X., *Top 10 Algorithms In Data Mining Knowledge and Information System*, Springer, London, 2008

Yalçın N., Konuşma Tanıma Teorisi Ve Teknikleri, *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2008, **21**, 79-97.

Yaralıoğlu K., *Uygulamada Karar Destek Yöntemleri*, İlkem Ofset, İzmir, 2004

Yavaş G., Using A Data Mining Approach For The Prediction of User Movements in Mobile Environments, Yüksek Lisans Tezi, Bilkent University, Institute of Engineering and Science, 2003, 139268.

Zhong N., Zhou L., *Methodologies for Knowledge Discovery and Data Mining*, Springer Verlag, Berlin, 1999





**EKLER**

Ek -A

## WEKA CLASSIFIER J48 ALGORİTMA ÇIKTISI-SATIŞ GURUBU

Number of Leaves : 1431  
Size of the tree: 1572  
Time taken to build model: 0.16 seconds  
=== Stratified cross-validation ===  
=== Summary ===  
Correctly Classified Instances 952 34.073 %  
Kappa statistic 0.0093  
Mean absolute error 0.4406  
Root mean squared error 0.5461  
Relative absolute error 99.1516 %  
Root relative squared error 115.8579 %  
Coverage of cases (0.95 level) 75.8769 %  
Mean rel. region size (0.95 level) 75.5309 %  
Total Number of Instances 2794

=== Detailed Accuracy By Class ===

Class	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area
	0,438	0,433	0,343	0,438	0,385	0,004	0,504	0,350 AG
	0,297	0,313	0,319	0,297	0,307	-0,017	0,502	0,325 BG
	0,284	0,244	0,363	0,284	0,319	0,043	0,525	0,344 CG
Weighted Avg.	0,341	0,332	0,342	0,341	0,338	0,010	0,510	0,340

=== Confusion Matrix ===

```
a b c <-- classified as
417 310 226 | a = AG
417 274 232 | b = BG
381 276 261 | c = CG
```

## WEKA CLASSIFIER IBK ALGORİTMA ÇIKTISI-SATIŞ GURUBU

Test mode: 10-fold cross-validation  
=== Classifier model (full training set) ===  
IB1 instance-based classifier  
using 1 nearest neighbour(s) for classification  
Time taken to build model: 0 seconds  
=== Stratified cross-validation ===  
=== Summary ===  
Correctly Classified Instances 975 34.8962 %  
Kappa statistic 0.022  
Mean absolute error 0.4306  
Root mean squared error 0.5982  
Relative absolute error 96.8976 %  
Root relative squared error 126.901 %  
Coverage of cases (0.95 level) 55.0823 %  
Mean rel. region size (0.95 level) 53.1377 %  
Total Number of Instances 2794

==== Detailed Accuracy By Class ====

Class	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area
AG	0,405	0,419	0,334	0,405	0,366	-0,013	0,499	0,342
BG	0,341	0,304	0,357	0,341	0,349	0,038	0,538	0,351
CG	0,298	0,256	0,363	0,298	0,328	0,045	0,522	0,355
Weighted Avg.	0,349	0,327	0,351	0,349	0,348	0,023	0,519	0,349

==== Confusion Matrix ====

```
a b c <-- classified as
386 308 259 | a = AG
387 315 221 | b = BG
384 260 274 | c = CG
```

## WEKA CLASSIFIER NAIVE BAYES ALGORİTMA ÇIKTISI-SATIŞ GURUBU

Time taken to build model: 0.04 seconds

==== Stratified cross-validation ====

==== Summary ====

Correctly Classified Instances	942	33.7151 %
Kappa statistic	0.0052	
Mean absolute error	0.4425	
Root mean squared error	0.4876	
Relative absolute error	99.5708 %	
Root relative squared error	103.4365 %	
Coverage of cases (0.95 level)	99.7137 %	
Mean rel. region size (0.95 level)	99.6421 %	
Total Number of Instances	2794	

==== Detailed Accuracy By Class ====

Class	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area
AG	0,364	0,359	0,345	0,364	0,354	0,006	0,510	0,352
BG	0,339	0,346	0,326	0,339	0,332	-0,007	0,510	0,319
CG	0,307	0,290	0,341	0,307	0,323	0,018	0,516	0,340
Weighted Avg.	0,337	0,332	0,337	0,337	0,337	0,005	0,512	0,337

==== Confusion Matrix ====

```
a b c <-- classified as
347 333 273 | a = AG
339 313 271 | b = BG
321 315 282 | c = CG
```

## EK-B

### WEKA CLASSIFIER J48 ALGORİTMA ÇIKTISI-RİSK GURUBU

Number of Leaves : 2296

Size of the tree: 2372

Time taken to build model: 0.03 seconds

=== Stratified cross-validation ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	568	20.3293 %
Kappa statistic	0.0019	
Mean absolute error	0.32	
Root mean squared error	0.4542	
Relative absolute error	100.0435 %	
Root relative squared error	113.5695 %	
Coverage of cases (0.95 level)	69.2555 %	
Mean rel. region size (0.95 level)	68.053 %	
Total Number of Instances	2794	

=== Detailed Accuracy By Class ===

Class	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	
	0,267	0,263	0,205	0,267	0,232	0,004	0,512	0,209	ENAZ
	0,270	0,215	0,236	0,270	0,252	0,052	0,536	0,212	AZ
	0,265	0,266	0,209	0,265	0,233	-0,001	0,500	0,211	OZEL
	0,125	0,153	0,170	0,125	0,144	-0,032	0,487	0,192	COK
	0,081	0,102	0,157	0,081	0,107	-0,027	0,463	0,173	ENCOK
Weighted Avg.	0,203	0,201	0,196	0,203	0,195	-0,001	0,500	0,200	

=== Confusion Matrix ===

```
a b c d e <-- classified as
151 123 148 93 51 | a = ENAZ
137 149 132 79 55 | b = AZ
159 117 155 92 63 | c = OZEL
153 125 152 70 62 | d = COK
136 117 155 77 43 | e = ENCOK
```

### WEKA CLASSIFIER IBk ALGORİTMA ÇIKTISI-RİSK GURUBU

Test mode: 10-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

IB1 instance-based classifier

using 1 nearest neighbour(s) for classification

Time taken to build model: 0 seconds

=== Stratified cross-validation ===



=== Summary ===

Correctly Classified Instances	547	19.5777 %
Kappa statistic	-0.0081	
Mean absolute error	0.3203	
Root mean squared error	0.4589	
Relative absolute error	100.1106 %	
Root relative squared error	114.7524 %	
Coverage of cases (0.95 level)	67.9671 %	
Mean rel. region size (0.95 level)	67.4302 %	
Total Number of Instances	2794	

=== Detailed Accuracy By Class ===

Class	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	
	0,283	0,280	0,204	0,283	0,237	0,002	0,502	0,205	ENAZ
	0,252	0,223	0,218	0,252	0,234	0,028	0,542	0,217	AZ
	0,270	0,287	0,199	0,270	0,229	-0,016	0,493	0,211	OZEL
	0,105	0,136	0,163	0,105	0,128	-0,037	0,488	0,192	COK
	0,059	0,083	0,142	0,059	0,083	-0,035	0,465	0,172	ENCOK
Weighted Avg.	0,196	0,204	0,186	0,196	0,184	-0,011	0,498	0,200	

=== Confusion Matrix ===

a	b	c	d	e	<-- classified as
160	113	149	90	54	a = ENAZ
148	139	149	75	41	b = AZ
178	136	158	69	45	c = OZEL
151	138	167	59	47	d = COK
147	112	169	69	31	e = ENCOK

## WEKA CLASSIFIER NAIVE BAYES ALGORİTMA ÇIKTISI-RİSK GURUBU

Time taken to build model: 0 seconds

=== Stratified cross-validation ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	550	19.685 %
Kappa statistic	-0.0047	
Mean absolute error	0.3195	
Root mean squared error	0.4115	
Relative absolute error	99.8578 %	
Root relative squared error	102.8779 %	
Coverage of cases (0.95 level)	97.5304 %	
Mean rel. region size (0.95 level)	97.4732 %	
Total Number of Instances	2794	

=== Detailed Accuracy By Class ===

Class	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	
	0,198	0,207	0,195	0,198	0,196	-0,009	0,514	0,212	ENAZ
	0,243	0,219	0,215	0,243	0,228	0,023	0,540	0,226	AZ
	0,246	0,234	0,218	0,246	0,231	0,011	0,509	0,213	OZEL
	0,148	0,166	0,183	0,148	0,164	-0,020	0,475	0,189	COK
	0,146	0,179	0,160	0,146	0,152	-0,034	0,480	0,177	ENCOK
Weighted Avg.	0,197	0,201	0,195	0,197	0,195	-0,005	0,504	0,204	

=== Confusion Matrix ===

```

a b c d e <-- classified as
112 123 135 101 95 | a = ENAZ
113 134 114 89 102 | b = AZ
126 109 144 98 109 | c = OZEL
122 128 130 83 99 | d = COK
101 130 138 82 77 | e = ENCOK

```

## EK-C

### WEKA Experiment Environment Çıktısı

Tester: weka.experiment.PairedCorrectedTTester -G 4,5,6 -D 1 -R 2 -S 0.05 -  
result-matrix "weka.experiment.ResultMatrixPlainText -mean-prec 2 -stddev-prec 2 -  
col-name-width 0 -row-name-width 25 -mean-width 0 -stddev-width 0 -sig-width 0 -  
count-width 5 -print-col-names -print-row-names -enum-col-names"

Analysing: Percent\_correct

Datasets: 1

Resultsets: 3

Confidence: 0.05 (two tailed)

Sorted by: -

Date: 19.04.2016 18:06

Dataset	(1) trees.J4   (2) lazy. (3) bayes
RFIDDATA2	(100) 94.24   93.58 * 91.25 *
	(v/ /*)   (0/0/1) (0/0/1)

#### Key:

(1) trees.J48 '-C 0.25 -M 2' -217733168393644444

(2) lazy.IBk '-K 1 -W 0 -A "\"weka.core.neighboursearch.LinearNNSearch -A  
\\\\"weka.core.EuclideanDistance -R first-last\\\\"\" -3080186098777067172

(3) bayes.NaiveBayes " 5995231201785697655

## **KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER**

**Alsaç A.**, Colak M., Keskin A. G., An Integrated Customer Relationship Management and Data Mining Framework for Customer Classification and Risk Analysis in Health Sector, *The 6th International Conference on Industrial Technology and Management*, Cambridge, UK, 7-10 March 2017.



## ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Hanak/Ardahan'da doğdu. İlkokulu Avcılar/İstanbul'da Saadetdere İ.Ö.O., ortaokulu Gümüşpala İ.Ö.O. ve liseyi Ö.Üsküdar Fen Lisesi'nde tamamlamıştır. 2004 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2009 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. 2011-2016 yılları arasında, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2015 yılından beri inşaat sektöründe yöneticilik yapmaktadır.

