

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM FAKÜLTESİ**

**Kredi Kartı Dolandırıcılığı
Saptama Yöntemleri**

Bitirme Ödevi

Büşra Adalı

040080159

**Bölüm: Bilgisayar Mühendisliği
Anabilim Dalı: Bilgisayar Bilimleri**

Danışman: Prof. Dr. Eşref ADALI

Haziran 2012

Özgünlük Bildirisi

1. Bu çalışmada, başka kaynaklardan yapılan tüm alıntıların, ilgili kaynaklar referans gösterilerek açıkça belirtildiğini,
2. Alıntılar dışındaki bölümlerin, özellikle projenin ana konusunu oluşturan teorik çalışmaların ve yazılım/donanımın benim tarafımdan yapıldığını bildiririm.

İstanbul, 21.05.2012

Büşra ADALI

KREDİAKARTI DOLANDIRICILIĞI SAPTAMA YÖNTEMLERİ

(ÖZET)

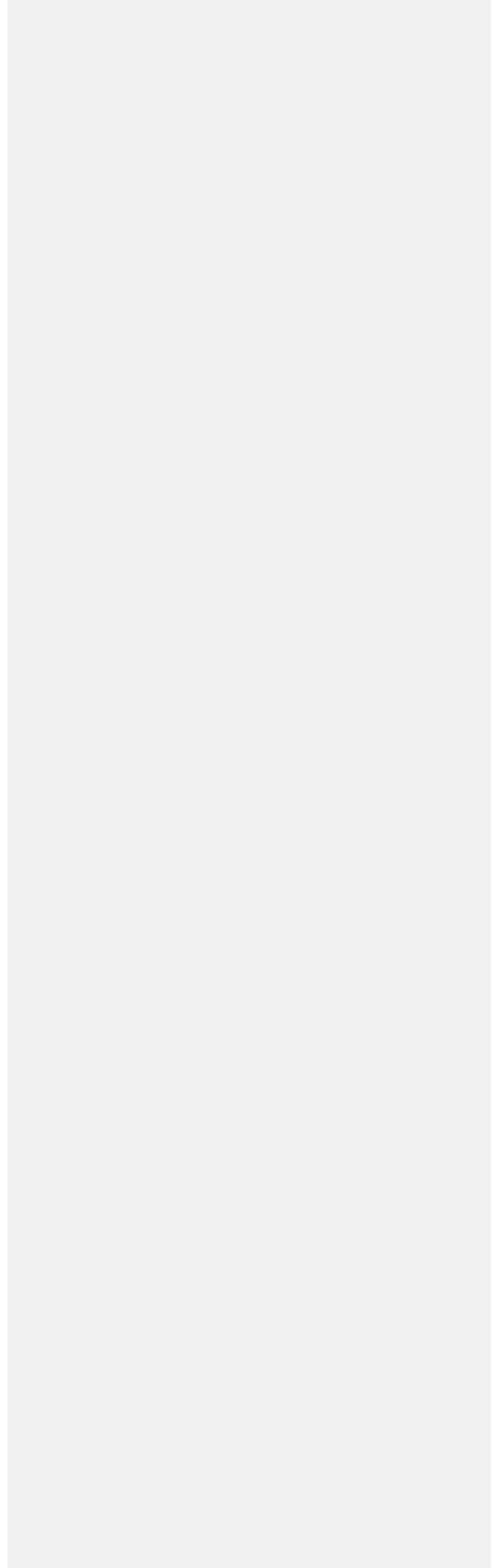
Teknoloji her geçen gün takip edilmesi zor bir hızla gelişmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte de birçok farklı yeni ürün insanların yaşamlarındaki yerlerini almakta ve hayatlarını kolaylaştırmaktadır. Teknolojinin hayatımıza hızlı bir şekilde girişiyle ortaya çıkan bu ürünlerin başında kredi kartları gelmektedir. İnsanların geçmişten günümüze harcamalarının artması ve bu harcamalarını daha hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirmek istekleri kredi kartı kullanımını çok büyük bir oranda arttırmaktadır. Bunun yanında insanların ceplerinde nakit para taşımadan kolaylıkla alışveriş yapabilecek olmaları ve bunun yanında internet üzerinden de harcama yapabilecek olmaları gibi kredi kartının avantajlarına şahit olan insanlar kendilerini kredi kartı kullanımına iten sebeplerin başında bu nedenleri göstermektedir.

Kredi kartı kullanımının ve buna paralel olarak teknolojinin de takip edilmesi zor bir hızla artması ile birlikte de belli başlı güvenlik açıklarının yaşandığı durumlarla karşılaşmıştır. Kredi kartı kullanımının artması nedeniyle dolandırıcılar için de yeni bir meydan açığa çıkmaktadır. Kredi kartı dolandırıcıları çeşitli yöntemler ile kredi kartı kullanıcılarının bilgilerini veya kartlarını elde etmektedirler. Bu şekilde bakılacak olursa, kredi kartı kullanımının artmasına paralel olarak kredi kartı dolandırıcılığı da aynı oranda artmaktadır. Bu durum sonucunda da çeşitli kurum ve kuruluşlar ve insanlar çok büyük miktarda maddi ve manevi zarara uğramıştır.

Kredi kartında yaşanan dolandırıcılıklar yüzünden finans kuruluşlarının ve büyük şirketlerin büyük kayıplar vermesi sonucu bu durumun önüne geçilmesine yönelik çeşitli araştırmalar ve çalışmalar yapılmaktadır. Her şirket, kredi kartı dolandırıcılığını tespit etmeye yönelik kendi bünyesindeki elemanları bir araya getirip bu iş için görevlendirmektedir. Bu şekilde her şirket kendine özgü oluşturdukları sistemler ile kredi kartı dolandırıcılıklarına karşı önlemler almaya çalışmaktadır. Kredi kartı dolandırıcılıklarını önüne geçmek için kredi kartı kullanıcıları da oldukça dikkatli davranmalıdırlar. Onların dikkatsiz davrandıkları ya da özen göstermelerine rağmen yaşanan dolandırıcılık vakalarında finansal kuruluşlar iş başında olup kullanıcıları uyarmak durumundadır.

Kredi kartı dolandırıcılıkları tespit etmeye yönelik geçmişten günümüze geliştirilen çok çeşitli algoritmalar ve sistemler bulunmaktadır. Bu tez kapsamında da ilk olarak kredi kartı ve kredi kartı dolandırıcılıkları ile ilgili araştırmalar yapılmıştır. Daha sonrasında kredi kartı dolandırıcılıklarını tespit etmek için kullanılan yöntemler ile tez sırasında geliştirilecek algoritma karşılaştırılarak bu tür dolandırıcılıklarına karşı uygulanabilecek en etkin ve en verimli kredi kartı dolandırıcılık tespit yönteminin bulunması amaçlanmaktadır.

SUMMARY



ÖNSÖZ

Hayatımın her anında bana olan güvenlerini hissettiren ve her zaman yanımda olup beni koruyup ve kollayan sevgili aileme, öğrenim hayatım boyunca benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman bana güvenen Aykut Akın'a ve bana bu tez çalışmasını yapma fırsatı veren ve tezimin her aşamasında bana yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Eşref Adalı'ya en içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Büşra Adalı

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR LİSTESİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLOLAR DİZİNİ.....	X
1 – GİRİŞ.....	1
1.1. Benzer Çalışmalar.....	1
1.2. Tezin Kapsamı ve İçeriği.....	4
2 – PROJENİN TANIMI VE PLANI.....	5
2.1. Projenin Tanımı.....	5
2.2. Projenin Kapsamı.....	5
2.3. Projeye İlişkin Kestirimler.....	6
2.4. Risk Yönetimi.....	6
2.5. Zamanlama.....	6
2.6. Proje Grubu Organizasyonu.....	6
3 – KURAMSAL ALT YAPI.....	7
3.1. Kredi Kartı.....	7
3.1.1. Dünyada Kredi Kartının Tarihsel Gelişimi.....	8
3.1.2. Türkiye’de Kredi Kartının Tarihsel Gelişimi.....	9
3.1.3. Kredi Kartı Türleri.....	12
3.1.3.1. Ödeme Kartı.....	12
3.1.3.2. Chip’li Kredi Kartları (Akıllı Kredi Kartları).....	12
3.1.3.3. Temassız Kredi Kartları.....	13
3.1.3.4. Sanal Kartlar.....	13
3.1.3.5. Ek Kartlar.....	14
3.1.4. Kredi Kartının İşleyiş Sistemi.....	14
3.2. Kredi Kartı Dolandırıcılığı.....	18
3.2.1. Kredi Kart Dolandırıcılığının Dünya Çapındaki Durumu.....	18
3.2.2. Kredi Kartı Dolandırıcılık Yöntemleri.....	20
3.2.2.1. Kayıp/Çalıntı Kart Yöntemi.....	21
3.2.2.2. Sahte Kart Yöntemi.....	22
3.2.2.3. Kredi Kartını Usulsüz Kullanma/Kullandırtma Yöntemi.....	23
3.2.2.4. Ele Geçmeyen Kredi Kartları.....	24

3.2.2.5.	Sahte Başvuru Yöntemi.....	24
3.2.2.6.	ATM Dolandırıcılığı Yöntemi	24
3.2.2.7.	Mail, İnternet ve Telefon ile Yapılan Alışveriş Dolandırıcılığı	25
3.2.2.8.	Sahte E-posta Yöntemi.....	26
3.2.2.9.	Uzak Bilgisayardan Haklama Yöntemi.....	27
3.2.2.10.	Yerel Bilgisayardan Veri Transferi Yöntemi	27
3.2.3.	Kredi Kartı Dolandırıcılığına Karşı Geliştirilen Ürünler	28
3.2.3.1.	Sanal Kartlar	28
3.2.3.2.	Chip'li Kartlar	29
3.2.3.3.	3D Secure	31
3.2.4.	Kredi Kartı Dolandırıcılığına Geliştirilmesi Devam Eden Ürünler.....	32
3.2.4.1.	Tek Kullanımlık Şifreler	32
3.2.4.2.	Cep Telefonu ile Ödeme	33
3.2.4.3.	Parmak İzi Uygulaması	34
3.2.4.4.	Sesli Komut Uygulaması.....	34
3.3.	Dolandırıcılığı Saptamada Kullanılan Yöntemler.....	35
3.3.1.	Yapay Sinir Ağları.....	36
3.3.1.1.	Yapay Sinir Ağlarının Tarihçesi	38
3.3.1.2.	Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Genel Özellikleri.....	39
3.3.1.3.	Ağ Yapılarına Göre Yapay Sinir Ağları.....	44
3.3.1.4.	Öğrenme Algoritmalarına Göre Yapay Sinir Ağları	45
3.3.1.5.	Öğrenme Zamanlarına Göre Yapay Sinir Ağları.....	48
3.3.1.6.	Çok Katmanlı Perseptronlar ve Geri Yayımlı Algoritması	48
3.3.1.7.	Diğer Yapay Sinir Ağları	54
3.3.2.	Kural Tabanlı Öğrenme.....	57
3.3.2.1.	Bellek Tabanlı Yöntemler	57
3.3.2.2.	Karar Ağaçları.....	58
3.3.3.	Destek Vektör Makineleri.....	62
3.3.3.1.	Doğrusal Destek Vektör Makineleri.....	63
3.3.3.2.	Doğrusal Olmayan Destek Vektör Makineleri	64
3.3.4.	ANFIS (Uyarlamalı Ağlara Dayanan Bulanık Çıkarım Sistemi)	65
3.3.5.	Klasik İstatistiksel Yöntemler.....	67
3.3.5.1.	Lojistik Regresyon Analizi.....	68

3.3.5.1. Diskriminat Analizi.....	70
3.3.6. Genetik Algoritmalar	72
4. – UYGULAMA	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
4.3. Uygulamanın Amacı.....	77
4.4. Uygulamanın Sınırları	77
4.5. Yazılım Seçimi	78
4.5.5. PL/SQL Developer.....	78
4.5.6. Eclipse.....	79
4.5.7. Weka.....	79
4.6. Veri Kümesinin Tanıtılması ve Ön İşleme Süreci	80
4.6.5. Veri Kümesinin Tanıtılması.....	80
4.6.6. Veri Ön İşleme Süreci	84
4.7. Kredi Kart Dolandırıcılık Tespit Algoritması.....	86
4.7.5. Analiz Aşaması.....	86
4.7.6. Tespit Aşaması.....	88
5. – TASARIM, GERÇEKLEŞTİRME VE SINAMA	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
5.3. Veri Kümesi Üzerinde Yapılan Değişiklikler..	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
5.4. Veri Kümesinin Algoritma ile Analizi.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
5.5. Veri Kümesinin Weka ile Çözümleme	92
5.5.5. Yapay Sinir Ağları (Çok Katmanlı Perseptron Algoritması)	92
5.5.6. Destek Vektör Makineleri.....	94
5.6. Web Uygulaması	96
6. – DENEYSEL SONUÇLAR	98
7. – SONUÇ VE ÖNERİLER	100
Kaynakça.....	101

KISALTMALAR LİSTESİ

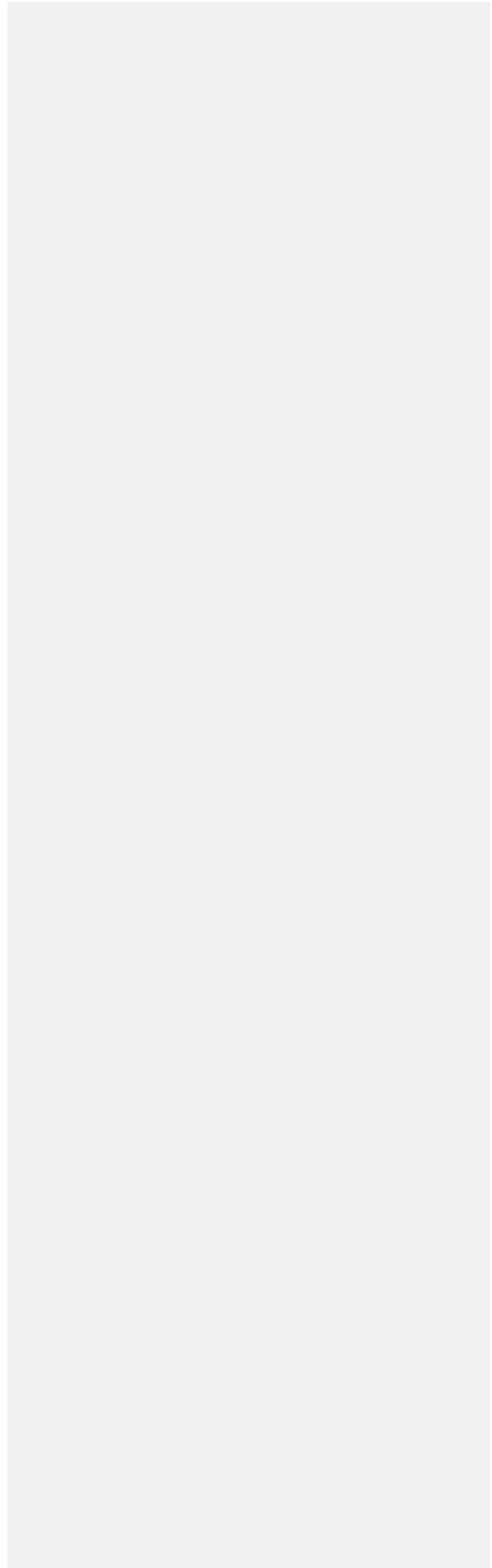
ADALINE	: Adaptif Lineer Neuron
AID	: Automatic Interaction Detector
ANFIS	: Adaptive Neural Fuzzy Inference Systems
ANOVA	: Analysis Of Variance
APACS	: Aircraft and Personnel Automated Clearance System
ART	: Adaptive Resonance Theory
ATM	: Automatic Teller Machine
BKM	: Bankalararası Kart Merkezi
BM	: Bulanık Mantık
C&RT	: Classification and Regression Trees
CHAID	: Chi-Squared Automatic Interaction Detector
DVM	: Destek Vektör Makineleri
EMV	: Europay - MasterCard - VISA
FBI	: Federal Bureau of Investigation
GA	: Genetik Algoritma
GSM	: Global System for Mobile
GUI	: Graphical User Interface
IBM	: International Business Machines
LVQ	: Learning Vector Quantization
MANOVA	: Multivariate Analysis Of Variance
MARS	: Multivariate Adaptive Regression Splines
OGS	: Otomatik Geçiş Sistemi
MLP	: Multilayer Perceptron
NFC	: Near Field Communication
PL/SQL	: Procedural Language/Structured Query Language
POS	: Point Of Sale
QUEST	: Quick, Unbiased, Efficient, Statistical Tree
SOM	: Self-Organized Maps
SQL	: Structured Query Language
TEB	: Türk Ekonomi Bankası
WEKA	: Waikato Environment for Knowledge Analysis.
WLAN	: Wireless Local Area Network
YSA	: Yapay Sinir Ağları
.arff	: Attribute Relation File Format
.csv	: Comma Seperated Values

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Issuer ile Acquier olan Bankaların Farklı olduğu Sistemin İşleyişi (Kılıç, 2010)	16
Şekil 3.2 Bir Bankanın hem Issuer hem de Acquier olduğu Sistemin İşleyişi (Kılıç, 2010)	17
Şekil 3.3 Yapay Sinir Hücresi (Elmas, Yapay Zeka Uygulamaları, 2007, Kasım)	43
Şekil 3.4 Yapay Sinir Ağının Yapısı (Kakıcı, Yapay Sinir Ağlarının Katmanları, 2009)	43
Şekil 3.5 İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Blok Diyagramı (Saraç, 2004)	44
Şekil 3.6 Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Blok Diyagramı (Saraç, 2004)	45
Şekil 3.7 Danışmanlı Öğrenme Algoritmasının Yapısı (Saraç, 2004)	46
Şekil 3.8 Danışmansız Öğrenme Algoritmasının Yapısı (Saraç, 2004)	47
Şekil 3.9 Takviyeli Öğrenme Algoritmasının Yapısı (Saraç, 2004)	48
Şekil 3.10 Çok Katmanlı Perseptron Yapısı (Saraç, 2004)	49
Şekil 3.11 Geri Yayılım Algoritmasının Akış Şeması (Saraç, 2004)	51
Şekil 3.12 LVQ Ağı Yapısı (Baş, 2006)	54
Şekil 3.13 Hopfield Ağı Yapısı (Baş, 2006)	56
Şekil 3.14 ART Ağı Yapısı (Baş, 2006)	57
Şekil 3.15 Bir Karar Ağacı Örneği (Yegül)	59
Şekil 3.16 Doğrusal Destek Vektör Makineleri (Çölkesen & Kavzoğlu, Temmuz, 2010)	64
Şekil 3.17 Doğrusal Olmayan Destek Vektör Makineleri (Çölkesen & Kavzoğlu, Temmuz, 2010)	64
Şekil 3.18 İki Girişli ve İki Kurallı Sugeno Tip Bulanık Çıkarıma Eşdeğer ANFIS Mimarisi (Elmas, Yapay Zeka Uygulamaları, 2007, Kasım)	66
Şekil 3.19 Genetik Algoritma'nın Akış Diyagramı (Elmas, Yapay Zeka Uygulamaları, 2007, Kasım)	75
Şekil 4.1 Weka Kullanıcı Arayüzü	80
Şekil 4.2 Veri Setinin Model Diyagramı	84
Şekil 5.1 Çok Katmanlı Perseptron Analizinde Programın Oluşturmuş Olduğu Yapay Sinir Ağı Haritası	93
Şekil 5.2 Web Uygulaması Açılış Paneli	96
Şekil 5.3 Bilgilendirme Alanı	97

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1 2005–2011 Yılları Arasında Türkiye’de Kullanılan Kredi Kartı Sayısı (Bankalararası Kart Merkezi, 2011)	11
Tablo 3.2 2005–2011 Yılları Arasında Türkiye’de Kredi Kartı Kullanım Adeti ve Tutarları (Bankalararası Kart Merkezi, 2011)	11
Tablo 3.3 Uluslararası Manyetik Kart Sahteciliği Verileri (Milyon) (Duray, Uluslararası Kredi Kartı Sahteciliği, 2009, Mayıs)	19
Tablo 3.4 2003- 2008 Yılları Arasında Türkiye Dolandırıcılık Kayıpları (Milyon) (Yegel, Kasım,2009).	20
Tablo 3.5 Kredi Kartı Dolandırıcılık Yöntemleri ve Gerçekleşme Yüzdeleri (Tej Paul Bhatla, Haziran, 2003)	21
Tablo 3.6 Yapay Sinir Ağları ve Uygulama Alanları (Elmas, Yapay Zeka Uygulamaları, 2007, Kasım)	37
Tablo 4.1 Ham Veri Setinden Elde Edilen Yeni Veri Setinin Değişkenleri	85
Tablo 5.1 Algoritma Analizinin Karmaşıklık Matrisi Değerleri	92
Tablo 5.2 Öğrenme Oranı Parametre Değerlerine Karşılık Doğru Sınıflandırma Oranları	93
Tablo 5.3 En Yüksek Doğru Sınıflandırma Oranını veren Çok Katmanlı Perseptron Analizinin Karmaşıklık Matrisi Değerleri	94
Tablo 5.4 Karmaşıklık Parametre Değerine Karşılık Doğru Sınıflandırma Oranları	95
Tablo 5.5 En Yüksek Doğru Sınıflandırma Oranını veren SMO Analizinin Karmaşıklık Matrisi Değerleri	95
Tablo 6.1 Doğru Sınıflandırma Oranları Karşılaştırılması	98
Tablo 6.2 Birinci ve İkinci Tip Hata Oranları Karşılaştırılması	98
Tablo 6.3 Doğru Sınıflandırma, Birinci Tip ve İkinci Tip Hata Oranları Karşılaştırılması.	99



1 – GİRİŞ

Günümüz dünyasında teknolojik gelişmeler her alanda kendisini göstermekte ve insanların hayatlarının bir parçası haline gelmektedirler. Özellikle insanlara kolaylık ve fayda sağlayan bazı teknolojik buluşlar insanların hayatlarında vazgeçilmez duruma gelmektedir. Kredi kartları da bu önemli teknolojik gelişmelerin arasında yer almakta olup günümüzde de insanoğlunun bir parçası haline gelmiştir.

Kredi kartları insanlara yanlarında nakit para taşımadan harcama yapabilme olanağı sağlamanın yanında, yapılan harcamalarını da daha sonraki aylarda ödeme fırsatı sunmaktadır. Özellikle bilgisayar ve bilişim alanındaki devrim niteliği taşıyan internetin insanların hayatını kapsamasıyla birlikte insanlar kredi kartlarını kullanarak harcamalarını internet üzerinden çok daha rahat bir şekilde gerçekleştirmeye başladılar. İşte bu sebepten insanlara yaşam alanlarında avantajlar sağlayan kredi kartlarının kullanımı her geçen gün artmakta ve kredi kartları, insanların yanlarında ayırmadıkları birer nesne haline gelmektedir.

Kredi kartına kullanımına karşı ortaya çıkan taleplerin hızlı bir şekilde artmasıyla birlikte de kredi kartı dolandırıcılığında meydana gelen artış da aynı oranda artmaktadır. Özellikle günümüzde oldukça sık karşılaşılan bu durumlar karşısında insanlar ve şirketler maddi ve manevi kayıplar vermektedirler. Bu kayıpların önüne geçmek için hem kredi kartı başvuru aşamasında hem de kredi kartı ile yapılan işlemler sırasında gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Alınan önlemlerin yetersiz kaldığı durumlarda ise kredi kartı dolandırıcılığına maruz kalmış insanlar ve şirketler maddi ve manevi kayıplar vermektedirler. İşte yaşanan bu kayıpların önüne geçmek amacı ile çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda çeşitli etkili ve güvenli yöntemler bulunmuş ve geliştirilmiştir.

1.1. Benzer Çalışmalar

Kredi kartı dolandırıcılığı önleme için geliştirilecek olan tekniklerin verimli ve etkin olması için en başta geçmişten bugüne yaşanmış olan ve görülmüş kredi kartı dolandırıcılık yöntemleri incelenmesi gerekmektedir. Yapılan araştırmalar sonucu elde edilen bilgiler doğrultusunda da kredi kartı dolandırıcılarını tespit etme konusunda daha emin adımlar ile ilerlenecektir. Dolandırıcılığı tespit etme üzerine geliştirilen sistemlerin var olma amaçlarından biri de dolandırıcılık sonucu meydana gelen maddi ve manevi kayıpları olabildiğince azaltmak hatta sıfırlamaktır. Geçmişten günümüze yapılan araştırmalar doğrultusunda dolandırıcılık tespiti için ortaya atılan sistemlerde veri madenciliği tekniklerinden olan yapay sinir ağları, destek vektör makineleri, karar ağaçları ve istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Her bir tekniğin kendine has özellikleri bulunmakla birlikte genel olarak kullanılan bütün bu tekniklerin yaptıklarını tek bir cümlede anlatılabilmekte mümkündür. Dolandırıcılığı önlemede kullanılan bu tekniklerde kredi kartı kullanıcılarının harcama alışkanlıkları analiz edilmekte, analiz sonuçlarına göre kişiler, profil tipleri, işlem tipleri gibi birçok farklı kategorilere ayrılmaktadır. Daha

sonrasında sistem kendi yapısında kurduğu işlem mekanizmasındaki kıstaslara göre verileri değerlendirip bir çıktı oluşturmaktadır. Oluşan çıktılarda yorumlanarak gerekli işlemler yapılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında da veri madenciliği tekniklerinden olan yapay sinir ağlarını, destek vektör makinelerini, karar ağaçlarını ve istatistiksel yöntemleri en etkin ve verimli şekilde kullanarak kredi kartı dolandırıcılığı önlemek için gerekli olan en iyi model belirlenmeye çalışılmıştır. Bu model belirlenmeden önce daha öncesinde bu teknikler ile yapılan benzer çalışmalarında incelenmesi gerekmektedir.

Yapay sinir ağları, dünya finans pazarında oldukça kullanılan bir yöntemdir. Özellikle kredi kartı dolandırıcılığı tespit sistemlerinde bu teknik kendini daha fazla göstermektedir. Günümüzde American Express, Mellon Bank, First USA Bank gibi büyük müşteri profiline sahip bankalar müşterilerini ve kendilerini kredi kartı dolandırıcılıklarına karşı korumak için yapay sinir ağlarını kullanmaktadır. Özellikle müşterilerinin el yazılarını ve imzalarını tanımlamada başvurdukları yapay sinir ağları, potansiyel dolandırıcıları tespit etmede oldukça yardımcı olmaktadır (Elmas, 2007, Kasım). Dolandırıcılık yöntemlerinin bazıları ise eski müşterilerin harcama alışkanlıkları göz önüne alma ve bunlara bağlı olarak yeni müşterilerin davranışlarının önceden tahmin edilebilmesi durumlarını da kapsamaktadır. Advanced Security for Personal Communications Technologies (ASPECT) araştırma grubu yapay sinir ağları ve tamamen denetimsiz öğrenme algoritmalarını kullanarak bir kredi kartı kullanıcısının şu zaman dilimi ile geçmişe ait olan harcama bilgilerinin içeren kullanıcı bilgilerinin eğitmiştir. Bu aşamadan sonra eğer şu andaki kullanıcı bilgileri ile geçmiş arasında çok büyük fark var ise o kullanıcının dolandırıcı olma ihtimali vardır sonucuna varılmıştır (Özbay, 2007). Bir başka kredi kartı dolandırıcılık yönteminde ise hesaplama zekası kullanılarak gerçek zamanlı bir dolandırıcılık tespit modeli ortaya konulmuştur. Bu model kendi içerisinde kullanıcıların harcama desenlerini incelemekte olup bu desenleri de deşifre etmeyi amaçlamaktadır. Dolandırıcılık durumlarına karşı daha inovatif ve yeni bir yaklaşım içeren bu yöntemde, tespit için kendi kendini düzenleyen sistemler kullanılmış olup, kredi kartı kullanıcısının davranışları yorumlanıp, analiz edilmiştir. Bu yöntem içerisinde tercih edilen sinir ağlarının danışmasız öğrenme yoluyla oluşturulduğu da belirtilmelidir (J.T.S Quah, 2007). Finans alanında yapay sinir ağlarının kullanıldığı uygulamaların %75'inin geriye yama yöntemini kullandığı da belirtilmektedir. Yapay sinir ağlarının kullanıldığı bir başka çalışmada ise elde var olan 125 gözlemin 75 tanesi ile model tahmini yapılmış olup geri kalan 50 tanesi ile de elde edilem model test edilmiştir. Uygulama sonucunda doğru sınıflama oranının %74 olduğu saptanmıştır. Yapay sinir ağlarının 653 veri setine uygulandığı bir başka çalışmada ise rasgele seçilen 10 sonucun doğru sınıflama oranının %83 olduğu görülmüştür (Çınko, 2006). Bu yöntemlerin birçoğunun ise oldukça geniş veri setlerine ihtiyaç duyduklarını ayrıca belirtmek gerekmektedir.

Kredi kartı dolandırıcılığını tespit etme adına gerçekleştirilen başka bir yöntemde ise optimum-en uygun eşik değerini kullanan ve dolandırıcılık hesaplama bilgilerinin içeren bulanık mantık sistemi kullanılmıştır. Yapay zekanın başka bir bilim dalı olan bu sistemde çıkışlar, o kullanıcının dolandırıcı olabilme ihtimalini göstermekte olup, bu kaniya nereden

varıldığı da nedenleri ile açıklanabilmektedir. Bu yöntemin testinde 1200 adet işleme uygulandığı da belirtilmektedir (Altrock, 1995)

Destek vektör makineleri de kredi kartı dolandırıcılık tespitinde kullanılan belli başlı tekniklerden sayılmaktadır. Örneğin kısa dönem portföy yönetimi için çekirdek metotları üzerinde yapılmış bir çalışmada kullanılan destek vektör makineleri algoritması %68,35 doğru sınıflandırma oranı elde edilmesini sağlamıştır. Bu çalışma ile destek vektör makinelerinin ekonomi piyasaları üzerinde yapılan modellemelerde iyi bir seçim olacağı kanıtlanmıştır (Ince ve dig., 2006). Bir başka çalışmada ise, Tayvan ile Amerika'dan sağlanan veri setleri üzerine yapay sinir ağları, destek vektör makineleri ve lojistik regresyon yöntemi uygulanmıştır. Analizler sonrasında uygulanan bu üç model içerisinde en iyi sınıflama oranına destek vektör makinelerinin ulaştığı ve DVM ile yapay sinir ağı modellerinin lojistik regresyon modelinden her zaman üstün olduğu gözlemlenmiştir (Göral, 2007).

1980 adet kredi kartı başvurusu hem lojistik regresyon hem de dikriminant analizi ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda lojistik regresyon yönteminin dikriminant analizine göre çok daha iyi bir sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Farklı bir çalışma ise yapay sinir ağları, lojistik regresyon ve dikriminant analizini karşılaştırmaya yönelik yapılmıştır. Bu çalışmada 6000 gözlem verisi yer almış olup, bu verilerin 4000'i modeli kurmak için geri kalan 2000 tanesi ise oluşturulan modeli test etmek için kullanılmıştır. Doğru sınıflama oranı göz önüne alarak kıyas yapıldığında yapay sinir ağlarının ilk sırada, lojistik regresyonun ikinci, dikriminant analizinin ise üçüncü sırada yer aldığı görülmüştür (Çinko, 2006). Karar ağaçlarının kredi kartı dolandırıcılığı tespit etmedeki oranını gözlemek için yapılan bir başka uygulamada 1650 adet kredi kartı başvurusu değerlendirilmiştir. Bu set içerisinde gerçek kişiler tarafından gerçekleştirilen 925 kredi kartı başvurusunun 725'i kabul edilmişken dolandırıcılar tarafından gerçekleştirilen 200 başvurunun ise 128'i kabul görmemiştir. Bu uygulama sonucu karar ağaçlarının kredi kartı dolandırıcılığı tespit oranının %89,4 olduğu görülmüştür (Göral, 2007).

215 müşterinin kredi kartı başvurularının doğrusal dikriminant, kuadratik dikriminant analizi, lojistik regresyon ve karar ağaçları kullanılmıştır. Çıkan sonuca göre karar ağaçlarının en iyi model olduğu sonucuna varılmıştır. Almanya ve Avustralya'dan elde edilen veri setine yapay sinir ağları, lojistik regresyon, karar ağaçları ve genetik programlama teknikleri uygulanmıştır. Uygulama sonucunda genetik programlama diğer yöntemlere üstünlük sağlarken yapay sinir ağlarının ve lojistik regresyon sonuçlarının daha iyi sonuç verdikleri görülmüştür. Murat Çinko tarafından gerçekleştirilen bir kredi kartı değerlendirme uygulamasında ise yaapy sinir ağları, karar ağaçları, dikriminant analizi ve lojistik regresyon yöntemleri kullanılmıştır. Toplam 3037 adet veriden oluşan veri setinin %75'i modeli oluşturmada geri kalanı ise modeli test etmede kullanılmıştır. Bütün yöntemlerde aynı veri seti kullanılarak yöntemlerin tahmin güçleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda en iyi yöntemin karar ağaçları olduğu fakat çelişkide kaldığı durumlarda yapay sinir ağlarının devreye girmesi ile daha kesin bir sonuca varıldığı gözlemlenmiştir. Bu durum da kredi kartı değerlendirilmeleri yapılırken birden fazla model kullanılmasının daha doğru sonuç vereceğini göstermiştir (Çinko, 2006).

1.2. Tezin Kapsamı ve İçeriği

Bu çalışmanın yapılmasındaki amaç ise, kredi kartı kullanımının bu denli yoğun bir ortamda meydana gelebilecek olan kredi kartı dolandırıcılıklarına karşı var olan modelleri çözümleri incelemek ve bunlara ek olarak daha etkin ve verimli bir model-yöntem geliştirmektir. Geliştirilen bu modeli-yöntemi de gerçek bir probleme karşı başarılı bir şekilde uygulayarak kredi kartı dolandırıcılıklarını olabildiğince mimize-azaltmaya etmeye çalışmaktır.

Tez çalışmamın birinci bölümünde kredi kartının tanımı ve kredi kartı dolandırıcılığından bahsedilmiş olup bu dolandırıcılıkları tespit etmek için kullanılan teknikler hakkında genel bilgiler verilmiştir. Kullanılan bu tekniklerden bahsederken de geçmişte yapılmış olan benzer araştırmaları ve çalışmalara da yer verilmiştir.

İkinci bölümde ise ilk olarak kredi kartının tanımından, dünya üzerindeki işleyişinden ve geçmişten günümüze gelişiminden bahsedilmiş olup sonrasında kredi kartı dolandırıcılığı dair kavramlar, kredi kartı dolandırıcılık yöntemleri ve çeşitleri ve günümüze kadar bu dolandırıcılıkları önlemek için piyasaya sürülen veya sürülmesi planlanan ürünler hakkında geniş bilgi sunulmuştur.

Üçüncü bölümde ise kredi kartı dolandırıcılık tespitinde kullanılan veri madenciliği tekniklerinden olan yapay sinir ağları, karar ağaçları, istatistiksel yöntemler ve destek vektör makineleri ve yapay zekanın alt bir dalı olan bulanık mantık çıkarım sistemleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

Dördüncü bölümü uygulamaya ayrılmış olup bir finans kurumundan elde edilen müşterilerinin kredi kartı harcama bilgilerinin olduğu veri seti çeşitli yöntemler kullanılarak test edilmiş ve incelenmiştir. Kullanılmış olan veri madenciliği teknikleri ile elde edilen sonuçlar çeşitli kriterlere ölçütlere göre yorumlanmıştır.

Tezin son kısmında ise uygulama bölümünde elde edilen sonuçlara dayalı olarak genel bir sonuca varılmış ve gerekli önerilerde bulunulmuştur.

2 – PROJENİN TANIMI VE PLANI

Bu başlık altında projeye başlamadan önce yapılan kestirimlerden, proje sırasında karşılaşılabilecek ve karşılaşılan riskli durumlardan, projenin neleri kapsadığından ve projenin hangi zamanlama ile gerçekleştirildiğinden bahsedilecektir.

2.1. Projenin Tanımı

Projenin amacı; geçmişten günümüze kredi kartı dolandırıcılığını önleme yöntemlerini araştırmak ve bu yöntemler içerisinde sahtecilik tespitini en verimli en etkin şekilde gerçekleştiren ve dolandırıcılıkta yaşanan kayıpları en iyi şekilde minimize azaltan eden yöntemi bulabilmektir.

2.2. Projenin Kapsamı

Proje kapsamında kredi kartı dolandırıcılığına dair her türlü bilgi araştırılacaktır. Buna bağlı olarak proje kapsamında yapılan araştırmalar ve çalışmalar şu şekildedir:

- Kredi kartının tanımı, dünyada ve ülkemizdeki tarihsel gelişimi, işleyişi ve çeşitleri araştırılacaktır.
- Kredi kartı dolandırıcılığının tanımı, dünyada ve ülkemizde yaşanan kredi kartı dolandırıcılıkları, dolandırıcılık yöntemleri ve bu yöntemlere karşı geliştirilen ve geliştirilmesi devam eden ürünler araştırılacaktır.
- Kredi kartı dolandırıcılığını tespit etmede geçmişten günümüze kullanılan yöntemler, algoritmalar araştırılacak olup bu konu ile ilgili bir literatür taraması yapılacaktır.
- Kredi kartı dolandırıcılığı tespit etme adına bir algoritma geliştirilecek ve uygulamada kullanılacak olan veri seti üzerinde algoritma test sınanacaktır.edilecektir.
- Günümüzde kullanılan yöntemler uygulamada kullanılacak olan veri setine kümesine uygulanacaktır.
- Geçmişten günümüze kullanılan yöntemlerden en çok kullanılanı ile proje kapsamında gerçekleştirilen algoritma arasında karşılaştırma yapılacak ve en üstün yöntem tespit edilmeye çalışılacaktır.

Bu tez kapsamında yapılan araştırmalar ve uygulamalar, kredi kartı kullanımı ile ilgili olduğundan daha çok bankacılık sektörünü kapsamakla birlikte benzer çalışma koşullarına sahip çeşitli kurum ve kuruluşlar için de geçerli olabilecektir.

2.3. Projeye İlişkin Kestirimler

Projenin yaklaşık olarak sekiz aylık bir süre içerisinde tamamlanması beklenmektedir.

2.4. Risk Yönetimi

Proje sırasında oluşabilecek muhtemel riskler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Dersler ve sınavlar nedeniyle oluşabilecek yoğunluk
- Projenin tamamlanması için belirtilen sürenin verimli kullanılmaması
- Projede sonradan ortaya çıkabilecek değişiklikler
- Proje kapsamında kullanılacak olan araçların temininin uzun sürmesi
- Proje kapsamında kullanılacak olan araçların temin edilememesi

2.5. Zamanlama

Projedeki iş paketleri ve bu iş paketlerine ilişkin oluşturulan GANTT diyagramı aşağıda bulunmaktadır.

İşlemler	Aylar							
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Kaynak Tarama ve Kavram Geliştirme	■	■						
Gereksinimleri Ortaya Çıkarma		■	■					
Çözüm Önerileri Geliştirme			■	■	■			
Tasarım					■	■		
Gerçekleştirme ve Test Etme						■	■	
Kurulum								■
Teslim Edilecekler								
Ara Rapor				■				
Sonuç Raporu								■

2.6. Proje Grubu Organizasyonu

Proje tek bir kişi tarafından gerçekleştirilecektir. Bunun için bir grup organizasyonu söz konusu değildir.

3 – KURAMSAL ALT YAPI

Kredi kartı dolandırıcılık kavramını iyice anlayabilmek için öncelikle bu kavramı oluşturan öğelerden kredi kartının, kredi kartı dolandırıcılığının ve kredi kartı dolandırıcılıklarına karşı alınan önlemlerin ayrı ayrı incelemek gerekmektedir. Bu inceleme içerisinde kredi kartı dolandırıcılığında gelinen son durum, dolandırıcılar tarafından uygulanan kredi kartı dolandırıcılık yöntemleri ve kurumların bu dolandırıcılıklara karşı kullandığı yöntemlerden bahsedilecektir.

3.1. Kredi Kartı

Bir kimseye, herhangi bir mal varlığını emniyet veya itimat etmek anlamına gelen ve Latince karşılığı ‘credere’ olan kelimenin günümüzdeki karşılığı kredidir. Kredi kartlarını müşterilerin kullanımına sunan kuruluşlar, ilk olarak kredi kartı talep eden kişi hakkında gerekli araştırmalar yapıp kişinin ödemelerini zamanında yerine getirip getirmeyeceğine dair bir sonuca varmaktadırlar. Kuruluşların, yaptıkları araştırmanın sonucuna göre karar almalarından dolayı bu kartlara ‘emniyet kartı’ ya da ‘güven kartı’ terimleri yerine günümüzde de hala kullanılan kredi kartı terimi kullanılmaktadır (Kaya, 2009, Ocak).

Literatürde kredi kartlarıyla ilgili çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır. Çoğu tanım birbiriyle aynı anlama gelmesine rağmen bu tanımlar arasından önemli görülenler ve kredi kartlarının insanların hayatına kattıkları bu başlık altında belirtilmektedir.

Bankalararası Kart Merkezi’ne ait resmi internet sitesinde yapılan bir başka tanımda ise “kredi kartları, bankalar ve bu kartları çıkartmaya yetkili kuruluşların müşterilerine belirli limitler dahilinde açtıkları kredilerle, nakit kullanmaksızın mal ve hizmet alımı, nakit kredi çekme imkanı sağlamak için verdikleri ödeme araçlarıdır.” ibaresi yer almaktadır (Bankalararası Kart Merkezi, 2008).

Kredi kartları dünya üzerinde insanlar tarafından en yaygın olarak kullanılan finansman araçlarının başında gelmektedirler. Kredi kartları, bir ürün olarak kullanım aracı olarak görülmekle birlikte insanlara nakit para taşımadan alışveriş yapma olanağı sağlamaktadır. Bir başka deyişle insanlar ceplerinde para taşımadan nakit para taşımamanın avantajlarından yararlanmaktadır. İnsanlar ceplerinde taşıdıkları kredi kartları ile satış, taksitli satış, elektronik satış, telefon ve posta ile satış veya ödeme işlemlerini gerçekleştirebilmektedirler. (Tüketici Finansman Merkezi, 2008)

Kredi kartı, kart sahibine özel kartın temin edildiği banka tarafından tanınan belirli bir limit içerisinde kart sahiplerine diledikleri harcamaları yapma olanağı ve avantajı sağlayan bir kart çeşididir. Bu ifadeyi açacak olursak, kredi kartları, nakit para taşımadan alışveriş yapabilme olanağı sağlayarak kişilere nakit para çekme kolaylığını yaşatmaktadırlar. Çok çeşitli kullanım kolaylığı sunan bu ödeme aracı, kişiye satın aldığı mal ve hizmet bedelinin tamamını kendisinin belirttiği belirli bir süre içerisinde ödeme olanağı sunduğu gibi belirli

bir faiz karşılığında ürünün fiyatını taksitlendirerek daha ileri bir tarihte ödeme oalnağını da kart sahibine sağlamaktadır. (Çavuş, 2006)

Kredi kartı kullanan kişi, daha önce belirlediği bir harcama sınırı içerisinde harcamalarını gerçekleştirip daha sonrasında esnek şartlarda bu harcamalarını ödeme olanağına sahip olabildiği gibi ekstreler veya interaktif hesaplar aracılığı ile de harcamalarını istediği düzen içerisinde kontrol edebilmektedir. Bunun yanında kredi kartlarının kişileri denetleyebilme yönü de bulunmaktadır. Ek kartlar sayesinde bir aile içerisindeki bütün bireylerin nakit ödeme gerçekleştirmeden alışveriş yapmaları sağlanıp ailedeki bütün harcamaların tek bir hesap içerisinde tutulması gerçekleşmektedir. Böyle bir durumda bu tek hesapla bütün bireylerin harcamaları denetlenmektedir (Çavuş, 2006).

3.1.1. Dünyada Kredi Kartının Tarihsel Gelişimi

Dünya üzerinde kredi kartlarının ilk uygulamasına 19.yy sonlarında Amerika Birleşik Devletleri'nde başlanmıştır. 1894 yılında Amerika'da 'Hotel Credit Letter Company' tarafından çıkarılan ilk kredi kartları belirli bölge ile sınırlı olacak şekilde turizm amaçlı olarak kullanılmıştır. Bu olayı takiben 1914 yılında yine Amerika'daki General Petroleum Corporation of California (şimdiki Mobil-Oil) kendi çalışanlarına ve bazı özel müşterilerine kendilerine özgü kartlar çıkartmışlardır. Bu şekilde bir turizm şirketinin başlatmış olduğu müşterilere kart dağıtım furyasını telefon mağazaları, seyahat acentaları, eğlence merkezi ve diğer büyük mağazalarda takip etmiştir. 1929 Büyük Dünya Bunalımı'na kadar geçen sürede piyasaya sürülen bu kredi kartlarının kullanım alanları hep belirli bir bölge ile sınırlı kalmış olup işlev bakımından da bazı kısıtlamalarla yaşanmıştır. Bunalım ile birlikte ise kredi kartlarına karşı insanların talepleri azalmıştır. Özellikle İkinci Dünya Savaşı yıllarında kredi kartlarının piyasaya sürülmesi Amerika'daki yasalar tarafından kısıtlanmıştır (Bankalararası Kart Merkezi, 1997).

Kredi kartı pazarının tekrar canlanması ise 1950 yılına yani İkinci Dünya Savaşı'nın bitişine denk gelmektedir. Aslında günümüz dünyasında kullanılan kredi kartlarının ortaya çıkışına enteresan bir olay önderlik etmektedir. 1950 yılında ABD'de Frank McNamara isimindeki bir avukat, önemli bir müşterisini bir lokantaya akşam yemeğine davet eder. Yemek sonunda hesap geldiğinde ise yanında nakit para olmadığını farkına varan Frank McNamara oldukça utanır ve müşterisinin karşısında mahcup duruma düşmemek adına kartvizitinin arkasını imzalayarak yemeğin bedelini öder. Böyle bir durumun başından geçmesinden sonra Frank McNamara insanların yanlarında para olmadan da harcama yapabilecekleri bir ödeme aracının olması gerektiği kanısına varır ve bu fikir üzerine gerekli araştırmaları yapmaya başlar. Araştırmaları ve çalışmaları sonucunda da McNamara, Diners Club kredi kartını kurar. Kartın sloganı olan 'dine and sign' ise, Diners kelimesinin de nereden geldiğini ortaya koymaktadır. Dünya üzerindeki modern anlamdaki ilk kredi kartı olan Diners Club kartları zamanla büyüyerek insanlara mal ve hizmet sunan çoğu şirkete satılır ve dünyaya da bu konuda egemen olur. (Bankalararası Kart Merkezi, 1997)

Diners Club kredi kartlarına olan talebin her geçen gün artması ve şirketin bu durumdan sağladığı karın görülmesi ile birlikte bankalar da kredi kartı konusu üzerine yoğunlaşmaya başlamıştır. Günümüzde de hala varlığını sürdüren ve insanlara kredi kartı sunan büyük kredi kartı kurumlarının temelleri de o dönemlerde atılmıştır. 1950 yılında

kurulan Diners Club, 1958 yılında temelleri atılan American Ekspres ile Visa'nın temelini oluşturan Bank Americard ve 1966 yılında çıkarılan MasterCard günümüzde de hala varlıklarını koruyan büyük kredi kartı kuruluşlarının başında gelmektedirler. (Kılıç, 2010).

Kredi kartı kullanımının Amerika'da yaygınlaştığı dönemde Avrupa'da bu durum tam tersi bir ivme göstermektedir. Bu farklılığı sebebi ise Amerika'daki çek sistemi ile Avrupa'daki çek sisteminin birçok yönden birbirinden farklı bir işleyişe sahip olmasıdır. O dönem içerisinde Amerika'daki bankaların işlerlik gösterme alanları sadece bağlı olunan eyaletler ile sınırlı durumdaydı. Bu durumda müşterinin bir bankadan almış olduğu bir çekinin farklı bir eyaletteki başka bir bankada kabul görmesi mümkün olmuyordu. Başka bir ifadeyle çekin kesildiği bankadan uzaklaştıkça, çekin kullanılabilirliği azalmakta bu durumda insanlara ödeme durumlarında zorluk çıkartmaktadır. Avrupa'da ise durum daha farklı ilerlemekteydi. Avrupa'daki bankalar insanlara geniş alan içerisinde kabul gören garantili çekler piyasaya sürmekte olup bu çekler sayesinde de insanların, alışveriş yaptıkları iş yerlerine nakit para tahsil etmeden de ürün veya hizmet satın almalarını sağlamışlardır. Avrupa'daki bu çek sisteminin ülkemizdeki sistem ile aynı olduğunu düşünersek, Türkiye'nin de uzun yıllar başka alternatif bir ödeme aracına ihtiyaç duymaması açıklanmış olmaktadır (Kaya, 2009, Ocak).

Kredi kartı piyasasına geç giren Avrupa'da ilk adımı Fransa atmıştır. 1960'lı yıllarda piyasaya sürülen 'Card Blance' adındaki kredi kartlarının uygulamaya yaygınlaşması 1970'lerin sonuna denk gelmiştir. Daha sonrasında 1972'de İsviçre ile 1975'te Almanya Fransa'yı takip etmişlerdir. İlk önemli adım olarak ise Brüksel'de Eurocard şirketi kurulmuş olup bu şirket ABD'de, MasterCard'ın Avrupa elçiliği olarak kredi kartı işini sürdürmüşlerdir. Yine aynı dönem içerisinde Visa'nın Avrupa kolu İngiltere'de faaliyete başlamıştır (Kılıç, 2010).

Geçmişten günümüze kadar varlıklarını sürdüren kredi kartı kurumları ise Eurocard, Visa, Amerikan Ekspres, Diners Club ve Mastercard'dır.

Kredi kartı ve bankacılık dünyasında gelişim hiç durmamıştır. Özellikle kredi kartları içerisinde kullanıcı bilgilerinin tutulması için değişik yöntemler geçmişten günümüze geliştirilmiştir. Daha sonrasında bankacılık piyasasındaki kredi kartı dolandırıcılıklarını önlemek amacıyla 1974 plastik kart üzerine chip yerleştirme mantığına dayalı sistemin icadına başlanılmıştır. Fakat bu kredi kartlarının piyasaya sürülmesinden önce 1983 yılında hologramlı kredi kartlarının kullanımına geçilirken 1992 yılında da chip'li kartlar kullanıma hazır hale gelmiştir. ATM'lerin ilk defa kullanıma sunulması ise 1969 yılında New York'ta gerçekleşmiştir. ATM'lerde kullanılan banka kartlarının piyasaya sürülmesi de bu dönemle paralellik göstermektedir. 1970'li yılların başında insanların nakit para çekebilmeleri için banka kartlarının dağıtımına başlanmıştır. İlk POS makinesi sistemi de hologramlı kredi kartlarının hemen ertesi yılı yani 1974 yılında iş yerlerinde kullanılmaya başlanmıştır (Kaya, 2009, Ocak).

3.1.2. Türkiye'de Kredi Kartının Tarihsel Gelişimi

Avrupa ülkelerinde yaşanan kredi kartı gelişim süreci ile kredi kartlarının Türkiye de gelişimi paralellik göstermektedir. Bu paralellikteki tek fark ise tüketici kredisi hizmeti ile kredi kartı hizmetlerinin farklı sıralarda insanlara sunulmuş olmasıdır. Avrupa ilk olarak tüketici kredileri uygulamasını insanların hizmetine açarken Türkiye önce kredi kartları

piyasaya sürüp ardından tüketici kredileri yani bireysel bankacılık hizmetini insanlarla tanıştırmıştır. Türkiye sınırları içerisinde lisansı olan ve bu lisansı başka ülkelerde de kullanabilen veya kullanılmasına izin verilen kredi kartı bulunmamaktadır. Türkiye'deki bankaların hepsi lisansı diğer ülkelerde bulunan kuruluşlara ait olan ve tüm dünyada geçerliliği olan kredi kartlarını dağıtmaktadır (Kaya, 2009, Ocak).

Türkiye'de ilk kredi kartının piyasaya sürülmesini Koç Grubuna bağlı 'Servis Turistik AŞ.' gerçekleştirmiştir. Bu şirket Diners Club'tan kart çıkartmak için gerekli izin ve onayları almış ve 1968 yılında insanları kredi kartıyla buluşturmuştur. Bu uygulamanın tutulmasından sonra Türk Ekspres Havacılık ve Turizm Limited Şirketi de American Ekspres kartları ile piyasada varlığını göstermiştir. 1975 yılına kadar bu iki kart piyasada rakipsiz olarak yer alsa da daha sonrasında Eurocard, Mastercard ve Access kredi kartları bu piyasada bende varım demiştir. Türkiye'de 1980'lerin ikinci yarısından itibaren Emlakbank, İktisat Bankası, Vakıfbank gibi dönemin önemli bankalarının önderliğinde çeşitli kredi kartı çalışmalarına başlanmıştır. Bu dönemden sonra insanların taleplerinin de yavaş yavaş artmasıyla birlikte kredi kartı yaygınlığının da arttığı söylenmektedir (Bankalararası Kart Merkezi, 1997).

1980 yılından itibaren kredi kartlarına olan ilginin artması ve bankaların da döviz girdisi nedeniyle gelir elde etmesi ile diğer bankalar kredi kartı piyasasına girmeye çalışmışlardır. Bu dönemde farklı müşteri tiplerine göre gold, classic gibi çeşitli kart türleri de ortaya çıkmıştır. 1981 yılında ise Anadolu Bankası ile ABC Turizm Visa'dan gerekli yetkileri alarak Türkiye temsilcisi olmuşlardır. Özellikle 1984 yılında Visa'nın Türkiye ofisini açmasıyla kredi kartı piyasasındaki gelişimi hızlanmasını sağlamıştır. Bu olayı takiben Koç-Amerikan Bankası, Akbank ve İş Bankası Türkiye'de Amerikan Ekspres kartının müşterilere dağıtımına başlamışlardır. Görüldüğü üzere MasterCard, Eurocard ve Visa kredi kartlarının Türkiye'deki önemli bankalar tarafından hem Türk piyasasına sürülmesi hem de anlaşmalı iş yerlerinde de bu durumun kabul edilmesi sonucunda kredi kartı uygulaması önu alınamaz bir şekilde gelişmeye başlamıştır (Kaya, 2009, Ocak).

1987 yılında ilk ATM'nin hizmete girmesi de kredi kartı sisteminin daha çok kabullenmesini sağlamıştır. Yine bu dönem içerisinde çeşitli mağazalar müşterilerine ikili olarak işleyen kendi iş yeri kartlarını dağıtmaya başlamışlardır. 1990 yılında 13 özel ve kamu bankasının ortak payda da buluşması ile switch hizmeti vermek amacıyla Bankalararası Kart Merkezi'nin temelleri atılmıştır. Ayrıca yine aynı yıl içerisinde kart ile yapılan alışverişler sonucunda kişiler puan kazanımı ve sonrasında bu puanlar ile başka ürünler alabilme hakları doğmuştur (Kaya, 2009, Ocak).

1991 yılında ilk elektronik POS (Point of Sale) makinesinin kullanımına Yapı Kredi Bankası başlamıştır. 1993 yılı kredi kartı sistemi için oldukça önemli olayları içerisinde barındırmaktadır. Bu yıl içerisinde hem bankalar arası yurt içi kredi kartı ve banka kartı onaylarının gerçekleştirilmesi hem de Türk bankalarının ATM ve POS sistemi ağlarının kullanıma açılması gerçekleştirilmiştir. Banka kartlarının takas işleminin gerçekleştirilmesi sebebi ile switch sistemi tamamlanmış ve uygulamaya alınmıştır. Yine aynı yıl içerisinde Visa'dan sonra Mastercard ve Europay'de Türkiye'de ofislerini açmaya başlamıştır (Kaya, 2009, Ocak).

1997 yılında ilk ortaklı kredi kartları insanların kullanımına sunulmuştur. 1999 yılında BKM tarafından switch sisteminin ikinci aşaması devreye alınmış olup böylelikle işlem kapasitesi artırılarak kesintisiz hizmet verilmeye başlanmıştır. 1999 yılından sonra BKM tarafından kredi kartı kullanımına dair ülke genelindeki bütün istatistiki bilgiler düzenli olarak tutulmaya başlanmıştır. İlk çok ortaklı kredi kartları da piyasaya bu dönemde sunulmuştur (Kaya, 2009, Ocak).

Türkiye'nin kredi kartı kullanımı konusundan attığı en büyük adımlardan birisi de 2000 yılında gerçekleşmiştir. 2000 yılında Türkiye chip&pin uygulamasına geçmeye karar vermiş olup gerekli EMV standartları oluşturulmuştur. Türkiye, Fransa ve İngiltere'nin ardından Chip&Pin uygulamasını kendi ülkesinde başlatan Avrupa'daki üçüncü ülke olmayı başararak 2006 yılında Avrupa'nın ilk temassız kredi kartı kullanımını insanların hizmetine sunmuştur (Kılıç, 2010).

2007 yılında BKM tarafından insanların internet üzerinden harcamalarını daha güvenli bir şekilde gerçekleştirmelerini sağlamak amacıyla 3D Secure platformu oluşturulmuştur. Bir çeşit kimlik doğrulama sistemi olan 3D Secure sisteminde kart sahibi, alışveriş tutarını ödeme sırasında kartın ait olduğu bankanın internet sayfasına yönlendirilmektedir. Kişi burada bilgilerini doğru bir şekilde temin ettiği takdirde işlem onaylanmaktadır (Kılıç, 2010). Böylelikle kartı kullanan kişinin gerçek kart sahibi olup olmadığı rahatlıkla anlaşılacak olup müşterilerin internet üzerinden harcamalarında sistemlere olan güveni artacaktır. Bu duruma bağlı olarak iş yerlerinin satış hacimlerinde artış görülecektir (Bankalararası Kart Merkezi, 2004). 2008 yılında ise BKM ve Turkcell iş birliği ile dünya üzerinde ilk kez 3D Secure ile Turkcell mobil imzanın birlikte çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu sistem ilk olarak bankacılık işlemleri için hizmete sunulmuş olsa da şu anda kredi kartı ile yapılacak harcamalarda da mobil imza kullanılmaktadır.

Tablo 3.1 2005–2011 Yılları Arasında Türkiye’de Kullanılan Kredi Kartı Sayısı (Bankalararası Kart Merkezi, 2011)

Kart Türü	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Visa	15.989.986	17.800.385	20.878.744	24.332.198	25.201.351	27.378.115	29.478.043
MasterCard	13.963.095	14.623.148	16.416.829	18.824.985	18.712.739	19.125.697	21.369.911
Diğer	25.162	9.800	39.606	236.842	478.524	452.312	512.855
Toplam	29.978.243	32.433.333	37.335.179	43.394.025	44.392.614	46.956.124	51.360.809

Tablo 3.2 2005–2011 Yılları Arasında Türkiye’de Kredi Kartı Kullanım Adeti-Sayısı ve Tutarları (Bankalararası Kart Merkezi, 2011)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Kullanım Adeti-Sayısı (Milyon)	1.300	1.334	1.444	1.698	1.848	2.046	2.279
Kullanım Tutar (Milyon TL)	85.281	108.403	141.468	184.993	202.842	234.256	290.625

Kredi kartlarının çeşitli avantajlarını gören insanların çek sistemine arkasını dönüp kredi kartlarına yönelmesi ile birlikte kredi kartları ile gerçekleştirilen işlem adetlerinde ve işlem tutarlarında da artışlar görülmüştür. Ülkemizdeki 2005 – 2011 yılları arasında kullanılan kredi kartı sayısı, işlem adetleri ve işlem tutarları Tablo 3.1 ve Tablo 3.2’de gösterilmektedir. Tablolar incelendiğinde ülkemizdeki kredi kartı sayısının gün geçtikçe arttığı ve buna paralel olarak kredi kartı kullanım sayılarında da oldukça yüksek oranlar da artışın yaşandığı görülmektedir. Kredi kartı kullanımında elde edilen ciro da aynı şekilde artmıştır. Türkiye 2005 yılında kartların yurtiçi ve yurtdışı kullanım sayısı 1300 milyon iken 85.281 milyon TL ciro bu kullanımlardan elde edilmiştir. Ardına geçen 6 yıl boyunca da hem işlem adetleri hem de buna bağlı olarak cirolar hızlı bir şekilde artmış olup 2011 yılında kredi kartlarının yurtiçi ve yurtdışı kullanım sayıları milyon 2.279 adete ulaşırken bu kullanımlardan 290.625 milyon TL ciro gerçekleştirilmiştir

3.1.3. Kredi Kartı Türleri

Kredi kartı banka tarafından kişiye özel verilen kredi olarak ifade edilmektedir.. Kişi, bankanın kendisine tanıdığı bu kredileri dilediği yerde ve zamanda ödemelerinde kullanarak harcamalarını daha rahat bir şekilde gerçekleştirebilmektedir. Geçmişten günümüze de oldukça farklı tarzda ve çeşitte kredi kartları ticaret üzerinde hüküm sürmüştür. Bu bölüm içerisinde kullanım amaçlarına göre çeşitli kredi kartlarından bahsedilmektedir.

3.1.3.1. Ödeme Kartı

İnsanların yanlarında nakit para taşımadan alışveriş yapabilmelerine olanak sağlayan bu kart, hesabın kesildiği andan itibaren belirli bir süre içinde ödenmesi gerekli olan kart türüdür. Bu tür kartla yapılan alışverişlerin tutarları, alışveriş esnasında kart içerisindeki bulunan krediden çekilmekte olup kişinin ay sonunda toplam borcunu bankaya ödemesi gerekmektedir (Kılıç, 2010).

Herhangi bir üst limiti bulunmayan bu kartlar, kartı ihraç eden kurum ile anlaşmalı üye işyerlerinden, istediği mal veya hizmeti temin etmede kullanılmaktadırlar. Bu kart ile yapılan harcamaların genellikle ay sonunda ödenmesinin yapıldığı bilinse de kart sahibi kartını temin ettiği banka ile yaptığı bir anlaşmada bu süreyi değiştirme hakkına da sahip olabilmektedir. Sadece ödeme aracı olarak kullanılan bu kartlar, kişiye herhangi bir kredilendirme olanağı sağlamamaktadır (Kılıç, 2010).

3.1.3.2. ~~Chip’li Kredi Kartları (Akıllı Kredi Kartları)~~

Kart bilgilerinin, manyetik bant yerine kart üzerinde bulunan ve güvenlik sistemleri oldukça artırılmış bir mikroçipe yazıldığı kart sistemlerine ~~chipli kredi kartı (akıllı kart)~~ denmektedir.

~~Chip’li Akıllı~~ kredi kartı devriminde chip&pin uygulamasına geçilerek kredi kartlarının ödeme aracı olarak kullanılmasında büyük bir adım atılmıştır. Bu sistemin kullanılması ile birlikte bu kart sahiplerine bankalara tarafından ATM veya POS cihazlarında kullanılması amacıyla günümüzde cep telefonlarında da kullanılan bir PIN kodu verilmektedir. Ödeme sırasında kart sahibinin kartı POS cihazına takılmakta ve kartı algılayan cihaz tarafından

bir ~~şifre-parola~~ istenmektedir. Kart sahibi alışveriş tutarının kontrol ettikten sonra sadece kendisinin bildiği kart şifresini girmektedir. Kart içerisindeki ~~bilgisayarchip-okuyucu şifre parola~~ doğruluğunu onayladıktan sonra alışveriş tutarı hesaptan düşülmektedir. Kredi kartlarını daha güvenli, hızlı ve işlevli hale getiren bu uygulama, kartlı ödeme sistemlerinde karşılaşılan dolandırıcılıklara karşı da bir önlem niteliğindedir. Çünkü ~~ehipli akıllı~~ kartların kopyalanması veya içerisindeki bilgilerin değiştirilmesi oldukça zor olup maliyeti de oldukça fazladır (Kaya, 2009, Ocak).

3.1.3.3. Temassız Kredi Kartları

Temassız kredi kartlarına sahip olan kişi, kartını POS makinesi gibi herhangi bir alete takmadan sadece okuyucu adı verilen bir makineye belirli bir mesafeden yaklaşıtıp göstermesi ile oldukça hızlı bir şekilde ödeme işlemini tamamlayabilmektedir (Kılıç, 2010).

Bu kredi kartları üzerinde bulunan mikro işlemciler, dışarıya doğru belirli bir ~~elektromagnetik radyo frekansından~~ sinyaller yaymaktadır. Bu mikro işlemcilerin yanında bir de uzaktan veri ~~transferinde aktarımına~~ yardımcı olacak küçük bir anten bulunmaktadır. Kartların okuyucu ile teması halinde kart üzerinde bulunan anten, veri transferini gerçekleştirerek ödeme işlemini gerçekleştirmektedir. Elektronik bilet olarak yolcu taşımacılığında, ücretli otoparklarda, gişelerde, güvenlik kontrollerinde, köprü ve otoyol geçişlerinde kullanılabilir olan temassız kredi kartları Türkiye’de iki farklı alanda kullanım olanağına sahiptir. Bunlardan ilki İstanbul toplu taşımacılığında başarı ile kullanılan akbil kartları olmakta olup ikincisi ise İstanbul boğazi geçişlerinde ve otobanlarda kullanılan OGS adı verilen sistemdir (Kaya, 2009, Ocak).

Temassız kredi kartı ile cep telefonlarının birleştirilmesi de yeni bir teknolojik gelişimin insanlarla tanıştırmıştır. Mastercard ile Nokia iş birliği ile Mastercard tarafından programlanmış chip’ler Nokia telefonlarının içine yerleştirilmiştir. Bu sayede insanlar ödemelerini sadece cep telefonlarını dokundurarak da gerçekleştirme olanağı bulmuşlardır. (Bankalararası Kart Merkezi, 2004)

Temassız kredi kartlarının kullanımının hem avantajları hem de bazı güvenlik açıkları bulunmaktadır. İlk olarak bu kartların en büyük avantajı işlem süresinin oldukça kısa ve olmasıdır. Bu sayede ödeme yapmak için kasa kuyruğunda zaman harcamaya da gerek kalmamaktadır. Özellikle düşük tutarlı ödemelerde nakit paranın yerini almaya başlamıştır. Bunun yanında bu kartlar, POS cihazı gibi herhangi bir makineden geçirilip okutulması durumu veya harcama belgesinin imzalanması gibi bir süreci ortadan kaldırmaktadır. Bu olay, ödemesini hızlı ve pratik bir şekilde gerçekleştirmek isteyen bir kişiye avantaj gibi gözükse de herhangi bir kimliği ayırt edici belge sorulmaması veya bilgi kontrolün olmaması güvenlik açısından tehlike arz etmektedir (Kaya, 2009, Ocak).

3.1.3.4. Sanal Kartlar

Kredi kartı sahibi ile üye iş yerinin yüz yüze gelmediği sadece internet ortamı gibi sanal ortamlarda gerçekleştirilen alışverişlerde kullanılan kartlara sanal kart adı

verilmektedir. Bu kartlar, insanların internet üzerinden herhangi bir güvenlik kuşkusu duymadan rahatlıkla harcamalarını yapma olanağı sağlamaktadırlar (Kılıç, 2010).

Manyetik şeridi veya chipi bulunmayan sanal kartlar, internet ortamı dışında günlük fiziksel alışverişlerde kullanımı geçersizdir. Bu sebepten bu kartların kayıp veya çalıntı olma riski de bulunmamaktadır. Ana karta bağlı olarak çalışan sanal kartların, kart numarası ve güvenlik kodu ana kartından farklıdır. Bu sebepten internet üzerinden sanal kart ile yapılan alışverişlerde üye iş yerinin ya da bir başkasının ana kart bilgilerine ulaşması mümkün değildir (Kaya, 2009, Ocak).

Limitinin kart sahibi tarafından belirlendiği sanal kartlar ile nakit avans kullanıma durumu da mümkün değildir yani herhangi bir ek kart kişiye tahsis edilememektedir. Bu kartlar sadece internet ortamında yapılacak olan harcamalarda sanal kart üzerindeki kredi kart numarasının alışveriş yapılan üye iş yerinin sitesine verilmesi ile gerçekleşmektedir. Bu şekilde internet üzerinden alışveriş de daha güvenli hale gelmektedir (Kaya, 2009, Ocak).

3.1.3.5. Ek Kartlar

Kredi kartını çıkaran kuruluş tarafından kartın asıl sahibine, ana kart ile aynı kredi limitine sahip, mal ve hizmet alımını gerçekleştirme olanağı sunan ve aynı zamanda ana karttaki tasarruflardan da kullanılma olanağı sağlayan benzer kartlar verilmektedir. Ek kart adı verilen bu kartlar, kart sahibinin dilediği kişi veya kişilere verilmektedir. Bu yöntem içerisinde ana ve ek kart sahiplerinin yapmış olduğu bütün harcamalar tek bir hesap altında toplanmakta olup toplam ödeme tutarı kartın asıl sahibine bildirilmektedir. Bu kartların tutarını da asıl kart sahibi ödemektedir (Kaya, 2009, Ocak).

Ek kart çıkartılması hem kart sahipleri için hem de kredi kart çıkaran kuruluşlar için avantajlı hale gelmektedir. Kart sahipleri bakımından, harcamaların tek bir hesap altında tutulması ailenin kendi gider düzeyini kontrol altında tutmasını sağlamaktadır. Kredi kartı çıkaran kuruluşlar ise ek kartlar sayesinde kart sürümleri arttırmakta ve eldeki hesapları daha anlaşılabilir ve basit bir halde tutmaktadır. Bunun yanında kart borcunun ödenmemesi durumunda da borç, birden fazla kişiden talep edilebilmektedir (Kılıç, 2010).

3.1.4. Kredi Kartının İşleyiş Sistemi

Kredi kartı sistemi, kart sahibi ile yapılan önceki anlaşmalar göz önüne alınarak kart sahibinin ödemelerini kredi kartı sayesinde yapmasını ve herhangi bir neden aranmaksızın üye işyeri tarafından da bu ödeme yapısının kabul edilmesi esasına dayanmaktadır. Bir kredi kartının işleyiş sistemini anlayabilmek için öncelikle bazı belli başlı kurum tanımlarının bilinmesi gerekmektedir. Bu tanımlardan bazıları şu şekildedir (Kılıç, 2010):

- **Lisans veren kartlı sistem kuruluşu:** Bank kartı veya kredi kartı gibi sistemleri kuran ve bu kartları çıkarma veya üye işyeri anlaşması yapma yetkisi veren kuruluşlardır. Türkiye’de BKM, yurtdışında ise Visa ile Mastercard bu kuruluşlara örnektir.

- **Lisans alan ve kart çıkaran kuruluş (Issuer):** Banka kartı veya kredi kartı düzenleme yetkisi alan kuruluşlardır.
- **İş yerleri ile üye işyeri anlaşması yapan kuruluş (Acquirer):** Banka kartı veya kredi kartlarının kabulü için iş yerleriyle anlaşma yapan kuruluşlardır.
- **Üye işyeri:** Acquirer kuruluşlar ile yaptığı anlaşma sayesinde kart sahiplerinin kartlarını mal ve hizmet satın almımında kabul eden iş yeridir.
- **Kart sahibi:** Banka kartı veya kredi kartını kullanan ve bu kartların sağladığı avantajlardan yararlanan kişidir.

Dünyanın birçok ülkesinde kredi kartını çıkaran kuruluş (issuer), üye işyeri anlaşması yapan kuruluş ve kart çıkarma lisansı veren kuruluş birbirinden farklı olarak piyasada yer almaktadırlar. Türkiye’de ve bazı ülkeler de ise kredi kartı çıkaran (issuer) kuruluş ile üye işyerleriyle anlaşma yapan kuruluşlar (acquirer) aynı olabilmektedir. Bu başlık altında her iki tür ilişkili sistemlerde de kredi kartının işleyiş yapısı anlatılmaktadır.

Bu sistemde, kredi kartını çıkaran kurum yani banka, üye işyeri ve kart sahibi olmak üzere üç taraflı bir ilişki bulunmaktadır. Kredi kart sistemleri bankanın bu işleştteki görevi ve durumuna göre de farklılık gösterebilmektedir.

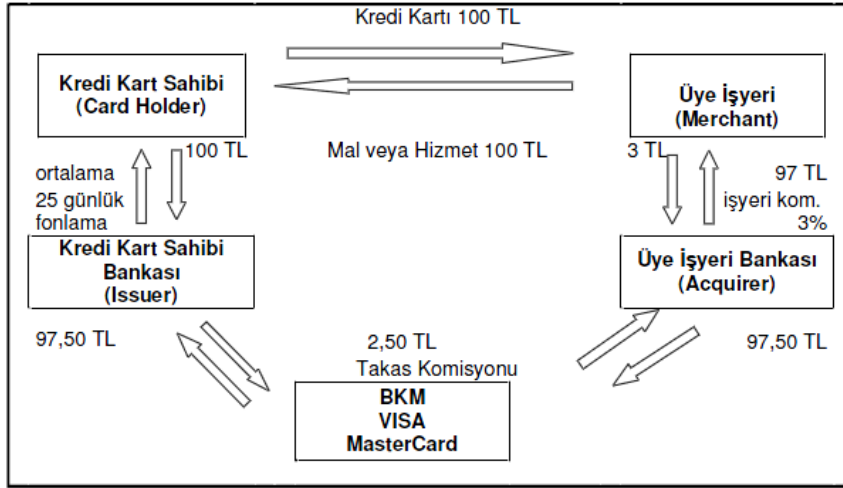
Bu sistemlerden ilki yani en geneli bir kuruluşun sadece kredi kartı çıkaran bir kuruluş olması ya da sadece üye işyerleriyle anlaşma yapan bir kuruluş olma durumudur. Yani bu durumda bir banka kredi kartı işleyiş sisteminde ya issuer ya da acquirer pozisyonundadır. Bu işleyiş sisteminin akışı şu şekildedir (Kılıç, 2010):

- İlk önce kart sahibinin kartı, mal ve hizmet satın almak istediği üye işyerine ait olan POS makinesine takılır ve harcama tutarı makineye girilir. Bu POS makinesi üye iş yerine, anlaşmalı olduğu banka tarafından tahsis edilmiştir.
- İşlem POS üzerinden işyeri ile anlaşmalı bankaya (acquirer) iletilir.
- Kartın sahibine ait bilgiler, kart numaraları ve diğer güvenlik numaraları manyetik şeritte saklanmakta olduğundan kartın POS makinesinden geçirilmesi sırasında okunan bu bilgiler onay alınması için işyeri ile anlaşmalı banka tarafından yurtiçi işlem ise BKM’ye, yurtdışı işlem ise Visa ya da MasterCard’a iletilir.
- BKM, Visa veya MasterCard’ta işlemin devamının sağlanması amacıyla gerekli onayların alınması için kişiye ait bilgileri kredi kartını çıkaran bankaya (issuer) iletir.
- Kartı çıkaran yani kartın sahibi banka, kartın bilgilerini kendi veri tabanı içerisinde kontrol ettikten sonra işlemi onaylayan ya da ret eden bir onay numarası ile mesaj üretir.

- BKM, Visa ya da MasterCard kart sahibi bankasının ürettiği bu onay uyarısını işyeri ile anlaşmalı bankaya (acquirer) iletir.
- İşyeri ile anlaşmalı bankada da kendisine gelen mesajı iş yerindeki POS makinesi aktarır.

Sekil numarası uyumsuz Sekil 2.1’de ise 10000TL değerinde bir hizmet satın alan kişinin bu sistem ile kredi kartı ödemesi sırasında hangi aşamalarda geçtiği gösterilmektedir. Bu örnek incelenirken üye işyerinin, anlaşmalı olduğu banka ile arasında %3 komisyonluk bir sözleşmesi bulunurken kart sahibi bankanın (acquirer) lisanslı kart satan bankaya (issuer) aracı kuruluş üzerinden %2,5 takas komisyonu ödediği bilinmelidir. Ayrıca şu durumda kart sahibi kartından ödediği tutarı kendi bankasına ortalama 25 gün sonra ödeyeceğinden dolayı lisanslı kart satan bankanın %2’lik fonlama maliyeti de bulunmaktadır.

Biçimlendirilmiş: Vurgulu



Şekil 3.1 Bunların Türkçe karşılıklarını kullan Issuer ile Acquirer olan Bankaların Farklı olduğu Sistemin İşleyişi (Kılıç, 2010)

Diğer bir sistemde ise iş yerleriyle anlaşmalı banka ile lisanslı kart satıcısının aynı bankadır. Bu durumda bir banka aynı anda hem acquirer hem de issuer pozisyonunda bulunmaktadır. Bu çeşit bir sistem işleyişinde ise adımlar şu şekilde gerçekleşmektedir (Kılıç, 2010) :

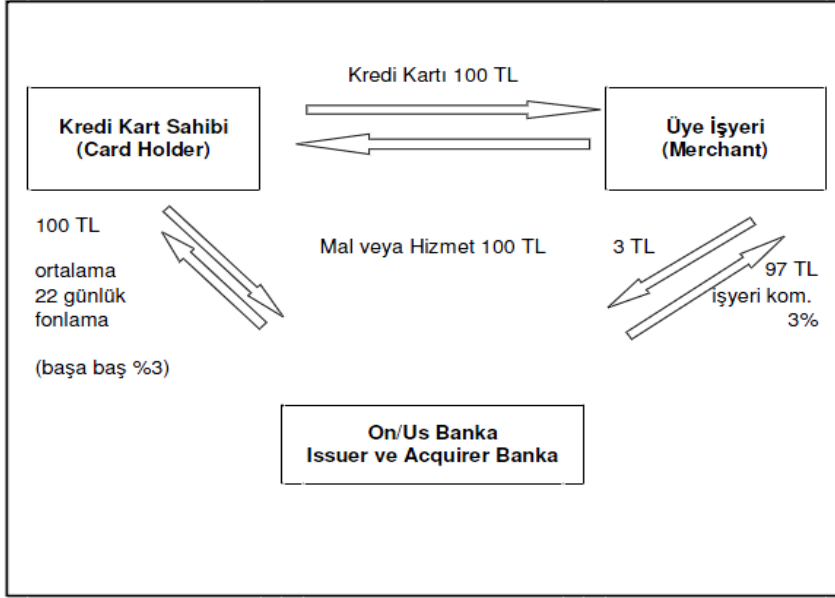
- İlk önce kart sahibinin kartı, mal ve hizmet satın almak istediği üye işyerine ait olan POS makinesine takılır ve harcama tutarı makineye girilir. Bu POS makinesi üye iş yerine, anlaşmalı olduğu banka tarafından tahsis edilmiştir.

- Kartın sahibine ait bilgiler, kart numaraları ve diğer güvenlik numaraları manyetik şeritte saklanmakta olduğundan kartın POS makinesinden geçirilmesi sırasında okunan bu bilgiler hem kredi kartı sahibi hem de işyeri ile anlaşmalı olan bankaya ulaştırılır.
- Banka, işlem yapılmak istenen kartın bilgilerini kendi veri tabanı içerisinde kontrol ettikten sonra işlemi onaylayan ya da ret eden bir onay numarası ile mesaj üretir. Bu üretilen mesajda POS makinesi aktarılır.

Şekil numarası uyumsuz Şekil 2.2'de ise 10000TL değerinde bir hizmet satın alan kişinin bu sistem ile kredi kartı ödemesi sırasında hangi aşamalarda geçtiği gösterilmektedir. Bu örnekte de tıpkı yukarıdaki durumdaki gibi üye işyerinin, anlaşmalı olduğu banka ile arasında %3 komisyonluk bir sözleşmesi bulunmaktadır. Lisanslı kart satan banka ile iş yeri ile anlaşmalı bankanın aynı olmasından dolayı işlemler arasında aracı bir kuruma ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu durumdan kaynaklı olarak önceki durumdaki gibi %2,5'luk bir takas komisyonu oluşmamakta olup kart sahibinin fonlama maliyeti de üye işyerinden elde edilen komisyon ile karşılanmaktadır.

Biçimlendirilmiş: Vurgulu

Biçimlendirilmiş: Vurgulu



Şekil 3.2 Bir Bankanın hem Issuer hem de Acquirer olduğu Sistemin İşleyişi (Kılıç, 2010)

Bir bankanın hem acquirer hem de issuer olduğu sistemlerde dikkat edilmesi gereken nokta, banka tarafından işlem kayıtları herhangi bir aracı kurumun sistemine gönderilmediği için takas komisyonu ödemesi yapılmamasıdır. Hatta bu durumda banka

kart sahibinin en az fonlama maliyeti kadar iş yerinden komisyon almaktadır. Bu sebepten dolayı, bankalar özellikle taksitli işlemlerde tüketicileri bu tarz işlemlere teşvik edip daha fazla kazanç elde etmeyi istemektedirler. Bu sistem çalışması içerisinde taksitli alışverişlerde üye işyerinden alınan komisyon miktarının, kart sahibi fonlama maliyetinden fazla olmasından dolayı, bankalar arasında işlem rekabeti de oldukça yaşanmaktadır. (Bankalararası Kart Merkezi, 1998)

Chip'li-Akıllı kartlar piyasaya sürülmeden önce her iki kredi kartı sistemi işleyişinde de onaylama işlemi bittikten sonra POS makinesinden satışın gerçekleştirildiğini belgeleyen bir slip çıkmakta olup bu slip müşteriye imzalatılmaktadır. Aslında onayın alınma işleminden sonra satış tamamlanmış ve satış için gerekli tutar kart sahibinin kredi hesabından düşülmüş olmasına rağmen daha sonra ortaya çıkacak uyumsuzlukları ortadan kaldırmak ve gerektiğinde imza incelenmesi yapmak üzere bu imzalı slipler üye işyeri tarafından saklanmaktadır. (Ahi, 2006)

3.2. Kredi Kartı Dolandırıcılığı

Kredi kartları, dünya üzerindeki yaygınlığı ve güçlü altyapısı sayesinde çok kısa bir sürede insanların gözü kapalı güvenebilecekleri ve korkusuzca kullanabilecekleri bir ödeme aracı haline gelmiştir. Bu duruma ek olarak kredi kartlarının kullanım alanlarının artmasıyla birlikte bu kartların insanlar tarafından tercih edilme nedenlerine bir diğeri daha eklenmiştir. Kredi kartlarının bu kadar çok benimsenmesi ve kullanılması beraberinde bazı güvenlik sorunlarını getirmektedir. Bu sorunların temel sebebi ise kredi kartı bilgilerinin başka insanların eline geçmesi ve kötüye kullanılması gösterilmektedir.

Kredi kartı dolandırıcılıkları, var olan bir kartın aslına birebir benzeyecek şekilde yeni bir kartın kopyalanması ile gerçekleştiği gibi yine var olan bir kart üzerindeki bilgilerin çeşitli yöntemler ile değiştirilmesi şeklinde de gerçekleşebilmektedir.

3.2.1. Kredi Kart Dolandırıcılığının Dünya Çapındaki Durumu

Kredi kartı piyasasının hızlı bir şekilde artması kredi kartı dolandırıcılığı probleminin de açığa çıkmasına sebebiyet vermiştir. Türkiye’de dâhil olmak üzere dünya üzerindeki bütün ülkeler kredi kartı dolandırıcılığı konusunda ciddi büyüklükte finansal kayıplar vermişlerdir. Gerçekte kredi kartı dolandırıcılığına dair herhangi bir rapor bulabilmek oldukça güçtür. Bunun nedeni ise birçok finansal kuruluşun böyle bir konudaki eksikliklerini dile getirmek istememesidir (Yegel, Kasım,2009).

İlk olarak dünya genelinde kredi kartı dolandırıcılığına dair açıklanan raporları inceleyecek olursak 2005 yılında FBI bu konu ile ilgili bir rapor yayınlamıştır. Raporda o yıl içerisinde kredi kartı konusunda 315 milyar USD’lik bir kaybın meydana geldiği belirtilmiştir. Yine aynı yıl içerisinde Fransız Merkez Bankası Baquede France, Fransa genelinde 236 milyon euro’luk bir kredi kartı dolandırıcılığına parmak basmıştır. 2006 yılında da durum pek parlak değildir. O yıl içerisinde Avrupa’da yapılan bir çalışmada 22 milyondan fazla insanın kredi kartı dolandırıcılığı kurbanı olduğu tespit edilmiştir (Yegel, Kasım,2009). İngiltere’de de APACS’ın raporunun açıkladığı bilgilere göre 2008 yılında

2007 yılına göre kredi kartı dolandırıcılıkları %14 oranında artmıştır. 2007 yılında 535 milyon pound olan toplam kayıp değeri 2008 yılında 610 milyon pounda çıkmıştır. (Duray, Uluslararası Kredi Kartı Sahteciliği, 2009, Mayıs). Avustralya İstatistik Bürosu da 2006 ile 2007 yılları arasında yaşanan kredi kartı dolandırıcılıklarına karşı sayısal verileri rapor etmişlerdir. Raporda kredi kartı sahteciliğinin 2007 yılında 2006 yılına göre %30 artış gösterdiği açıklanmış olup kaybın 1.600 Avustralya Doları tutarında olduğu belirtilmiştir (Duray, Avustralya'da Dolandırıcılık Artıyor, Ocak, 2009).

Dünya üzerindeki kredi kartı dolandırıcılığı sorunu sayısal verilerle incelemek ve daha iyi anlamak adına Tablo 3.3'te bulunan veriler daha yardımcı olacaktır. Bu tablo incelendiğinde 2006 yılında en fazla kredi kartı sahteciliğinin ABD, Hindistan ve İngiltere'de gerçekleştiği görülmekte olup Türkiye'de de aynı yıl içerisinde 20 milyon TL kayba neden olacak kadar kredi kartı dolandırıcılığının yaşandığı belirtilmiştir. 2007 yılına geçildiğinde ise ABD ve Hindistan'da kredi kartı dolandırıcılığında %18'lik bir artış yaşanırken İngiltere ve Türkiye'de bu durumun tam tersi bir şekilde kredi kartı dolandırıcılığında azalma görülmüştür. İngiltere'de bu azalma oranı %20 iken Türkiye'de bu oran %70'dir. Bunun en büyük nedeni ise Türkiye ve İngiltere'nin o yıl içerisinde akıllı kart uygulamasına geçmesi gösterilmektedir (Duray, Uluslararası Kredi Kartı Sahteciliği, 2009, Mayıs).

Tablo 3.3 Uluslararası Manyetik Kart Sahteciliği Verileri (Milyon) (Duray, Uluslararası Kredi Kartı Sahteciliği, 2009, Mayıs) **İngiltere dışındakiler Avro olabilir. Avronun sembolü €**

Biçimlendirilmiş: Vurgulu

Bölge	Ülke	2006	2007
Kuzey Avrupa	İngiltere (£)	427.00	353.00
	İrlanda (£)	-	12.50
	Almanya (£)	56.80	56.30
	Türkiye (TL)	20.00	11.60
Güney Avrupa	İspanya (£)	176.20	191.30
	İtalya (£)	37.30	38.00
	Fransa (£)	252.00	250.00
	Portekiz (£)	141.20	157.40
Kuzey/Latin Amerika	ABD (\$)	1,733.00	2,120.30
	Meksika (MX\$)	1.07	1,777.00
Asya Pasifik	Hong Kong (HK\$)	33.00	35.10
	Malezya (RM)	26.00	23.10
	Singapur (S\$)	5.00	5.30
	Hindistan (RS)	937.00	1,188.10
	Tayvan (NT\$)	258.70	156.20
	Çin (RMB)	221.00	271.30

Barclaycard'ın ülkeler bazında kredi kartı dolandırıcılığı hakkında yapmış olduğu araştırma sonucuna göre ise, dünya genelinde kredi kartı dolandırıcılıklarının %56'sının Türkiye'de gerçekleştiği tespit edilmiştir. Türkiye'yi takip eden ülkeler olarak da İtalya, Çin, Tayland, İrlanda, Hindistan ve Hollanda'da gösterilmektedir. Kopyalanan bu kredi kartlarının ise sırasıyla, Türkiye, Fransa, İspanya, ABD, İngiltere ve Hindistan'da kullanılmaya çalışıldığı da yapılan araştırma sonucu çıkan bilgiler arasında yer almaktadır. Özellikle İngiliz turistlerin turistik geziler için bu ülkeleri tercih etmeleri ve harcamalarını kredi kartı ile yapmaları nedeniyle kredi kartı kopyalamaların daha çok yaşandığı da belirtilen noktalar arasındadır. Görüldüğü gibi ülkeler sahte kart türündeki dolandırıcılıklar karşısında halen ciddi boyutta finansal kayıplar yaşamaktadır. (Milliyet, 2010).

Kredi kartı dolandırıcılıklarının en çok hangi yöntemler ile gerçekleştirildiği de yapılan araştırmaların konusu olabilmektedir. Türkiye'de 2003 ile 2008 yılları arasında yaşanan kredi kartı dolandırıcılıklarının hangi yöntemler ile gerçekleştirildiği ve hangi yöntemin ne kadar zarara uğrattığı tablo 3.4'te gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde dolandırıcılık yöntemi olarak en çok sahte, kayıp ve çalıntı kartlar ve online işlemler yüzünden en çok finansal kayıplar yaşandığı görülmektedir.

Tablo 3.4 2003- 2008 Yılları Arasında Türkiye Dolandırıcılık Kayıpları (Milyon) (Yegel, Kasım,2009).

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Sahte Kartlar	10.0	1.0	9.7	4.5	3.1	2.5
Kayıp/Çalıntı Kartlar	7.0	9.0	10.6	8.1	6.2	5.2
Online İşlemler	3.0	5.0	7.7	8.7	14.1	16.9
Postada Çalıntı/kaybolan Kartlar	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Kimlik Sahteciliği	0.1	0.3	0.4	0.6	1.3	1.9
Diğer	1.0	1.1	1.2	1.0	0.7	0.9
Toplam	21.2	25.5	29.8	23.1	25.6	27.6

Biçimlendirilmiş Tablo

APACS'ın 2009 yılının ilk çeyreğinde açıkladığı rapora göre 14.369 adet değişik versiyonda sahte e-postalar üretilmiştir. Bu e-postalar milyonlarca kişiye gönderilerek kişilerin özel bilgileri ele geçirilmiştir (Duray, Sahtekarlar yaratıcılıkta sınır tanımıyor, Temmuz, 2009). Bu yöntem ile yapılan dolandırıcılığın %19 oranla ABD'de, %15 oranla Fransa'da, %14 oranla Türkiye'de ve %10 oranla Güney Kore'de gerçekleştirildiği belirtilmiştir (Yegel, Kasım,2009).

3.2.2. Kredi Kartı Dolandırıcılık Yöntemleri

Kredi kartlarının sayılarının her geçen gün takip edilmesi zor bir hızla artması ve bununla aynı paralellikte işlem hacminin de sürekli büyüme gösterip oldukça yüksek

fiyatlara ulaşması, bu pazardan haksız kazanç elde etmek isteyen dolandırıcıları ortaya çıkarmıştır.

Günümüzde herhangi bir insanın kredi kartı bilgilerini elde etmenin oldukça kolay hale gelmesi kredi kartı dolandırıcılarının ekmeğine bal sürmektedir. Çöpe atılan herhangi bir deftere ya da ajandaya yazılan bir isim, soy isim, kimlik numarası veya doğum tarihi gibi bazı kişisel bilgiler diğer insanların, bu bilgileri kullanarak yeni hesap açmaları veya başkası adına harcama yapabilmeleri için oldukça yeterli sayılabilmektedir. (Obringer, 2010).

Tablo 3.5 Kredi Kartı Dolandırıcılık Yöntemleri ve Gerçekleşme Yüzdeleri (Tej Paul Bhatla, Haziran, 2003)

Yöntem	Yüzde
Kayıp/Çalıntı Kart	%48
Kimlik Hırsızlığı	%15
Kartın Kopyalanması	%14
Sahte Kart	%12
Posta Sahteciliği	%6
Diğer	%5

Kredi kartı dolandırıcılığı suçu işlenirken dolandırıcılar tarafından pek çok farklı yöntemler kullanılmaktadır. Tablo 3.5'te gösterilen yöntemler ve değerler günümüzde yaşanan kredi kartı dolandırıcılık yöntemlerinin gerçekleşme yüzdeleri hakkında bilgilendirici niteliktedir. Tabloyu yorumlayacak olursa, dünya üzerinde insanların en çok maruz kaldığı kredi kartı dolandırıcılığı yöntemi kayıp/çalıntı kart yöntemidir. Kimlik hırsızlığı, kartın kopyalanması, sahte kart ve posta sahteciliği ise bu yöntemi takip eden diğer dolandırıcılık yöntemleri olarak görülmektedir.

Bundan sonraki bölüm başlıklarında geçmişten günümüze yaşanan kredi kartı dolandırıcılık yöntemlerinden bahsedilecektir. Bu dolandırıcılık yöntemlerinin nasıl gerçekleştirildiği ve bu yöntemleri önlemek için bugüne kadar ne gibi tedbirler alındığından ve alınması gerektiği de bu başlık kapsamı altında incelenecektir.

3.2.2.1. Kayıp/Çalıntı Kart Yöntemi

Herhangi bir kimlik kontrolünün yapılmadığı iş yerlerinde gerçekleşen alışveriş ve harcamalarda kayıp veya çalıntı kartların kullanılması şeklinde yapılan bir dolandırıcılık çeşididir. Bu yöntemde kullanılan kredi kartları tamamen gerçek olmakla birlikte genellikle kartlarını bir yerde unutan ya da düşüren ve bu durumu fark edemeyip kartını etkisiz hale getiremeyen insanların kredi kartları, bu tür dolandırıcılık yönteminde kullanılmaktadır. Buna ek olarak kart sahibinden hırsızlık, yankesicilik veya gasp yoluyla elde edilen kredi kartları bu yöntem içerisinde kullanılan kartlar arasında bulunmaktadır. Bu kartlar alışverişlerde güvenliği zayıf tutan iş yerlerinde direkt kullanılabilirdiği gibi

güvenliğin oldukça sıkı tutulduğu iş yerlerinde ise sahte kimlikle kullanılmaktadır (Ahi, 2006).

Çeşitli finansal kuruluşlarında bu tür dolandırıcıları engellemek için kendilerince önlemler almaktadırlar. Bankalar müşterilerinin kredi kartlarının hareketlerini izleyerek kayıp/çalıntı kart durumlarını en erken zamanda teşhis etmeyi amaçlamaya yönelik çeşitli yöntemler geliştirmektedirler. Özellikle kart sahiplerinin harcama alışkanlıkları dışında bir durum tespit ettiklerinde, müşterilerini arayarak yapılan işlem ile ilgili teyitler alınmaktadır.

EMV standartlarına uygun olarak piyasaya sürülen chip'li kredi kartlarının amacı kayıp/çalıntı kart ile gerçekleştirilen dolandırıcılık önlemektir. İçerisinde kullanıcı bilgilerinin ve kart şifrelerinin gömülü olduğu chip'li kartlar, çalınsa dahi çalınan kişi tarafından kartın şifresi bilinmiyor ise hiçbir işlem gerçekleştirilemez.

3.2.2.2. Sahte Kart Yöntemi

Geçmişte en çok karşılaşılan kredi kartı dolandırıcılık yöntemlerinden bir diğeri ise sahte kart yöntemidir. Dolandırıcılar, gerçeğine çok benzeyecek şekilde çeşitli yöntemler kullanarak sahte kart üretebilmektedirler. Sahte kartlar üzerindeki banka isimleri ya da müşteri bilgiye gerçek bir kuruma veya kişiye ait olabileceği gibi sahte bilgilerden de oluşabilmektedir. Bu durum kartın üzerindeki kredi kart numarası da geçerli olmaktadır. Sahte kart üretimi için çeşitli makineler geçmişten günümüze kullanılmıştır. Bunlar: (Kılıç, 2010).

- Okuyucu/Papağan (Reader): Bu alet içerisinden kredi kartı geçirilmesi ile karta ait bütün kullanıcı bilgilerini hafızasına kopyalamaktadır.
- Kodlayıcı (Encoder): Kart bilgilerini boş plastik bir kartın arkasındaki manyetik şeride yükleyen alettir. Bu makinelerin sadece özel izinle bankalarda kullanılması amacıyla getirilmektedir. Buna rağmen kötü niyetli kişiler tarafından gümrükten yasal olmayan şekilde getirilmektedir.
- Kart Yazıcısı (Card Printer): Sahte kredi kartlarının gerçeğini yansıtması amacıyla arkalarına istenen şekil, yazı veya desenin basılması amacıyla kullanılan alettir.
- Kabartma-Baskı Cihazı (Embosser-gofre): Kart üzerine 16 rakamlı kredi kartı numarasını kabartmalı olarak yazan makinedir. Bu makineler kırtasiye alanında oldukça sık kullanıldığından ülkeye girişinde bir sorun yoktur.
- Renklendirici Cihazı (Tipper): Kart üzerine kabartmalı olarak basılan kart numarasının renklendirilmesi amacıyla kullanılan makinedir.
- Imprinter: Bu makine kredi kartı üzerinde kart numarasını değiştirerek veya ütüleyerek kart üstüne yeni bir kart numarasının basılması amacıyla kullanılmaktadır.

Sahte kart üretimi yapabilmek için piyasada öğrenci kartı gibi çeşitli boş plastik kartlar bulunmaktadır. Bazı kötü niyetli kişiler bu kartları kendi çıkarları doğrultusunda kullanarak çeşitli dolandırıcılık suçları işleyebilmektedirler. Gerçek kredi kartı bilgilerini

boş plastik plakalar üzerine kabartmalı olarak basan kişiler bu sahte kartları kullanarak iş yerlerinde imprinter cihazı ile bilgileri harcama belgeleri üzerine aktarmaktadırlar. Bu şekilde bankadan istediği parayı tahsil eden dolandırıcılar iş yerinin bilgisi içerisinde hareket etmektedirler. Hatta genelde iş yeri bu tür suçların işlenmesi amacıyla açılmış da olabilmektedir (Kılıç, 2010).

Sahte kart üretmek için öncelikle kodlayıcı adı verilen cihaz kullanılarak eldeki kredi kartı bilgileri sahte kredi kartına kopyalanmaktadır. Kart üzerindeki banka logosu, resim, filigran gibi materyaller de sahte kart üzerinde kart yazıcısı tarafından basılmaktadır. Kabartma-baskı cihazı ile de kart numarası sahte kart üzerine istenen şekilde yazıldıktan sonra dolandırıcı kişisi, ürettiği bu sahte kartla mal ve hizmet satın alınımına başlamaktadır (Ahi, 2006).

Genellikle lokanta, kafe ve restoran gibi yerlerde hesap ödenmesi sırasında kredi kartları garsona teslim edilmektedir. Garsonun buradaki görevi kartı POS makinesinden geçirip hizmet bedelinin karşılığını almaktır ve işlemleri yaparken eline 3-5 dakikalık bir zaman geçmektedir. Bazı dolandırıcı garsonlar bu zaman dilimini kendi menfaatleri doğrultusunda kullanarak, kredi kartını okuyucu adı verilen bir cihazdan geçirerek kredi kartı içindeki tüm bilgileri kopyalamaktadırlar. Özellikle zengin kişilerin gittiği yerlerin tercih edilmesinin yanında bu işlemlerde dolandırıcı sadece garson olabildiği gibi garsona bu iş için bir miktar para ödeyen dolandırıcı grupları da olabilmektedir (Ahi, 2006).

Manyetik şerit sahteciliği yöntemi de sahte kart üretiminden türeyen bir dolandırıcılık yöntemidir. Bu yöntemde eldeki gerçek kredi kartının üzerindeki manyetik şeritler silinerek okuyucu ve kodlayıcı cihazlar aracılığıyla başka bir kart sahibine ait olan bilgiler bu kart üzerine kopyalanmaktadır. Bazı dolandırıcılar da kayıp veya çalıntı olan kartların manyetik şeritlerini de başka kart sahiplerinin bilgileri ile kombine ederek harcamalarına devam edebilmektedir (Kılıç, 2010).

Geçmişte bu tarz dolandırıcılıklara karşı önlem olarak kart sahiplerinin işlem anında kartlarının göz önünden ayırmamaları ve bankaların harcama alışkanlıklarına göre müşterilerinin harcama tutarlarını kontrol etmeleri önerilmekteydi. Ancak akıllı kartların piyasaya sürülmesinden sonra bu dolandırıcılık ile mağdur duruma düşen kişi sayısında azalma görülmüştür. Bunun en önemli nedenlerinden biri de EMV standartlarına uygun olarak hizmete sunulan akıllı kredi kartlarının kopyalanması veya içerisindeki bilgilerin bir şekilde elde edilmesi oldukça güç ve masraflıdır.

3.2.2.3. Kredi Kartını Usulsüz Kullanma/Kullandırma Yöntemi

Bu yöntem dolandırıcılık işleminin kart sahibi tarafından da gerçekleşme durumunun olmasından dolayı diğer yöntemlere göre farklılık gösterebilmektedir. Bu yöntemde kart sahibi kredi kartından dilediğince alışveriş yaptıktan sonra bankasını arayarak kartını düşürdüğünü veya çaldırıldığını beyan ederek son yapılan işlemlerin sahte olduğunu iddia etmektedir. Bu şekilde kendisinin mağdur olduğunu belirterek işlemleri geçersiz kılmayı hedeflemektedir. Bu yöntemde kart sahibinin kartını aynı şekilde bir başka kişiye kullandırma durumu da söz konusu olabilmektedir (Ahi, 2006).

Kredi kartlarının usulsüz kullanılmasına yönelik bir başka örnek durum ise geri iade edilmemiş bir ürünün iade edilmiş gibi gösterilip, ürün bedelinin dolandırıcının hesabına aktarılmasıdır. Alışveriş yerlerinin çoğunda müşteriler satın aldıkları ürünleri iade ederek ürün bedelini kendi kredi kartı hesaplarına geri yansıtılabilmektedir. Böyle bir durumu kendi çıkarları amacıyla kullanmak isteyen bir üye işyeri personeli de, aslında hiç iade edilmemiş bir ürünü kendi kredi kartıyla alışveriş yapılmış gibi gösterip ürünün fiyatını kendi hesabına yansıtılabilmektedir. Bankaların ve iş yerlerinin bu durumu fark edip önlemlerini arttırmasıyla birlikte bu şekildeki dolandırıcılık olayları oldukça azalmıştır (Ahi, 2006).

3.2.2.4. Ele Geçmeyen Kredi Kartları

Bu kapsam içerisinde incelenecek bir diğer yöntem ise kurye-dağıtıcı yöntemidir. Bu yöntemde kredi kartı çıkartmak için bankaya başvuran müşterinin kartı, müşteriye kurye ya da dağıtıcılar tarafından ulaştırılmaktadır. Bazı kurye ve dağıtıcılar kredi kartını teslim etmek için gittikleri kişilere herhangi bir derginin bir yıllık aboneliğini kazandığını belirterek bir form doldurtmaktadırlar. Kuryecinin imzalattığı form kredi kartını teslim ettiğine dair bir form olmasına rağmen kredi kartı müşterisi bu formu dergi aboneliği olarak düşünmektedir. Bu aşamadan sonra dolandırıcı kuryeciler, kart sahibinin forma doldurduğu bilgileri kullanarak kartın şifresini elde edip dilediğince harcama yapabilmektedirler. (Ahi, 2006)

3.2.2.5. Sahte Başvuru Yöntemi

Sahte kimlik bilgileri kullanılarak çıkartılan kredi kartlarının kullanıldığı bir dolandırıcılık yöntemidir. Bu yöntemde kötü niyetli kişiler sahte kimlik hazırlayarak, çalıntı kimlik bilgileri kullanarak ya da elde ettikleri kimlik fotokopilerini kullanarak paravan şirketleri aracılığıyla bankadan kredi kartı temin ederler (Kılıç, 2010).

Özellikle bankaların sokaklarda tezgahlar açıp, kredi kartı başvurusu almaya çalıştıkları dönemde oldukça karşılaşılmış bir yöntemdir. Başka bir kişinin kimlik bilgilerine çokça kimlik fotokopileri toplayan yerlerden ulaşan dolandırıcı, bu kimlik bilgileri ile kendi fotoğrafını ve ikametgah adres bilgilerini birleştirerek kredi kartı başvuru formunu doldurmaktadır. Bu aşamadan sonra kendi ikametgah adresine gelen kredi kartını kullanarak istediği iş yerinde hiçbir şüphe çekmeden harcama yapabilmektedir (Ahi, 2006).

Başka bir çeşit olarak da dolandırıcılar, yurt dışına işçi gönderme bahanesiyle gazete ve dergilere verdikleri iş ilanlarına başvuran kişilerin istedikleri tüm bilgilerini elde edebilmektedir. Bu istenen bilgiler kişinin kimlik fotokopisini bile kapsayabilmektedir. Bu kimlik bilgilerini kullanarak kendilerine kredi kartı çıkaran dolandırıcılar, kartlarının limitlerini bitirir bitirmez ortadan kaybolurlar ve olan bu kişiler tarafından dolandırılan mağdur şahıslara olur (Kılıç, 2010).

3.2.2.6. ATM Dolandırıcılığı Yöntemi

Günümüzde yaygın bir şekilde karşılaşılan bir diğer dolandırıcılık yöntemi ise ATM dolandırıcılığı yöntemidir. 1987'de ATM'lerin kullanıma açılması ile birlikte kötü niyetli kişilerin bu aletleri de kendi kötü amaçları için kullanması gecikmemiştir. Dolandırıcı bu

yöntemde kart sahibinin şifresini işlem sırasında gözlemleyerek elde edip saha sonrasında kartı değiştirme, çalma veya sıkışan kartı çıkarma bahanesiyle kartı elde edebilmektedir.

Bu yöntemin çeşitli şekilleri bulunmaktadır. Dolandırıcı ATM'nin içerisine ATM'nin olağan bir parçası olarak algılanan kamera görevi gören bir alet yerleştirmektedir. Kamera şifrenin girildiği alana odaklandırılarak kart sahibinin şifresi elde edilmektedir. Bunun yanında kart yuvasına kartın sıkışıp çıkmasını engelleyen başka bir alet daha konulmaktadır. Kartı sıkışan kullanıcı bir şey olmaz diye düşünüp kartı bırakıp gidince dolandırıcılar şifresi elde edilmiş olan kartı elde ederek, kart iptal edilene kadar harcama yapmaktadırlar (Ahi, 2006).

Bu dolandırıcılık yöntemi yine bir başka şekilde ise kredi kartı, kart yuvasına konulan alet yüzünden sıkışan kart sahibi çaresizce kartını çıkartmaya çalışırken, dolandırıcı yardım etmek bahanesiyle kart sahibinin şifresini öğrenmektedir. Kart sahibinin, kartın yerinden çıkamayacağına emin olup ATM'yi terk etmesinden ardından dolandırıcı, şifresini öğrendiği kredi kartıyla istediği harcamayı yapmaktadır (Ahi, 2006).

Bankaların bu dolandırıcılık yöntemine karşı da aldığı bazı önlemler bulunmaktadır. Özellikle kart giriş yuvalarında özel aparatlar kullanarak bu dolandırıcılık yöntemini önlemeye çalışsalar da bu yöntemde en çok özen göstermesi gereken kişi kart sahibinin ta kendisidir. Kart sahipleri ATM'de işlemlerini yaparken herhangi bir sorunda etraftan gelen yardım tekliflerini reddederek kendi bankalarına başvurmaları gerekmektedir.

3.2.2.7. Mail, İnternet ve Telefon ile Yapılan Alışveriş Dolandırıcılığı

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte artık kredi kartları insanların sadece alışveriş yerlerinde değil internet üzerinde de harcama yapabilmelerine olanak sağlamaktadır. Özellikle şirketlerin gelir hacmini arttırmak için satış işlemlerini internet siteleri üzerinden de gerçekleştirmesi bazı kötü niyetli kişilerin bu durumu kendi amaçları doğrultusunda kullanmasına sebebiyet vermektedir.

Günümüzün en yaygın alışveriş trafiği internet üzerinde yaşanmaktadır. Kredi kartı numarası kullanılarak e-posta, internet veya telefon ile yapılan alışverişlerde kart sahibi ve kart fiziksel olarak bir varlık gösteremedikleri için bu tür alışveriş işlemleri oldukça risklidir. Çünkü insanların internet veya telefon üzerinden istediği şekilde harcama yapabilmesi için bilmeleri gereken bilgiler sadece kredi kartı numarası, kartın geçerlilik tarihi, kart sahibinin adı ve imza bandında bulunan güvenlik numarasının son 3 rakamıdır. Başka birinin bu bilgilerine sahip olan bir kişi, internet üzerinden istediği şekilde alışveriş yapabilmektedir. Dolandırıcılık yöntemleri arasından en kolay olduğu da söylene bilinmektedir (Ahi, 2006).

Günümüzde pek çok ticari işletme internet üzerinden alışveriş olanağını müşterilerine sunmakta böylelikle gelirlerini arttırmayı hedeflemektedirler. İnsanlar da kredi kartları üzerinde bulunan bilgiler ve kart şifreleri aracılığıyla bu olanaktan yararlanabilmektedir. Dışarı çıkmadan alışveriş yapmanın getirdiği kolaylık bazı kötü niyetli kişiler tarafından haksız kazanca çevrilebilmektedir. Herhangi bir kişinin kart bilgilerini bilen bir kişi

internet ortamında kafasına göre çeşitli harcamalar yapıp sipariş verebildiği gibi hatta bazı kart hesaplarından kendi hesabına para transfer edebilmektedir. (Kılıç, 2010).

İnternet, günümüzde insanlar tarafından oldukça aktif bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle internet üzerinde ulaşılan belirli sohbet siteleri kredi kartı dolandırıcılıklarının en çok görüldüğü yerlerin başında gelmektedir. Bu sohbet sitelerinde dolandırıcılar değişik ülkelerdeki farklı insanların kart bilgilerini elde etmek amacıyla bulunmaktadır. Bu durum dolandırıcıların, kredi kartı dolandırıcılığını nasıl uluslararası bir iş haline çevirdiğini göstermektedir.

Bu duruma bir başka örnek durum ise halka açık belirli yaşam alanlarında gerçekleşmektedir. Kredi kartı dolandırıcıları kütüphane, internet kafe gibi tüm insanlara açık yerlerde bulunan bilgisayarların içerisine klavye dinleyen bir yazılım yükleyebilmektedir. Bilgisayara zarar vermeyen bu klavye dinleme yazılımları klavyedeki her türlü değişimi bir yazılım aracılığıyla takip ederek hafızasına almaktadır. Bu tür bir yazılımın varlığından haberdar olmayan bir kişinin bütün bilgileri ve şifreleri elde edilebilmektedir. Bilgisayarın bir köşesinde tutulan bu bilgiler istenildiği zamanda başka kişilerin e-postalarına gönderilebilmektedir. Bazı bankalar klavye dinleyen yazılımlardan müşterilerini korumak için internet bankacılığı sayfalarında bilgi girilme bölümlerini sanal klavye aracılığıyla gerçekleştirmektedir. Fare kullanılarak girilen müşteri bilgileri bu yazılım tarafından okunmaz ve müşteriler korunmuş olmaktadırlar (Sağiroğlu, 2006).

İnternet üzerinden gerçekleştirilen alışverişlerde yaşanan kredi kartı dolandırıcılıklarını önlemek amacıyla çeşitli araştırmalar yapıp uygulamalar geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin en çok tutulana ve dolandırıcılık oranını düşüreni ise 2007 yılında piyasaya sürülen 3D Secure yöntemidir.

3.2.2.8. Sahte E-posta Yöntemi

Sahte e-posta yöntemi, kredi kartı bilgisi elde etmede en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Günümüzde de çoğu insan bu yolla aldatılmakta ve kimlik bilgilerini dolandırıcılara kendi elleriyle kaptırmaktadır.

Sahte e-posta yönteminin İngilizcedeki karşılığı 'phishing' olmakla birlikte Türkçede bu sözcüğe karşılık oltalama yani sazan avlama adı verilmektedir. Son yıllarda oldukça hızlı bir şekilde artan bu yöntemin ana temeli kimlik hırsızlığıdır. Bu yöntem ile kişilerin kart numarası, hesap numarası gibi kişisel bilgileri resmi bir kurumdan gelmişçesine hazırlanmış sahte bir e-posta ile elde edilmektedir. Bu e-posta içerisinde kişi birebir benzer resmi bir siteye yönlendirilerek kişinin bilgileri bir form aracılığıyla alınmaktadır. Amerika'da 57 milyon insanın bu yöntem ile kredi kartı dolandırıcılığına maruz kaldığı bilinmekte olup 2003 yılında toplam 500 milyon dolarlık bir kaybın meydana geldiği belirtilmektedir (Sağiroğlu, 2006)

Çoğu bilgisayar kullanıcılarına, her gün onlarca reklam, duyuru veya haber mesajları e-posta yoluyla iletilmektedir. İşte bu e-postaların bazıları bankadan veya bazı özel kredi kartı kuruluşlarından gelmiş maskesi altında kişileri kandırabilmektedir. Özellikle adı

geçen bankanın veya adı kart kuruluşlarının logoları da kullanılarak da gelen e-postanın inandırıcılığını arttırmak amaçlanmaktadır. Mesajın içeriğinde ise kişiden müşteri bilgilerini verilen linki kullanarak bir an evvel güncellemesi gerektiği aksi takdirde kartının kullanıma kapanacağı belirtilmektedir. Bu e-postaya güvenip verilen linke basan kullanıcının karşısına, bankanın adres çubuğuna kadar aynı olan web sitesinin birebir kopyası gelmektedir. Bu site içerisinde yer alan formlara kendi kredi kartı numarasını, kartın son kullanma tarihini, 3 rakamlı güvenlik numarasını ve kendi anne kızlık soyadı gibi önemli birçok kişisel bilgileri giren kullanıcı, önemli olan kimlik bilgilerini dolandırıcılara kaptırmış olmaktadır. Bu yöntemle elde edilen bu bilgiler kredi kartı dolandırıcılığında kullanıldığı gibi internet bankacılığı dolandırıcılığında da kullanılmaktadır (Ahi, 2006).

İnsanların bu tür e-postalara itibar etmemeleri için bütün finansal kuruluşlar, her gün binlerce insanı mail veya mesaj yoluyla uyarmaktadır. Çünkü günümüzde hiçbir banka veya kredi kartı kuruluşu müşterilerinden bilgilerini internet yoluyla güncellemesini talep etmemektedir. Bu sebepten insanlarda bu maillere karşı bilinçli ve uyanık olmalıdırlar. Bu yol ile gelen maillerin ilgili bankalara gönderilerek bankaların gerekli önlemleri alması ve müşterilerini bilinçlendirmesi sağlanmalıdır (Sağıroğlu, 2006).

3.2.2.9. Uzak Bilgisayardan Haklama Yöntemi

Uzak bilgisayara saldırma konusu günümüzde oldukça bahsi geçen bir konudur. Bu olayın kredi kartı dolandırıcılığı ile birleşmesi kredi kartı dolandırıcılığında yeni bir yöntemin daha ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu yöntem uzaktaki bir sisteme saldırarak o sistemdeki kredi kartı bilgilerini elde etmeye dayalı olmaktadır. Bu dolandırıcılık yönteminin gerçekleşmesi sonucunda oldukça fazla miktarda insanın kimlik ve kredi kartı bilgileri elde geçirilmekte olup ele geçiren kişiler yani hackerlar tarafından da bu bilgiler kötü amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır.

Bu yöntemde özellikle büyük alışveriş yerlerinin, GSM operatörlerinin ve mağazalarının tüketicilerinin alışveriş alış veriş alışkanlıklarını daha iyi analiz edip buna uygun olarak hizmet üretmek adına sakladıkları kredi kartı bilgileri, kötü niyetli kişilerin eline geçebilmektedir. Özellikle teknolojinin hızlı bir şekilde geliştiği günümüzde konusunda uzman olan saldırganlar (hacker) için merkezi bilgisayardaki kişisel bilgileri ele geçirmek oldukça kolaydır (Ahi, 2006).

2006 yılının Mayıs ayında bir süpermarketin ana merkez bilgisayarından 9 bine yakın kredi kartı çalınmış olup süpermarket yöneticilerinin olayı hemen fark etmesi sonucu kredi kartları derhal iptal edilmiştir. Böyle bir durumda kredi kartı bilgilerini saklayan ve gerekli güvenliği sağlamadığı için çaldıran mağaza sorumluları iki ayrı suç işlemiş bulunmaktadır (Ahi, 2006).

3.2.2.10. Yerel Bilgisayardan Veri Transferi Yöntemi

Yerel bilgisayarlardan veri transferi yöntemi, sistemin başında olan kişilerin kendilerine verilen görevi kendi kötü menfaatleri doğrultusunda kullanması sonucunda meydana gelen bir yöntemdir. Bu yöntemde kredi kartı bilgilerini sistemde saklı tutan

mağaza çalışanları ile kredi kartlarını çıkaran kuruluşlarda bulunan sistemin işleyişini çok iyi bilen çalışan personel kendisine emanet edilen sistemi kendi menfaatleri doğrultusunda kötüye kullanarak elde ettiği kredi kartı bilgilerini kopyalamaktadırlar (Ahi, 2006).

Uzaktan yönetim aracı adı verilen yazılımlar kullanılarak da bir kişinin başka bir bilgisayardaki dosyaları elde etmesi oldukça kolaydır. Bu yazılım, saldırgan kişiye istediği makine açık olduğunda sınırsız erişim hakkı vermekte olup saldırgan kişinin o makineden dosya aktarımı, dosya veya program ekleme, silme, fare ve klavyeyi kontrol etme gibi çeşitli izinler vermektedir. Uzaktan yönetim aracı özellikle şirketler arasında bilgi kaçırmak için kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir (Sağiroğlu, 2006).

Bu yönteme karşı alınacak çok kesin çözüm yolları bulunmamaktadır. Burada her kurum kendine özgü belli güvenlik mekanizmaları geliştirmeli ve sistemini emanet edeceği kişiyi iyi seçmelidir.

3.2.3. Kredi Kartı Dolandırıcılığına Karşı Geliştirilen Ürünler

Yukarıda anlatılan kredi kartı dolandırıcılık yöntemlerine karşı geçmişten günümüze çeşitli uygulamalar geliştirilmiş olup yeni ve teknolojik ürünler insanların hizmetine sunulmuştur. Bu başlık altında geçmişte araştırmaları yapıp piyasaya sürülen ve dolandırıcılık yöntemlerinde düşüşe sebebiyet vermiş uygulamalardan bahsedilecektir.

3.2.3.1. Sanal Kartlar

İnternet üzerinden yapılan alışverişlerde kullanılmak üzere çıkartılan sanal kartlar, kart sahiplerine internet üzerinden güvenli bir şekilde harcamalarını gerçekleştirebilme olanağı sağlamaktadır. Kart sahibinin ana kartına bağlı olarak çalışan bu kartların başlangıç limiti sıfır olup kart sahibinin isteğine göre bu limit değeri değiştirilmektedir. İnternet gibi satıcı ile kişinin yüz yüze bulunmadığı alışveriş ortamlarında kullanılan sanal kartlar bankaların kendilerine ait sistemlerinde fiziksel bir kart grubunda bulunmalarına rağmen bu kartlar fiziksel olarak bulunmamaktadırlar. Ana kart gibi belirli bir kredi kartı numarasına, son kullanma tarihine ve limitine sahip olan bu kartların bankalar tarafından müşterilerine kolaylık olması adına plastik bir türevi gönderilmektedir (Tüketici Finansman Merkezi).

İnternet üzerinden yapılan alışverişleri daha güvenilir hale getiren sanal kartların çeşitli avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlardan biri ise kart sahibinin dilediği an kartın limitini değiştirebilme hakkına sahip olmasıdır. Sanal kart kullanan bir kişi alışveriş bittikten sonra ya müşteri hizmetlerini arayarak ya da bankasının internet şubesine girerek kartının limitini sıfırlayabilmektedir. Böylece kart bilgisi çalınsa bile karttan mal veya hizmet satın alınması engellenmiş olmaktadır. Sanal kartların bir başka avantajı ise bankaların bu kartları müşterilerine ücretsiz sunmalarıdır. Böylelikle müşteriler dilediği zaman rahatlıkla sanal kart sahibi olabilmektedirler. Buna karşın fiziki olarak kredi kartlarının POS makinesinden geçmesinin gerek olmadığı harcamalarda kullanılan sanal kartlar restoranlarda, mağazalarda veya alışveriş merkezlerinde kullanılmamaktadır. Bu sebepten bir kişinin sanal kartı çalınsa bile çalan dolandırıcının yapabileceği pek fazla işlem bulunmamaktadır (Tüketici Finansman Merkezi).

Sanal kart kullanımının yaygınlaşması ile birlikte e-ticaret işlemleri de daha güvenilir hale gelmeye başlamıştır. Diyelim bir kişi internet üzerinden 150TL'lik bir harcama da bulunmak istediğinde yüksek limitli bir kredi kartını kullanmak yerine internet bankacılığını kullanarak kendisine hemen bir sanal kart oluşturabilmektedir. Limitini harcama tutarına göre belirleyen kart sahibi alışverişi bittiğinde isterse kart limitini sıfırlayarak kendini dolandırıcılara karşı koruma altına almaktadır.

3.2.3.2. **Chip'li Akıllı Kartlar**

Üzerlerinde manyetik bant bulunan kredi kartlarında güvenlik açıklarının yaşanması ve insanların kredi kartı dolandırıcılığına maruz kalması sonucu 1994 yılında Europay, Master Card ve Visa, kredi kartlarını daha güvenilir kılmak adına yeni arayışlar içerisine girmişlerdir. Bu konu hakkında araştırmaların yapılması amacıyla da EMV adını verdikleri bir organizasyon kurulmuş olup bu organizasyonun çalışmaları sonucunda da EMV standartları açığa çıkmıştır. EMV standartlarının temelini ise kredi kartlarının üzerinde bulunan manyetik bantlar kaldırılması ve bunun yerine küçük bilgisayar chip'lerinin yerleştirilmesi oluşturmaktadır (Bankalararası Kart Merkezi, 2004).

Manyetik bantlar yerine yerleştirilen bu chipler, hem manyetik bantlara göre daha çok miktarda bilgiyi içlerinde barındırabilmeleri hem de gerektiği zaman bu bilgilerin kullanımını rahatlıkla sağlayabilmelerinden dolayı tercih edilmişlerdir. Bu chiplerin kopyalanması veya chip içindeki bilgilerin değiştirilmesi de oldukça masraflı ve zordur. Kredi kartlarına her bakımdan yeni özellikler kazandıran bu [chip'li bilgisayarlar](#), dolandırıcılık ve sahtecilik işlemlerinin de azalmasında önemli bir rol oynamıştır (Kılıç, 2010).

Bilgi depolama kapasitelerinin yüksek olmasından dolayı ön plana çıkan chip'li kartlar ile bankaların veya iş yerlerinin müşterilerine elektronik bilet, fatura, çek, ödül puan veya taksit gibi avantajlar sunulmasını sağlamaktadır. Kredi kartı ile ödeme sisteminin gelişmesine yönelik ortaya atılan chip'li kartlar üye iş yerlerinin gelirlerini arttırmasına da yardımcı olmaktadır (Bankalararası Kart Merkezi, 2004). [Chip'li Akıllı](#) kartların piyasaya sürülmesi ile birlikte manyetik bant okuyuculu POS terminalleri de yerini chip okuyuculu POS makinelerine bırakmıştır. Bu yeni POS makinelerinde işlem kartın POS terminalinden geçirilmesi yerine makinedeki uygun okuma haznesine takılması ile gerçekleşmektedir (Bankalararası Kart Merkezi, 2003).

EMV standartlarına göre geliştirilen akıllı kartlar, kart güvenliğinin artması konusunda da yeni uygulamalara adım atılmasını sağlamıştır. Kredi kartlarında bulunan chiplerin üzerine, sadece kart sahibinin kendisinin belirleyip bileceği bir şifre bilgisi yerleştirilmiştir. Kart sahibi, üye iş yerinde ödemesini yapmak için kasaya gittiğinde kredi kart POS makinesine takılarak, makinenin kendisine sorduğu [şifre-parola](#) bilgisini girecektir. Kartın üzerinde bulunan chip, kendisi üzerinde bulunan şifre bilgisi ile kişinin makineye tuşladığı şifre bilgisini karşılaştırarak kontrol işlemini gerçekleştirmektedir. Ayrıca şifrenin belli bir sayıdan sonra yanlış girilmesi durumunda ise kart kendini bloke edebilmek özelliğine sahiptir. Bu yöntemde şifrenin sadece kart sahibi tarafından bilineceği ön görülerek kredi kartı dolandırıcılıklarının önüne geçilmesi amaçlanmaktadır (Kaya, 2009, Ocak).

EMV standartlarına göre geliştirilen bu kredi kartları güvenlik konusunda iki farklı yeni uygulamaları içlerinde barındırmaktadırlar. Bunlardan ilki kartın içinde kullanıcıya ait olan bir şifre tutması olup ikincisi de kart üzerindeki çeşitli bilgilerin kopyalanmaya karşı korunmasıdır. Kart içerisinde şifrelenmiş şekilde bulunan kullanıcı bilgileri kullanıldığı anlarda kontrol edilmekte ve karta dışarıdan bir müdahale olduğu vakit işlemi geçersiz kılmaktadır. Bu uygulamalardan ilki kayıp/çalıntı kart sahteciliğinin önüne geçilmesinden etkili olurken ikinci uygulama ise sahte kartlara dayalı olan dolandırıcılıkların önüne geçilmesinde etkili olmuştur (Bankalararası Kart Merkezi, 2003).

Akıllı kredi kartlarının piyasaya sürülmesi hem kullanıcılara hem de üye iş yerlerinin yarar sağlamıştır. Üye iş yeri açısından duruma bakılacak olursa, chip'li kartlarının kullanımının artması ile beraber müşteri memnuniyeti artmış olup buna bağlı olarak da iş yerinin cirosu artmıştır. Buna ek olarak üye iş yerlerinin banka ve iletişim masrafları azalmış olup alışveriş sonunda kimlik kontrolü zorunluluğu da ortadan kalkmıştır. Özellikle kredi kartı dolandırıcılıklarının azalmasında oynadığı rol bu kartlarının en büyük yararı olarak gösterilmektedir (Bankalararası Kart Merkezi, 2000).

Chip'li-Akıllı kredi kartlarıyla dünya üzerinde uygulamaya konulan en önemli yenilik ise Chip&Pin uygulamasıdır. Bu uygulama ile birlikte kart sahiplerinin ödemeleri sonunda harcama belgesini imzalama alışkanlığı tarihe karışmıştır. Bu yöntemin getirdiği bir başka avantaj ise kredi kartlarındaki güvenlik açıklarının kaldırılması olmuştur. Kredi kartlarının kopyalanması, çalınması veya kaybolması risklerini azaltan chip'li kredi kartları üç önemli güvenlik çeşidine sahiptir. Bunlar şu şekildedir: (Kaya, 2009, Ocak).

- Donanım Güvenliği: Gelişmiş yöntemler kullanarak kart içerisindeki bilgilere ulaşmak isteyen dolandırıcılara karşı çalışma parametrelerini kontrol etmektedir.
- Yazılım Güvenliği: Kart içerisinde yüksek şifreleme teknolojisi ile korunan bilgilerinin değiştirilmesi sadece gerekli yetkiye sahip kişiler veya kurumlar tarafından gerçekleştirilmektedir.
- Uygulama Güvenliği: Kartın uygulama unsurları ve gerekli sistemler kartın güvenliğini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Sadece Türkiye'de Chip&Pin uygulamasına geçiş ile birlikte kayıp/çalıntı ve sahte kart dolandırıcılık oranları bir önceki yıllara kıyasla %73 oranında azaldığı görülmektedir (Kaya, 2009, Ocak).

Temaslı Akıllı Kartlar:

Kredi kartlarının arka yüzünde bulunan manyetik bant yerine temaslı kredi kartlarının ön yüzünde küçük birer plaka bulunmaktadır. Bu kartlar, POS cihazında daha farklı bir okuyucu göze yerleştirilmektedirler. Böylelikle kart üzerindeki mikroçip ile POS cihazı arasındaki işlem alışverişi gerçekleşmektedir (Bankalararası Kart Merkezi, 2000).

Geçmişte de oldukça kullanılan telefon kartları ilk temaslı kart kategorisinde incelenmektedir. Bilgi yüklenebilen ile bilgi yüklenemeyen kartlar olmak üzere iki sınıfa

ayrılan temaslı kartlar günümüzde çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. Bilgi yüklenebilen kartlara örnek olarak İstanbul ili içerisinde ulaşımda kullanılan akıllı bilet (akbil) uygulaması verilebilmektedir. Akıllı kartlar içerisindeki para bittiğinde kişi, tekrar yükleme yapıp kartı kullanımına devam edebilmektedir. Bilgi yüklenemeyen kart türlerinde ise tıpkı telefon kartları gibi içlerindeki para bittiğinde bu kartların atılması gerekmektedir (Kılıç, 2010).

Temassız Akıllı Kartlar:

İçerisinde bir mikroçip ile anten gömülü olan bu kartlar plastik kart görünümündedir. Bu kartlar ile yapılan alışverişlerde herhangi bir fiziksel temas gerekmeden kart içerisindeki anten ile bağlantı kurulmakta ve işlem gerçekleştirilmektedir. Harcamaların veya işlemlerin daha hızlı yapılmasının gerekli olduğu durumlarda bu kartlarının kullanımı oldukça kolaylık sağlamaktadır (Bankalararası Kart Merkezi, 2000).

Temassız kredi kartlarında bulunan antenler sayesinde uzaktan veri transferi işlemleri gerçekleştirilmektedir. Günümüzde bu kartlara örnek olarak elektronik etiketler verilmektedir. Bu kart çeşitleri ile köprü, otoyol gibi yerlerde geçiş ücreti hızlı ve kolay bir şekilde ödenmektedir. İstanbul'da köprü geçişlerinde Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) adı verilen bir sistem ile geçiş ücretleri bu kartlar üzerinden tahsis edilmektedir. İlk geçiş sırasında araçların hangi köprüden ne zaman geçtiği bilgileri otomatik olarak kart üzerine kayıt alınmaktadır. Çıkış yaparken de elektronik etiket üzerindeki bu kayıtlı giriş bilgileri okunarak gerekli ücret kişinin banka hesabından düşürülmektedir. Bu uygulama sayesinde geçişlerdeki zaman kayıpları önlenmekte ve dolaylı olarak trafik sorunu da bir nebze çözülmektedir (Kaya, 2009, Ocak).

3.2.3.3. Üç Boyutlu Güvenlik (3D Secure)

~~3D-Secure~~ Üç Boyutlu Güvenlik sistemi, sanal ortam üzerinden gerçekleştirilen işlemlerde güvenliğin artırılmasına dayalı olarak geliştirilen bir sistem olup dünya üzerinde ilk olarak Visa tarafından geliştirilmiştir. Bu sistem içerisinde sanal ödemeler sırasında kişiye bankası tarafından şifresi sorulmakta olup verilen şifreye göre kart sahibinin kimliği doğrulanmaktadır. Böylelikle kart sahibi dışındaki kişilerin internet ortamında dolandırıcılık yapabilmesi engellenmektedir (Bankalararası Kart Merkezi, 2004).

Bu sistem ilk olarak Visa tarafından geliştirilmiş olup daha sonrasında MasterCard tarafından da kabul görmüştür. Bu sistemin Visa tarafından hazırlanan modelinde 'Verified by Visa' logosu yer alırken MasterCard tarafından hazırlanan modelinde ise 'MasterCard SecureCode' logosu yer almaktadır. Visa ve MasterCard'ın uygulamaya koyduğu bu güvenli sanal alışveriş çözümü ile hem kart sahipleri hem de üye iş yerleri dolandırıcılara karşı korunmuş olmaktadır (Kılıç, 2010).

İnternet gibi ortamlarda gerçekleştirilen alışverişlerin daha güvenilir olmasını sağlamak amacıyla kurulan 3D Secure sistemi üye işyerlerine kartı kullanan kişinin kartın gerçek sahibi olup olmadığını tespit etme olanağı sağlamaktadır. Böylelikle yapılan işlemlere yapılan itirazlar azalmakta ve yapılan itirazlarda da üye iş yerlerinin sorumluluğu

ortadan kalkmaktadır. İnsanlarını sisteme olan güveninin artmasına paralel olarak üye iş yerlerinin satış hacimleri de artmaktadır. Bu yararları ek olarak sahte işlemle gerçekleşme riskinin azalması ile sanal POS sahiplerinin uzun vadeli satış planları yapabilecekleri uygun ortam da hazırlanmış olmaktadır (Bankalararası Kart Merkezi, 2004).

~~3D-Secure-Üç Boyutlu Güvenlik~~ sistemini kullanabilmek için öncelikle kart sahibi, bankası ile iletişime geçerek kartını sisteme kayıt ettirir ve işlem sırasında verilen bilgilerin kendi bankasından geldiğinden emin olmasını sağlayacak olan kişisel güvenlik mesajını da bankanın sitemine iletir. Bu işlemden sonra kart sahibi ~~3D-Secure-Üç Boyutlu Güvenlik~~ sistemi ile uyumlu bir internet mağazasına bağlanarak satın almak istediği ürünlerle birlikte sitenin ödeme alanına geçer. Tıpkı daha önceki sistemlerde olduğu kişi yine gerekli kart bilgilerini ilgili alanlara yazar. Tek fark bu sefer kişinin karşısına bankası tarafından işlem şifresini soran ve kart sahibinin kendisinin belirttiği güvenlik mesajını içeren bir ekran açılır. Kart sahibi bu ekrana şifresini girerek işlemin onaylanması bekler. Kart sahibinin şifresi banka tarafından onaylandıktan sonra işlem tamamlanır. Kart sahibi bu yeni sistem ile isterlerse sonrasında işlem özetini ilgili bankalarından elde edebilmektedirler (Bankalararası Kart Merkezi, 2004).

~~Üç Boyutlu Güvenlik 3D-Secure~~ sistemi sayesinde internet üzerinden gerçekleştirilen harcamalarda yaşanan dolandırıcılıklar büyük oranda azalmıştır. İnsanlar da ~~Üç Boyutlu Güvenlik 3D-Secure~~ sistemini kullanarak internet üzerinden yapacakları alışverişleri daha güvenli hale getirmelidirler. E-ticaret işlemleri bu sistem ile güvenli hale gelen üye iş yerlerinin tercih edilmesi de kredi kartı kullanımında güvenliğin artması bakımından son derece önemlidir.

3.2.4. Kredi Kartı Dolandırıcılığına Geliştirilmesi Devam Eden Ürünler

Bu başlık altında ise günümüzde kredi kartı dolandırıcılığına karşı geliştirilmesi devam eden çeşitli ürünler hakkında bilgiler verilecektir.

3.2.4.1. Tek Kullanımlık Şifreler/Parola

Yeni nesil kredi kartı olarak görülen bu kartın üzerinde 12 tuş yer almakta olup kartın içinde de bir mikroişlemci bulunmaktadır. Güvenliği daha fazla arttırmayı ve insanların kredi kartlarına olan güvenini arttırmak için tek kullanımlık şifre üretebilen kartlar ile ilgili gerekli araştırmalar yapılmaktadır (Kılıç, 2010).

Kredi kartı sahipleri ödemelerini gerçekleştirmeleri gerektiğinde cep telefonlarına ya da cep bilgisayarlarına tek kullanımlık şifreler gönderilmektedir. Kart sahibi bu şifreyi bir defalığına mahsus kullandıktan sonra şifre geçerliliğini yitirmekte olup aynı şifre ile tekrar ödemenin yapılması mümkün olmamaktadır. Ayrıca bu tek kullanımlık şifreler belirtilen saat veya dakika kadar süre içinde kullanılmaz ise şifre geçerliliğini kaybetmektedir. Tek kullanımlık şifreler her defasında yeniden üretilip değiştiği için şifrelerin kötü niyetli insanların eline geçmesi de olanaksız hale gelmektedir.

Tek kullanımlık şifrelerin piyasaya sürülme nedeni internet bankacılığına giriş işlemlerini belirli bir standartın üzerine çıkarmak ve bu işlemlerde güvenliğin artırılması

sağlamaktır. Ücretlendirme konusunda tam bir standart oluşturulmamış olup ücretlerin bankalara göre farklılık gösterileceği düşünülmektedir. Bunun yanında bu tek kullanımlık şifrelerin yurtdışında kullanımında bir kısıt bulunmamakla birlikte bu durum gidilecek ülkeye göre de değişiklik göstermektedir (Türkiye Bankalar Birliği).

Tek kullanımlık ~~şifreler-parola~~ üretilmesi bakımında üç farklı temele dayanmaktadır. Bunlardan ilki matematiksel bir algoritmaya dayanmakta olup bir önceki şifreyi yenisini üretmek amacıyla kullanır. İkincisi, doğrulama sunucusu ile şifreyi tahsis eden istemci arasındaki eş zamanlama ilkesine dayanmaktadır. Son olarak ise yine bir matematiksel algoritmaya dayanmakta olup bu sefer bir önceki şifre yenisini türetmek amacıyla kullanılmamaktadır. Bir önceki şifrenin bu algortimadaki amacı doğrulama sunucusunun ürettiği bir değere karşılık oluşturacak şekilde şifre görevi görmektir (Vikipedia, 2012).

MasterCard tarafından piyasaya sürülen yeni nesil bu banka kartının dünyada ilk kez Türkiye’de TEB tarafından kullanıma sunulacağı bilinmektedir. Şu anlık üzerinde küçük bir gösterge ekranı ve dokunmatik bir klavye bulunan bu kartlara ilerleyen zamanlarda yeni özelliklerinde ekleneceği belirtilmektedir. Kart sahipleri, dinamik olarak oluşturdukları şifre sayesinde ödemelerini gerçekletirebildikleri gibi harcama limitlerini de görsel ekran üzerinden takip edebileceklerdir. MasterCard ve TEB tarafından yapılan açıklamalara göre ise bir sonraki ekranlı kartların kullanıcılarına hesap bakiyesi, son yapılan işlem tutarı, güncel işlem tutarı gibi bilgiler görme olanağı sağlayacaktır (Milliyet, 2010).

3.2.4.2. Cep Telefonu ile Ödeme

Cep telefonu ödeme yani bir diğer isim ile mobil ödeme aracılığıyla insanlar telefonlarını ödeme aracı olarak kullanmaya başlayacaklardır. Kişinin seçtiği bir GSM operatörü aracılığı ile telefonuna bir yazılım yüklenecektir. Yüklenen bu yazılım ile birlikte telefon artık alışverişlerde kullanılacak bir kredi kartı görevi görmeye başlayacaktır. Kredi kartı görevi görecek olan cep telefonlarında kart limiti de telefon sahibi tarafından belirlenebilecektir (Kılıç, 2010).

Cep telefonu ile ödeme yapılmasına olanak sağlayan NFC teknolojisi ile standartlar doğrultusunda bankaların ve mobil operatörlerin beraber çalışabilmesi için gerekli platform günümüzde oluşturulmuştur. NFC (Near Field Communication) teknolojisi ile oluşturulan bu sistemin her türlü ihtiyacı karşılayacak şekilde esnek olduğu ve ürün bazında bir bağlılık olmadığı da belirtilen önemli maddeler içerisindedir. Bu yöntem sayesinde kayıt dışı ekonomik harcamaların da sıfırlanacağı, vergi gelirlerinin artıp işsizlik sorununun da azalacağı belirtilmektedir (Akşam, 2011).

NFC teknolojisi ile birçok avantajın ve yeniliğin insanların hizmetine sunulacağı belirtilmektedir. Bu hizmetler (Bankalararası Kart Merkezi, 2011):

- İnsanlar cep telefonlarını okutarak sinema salonlarında bulunan afişlerden bilgi alabildiği gibi kitapçılarda kitap barkodlarını okutarak kitap hakkında kısa bilgi edinecektir.

- İnsanlar cep telefonları aracılığıyla hangi mekânda nasıl bir indirim var ve bu harcaması sonucu ne kadar puan kazanabileceğini öğrenecektir.
- Çevredeki etkinlik afişlerindeki chip'lere cep telefonu dokundurularak etkinliğe bilet alınması gerçekleştirilecektir.
- Otobüs, tren, vapur gibi ulaşım araçlarının bedelinin ödenmesi bu teknoloji ile sağlanacaktır.
- Kredi kartı ile yapılabilen bütün alışverişlerin cep telefonu ile gerçekleşecektir.
- Şirketler temassız kredi kartları sayesinde kendi kampüslerine giriş kontrolünü sağlayabilecektir.
- NFC teknolojisi ile WLAN ayarları, yazıcı tanımlamaları ve bina krokileri uyumlu cihazlar tarafından algılanabilecek.
- Konser gibi bilet kontrollerinin yapıldığı ortamlarda insanlar telefonlarındaki biletleri turnikelere okutarak sıra beklemeden yerlerini alabilecekler.
- Otoparklarda ödemeler hızlı bir şekilde gerçekleştirilecektir.

3.2.4.3. Parmak İzi Uygulaması

Parmak izi uygulamasında, insanlar ödeme işlemlerini parmaklarını yazan kasaya uzatması ile gerçekleştirecektir. Bu yapı insanları parmaklarındaki damar sistemlerine göre tanıyacaktır.

Hitachi şirketinin JCB bankası ile ortaklaşa gerçekleştireceği bu sistemde insanlar yanlarında nakit para veya kredi kartı taşımadan da alışverişlerini yapabilecektir. Kişinin parmağını kasaya uzatması ile birlikte sistem kişinin parmağındaki damar sistemini JCB'deki hesap verileriyle karşılaştıracaktır. Bu karşılaştırma sonucunda biyometrik veriler uyuyor ise banka işlemin yapılmasına onay verecek ve işlem tutarı otomatik olarak kişinin hesabından düşecektir. Bu yapının kullanılabilir olma sebebi ise parmaktaki damar sistemlerinin kişilere özgü olmasıdır (NTVMSNBC, 2010).

Günümüzde İş bankası tarafından ATM'lerde uygulanan bu sistem parmak izi kimlik doğrulamasını gerçekleştirmektedir. Bu sistemin özellikle kart şifrelerini akılda tutmakta zorlanan veya yaş ortalaması yüksek unutkan kişiler tarafından oldukça çok talep göreceği düşünülmektedir (Milliyet, 2011).

Bu uygulama sayesinde insanlar, şifre girişlerini yaparken yaşadıkları gerginlik ve huzursuzluk veya kart kaybetmek gibi endişelerinden kurtulacaklardır.

3.2.4.4. Sesli Komut Uygulaması

Sesli ödeme (Voice Pay) çevrimiçi ve mobil ödemelerde kullanılmak üzere tasarlanan yeni bir güvenlik sistemi olmakta olup uygulama ses biyometrisi kullanılarak işlemlere gerekli onayın verilmesini sağlamaktadır. Bu sayede insanların sesi bir ödeme aracı haline almaktadır.

Geçmişte Vietnam Savaşı sırasında Amerikalılar telsizlerle kendilerine verilen emirlerin kendi askerlerine ait olup olmadığını anlamak amacıyla ses biyometrisi tekniği üzerine yoğunlaşmışlardır. O zamandan beri de çeşitli uygulama alanlarında kullanılan bu

sistem sesli ödeme adı altında 2007 yılında Avrupa, Ortadoğu ve Asya'da hayata geçirilmiştir (Haber7, 2007).

Sesli ödeme uygulamasından yararlanmak için ilk olarak bu çeşit ödeme sistemine kayıt olmak gerekmektedir. Kişiden alınan cep telefonu veya sabit hat numarası ile müşteri aranıp kişiden çeşitli numaraları seslendirmesi istenmektedir. Böylelikle kişinin biyometrik ses çıktısı oluşturulup kaydedilmektedir. Bu oluşturulan kayıt kişinin alışverişlerinde ödemelerini onaylaması için kullanılmaktadır (Haber7, 2007).

Sesli komut uygulaması, internet üzerinden yapılan ödemelerde, çeşitli ilanlara dayanarak yapılan işlemlerde kullanılmaktadır. E-ticaret işlemlerinde kullanılması için Microsoft Vista platformu da bu sisteme destek vermektedir. Alışveriş esnasında kredi kartı bilgileri verildikten sonra Sesli Ödeme Yetkilendirme Servisi aranarak sistem tarafından oluşturulan işlem numarası kişi tarafından söylenmektedir. Daha önceden kaydı tutulan ses biyometrisi ile karşılaştırma sonucunda da gerekli onaylar verilmektedir (Haber7, 2007).

3.3. Dolandırıcılığı Saptamada Kullanılan Yöntemler

—Kredi kartı dolandırıcılıkları günümüzde yaygın bir şekilde görülmekte olup etkilerini oldukça sert bir şekilde göstermektedir. Özellikle bu dolandırıcılık aktiviteleri çevremizde her gün çok sık kullandığımız internet bankacılığı, mobil iletişim, e-ticaret gibi alanlarda kendini göstermektedir. Çünkü bu belirtilen alanlar içerisinde kredi kartının etkinliği oldukça fazladır. Modern teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan kredi kartı dolandırıcılık yöntemleri iş dünyasında da oldukça zarara yol açmakta ve bu şirketlerin maddi ve manevi kayıplar vermesine sebebiyet vermektedir. Bu durumun önüne geçip kredi kartı dolandırıcılıklarını minimize etmek için teknolojik gelişmelere başvurulmuştur. Bulunan bazı yöntemler ile bazı dolandırıcılık yöntemlerinin önüne geçilmiş olursa da kredi kartı kullanımında hala bazı güvenlik açıkları bulunmaktadır. Kredi kartı kullanımını daha güvenli hale getirmek amacıyla hala birçok araştırmalar yapılmakta olup uygulamalar geliştirilmektedir. Bu geliştirilen sistemlerin ortak noktaları ise etkin ve verimli şekilde insanların yaşamlarını kolaylaştırmak ve kredi kartı dolandırıcılığını mümkün olduğunca minimize etmektir.

Sahtecilik tespit yöntemlerinin ana mantığını kredi kartı kullanıcılarının harcamalarını analiz etme durumu oluşturmaktadır. Bu yöntemler kullanılarak kredi kartı kullanıcısının harcama desenleri analiz edilerek ani veya anormal bir durumun yaşanıp yaşanmadığı kontrol edilmektedir. Dolandırıcılık yöntemlerinin bazıları ise eski müşterilerin harcama alışkanlıkları göz önüne alma ve bunlara bağlı olarak yeni müşterilerin davranışlarının önceden tahmin edilebilmesi durumlarını da kapsamaktadır. Sahtecilik tespit sistemlerin genelini veri madenciliği kavramı oluşturmaktadır.

Dolandırıcılık tespiti için oluşturulan sistemleri incelemiden önce veri madenciliği kavramının tanımını iyi kavramak gerekmektedir. Bu sebepten farklı kaynaklardan alınan veri madenciliği tanımları şu şekilde derlenmiştir:

Veri madenciliği büyük miktardaki verinin analiz edilerek anlamlı bilgiler ve kurallar keşfetmek amacıyla geliştirilen bir yaklaşımdır (Data Miners, 2011).

Veri madenciliği, önceleri bilinmeyen, geçerli ve etkin bilginin büyük veri tabanlarından çekilmesi ve daha sonra bu bilginin son iş kararlarını almak için kullanılmasını kapsayan bir süreçtir (Cabena, Hadjinian, Stadler, Verhees, & Zanasi, 1998).

Veri madenciliği, büyük veri yığınlarının içersinden önceden bilinmeyen, geçerli kurallar ve ilişkiler bulmaya yarayan veri analiz aracıdır. Bu yaklaşım, istatistiksel modeller, matematiksel algoritmalar ve makine öğrenme metodlarını içerir (denemelerle otomatik performanslarını geliştiren algoritmalar; yapay sinir ağları ve karar ağaçları vb.) (Adriaans & Zantinge, 1996)

Veri madenciliği, eldeki verilerden üstü kapalı, çok net olmayan, önceden bilinmeyen ancak potansiyel olarak kullanışlı bilginin çıkarılmasıdır. Bu da; kümeleme, veri özetleme, değişikliklerin analizi, sapmaların tespiti gibi belirli sayıda teknik yaklaşımları içerir. Veri madenciliği birçok tekniğin uygulandığı bir süreçtir. Veri madenciliği projelerinin uygulama alanlarına, sahip olunan veri setinin özelliklerine, hedeflenen yönetime göre farklılık arz edebilecek teknikler bulunmaktadır. Bu teknikler veri madenciliği projelerinde ihtiyaca göre tek başlarına kullanılacakları gibi, veri madenciliği projelerinin farklı aşamalarında birlikte de kullanılabilirlerdir. Bir tekniğin çıktısı diğer bir tekniğin girdisi olabilmektedir. Yine bir teknik için gerekebilecek en optimum veri seti diğer bir teknik yardımıyla bulunabilmekte ve kullanıma hazır hale getirilebilmektedir.

Veri madenciliği teknikleri genel olarak istatistiksel ve matematik tekniklerle, örüntü tanıma teknolojilerini beraber kullanan süreçlerden oluşmaktadır. Veri madenciliğinin ortaya çıkış sürecinde, örüntü tanıma ve sınıflandırma problemleri üzerine yoğunlaşan yapay zeka ve istatistik disiplinlerindeki gelişmelerin veri madenciliği tekniklerinin temelini oluşturduğu görülmektedir. Veri madenciliğinde kullanılan tekniklerde olan yapay sinir ağları, karar ağaçları, genetik algoritma ve istatistiksel yöntemler dolandırıcılık tespitinde kullanılan sistemlerin başında gelmektedir. Buna ek olarak yapay zekanın bir alt bilim dalı olan bulanık çıkarım sistemleri de finans alanında yaşanan dolandırıcılıkları tespit etmede kullanılan başka bir çeşit yöntemdir. Çalışmamızın bundan sonraki bölümlerinde bu yöntemler hakkında yapılan araştırmalara ve çalışmalara yer verilecektir.

3.3.1. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, öğrenme yolu ile yeni bilgiler ve kavramları yoktan oluşturabilme, var olandan türetebilme veya keşfedebilme gibi insan beyninin özelliklerinde olan bu yetenekleri, dışarıdan herhangi bir yardım almadan kendi içyapısında otomatik olarak gerçekleştirebilmek amacıyla geliştirilen bilgisayar sistemlerine verilen isimdir. Yapay sinir ağları, geçmişte gerçekleşmiş olan olayların örneklerini incelemekte, bu incelemeler sonucu genellemeler yapmakta, bilgiler toplamakta ve daha sonrasında daha önce hiç karşılaşılmamış başka bir durum ile karşılaşıncı da öğrendiği bilgileri kullanarak o durum hakkında yorum yapabilme veya karar verebilme yeteneğine sahiptirler (Altıntaş, 2008).

Tuğba Saraç yapay sinir ağları ile ilgili yaptığı tanımda; “yapay sinir ağı dışarıdan gelen girdilere dinamik olarak yanıt oluşturma yoluyla bilgi işleyen, birbiriyle bağlantılı basit elemanlardan oluşan bir bilgi işlem sistemidir” diye belirtmektedir.

İnsan beyninden esinlenilerek geliştirilmiş olan yapay sinir ağları, her biri kendi belleğine sahip ve birbirlerine de ağırlıklı bağlantılar aracılığı ile bağlanan işlem elemanlarından oluşan paralel ve dağıtılmış bilgi işleme yapılarıdır. Beyin içerisinde bulunan biyolojik sinir ağlarının benzeri görevini üstlenen bir bilgisayar programı olan yapay sinir ağlarına zaman zaman bağlantıcılık, paralel dağıtılmış işlem, sinirsel işlem, doğal zeka sistemleri ve makine öğrenme algoritmaları gibi farklı isimler verilebilmektedir (Elmas, 2007, Kasım).

Yrd. Doç. Dr. Kayhan Gülez ise kendi ders notlarının içerisinde yapay sinir ağlarının tanımını “insan beyni içerisinde de bulunan birçok sinir hücresinin yani nöronun ya da yapay olarak basit işlemcilerin birbirlerine değişik etki seviyeleri ile bağlanması sonucu oluşan karmaşık yapıdaki sistemin adı” olarak belirtmektedir. (Gülez, 2009).

Yapay sinir ağları; insan beynini taklit etme ilkesine dayanarak öğrenme sürecinin matematiksel olarak modellenmesi sonucu ortaya çıktığından bu konu ile ilgili çalışmalar ilk olarak beyni oluşturan sinir ağlarının modellenmesi ve bu modellemelerde bilgisayar sistemlerinde uygulanması ile başlamıştır. Daha sonrasında ise bilgisayar sistemlerinin de teknoloji ile gelişimine paralel olarak ise yapay sinir ağları, birçok farklı alanda da kullanılabilir hale gelmiştir (Yazıcı, 2008).

Yapay sinir ağları eldeki verilerin çok boyutlu, gürültülü, karmaşık, eksik, kusurlu ve hata olasılığı yüksek olduğu durumlarda daha fazla kullanılmakta olup özellikle eldeki problemi çözmek için herhangi bir matematiksel modelin veya algoritmanın tam olarak bulunmadığı sadece eldeki kısıtlı örneklerin var olduğu durumlarda daha fazla tercih edilmektedir (Yazıcı, 2008).

Tablo 3.6 Yapay Sinir Ağları ve Uygulama Alanları (Elmas, 2007, Kasım)

Uygulama	Ağ Türü
Sınıflandırma	Geri-Yayılm Ağ Öğrenme Vektörü Nicelenmesi Perseptron Olasılıksal Sinir Ağları Kohonen Ağ Boltzmann Makinesi
Tahmin	Geri-Yayılm Ağ Delta Bar Delta Genişletilmiş Delta Bar Delta Yüksek Seviyeli Ağlar Öz örgütlemeli Harita Ağ Perseptron
Modelleme	Hopfield Boltzmann Makinesi

Bilginin işlenmesine dayalı olarak geliştirilen sistemlere yeni bir soluk kazandıran yapay sinir ağları genel olarak bir problem karşısında doğru modelin seçimi ve bu modelin sınıflandırması, işlev tahmini, sisteme en uygun değeri bulma ve veri sınıflandırılması gibi durumlarda başarılı sonuçlar vermektedir. Yapay sinir ağları, her türlü bilgiyi işlemek, üretmek ya da analiz etmek amacıyla kullanılmakta olup iş hayatı, finans, endüstri, eğitim gibi alanlarda çözülmesi zor olan karışık ve var olan basit yöntemlerle çözülemeyen problemlerinde çözümünde ve doğrusal olmayan sistemlerde başarılı sonuçlar vermesinden dolayı oldukça tercih edilmektedir. Yapay sinir ağlarının başlıca uygulama alanları şu şekilde olup tablo 3.6'da gösterilmektedir: (Elmas, 2007, Kasım).

- **Sınıflandırma:** Müşteri ve pazar profilleri, imza tetkikleri, borçlanma ve risk değerlendirmeleri, ses tanıma, şekil tanıma.
- **Tahmin Öngörü:** Gelecekteki satışlar için öngörü, pazar performansı, hava tahminleri, çevresel riskler, ekonomik deliller.
- **Modelleme:** İşlem kontrolü, sistem kontrolü, kaynak kontrolü, robot kontrolü, dinamik sistemler.

3.3.1.1. Yapay Sinir Ağlarının Tarihi

Yapay sinir ağları ile ilgili çalışmalar 20. yüzyılın ilk yarısından itibaren başlamış olmakla birlikte günümüzde de büyük bir hızla devam etmektedir. Aslında yapay sinir ağları adına yapılan çalışmaları 1970 yılından öncesi ve sonrası diye iki kısma ayırmak daha doğrudur. Zira 1970 yılı yapay sinir ağları konusu için gerçekten bir dönüm noktası niteliği taşımış olup ve bu zamana kadar karşılaşılan ve aşılması olanaksız görünen pek çok problem bu dönemde aşılmıştır (Yazıcı, 2008).

İlk yapay sinir ağı modelinin gerçekleştirilmesi 1943 yılına dayanmaktadır. 1943 yılında bir sinir hekimi olan Warren McCulloch ile bir matematikçi olan Walter Pitts insan beyninin hesap yapabilme yeteneğinden esinlenerek elektrik devrelerini en iyi şekilde kullanarak basit bir sinir ağını modellemişlerdir. Bu model yapay sinir ağlarının tarihsel gelişimi içerisinde ilk sinir ağı modeli olarak anılmaktadır (Elmas, 2007, Kasım).

1948 yılında Wiener 'Cybernetics' adlı kitabında, yapay sinir ağlarının çalışma prensiplerine ve davranış özelliklerine değinmiş, 1949 yılında ise Hebb 'Organization of Behavior' adlı eserinde öğrenme ile ilgili temel teoriyi ele almıştır. Hebb bu kitabında istenileni öğrenebilen ve hızlıca uyum sağlayabilen sinir ağları modellerinin temeli oluşturacak Hebb kuralından bahsetmiştir. Hebb kuralı; bir sinir ağının bağlantı sayısı değiştirilirse, o ağın öğrenebileceği fikrini ortaya atmaktadır. 1950 yılından sonra birçok araştırmacı, bu kuralı kendine ışık edinerek yapay sinir ağlarının hesaplama yapabilme gücünü arttırmak amacı ile çeşitli çalışmalar içinde bulunmuşlardır (Elmas, 2007, Kasım).

Bu gelişmelerin üzerine 1957 yılında Frank Rosenblatt'ın Peceptron'u modelleyip geliştirmesinde sonra yapay sinir ağları ile ilgili çalışmalar oldukça hız kazanmıştır. Beyin işlevlerini bir model üzerine oturtabilmek amacıyla yapılan çalışmalar neticesinde ortaya çıkan Perceptron, tek katmanlı, tek çıkışa sahip ve eğitilebilen bir ağ modelidir (Elmas, 2007, Kasım).

1959 yılında Bernard Widrow ve Marcian Hoff (Stanford Üniversitesi) yapay sinir ağlarının mühendislik uygulamaları için başlangıcı olarak kabul edildiği ADALINE (Adaptive Linear Neuron) adını verdikleri modeli ortaya koymuşlardır. Perceptron modeline benzeyen bu modelin öğrenme algoritması daha fazla gelişmiştir. Gerçek dünya problemlerinin çözümünde uygulanan ilk YSA olan bu model, aralarında uzun mesafeler bulunan telefon hatlarındaki yankıları ve gürültüleri ortadan kaldıracı bir filtre olarak kullanılmıştır. Günümüzde de bu yöntemin hala aynı amaçla kullanıldığı bilinmektedir. 1960 yılının sonlarına doğru Minsky ve Pappert tarafından yazılan Perceptrons adlı kitap yüzünden YSA ile ilgili araştırma ve çalışmalar durma noktasına gelmiştir. Bu kitapta yapay sinir ağlarının doğrusal olmayan problemleri tam anlamıyla çözemediği XOR problemi ile ispatlanmış olup buna ek olarak yapay sinir ağları yerine iki katmanlı ileri beslemeli ağların da aynı amaçla kullanılabileceği ve hatta bu durumun tek katmanlı ağlardaki birçok kısıtı da beraberinde ortadan kaldırdığı ileri sürülmüştür. Bu olaydan sonra YSA ile ilgili çalışmalar bir anda kesilerek durma noktasına gelmiştir (Yazıcı, 2008).

Her şeye rağmen Kohonen ve Fukushima gibi bilim adamları araştırmalarını ve çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Özellikle Kohonen ilk olarak 1960'ların sonlarına doğru Grosberg Carpenter ile birlikte Adaptif Rezonans Teorisini geliştirmiş olup 1972 yılında da Anderson ile birlikte 'Associative Memory' konusundaki çalışmalarını yayınlamıştır. 1970'lerin sonlarına doğru Fukushima, şekil ve örüntü tanıma odaklı geliştirilen 'Neocognitron' modelini tanıtmıştır. Daha sonrasında ise Kohonen 1982 yılında 'Kendi kendine öğrenme nitelikleri haritaları (Self Organizing Feature Maps SOM)' konusundaki çalışmalarını insanlarla paylaşmıştır (Yazıcı, 2008).

1982-1984 yılları ise Hopfield tarafından yayımlanan çalışmalar ile geçmiştir. Hopfield'in makalelerinde sunduğu yaklaşıma göre yapay sinir ağlarındaki amaç insan beynine eş değer basit bir model kurmak değil kullanışlı bir alet yaratmaktır. Bu amaç doğrultusunda da matematiksel analizleri kullanarak yaratılacak bu aletin nasıl çalışabileceğini ve neler yapabileceğini ortaya koymuştur (Elmas, 2007, Kasım).

1984 yılında Kohonen'in danışmasız öğrenme ağlarını geliştirmesi Hinton ve arkadaşlarının geliştirdiği Boltzman Makinası'nın doğmasına yol açmıştır. 1986 yılında Rumelhart ve McClelland çok katmanlı ağlar için geri yayımlı öğrenme algoritmasını geliştirmiş olup 1988 yılında ise Broomhead ve Lowe radyal tabanlı fonksiyonlar modelini gerçekleştirmiştir. Bu model ile özellikle filtreleme konusunda oldukça başarılı sonuçlar elde edilmesi bu ağların daha gelişmiş şekli olan probablistik ağlar (PNN) ve genel regresyon ağlarının (GRNN) geliştirilmesinin önünü açmıştır (Yazıcı, 2008).

3.3.1.2. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Genel Özellikleri

Yapay sinir ağları, basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şeklini modelleyebilmek için tasarlanan programlar olup modellenen sinir hücreleri yapay sinir ağlarının içeriğini

oluşturmaktadır. Başka bir deyişle bu yapay sinir hücreleri yani nöronlar farklı ve çeşitli şekillerde birbirlerine bağlanarak öğrenme, türetme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahip olan yapay sinir ağlarını oluşturmaktadırlar (Altıntaş, 2008).

Yapay sinir ağları, uygulanan ağ modeline göre değişik karakteristik özellikler göstermelerine karşın temel birkaç ortak özelliğe sahiptirler (Tozkan, 2004). Bunlar,

- **Doğrusal Olmama:** Yapay sinir ağlarının en temel elemanı doğrusal olmadığı için bu elemanların birleşmesi ile ortaya çıkan yapı da doğrusal bir özellik göstermemektedir. Bu şekilde doğrusal olmama özelliği bütün yapıya yayılı vaziyettedir. Bu özellik sayesinde yapay sinir ağları karmaşık ve doğrusal olmayan sorunların çözümünde de kullanılabilir durumdadır.
- **Öğrenme:** Yapay sinir ağlarının bir problemi çözebilmesi ya da genel olarak kendisinden istenen bir davranışı gösterebilmesi için amacına uygun olarak ayarının yapılmış olması gerekmektedir. Bu ayarlama ise ilgili problemdeki giriş çıkış ilişkisini en iyi kuracak şekilde hücreler arasında doğru bağlantıların yapılması ve bu bağlantıların uygun ağırlıklara sahip olması ile gerçekleşmektedir. Yapay sinir ağları, çözümü istenen problemde sağlanan eğitim örneklerini en efektif şekilde kullanarak problemi kendi yapısına göre öğrenebilmektedir. Böylece soruna farklı çözüm önerileri sunabilmektedir.
- **Genelleme:** Yapay sinir ağları çözümü aranan problemi kavradıktan sonra eğitim sırasında karşılaşmadığı test verileri için de kendisinden istenen tepkiyi üretebilme özelliğine sahiptir. Bir sistemin eğitilmiş yapay sinir ağı modeli, eğitim sürecinde kendisine verilmeyen giriş sinyalleri için de sistemle aynı davranışı gösterebilmektedir. Yani eğitilmiş olan bir yapay sinir ağına giriş verilerinin sadece bir kısmı verilse dahi ağ kendi hafızasından bu giriş verisine en yakını seçerek aldığı veri tam bir veriymiş gibi davranış göstermektedir. Kısaca YSA'ya verilen veri eksik veya bozuk olsa bile, ağ en uygun bir çıkışı üretmektedir.
- **Uyarlanabilirlik:** Yapay sinir ağları, çözümünü aradığı problemdeki değişikliklere göre kendini tekrardan ayarlayabilmektedir. Belirli bir problemi çözmek amacıyla eğitilen yapay sinir ağı, problemdeki değişimlere göre tekrar eğitilerek ağırlıklarını değiştirmekte ve değişimler sürekli olarak devam ediyor ise gerçek zamanda da eğitime devam edebilmektedir. Bu özelliği sayesinde yapay sinir ağları, uyarlamalı örnek tanıma, sistem tanılama, denetim ve sinyal işleme gibi alanlarda kullanılmaktadır.
- **Dağıtılmış Birleşik HafızaBellek:** Bilgiyi depo edebilme özellikleri yapay sinir ağlarının en önemli özelliklerinden biridir. Yapay sinir ağlarında bilgi ağırlıklar üzerinde dağıtılmış durumda olup bu ağırlıklar ağı o an içerisinde sahip olduğu

bilgiyi veya sinir ağı bu zamana kadar uygulana örneklerden öğrenmiş olduğu davranışı ifade etmektedir.

- **Paralellik:** Yapay sinir ağlarının içerisinde bulunan birçok nöron eş zamanlı çalışarak oldukça karmaşık yapıdaki işlemleri yerine getirebilmekte olup işlem sırasında bu nöronlardan herhangi biri işlevini yitirse dahi sistem çalışmasına devam edebilmektedir. Bu özellik sayesinde yapay sinir ağları hızlı bilgi işleme yeteneğine de sahip olmakta ve sistem kimliklendirme, işaret işleme, örnek tanıma ve denetim gibi çoğu gerçek zaman uygulamalarında kullanılmaktadır.
- **Hata Toleransı:** Yapay sinir ağları, çok sayıda hücrenin farklı şekillerde bağlanmasından meydana geldikleri için paralel dağılmış bir yapıya sahiptir. Ağına sahip olduğu bilgiler ise, o ağıdaki bütün bağlantılar üzerine dağılmış durumda olduğundan eğitilmiş bir yapay sinir ağının bazı bağlantılarının hatta bazı hücrelerinin etkisiz hale gelmesi veya giriş veri setindeki herhangi bir gürültü, ağına doğru bilgi üretmesini önemli ölçüde etkilemez. Bu nedenle, diğer eski yöntemlere göre yapay sinir ağlarının hatayı daha fazla tolere edebilmektedir.

Yapay sinir ağlarının özellikleri ve yapısı kapsamında veri madenciliği açısından oldukça kuvvetli yönleri bulunmaktadır. Bunlar şu şekildedir:

- Çok geniş bir yelpazedeki problemlerde kullanılmaktadır.
- Karmaşık durumlarda dahi iyi sonuç üretebilmektedirler.
- Hem sayısal hem de kategorik veriler üzerinde işlem yapabilirler.
- Öğrenme yetenekleri bulunmakta olup farklı öğrenme algoritmalar ile bunu gerçekleştirebilirler.

Bütün bu olumlu özelliklerine rağmen yapay sinir ağlarının olumsuz yönleri de bulunmaktadır:

- Girdi verilerinin 0 ile 1 arasında değerler alması zorunludur.
- Ürettikleri sonuçların nedenleri hakkında açıklama yapamazlar.
- Varılan sonucun olası en iyi sonuç olduğunun garantisi yoktur.
- Kullanılması zordur ve uzmanlık gerektirir.
- Farklı sistemlere uyarlanması zordur.

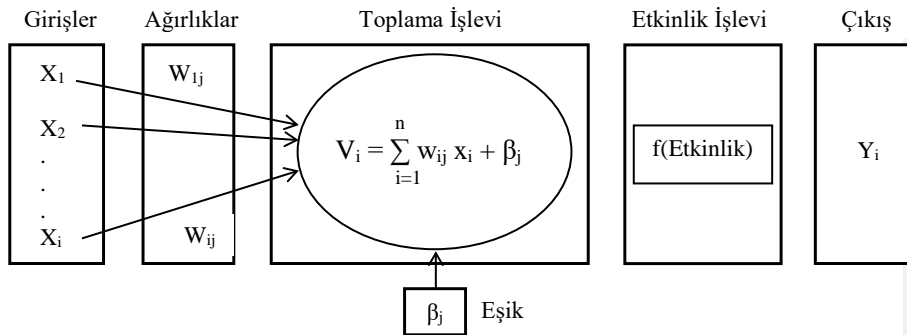
Yapay sinir ağlarının bütün bu özellikleri düşünüldüğünde uzay, bankacılık, savunma, finans, otomotiv, güvenlik, elektronik, sağlık, sigortacılık, üretim, telekomünikasyon vb. sektör alanları içerisinde değişik uygulama alanlarında kullanıldığını da söylemek gerekmektedir (Yazıcı, 2008).

Yapay sinir ağlarını daha iyi anlayabilmek için öncelikle bir yapay sinir hücresinin yapısını incelemede yarar vardır. Ahmet Kakıcı, aynı insan biyolojisinde anlatılan nöronlarda olduğu gibi yapay nöronların da giriş sinyallerini aldıkları, bu sinyalleri

toplayıp işledikleri ve çıktılarını ilettikleri bölümleri bulunduğunu belirtmekle birlikte bir yapay sinir hücresinin beş bölümden oluştuğunu ifade etmektedir (Kakıcı, Yapay Sinir Ağlarının Mimarisi ve Yapı Mimarisi, 2009). Bunlar:

- **Girdiler (Girişler):** Yapay sinir hücrelerine gelen veriler olarak bilinen girdiler yapay sinir hücresine bir diğer hücreden gelebileceği gibi dış dünyadan da gelebilmektedirler.
- **Ağırlıklar:** Yapay sinir hücresine gelen girdiler geldikleri bağlantıların pozitif, negatif veya sıfır olan ağırlığıyla çarpılarak çekirdeğe iletilmektedir. Böylece girdilerin üretilecek çıkış üzerindeki etkisi de istenen düzeyde ayarlanabilmektedir.
- **Birleştirme fonksiyonu (Toplama İşlevi):** Bu fonksiyon, bir yapay sinir hücresine ağırlıklarla çarpılarak gelen girdileri toplamakta ve bu toplam o hücrenin net girdisini vermektedir.
- **Etkinlik İşlevi Aktivasyon fonksiyonu (Aktivasyon fonksiyonu Etkinlik İşlevi):** Bu fonksiyon, birleştirme (toplama) fonksiyonundan çıkan sonucu aktivasyon fonksiyonundan geçirerek çıkışa iletmektedir. Yapay sinir ağlarının bir özelliği olan doğrusal olmama, aktivasyon fonksiyonlarının doğrusal olmama özelliğinden ileri gelmektedir. Geri beslemeli ağlarda aktivasyon fonksiyonunun türevi de hesaplandığı için yapılan hesaplamaların yavaşlamaması için türevi kolay hesaplanır bir fonksiyon seçilmesi gerekmektedir.
- **Çıktılar (Çıkışlar):** Aktivasyon fonksiyonundan çıkan değer sinir hücresinin çıktı yani çıkış değeri olmaktadır. Bu değer yapay sinir ağının çıkış değeri olarak dış dünyaya verilebileceği gibi istenildiğinde ağın içinde tekrardan kullanılabilir.

Yapay sinir ağlarının temel birim işlem elemanı düğüm olarak isimlendirilen yapay sinir hücresinin yapısı şekil 3.3'te gösterilmektedir.

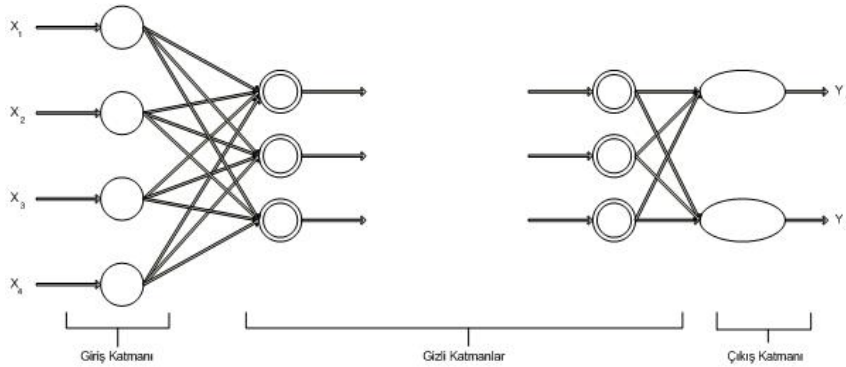


Şekil 3.3 Yapay Sinir Hücresi (Elmas, 2007, Kasım)

Şekil 3.3'te girişler x_i değerleriyle gösterilmekte olup bu girişlerin her biri ağırlık değeri ile çarpılmaktadır. Toplama fonksiyonuna iletilen bu çarpılan değerler, burada toplanılarak o hücrenin net giriş değeri hesaplanır. Daha sonra esas sonucu oluşturmak için etkinlik işlevine net giriş değeri gönderilir ve çıkış değeri elde edilir. Bu yapıda gerçekleştirilen farklılıklar yapay sinir ağlarının farklı sınıflandırılmalarına neden olabilmektedir (Elmas, 2007, Kasım).

Ahmet Kakıcı yapay sinir hücrelerinin birbirine bağlanması ile oluşan yapay sinir ağlarının Şekil 3.4'te de görüldüğü üzere 3 bölümden oluştuğunu belirtmektedir. Bunlar katmanlar şu şekildedir (Kakıcı, Yapay Sinir Ağlarının Katmanları, 2009) :

- **Giriş Katman:** Girdilerin yapay sinir ağlarına dış dünyadan geldikleri katmandır.
- **Ara Katman (Gizli Katman):** Giriş katmanından çıkan bilgiler bu katmana gelmektedir. Ara katman sayısı ağına yapısına göre farklılık göstermekte olup bazı yapay sinir ağlarında ara katman bulunmayabilmektedir. Birden fazla ara katmanın var olduğu durumlarda ise ağ içerisindeki ara katmanların kendi aralarındaki nöron sayıları da farklı olabilmektedir. Ara katmanların ve bu katmanlardaki sinir hücrelerinin sayısının artması hesaplamadaki karmaşıklığı ve süreyi arttırmasına rağmen bu durum o yapay sinir ağının daha karmaşık problemlerin çözümünde de kullanılmasını sağlamaktadır. Yapay sinir ağının işlevini yerine getirmesinde genelleşme sorunu ile karşılaşılacak istenmiyorsa gizli katman sayısının ağına en iyi çalışabileceği bir sayıda seçilmesine özen gösterilmelidir.
- **Çıkış Katman:** Ara katmanlardan gelen bilgileri işleyerek ağına çıktı değerlerini üretmekte olup bu üretilen çıktıları dış dünyaya gönderen katmandır.



Şekil 3.4 Yapay Sinir Ağının Yapısı (Kakıcı, Yapay Sinir Ağlarının Katmanları, 2009)

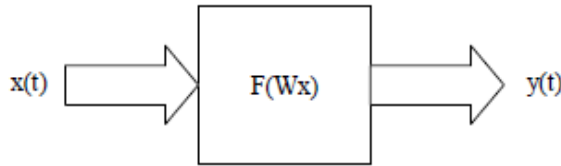
Yapay sinir ağı içerisinde bulunan her bir yapay sinir hücresi arasındaki bağlantılar arası farklılık o ağı yapısını belirlemektedir. Uygulamalarda istenilen hedefe ulaşmak amacıyla bağlantıların yapısı değiştirilmekte olup bu bağlantıların nasıl değiştirileceği de öğrenme algoritmaları tarafından belirlenmektedir. Yapay sinir ağı da buna bağlı olarak kendi içlerinde yapılarına, öğrenme algoritmalarına ve öğrenme zamanlarına göre sınıflandırılmaktadırlar. Bu sınıflandırmalar arası farklılıklar ise alt başlıklarda anlatılacaktır.

3.3.1.3. Ağ Yapılarına Göre Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağı içerdikleri yapay sinir hücrelerinin yani nöronların birbirlerine bağlantı şekillerine ve mimarilerine göre ileri beslemeli (feed-forward) ve geri beslemeli (feed-back) olarak ikiye ayrılmaktadır.

İleri beslemeli ağlarda nöronlar girişten çıkışa doğru katmanlar şeklinde bulunmakta olup bu yapı içerisinde bir katmandan sadece bir sonraki katmana bağ bulunabilmektedir. Bir yapay sinir ağına gelen bilgiler ilk olarak giriş katmanına uğramakta olup daha sonra sırasıyla ara katmanlardan geçmektedir. En sonunda ise çıkış katmanından işlenerek geçerek dış dünyaya çıkmaktadırlar. Bu geçişler hep tek yönlü bağlantılarla gerçekleşmekle birlikte aynı katman içerisinde bağlantılar bulunmamaktadır (Kakıcı, Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması, 2009)

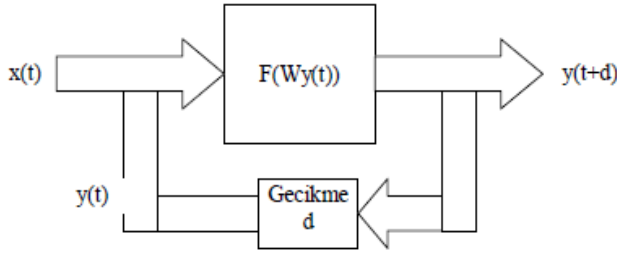
Şekil 3.5'te ileri beslemeli bir yapay sinir ağının blok diyagramı daha detaylı bir şekilde gösterilmektedir. İleri beslemeli ağlar doğrusal olmayan bir yapıya sahip olmakla birlikte bu ağlara örnek olarak Çok Katmanlı Perseptron (Multilayer Perseptron-MLP) ve Vektör Kuantalama Öğrenme (Learning Vector Quantization - LVQ) ağları verilmektedir. İleri beslemeli ağların eğitilmesinde en çok kullanılan algoritma ise geri yayılım algoritmasıdır (Saraç, 2004)



Şekil 3.5 İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Blok Diyagramı (Saraç, 2004)

Geri beslemeli yapay sinir ağlarında ileri beslemeli olanların tersine bir durum söz konusudur. Burada bir yapay sinir hücresinin çıktısı sadece kendinden sonra gelen katmana girdi olarak verilmemektedir. Bu yapı içerisinde bir nöron kendinden önceki katmana veya kendi katmanından bulunan herhangi bir sinir hücresine de girdi olarak bağlanabildiği için girişler hem ileri hem de geri yönde aktarılmış olmaktadır. Bu yapı itibarı ile geri beslemeli yapay sinir ağlarının doğrusal olmayan bir davranış gösterdiği söylenebilmektedir (Kakıcı, Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması, 2009)

Şekil 3.6'da geri beslemeli yapay sinir ağı yapısı gösterilmektedir. Geri beslemeli yapay sinir ağlarının dinamik hafızaları vardır ve bir andaki çıkış hem o andaki hem de önceki girişleri yansıtmaktadır. Bundan dolayı özellikle önceden tahmin uygulamaları için uygun görülmekte olup çeşitli tipteki zaman-serilerinin tahmininde de oldukça başarı sağlamaktadırlar. Bu ağlara örnek olarak Hopfield, SOM (Self Organizing Map), Elman ve Jordan ağları verilmektedir (Saraç, 2004).



Şekil 3.6 Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Blok Diyagramı (Saraç, 2004)

3.3.1.4. Öğrenme Algoritmalarına Göre Yapay Sinir Ağları

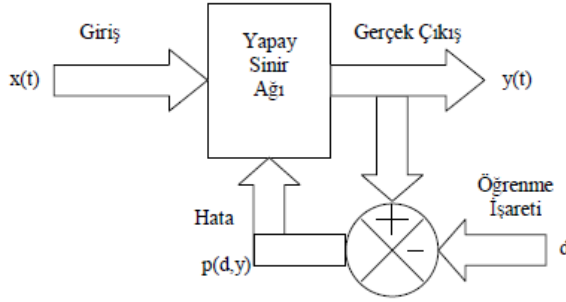
Öğrenme; gözlem, eğitim ve hareketin belirli bir yapıda meydana getirdiği davranış değişikliği olarak tanımlanmaktadır. Yapay sinir ağlarının da verilen girdilere göre uygun çıktı üretebilmelerinin tek yolu ise o ağı düzgün bir şekilde öğrenebilmekten geçmektedir. Yapay sinir ağlarında öğrenme işlemi için birden fazla yöntem kullanılmakta olup genelde yapay sinir ağları öğrenme algoritmalarına göre danışmanlı, danışmansız ve takviyeli öğrenme olarak üçe ayrılmaktadır.

Danışmanlı öğrenme sırasında yapay sinir ağına verilen giriş değerleri için çıktı değerleri de verilmekte olup ağ, verilen girdilere karşılık istenen çıkışları oluşturmak için kendi ağırlıklarını güncellemektedir. Bu sırada ağıın çıkış değerleri ile beklenen çıkış değerleri arasındaki hata da hesaplanarak ağıın yeni ağırlıkları da bu hata payı göz önüne alınarak düzenlenmektedir (Kakıcı, Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması, 2009).

Danışmalı öğrenmede yapay sinir ağları kullanılmadan önce sinir ağına giriş ve çıkış bilgileri sunularak ağ eğitilmelidir. Bu sebepten danışmalı öğrenmede, giriş ve çıkış çiftlerinden oluşan bir veri seti bulunmaktadır. Bu veri setine göre yapay sinir ağları kendisine verilen giriş bilgisine göre bir çıkış değer üretir. Üretilen bu çıkış değeri ile beklenen çıkış değeri karşılaştırılarak ağırlık güncellenmesinde kullanılacak olan bilgiyi elde etmektedir. Bu sürece sistemden bize verilen değer ile beklenen değer arasındaki fark daha önceden belirlenen hata değerinden küçük olana kadar devam edilmektedir. Hata değeri istenen değer altına düştüğünde tüm ağırlıklar sabitlenerek eğitim işlemi sona erdirilmektedir. Eğitim işlemi bitirdikten sonra ağ kullanılmaya başlandığında eğitim sürecinin sonunda bulunan ağırlıklar sabit olarak alınır ve değiştirilmez (Elmas, 2007, Kasım).

Danışmanlı öğrenme algoritmasını, verileri kendisine öğretecek olan bir öğretmene ihtiyacı bulunmaktadır. Şekil 3.7'de de danışmanlı öğrenme algoritmasının yapısının blok diyagramı verilmektedir. Widrow-Hoff tarafından geliştirilen delta kuralı ve Rumelhart ve McClelland tarafından geliştirilen genelleştirilmiş delta kuralı veya geri yayılma (back

propagation) algoritması danışmanlı öğrenme algoritmalarına örnek olarak verilmektedir (Saraç, 2004).

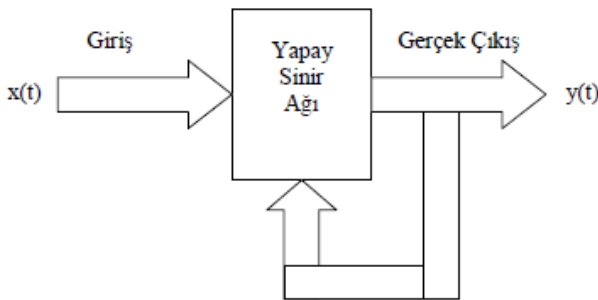


Şekil 3.7 Danışmanlı Öğrenme Algoritmasının Yapısı (Saraç, 2004)

Perceptron ağı (Basit algılayıcı ağı), çok katmanlı perceptron ağı, geri yayılım ağı, yüksek düzeyli sinir ağı, işlevsel bağ ağı ve delta kuralı danışmanlı öğrenme algoritmasına göre sıralanan ağ modellerinin arasında yer almaktadır. Çok katmanlı perceptron ağı daha sonraki bölümlerde detaylı bir şekilde anlatılacaktır (Elmas, 2007, Kasım) .

Danışmansız öğrenmede ise yapay sinir ağına öğrenme sırasında sadece bazı örnek giriş değerleri verilmekte olup danışmanlı öğrenmenin aksine herhangi bir beklenen çıktı bilgisi verilmez. Girişte kendisine verilen bilgilere karşılık ağ, her bir örneği kendi içinde sınıflandıracak şekilde belirli kurallar oluşturmaktadır (Kakıcı, Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması, 2009).

Danışmansız öğrenmede ağın doğru çıkış değerinin ne olduğuna dair herhangi bir bilgisi yoktur. Yapay sinir ağı, kendisine verilen giriş değerlerinin özelliklerine göre kendi kendisini örneklemekte ve ağırlık değerlerini ayarlamaktadır. Kohonen ağı da danışmansız öğrenme için verilecek olan örneklerden birisidir. Bu ağ içerisinde giriş katmanına ek olarak birbirleriyle ilişkili sinirlerden oluşan tek bir çıkış katmanı bulunmaktadır. Bu yapıda her bir giriş çıkış katmanındaki bu sinirlere bağlı bulunmaktadır. Bu sistemde yapay sinir ağı başlangıçta rastgele ağırlıklarla çalışmaya başlamaktadır. Herhangi bir giriş değeri uygulandığında bu giriş vektörüne uzaklığı en az olan sinir seçilir ve bu sinire gelen bağlantılar yenilenmektedir. Bu sinir ile birlikte onun komşusu diğer belli sayıdaki sinirlerdeki ağırlıklarda yenilenmektedir (Elmas, 2007, Kasım).



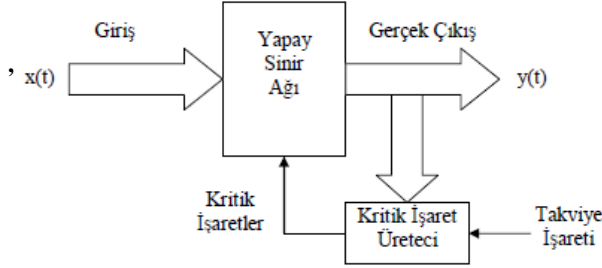
Şekil 3.8 Danışmansız Öğrenme Algoritmasının Yapısı (Saraç, 2004)

Danışmansız öğrenme algoritmasının yapısı şekil 3.8’de gösterilmektedir. Bu çeşit öğrenme algoritmasında sadece girişte verilen örnek bilgiler ile yapay sinir ağı kendi kendine bazı kurallar geliştirmektedir. Daha sonrasında ise yapay sinir ağı, bağlantı ağırlıklarını aynı özellikleri gösteren desenler oluşturmak için ayarlamaktadır. Grossberg tarafından geliştirilen ART (Adaptive Resonance Theory) veya Kohonen tarafından geliştirilen SOM (Self Organizing Map) öğrenme kuralı danışmansız öğrenme algoritmalarına örnek olarak gösterilmektedir (Saraç, 2004).

Hebbian öğrenme, Grossberg öğrenme, Hopfield ağı, olasılık sinir ağı, özöğütlemeli harita ağı, boltzman makinesi ağı, hamming ağı, karşı yayma ağı, öğrenme vektör nicelendirmesi ve rekabetçi öğrenme ağları danışmansız öğrenmeye örnek olarak gösterilmektedir. Gelecek için büyük umutlar vaad eden danışmansız öğrenme ile gelecekte bilgisayarların kendi kendilerine robotik hareketleri de öğrenerek gerçekleştirebilecekleri düşünülmektedir (Elmas, 2007, Kasım).

Takviyeli öğrenme algoritmasında ise yapay sinir ağının her bir işlemi sonucunda elde ettiği sonucun iyi veya kötü olup olmadığına dair bir bilgi verilmekte olup verilen bu bilgiye göre yapay sinir ağı kendini yeniden ayarlamaktadır. Bu sayede ağ kendisine verilen giriş dizisini aynı anda hem öğrenerek hem de sonuç çıkararak analiz etmeye devam etmektedir. Örneğin satranç oynayan bir yapay sinir ağının tasarımının ele alındığını düşünelim. Bu ağ, oyun sırasında yaptığı hamlenin iyi ya da kötü olduğunu o an için ayırt edememesine rağmen yine de kendine göre hamlesini yapmaktadır. Eğer oyun sonuna geldiğini program oyunu kazandıysa ağ, yapılan hamlelerin iyi olduğu varsayımında bulunacak ve bundan sonraki oyunlarda da benzer hamleler iyi kategorisinde değerlendirilecektir (Kakıcı, Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması, 2009).

Danışmanlı öğrenme yakın bir method olan bu algoritmanın yapısı Şekil 3.9’da gösterilmektedir. Danışmanlı öğrenmede hedef çıkış değerleri yapay sinir ağına baştan verilirken, takviyeli öğrenmede ise elde edilen çıkışın verilen girişe karşılık iyiliğini değerlendiren bir ölçüt verilmektedir. Bu algoritmaya örnek olarak Hinton ve Sejnowski’nin geliştirdiği Boltzmann kuralı veya Genetik Algoritma (GA) takviyeli öğrenme verilmektedir (Saraç, 2004).



Şekil 3.9 Takviyeli Öğrenme Algoritmasının Yapısı (Saraç, 2004)

3.3.1.5. Öğrenme Zamanlarına Göre Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları öğrenme zamanlarına göre statik öğrenme ve dinamik öğrenme olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Bir yapay sinir ağının statik öğrenme kuralıyla çalışması isteniyorsa önce eğitilmesi gerekmektedir. Bu tür yapay sinir ağı ancak eğitimi tamamlandıktan sonra istenildiği şekilde kullanılmaktadır. Bu tür yapay sinir ağlarının eğitim sırasında üzerindeki ağırlık değerlerinde herhangi bir değişiklik olması mümkün değildir (Kakıcı, Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması, 2009). Kısaca statik öğrenme de eğitilen yapay sinir ağı bundan sonra hep aynı yapıyı kullanacak olup kullanım sırasında da hiçbir değişikliğe uğramayacaktır.

Dinamik öğrenme kuralı ise yapay sinir ağının kullanıldığı süre boyunca öğrenmesini sürekli kılacak şekilde tasarlanmış olup eğitim aşaması bittikten sonraki kullanımlarında çıkışların durumuna göre ağırlıklarını değiştirerek çalışmasına devam etmektedir (Kakıcı, Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması, 2009). Kısaca dinamik öğrenmede yapay sinir ağı eğitim verileriyle eğitildikten sonra bile kullanımı sırasında kendi yapısını düzenlemeye devam etmektedir. Bu şekilde sürekli öğrenen bir yapay sinir ağı elde edilmiş olmaktadır.

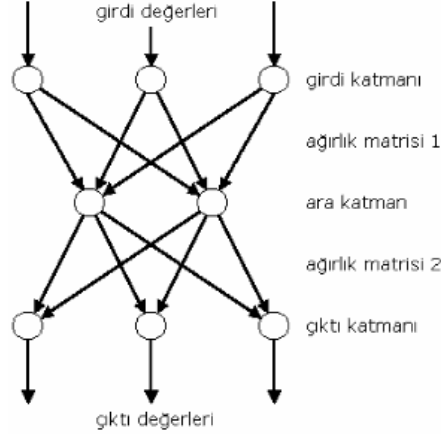
3.3.1.6. Çok Katmanlı Perseptronlar ve Geri Yayılım Algoritması

Basit algılayıcı modellerin girdi ile çıktı arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı problemlerin çözümlerinde kullanılmayacağına iddia edilmesi ile yapay sinir ağları ile ilgili yapılan bilimsel araştırmaların pek çoğu durma noktasına gelmiştir. Çünkü günlük yaşamda karşılaşılan problemlerin çoğu doğrusal olmayan niteliklere sahip sorunlardır. Buna rağmen birçok araştırmacı çalışmalarına devam ederek yapay sinir ağlarının doğrusal olmayan problemlerin de çözümünde kullanılabileceğini göstermeleri ile bu konu ile ilgili çalışmalar tekrar hız kazanmıştır. Çok katmanlı perseptron yapay sinir ağı modelinin Rumelhart ve arkadaşları tarafından geliştirilmesi de bu döneme rast gelmektedir. Doğrusal olmayan bir ilişki gösteren XOR problemini çözmek amacıyla yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıkan bu modele hata yayma modeli veya geri yayılım modeli de denilmektedir.

Çok katmanlı perseptron modeli yapay sinir ağlarına olan ilgiyi çok hızlı bir şekilde arttırmış olup yapay sinir ağları tarihinde de yeni bir dönemin başlamasını sağlamıştır (Saraç, 2004).

Günümüzde de çok katmanlı perseptron yapay sinir ağı modeli doğrusal olmayan problemlere çözüm üretmesi nedeniyle geniş kullanım alanlarına sahiptir. Birçok öğrenme algoritmasının bu ağı eğitmede kullanılabilir olması da bu ağın daha çok mühendislik uygulamalarında tercih edilme nedenlerinden biridir. Özellikle tanıma, sınıflandırma ve genelleme yapmayı gerektiren problemler için en çok tercih edilen çözüm araçlarının başında gelmektedir. (Saraç, 2004).

Çok katmanlı perseptron yapay sinir ağı modeli şekil 3.10'da gösterilmektedir. Bu model yapay sinir ağları girdi katmanı, ara katmanı ve çıktı katmanı adıyla üç katmana ayrılmaktadır. Herhangi bir bilgi işleme olayının olmadığı girdi katmanının da, dış ortamdan gelen bilgiler alınarak ara katmana gönderilmektedir. Uygulanan problemin yapısına ve giriş sayısına bağlı olarak çok katmanlı perseptronlara birden fazla girdi gelebilse dahi her işlemcinin sadece bir tek girdisi ve çıktısı var olabilmektedir. Şekilde de görüldüğü üzere bir katmandaki bir işlemci eleman bir sonraki katmandaki tüm işlemci elemanlara bağlanmakla birlikte işlemcilerinin kendi içlerinde bağlantıları bulunmamakta olup bilgi akışı hep ileri yöndedir. Yine uygulanan problemin yapısına göre de giriş katmanındaki işlemci eleman sayısı değişiklik gösterebilmektedir (Baş, 2006).



Şekil 3.10 Çok Katmanlı Perseptron Yapısı (Saraç, 2004)

Ara katmanın görevi girdi katmanından gelen bilgileri işleyerek bu bilgileri bir sonraki katmana göndermektir. Gizli katman olarak da adlandırılan ara katmanların sayısı ve her katmandaki işlemci eleman sayıları deneme-yanılma yoluyla bulunmakta olup çok katmanlı perseptron modelinde birden fazla sayıda ara katman var olabilmektedir. Ara katmanda da her işlemci eleman bir sonraki katmandaki tüm işlemcilerle bağlantılıdır (Baş, 2006).

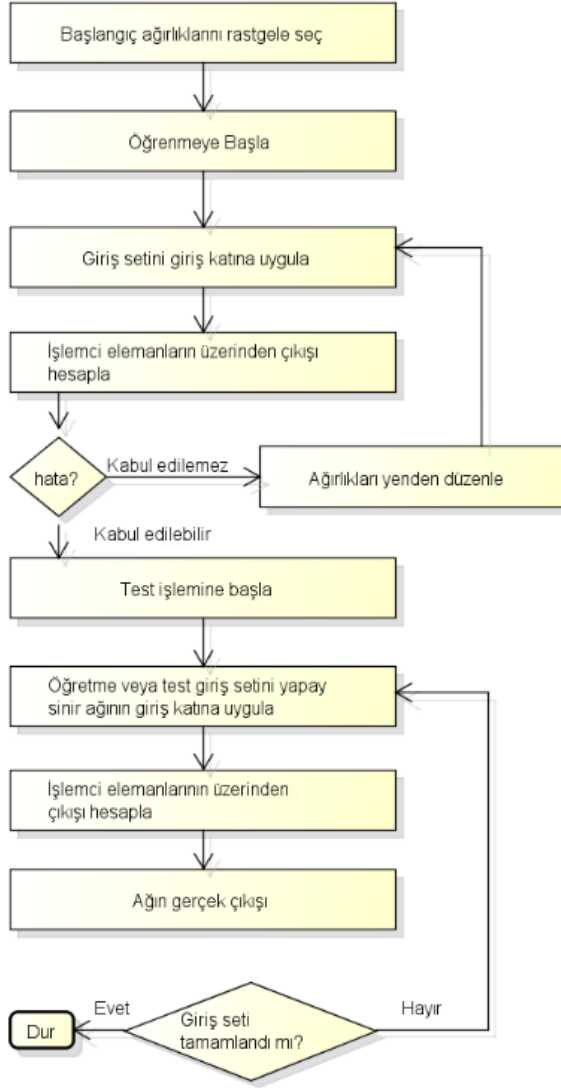
Çıktı katmanı, ara katmandan gelen bilgileri işleyerek dış ortama göndermektedir. Çok katmanlı perseptronlarda birden fazla işlemci elemana sahip olabilen tek bir çıktı katmanı bulunmaktadır. Çıktı katmanındaki işlemci eleman sayısı da giriş katmanındaki gibi yine çözümü aranan probleme göre farklılık göstermektedir. (Baş, 2006).

Çok katmanlı perseptron yapay sinir ağlarının temel amacı, ağın beklenen çıktısı ile ürettiği çıktı arasındaki hatayı minimize etmektir. Danışmanlı öğrenme yönteminde olduğu gibi perseptron ağ modelinin eğitimi sırasında da hem girdiler hem de o girdilere karşılık üretilmesi beklenen çıktılar ağa tanıtılmaktadır. Bu değerler dış dünyadan giriş katmanına alınır, ara katmanlarda gerekli işlemler yapılır ve elde edilen sonuçlar da çıkış katmanından elde edilmektedir. Kullanılan eğitime algoritmasına bağlı olarak, ağın çıkışındaki veri ile beklenen çıkış verisi arasındaki hata karşılaştırılır ve tekrar geriye doğru yayılarak hata istenen minimum düzeye düşüncüye kadar ağın üzerindeki ağırlıklar değiştirilmektedir (Saraç, 2004).

Çok katmanlı persoptron ağlarında; geri yayılım algoritması, delta bar algoritması, genişletilmiş delta bar algoritması, hızlı yayılım algoritması ve genetik algoritma olmak üzere birçok öğrenme algoritması kullanılmaktadır.

Çok sayıda gizli katmana sahip sistemlerde, hata işaretleri kendisinden bir önceki katmanın düzeltilmiş sonuçlarından çıkartılarak işlemler tekrarlanmaktadır. Bunun sonucunda ağırlık ayarlama işlemleri çıkış seviyesindeki ağırlıklardan başlayarak giriş seviyesine doğru devam etmektedir. Bu süre içerisinde sistem yaptığı hatalardan bir şeyler öğrenerek istenen değerleri bulana kadar işlemine devam etmekte olup bu yönteme de 'hatanın geriye yayılma algoritması (back-propagation algorithm)' denmektedir (Ekşi, 2010).

Bu algoritma, çıkışta ortaya çıkan hataları geriye doğru yani çıkıştan girişe doğru azaltmaya çalışmasından geri yayılım ismini almıştır. Bir yapay sinir ağının geri yayılım algoritması kullanılarak eğitilmesi 'yayılma (propagate)' ve 'uyum gösterme (adapt)' olmak üzere iki aşamada gerçekleşmektedir. Geri yayılım algoritması mühendislik alanında pek çok uygulamalarda kullanılmış olup anlaşılmasının kolay oluşundan ve matematiksel olarak ispatlanabilir olmasından dolayı da en çok tercih edilen öğretim algoritmasıdır (Ramazan Bayındır, 2007). Bu algoritmanın akış şeması şekil 311'de gösterilmektedir.



Şekil 3.11 Geri Yayımlım Algoritmasının Akış Şeması (Saraç, 2004)

Çok katmanlı geri yayılım ağlarında başarılı bir sonuç elde edilmek isteniyorsa katman sayıları ve her katmandaki işlemci sayılarına oldukça dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu konuyla ilgili kesin sonuçlar olmamasına rağmen günümüze kadar yapılan uygulamalar sonucu bazı araştırmacılar tarafından kabul görmüş kurallar bulunmaktadır. Bu kabuller şu şekildedir (Baş, 2006);

- Giriş verileri ile çıkış verileri arasındaki ilişkinin karmaşıklık derecesi arttıkça işlemci eleman sayısı da buna bağlı olarak arttırılmalıdır.
- Çözümü aranan problem birçok alt aşamalara sahip ise birden fazla ara katman kullanılmalıdır. Çünkü az sayıda ara katman kullanımında ağ öğrenmeyi başaramayacağı gibi gereğinden fazla katmanın kullanılması durumunda da ağ ezberleme olayını gerçekleştiremeyecek olup bu durum ağın genelleme yeteneğini de azaltacaktır.
- Genelleme yeteneğinin kaybolabilmesi ihtimaline ve buna bağlı olarak yeni verilere karşı ağın kullanışsız kalması sonucu ile karşılaşmamak için bir ara katmanın sahip olabileceği işlemci eleman sayısının çok fazla olmaması gerekmektedir. Bu sebepten eğitim sırasında kullanılacak olan örnek eğitim setinin genişliği, ara katmanlardaki işlemci elemanların sayısının üst limitini belirlemede kullanılmaktadır. Üst limiti belirlemek için önce verilen eğitim setindeki girdi-çıkış çiftlerinin sayısı bulunup bulunan bu sayı ağdaki toplam girdi ve çıktı işlemci elemanlarının sayısına bölünmektedir. Bölünme işlemiyle elde edilen sonuç fazla hata içeren veri setleri için 20 ile 50 arasında olabileceği gibi genellikle 5 ile 10 arasında bir değer olmakla beraber bu değer ölçeklendirme katsayısı olarak da kullanılmaktadır. Sıfıra yakın hata içeren veri setlerinde katsayı değeri ikiye kadar düşebilmektedir. Bu yöntemle ağ modelindeki ölçeklendirme katsayısının ne olacağı ile ilgili tam kesin bir sonuca ulaşılmasa da en azından bu katsayının değeri hakkında fikir edinilmektedir

Bir ağ oluşturmak için yukarıda bahsedilen kuralları probleme uygun olarak entegre edildikten sonra eğitime işlemine başlanmaktadır. Bir yapay sinir ağının geri yayılım yoluyla eğitilmesi ise ileri doğru hesaplama ve geri doğru hesaplama olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Örnek olması açısından Q tane katmanlı ileri beslemeli ağ için geri yayılım algoritması şu şekilde tanımlanmaktadır (Elmas, 2007, Kasım):

Algoritmada kullanılacak olan değişkenler ve açıklamaları:

- q : Katman numarası (1,2,3... Q)
- H_i^p : q 'inci katmandaki i biriminin girdisi
- Y_i^q : q 'inci katmandaki i biriminin girdisi
- W_{ij}^q : ($q-1$)'inci katmandaki i birimini, q 'ncü katmandaki j birimine bağlayan ağırlık değeri
- η : Öğrenme Katsayısı

Algoritmanın adımları:

- Başlangıç:** İlk aşamadan veri değerleri yapay sinir ağının giriş katmanına uygulanarak öğrenme işlemi başlatılmaktadır. w 'ye reel değerli küçük rastgele sayılar başlangıç değeri olarak atanır.
- İleri Hesaplama:** (x^p, t^p) şeklinde yazılam eğitim seti örnek modelinde x^p giriş vektörünü, t^p çıkış vektörünü ifade etmektedir. Rastgele bir örnek modeli seçilerek q katmanındaki her bir j birimi için ileri yönde çıkış değeri hesaplanır. Hesaplanan çıkış değeri 3.1'de gösterildiği gibidir.

$$y_j^q = f \left[\sum y_i^{(q-1)} w_{ij}^{(q)} \right] \quad (3.1)$$

Yukarıdaki ifade de bir numaralı katmanın girdileri $i=0$ şeklinde etiketlenmiş olup bir numaralı katman için çıkış değeri 3.2'de gösterilmektedir.

$$y_i^0 = x_i \quad (3.2)$$

- Hata Hesaplama:** Delta değerini hesaplamada son Q katmanında hesaplanan i birimleri için y_i^Q ve buna karşılık y_i^P değerleri kullanılmakta olup oluşan çıkış birimleri için de hata değerleri hesaplanır.

$$\delta_i^Q = (v_i^Q - y_i^P) f' (H_i^Q) \quad (3.3)$$

- Geri Hesaplama:** Her bir katmandaki tüm i birimleri için geriye yayılımla delta değerleri yani hata değerleri 3.4'de görülen denklem ile hesaplanır.

$$\delta_i^{(q-1)} = f' (H_i^{(q-1)}) \sum \delta_i^q w_{ij}^q \quad (3.4)$$

- Güncelleme:** Ağırlık değerleri 3.5'deki ifade yardımı ile güncellenir.

$$\begin{aligned} w_{ij}^{\text{yeni}} &= w_{ij}^{\text{eski}} + \Delta w_{ij}^q \\ \Delta w_{ij}^q &= \eta \delta_i^q y_j^{q-1} \end{aligned} \quad (3.5)$$

- Tekrarlama:** İkinci adıma geri dönülür ve hata değeri kabul edilebilir hale gelene kadar işlemler tekrarlanır.

η öğrenme katsayısı, karşılaştırmalar sonucu ağırlıkların hangi oranda değiştirileceğini ifade etmektedir. Bu öğrenme katsayısı bir yapay sinir ağının performansı açısından oldukça önemlidir. Küçük öğrenme katsayısı seçimi ağına sonuca ulaşmasını yavaşlatmakta büyük öğrenme katsayısı da öğrenme için gerekli adım sayısını azaltarak eğitime işleminin süresini azaltmaktadır. Ancak büyük öğrenme katsayısının seçilmesi ağına hesaplamalarında büyük salınımlara sebebiyet vermektedir. Genellikle karmaşık ve zor problemlerin çözümünde küçük öğrenme katsayılarının seçilmesi daha iyi sonuç vermektedir. Öğrenme katsayısı değerleri normalde 0,01 ile 0,9 arasında bir değer almaktadır. (Saraç, 2004)

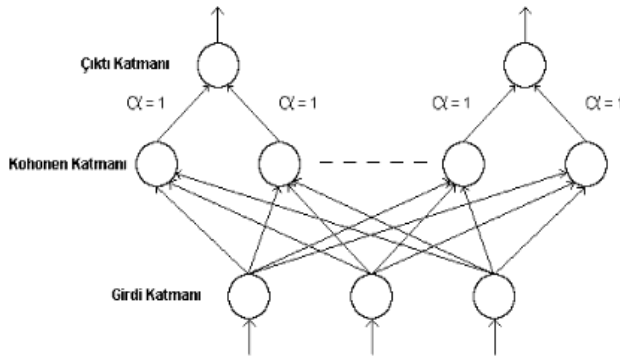
α momentum katsayısı da öğrenme katsayısı gibi ağına performansı için oldukça önemli etkiler yaratmaktadır. Momentum katsayısının hesaplamalarda kullanılması ile birlikte eğitime adım sayısında ve ağıdaki toplam hatada bir düşüş gözlemlenmektedir. Özellikle bu katsayısının büyük alındığı durumlarda ağıdaki toplam hatanın sifira yaklaştığı bilinmektedir (Elmas, 2007, Kasım).

3.3.1.7. Diğer Yapay Sinir Ağları

Bu bölüme kadar anlatılanlar dışında başka yapay sinir ağları da bulunmaktadır. Bu bölüm içerisinde diğer yapay sinir ağ yapıları hakkında kısa bilgiler verilecektir.

3.3.1.7.1. LVQ Ağı (Learning Vector Quantization)

1984 yılında Tuevo Kohonen tarafından geliştirilen LVQ ağı giriş, gizli (kohonen) ve çıkış olarak 3 katmandan oluşmaktadır. Girdi katmanında bilgi işleme durumu olmamaktadır sadece dışarıdan gelen veriler ağına buradan giriş yapmaktadırlar. Gizli katman, kohonen katmanı da denilen bir ara katmandır. Bu katmanda her eleman bir referans vektörünü göstermektedir. Çıktı katmanında ise girdinin ait olduğu sınıf belirlenmektedir. LVQ ağına öğrenmesi ile kast edilen şey girdi vektörünün hangi vektör seti tarafından temsil edildiğinin bulunmasıdır. Ağına görevi, girdi vektörlerinin birer elemanı olabilecekleri vektör sınıflarını doğru belirleyebilmektir (Baş, 2006).



Şekil 3.12 LVQ Ağı Yapısı (Baş, 2006)

LVQ ağıının yapısı şekil 3.12'da gösterilmektedir. Giriş ve gizli katmanlar birbirine tamamen bağlı iken gizli ile çıkış katmanı arasında kısmi bir bağlılık bulunmaktadır. Her çıkış işlemci elemanı da farklı bir gizli işlemci eleman kümesine bağlı durumdadır. Her gizli işlemci elemanın bir referans vektörü bulunmakta olup giriş ile gizli işlemci eleman bağlantılarının ağırlıkları referans vektörlerinin elemanlarını oluşturmaktadır. Gizli ile çıkış işlemci elemanları arasındaki ağırlıklar bire eşittir. Ağın öğretilmesi sırasında ise bu referans vektörleri farklı değerler almaktadır. Gizli işlemci elemanlar ile çıkış işlemci elemanlar sadece ikili çıkışa sahip oldukları için LVQ ağına bir giriş deseni verildiğinde referans vektörü giriş desenine en yakın olan gizli işlemci eleman kümesi '1' üretirken diğer elemanlar '0' üretmektedir. Sonrasında ise '1' üreten çıkış işlemci elemanı giriş işaretini sınıflandırır (Tozkan, 2004).

LVQ ağı kohonen öğrenme kuralını kullanmaktadır. Adım adım LVQ ağını öğretme işlemleri şu şekilde belirtilmektedir (Tozkan, 2004):

- Referans vektörlerinin ağırlıklarının değerleri belirlenir.
- Ağa bir giriş deseni uygulanır.
- Giriş deseni ile her bir referans vektörü arasındaki Öklid uzaklık hesaplanır.
- Giriş desenine en yakın referans vektörü yani kazanan gizli işlemci elemanının referans vektörünün ağırlıkları düzenlenir. Eğer kazanan gizli işlemci eleman, o çıkış işlemci elemanın bağlı olduğu gizli işlemci eleman kümesine bağlı ise referans vektörü giriş desenine daha yakın hale getirilir. Aksi takdirde referans vektörü uzaklaştırılır.
- İkinci adıma geri dönülür ve yeni bir giriş deseni uygulanır. Bütün giriş desenleri sınıflandırılıncaya kadar işleme devam edilir.

LVQ ağlarının öğrenme hızları perceptron ağlardan daha hızlı olsa da bu ağların da bazı dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin bazı sorunlarda sürekli aynı referans vektörünün kazanan olması ağın esnekliği ortadan kaldırmaktadır. Bir başka durum ise sınıflandırma sürecinde iki sınıfın tam ortasında veya bu orta değere yakın bulunan vektörlerin hangi sınıf içerisinde bulunacakları tam belirlenememektedir (Baş, 2006).

3.3.1.7.2. Kohonen Ağı

1972 yılında Kohonen tarafından geliştirilen kohonen ağı, genel olarak sınıflandırma yapmak için kullanılmaktadır. Günümüzde SOM (Self Organization Feature Map Network – Özörgütlemeli Özellik Haritası) olarak da isimlendirilen kohonen ağı, giriş vektörlerini doğru sınıflandırma ve bu değerlerin dağılımını öğrenebilme özelliğine sahiptir (Baş, 2006).

Kohonen ağı, girdi ve çıkış katmanı olmak üzere iki katmandan oluşmaktadır. İki boyutlu bir düzlem olan çıktı katmanında işlemci elemanlar, tamamıyla dağılmış vaziyetteki vektörleri göstermektedir. Girdi katmanındaki elemanlar çıktı katmanındaki elemanlar ile bağlantılı vaziyettedir. Eğitim sırasında herhangi bir danışmana veya beklenen çıktıya gerek duymayan kohonen ağında kazanan işlemci eleman '1' değerini alırken diğer bütün işlemci elemanlar sıfır değerini almaktadır. Sonrasında '1' değerini

alan yani kazanan işlemci elemanın hem kendisi hem de komşularının ağırlıkları değiştirilerek eğitime devam edilmektedir (Baş, 2006).

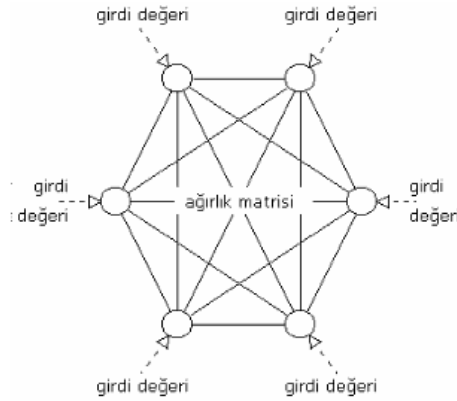
Kohonen ağının öğrenme adımları kısaca şu şekilde tanımlanmaktadır:

- Çıkıştaki işlemci elemanlarının bütün referans vektör değerleri küçük rastgele değerler olarak atanır.
- Bir giriş verisi elde edilir.
- Giriş verisine en yakın referans vektör değerine sahip olan işlemci eleman kazanan işlemci eleman olarak belirlenir.
- Kazanan işlemci elemanın ve komşularının vektör değerlerini güncelleştirilir.

Burada amaç referans vektörleri giriş vektörüne yaklaştırmaktır. Bu yaklaşım işlemi kazanan işlemci eleman için en fazla iken işlemci elemandan uzaklaştıkça azalmaktadır. Öğrenme sırasında işlemlere devam edildikçe komşu sayısı azalmakta ve en sonunda sadece kazanan işlemci elemanın referans vektörü ayarlanabilecek durumda olacaktır (Tozkan, 2004).

3.3.1.7.3. Hopfield Ağı

1982 yılında John Hopfield tarafından geliştirilen hopfield ağı, tıpkı insan beyni gibi belirli hafızaları depolayan bir sinir ağı modelidir. Hopfield ağları, yapılarının basit ve matematiksel olarak tutarlı olmaları sebebiyle çalışmalarda tercih edilmektedir (Baş, 2006). Hopfield ağının yapısı şekil 3.13'te gösterilmektedir.



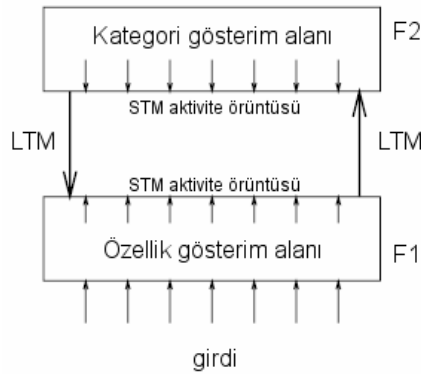
Şekil 3.13 Hopfield Ağı Yapısı (Baş, 2006)

Tek katmanlı ve geri beslemeli bir yapay sinir ağı modeli olan Hopfield ağı, girişleri genellikle ikili (0 veya 1) ve bipolar (-1 veya +1) değerleri kabul etmektedir. Hopfield ağında işlemci elemanlar birbirleriyle bağlantılı halde olup bağlantılar simetrik ve çift yönlü olduğundan bilgi her iki yönde de akmaktadır. Bu yapı içerisinde her işlemci eleman diğer işlemci elemanlardan gelen giriş değerlerinin toplamını elde var olan bir eşik değeri ile karşılaştırmakta ve sonucu diğer işlemci elemanlara iletmektedir (Baş, 2006).

3.3.1.7.4. ART Ağı (Adaptive Resonance Theory)

1976 yılında Grossberg'in insan beyninin fonksiyonlarını araştırmaya yönelik yapılan çalışmalar neticesinde ART ağ yapısı ortaya çıkmıştır. ART yapay sinir ağlarında işlemci elemanların çıktı değerleri katmanlar arasında ileri geri hareket ettiğinden bu değerlerin hareketi sırasında girdi, bir sınıfa uyuyor ise ağ kararlı duruma geçmektedir ve bu duruma ART ağının rezonans durumu denmektedir (Baş, 2006).

ART ağları, girdilerin özelliklerini gösteren F1 katmanı ile ayrıştırılmış sınıfları gösteren F2 katmanından oluşmaktadır. Bu iki katman birbirine uzun dönemli hafıza ile bağlanmaktadır. Bunun sebebi de F1 katmanında yapılan işlemler sonucu girdiler F2 katmanına gönderilmektedir. Girdilerin sınıflandırılması işleminden önce F1 katmanında girdilerin özellikleri incelenmekte ve kategorilere ayrılmaktadırlar. Kategorilere ayrılan girdiler sonrasında F2 katmanına gönderilmektedir. Burada F2 katmanındaki sınıflandırma ile F1 katmanından gelen sınıflandırma karşılaştırılmaktadır ve eğer girdi, belirlenmiş bir sınıfa uyumluluk gösteriyor ise o kategorinin elemanı olarak kabul edilmektedir. Bunun aksi bir durumda ise yeni bir sınıf oluşturulmaktadır (Baş, 2006). Anlatılan ART ağının yapısı şekil 3.14'te gösterilmektedir.



Şekil 3.14 ART Ağı Yapısı (Baş, 2006)

3.3.2. Kural Tabanlı Öğrenme

Kural tabanlı öğrenme çok geniş bir araştırma alanıdır ve içerisinde çeşitli yöntemleri barındırmaktadır. Bu yöntemler arasından en çok göze çarpan ve uygulama alanına en çok sahip olanlar arasında tembel öğrenme metodu (lazy learning) ya da bir başka adıyla bellek tabanlı metod ile karar ağaçları (decision trees) yer almaktadır. Bu bölüm içerisinde daha çok günümüzde en yaygın kullanılan yöntem olan karar ağaçlarından bahsedeceğiz.

3.3.2.1. Bellek Tabanlı Yöntemler

Bellek tabanlı veya örnek tabanlı yöntemler (memory-based, instance-based methods, case-based reasoning) istatistikte 1950'li yıllarda önerilmiş olmalarına rağmen, o yıllarda hesaplama gücü ve bellek yetersizliği sebebiyle kullanılmamış ancak günümüzde bilgisayarların ucuzlaması ve kapasitelerinin artmasıyla, özellikle de çok işlemcili sistemlerin

yaygınlaşmasıyla kullanılabilir olmuştur. Bu yönteme en iyi örnek k-en yakın komşu (k-nearest neighbor) algoritması verilmektedir (Mitchell, 2002) .

K-en yakın komşu algoritması, veri madenciliğinde kümeleme amacıyla kullanılan tekniklerden birisidir. Bu teknik ile kümeleme analizi tahmin yapmak için kullanılabilir. Algoritma, bilinmeyen bir gözlem değerinin hangi sınıf içerisinde olduğunu belirlemek için, örüntü uzayını araştırarak bilinmeyen gözlem değerine en yakın olan k adet küme sayısını bulur. Yakınlık öklid uzaklığı ile belirlenir. Daha sonra bilinmeyen değer, k- en yakın komşu içinden en çok benzediği kümeye atanır. K-en yakın komşu algoritması aynı zamanda bilinmeyen gözlem değeri için bir gerçek değer tahmininde de kullanılabilir (Mitchell, 2002).

3.3.2.2. Karar Ağaçları

Karar ağaçları, veri madenciliğinde kuruluşlarının ucuz olması, yorumlamalarının kolay olması, veri tabanı sistemleri ile kolayca entegre edilebilmeleri ve güvenilir olması gibi nedenlerden dolayı sınıflama modelleri içerisinde en yaygın kullanıma sahip teknik olarak bilinmektedir. Adından da anlaşılacağı gibi bir ağaç görünümüne sahip olan karar ağaçları tahmin etmeye dayalı bir tekniktir. Ağaç yapısı ile herkes tarafından kolay anlaşılabilen kurallar yaratabilen, bilgi teknolojileri işlemleri ile kolayca uyum sağlayabilme özelliğine sahip en yaygın sınıflama tekniğidir (Özkeş, 2003).

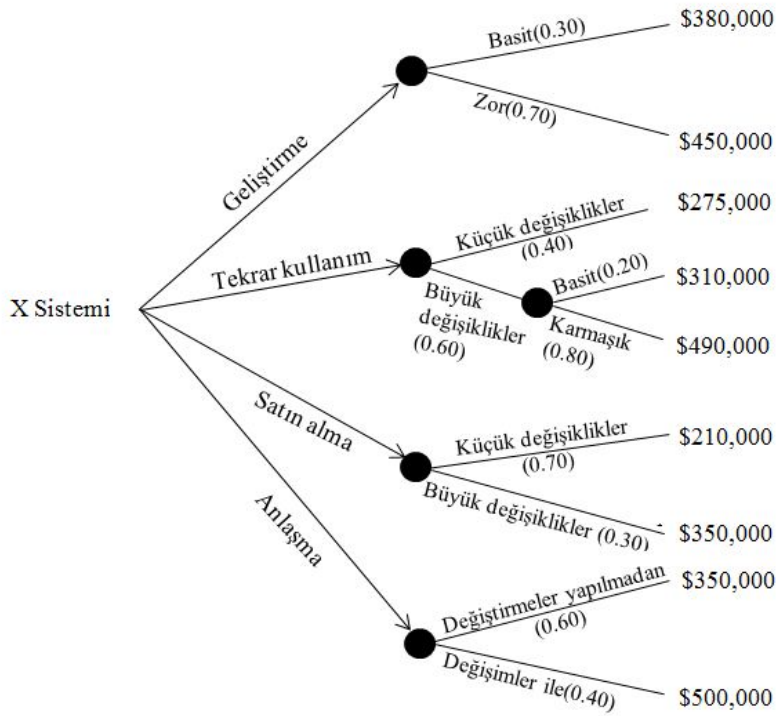
Bir karar ağacı, karar düğümleri, dallar ve yapraklardan oluşmaktadır. Karar düğümü, gerçekleştirilmesi düşünülen testi belirtmekte olup bu testin sonucuna göre ağacın veri kayına uğramadan dallara ayrılmasını sağlamaktadır. Her düğümün sonunda test ve dallara ayrılma işlemleri meydana gelmekte ve bu ayrılma işlemi üst seviyedeki düğümlere bağımlı olarak gerçekleşmektedir. Eğer bir dalın ucunda sınıflama işlemi gerçekleşmiyor ise bu, o dalın sonucunda bir karar düğümü oluşacağını ifade etmektedir. Eğer bir dalın sonunda belirli bir sınıf meydana geliyor ise de bu durum, o dalın sonucunda yaprağın oluşacağını ifade etmektedir. Bu yaprak, veri üzerinde ayırıştırma yapmak istenen sınıflardan biridir. Karar ağacı işlemleri kök düğümden başlayarak yaprağa ulaşana dek aşağıdaki yukarıya doğru düğümleri takip ederek gerçekleşmektedir. (Özkeş, 2003).

Karar ağacı tekniğini kullanarak verinin sınıflanması, öğrenme ve sınıflama adıyla iki basamaktan oluşmaktadır. İlk basamak olan öğrenme adımında önceden hazır olan bir eğitim verisi bir model oluşturmak amacı ile sınıflama algoritması tarafından analiz edilerek öğrenilmektedir. Sistem tarafından öğrenilen bu modelin sonuçları sınıflama kuralları veya karar ağacı olarak ifade edilmektedir. İkinci basamak olan sınıflama adımında ise, eldeki test verisi sınıflama kurallarının veya karar ağacının doğruluğunu test etmek amacıyla kullanılmaktadır. Eğer doğruluk oranı kabul edilebilir düzeyde ise bu oluşturulan sınıflandırma kurallarını ya da karar ağacını yeni verilerin sınıflanması amacıyla kullanılmaktadır (Özkeş, 2003).

Test verisine uygulanan bir modelin doğruluğu, yaptığı doğru sınıflandırmanın test verisindeki tüm sınıflara oranı olarak hesaplanmaktadır. Her test örneği için bilinen sınıf ile model tarafından elde edilen sınıf karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma sonrasında eğer

modelin doğruluğu kabul edilebilir düzeyde ise model, sınıfı hala tam olarak bilinmeyen diğer yeni veri setlerini sınıflama amacıyla da kullanılmaktadır. Örneğin, bir model düşünelim ve bu modelin, yaşı 41 ile 50 arasında ve geliri oldukça yüksek olan bir kişinin kredi durumu mükemmeldir diye bir sınıflama kuralına sahip olduğunu varsayalım. Bu modelin doğruluğu eldeki test verisi tarafından onaylandıktan sonra bu model sınıfı belli olmayan yeni bir veri setine uygulanmaktadır. Sınıflama kuralı gereği de yeni verinin sınıfı 'mükemmel' olarak belirlenebilmektedir (Özkeş, 2003).

Karar ağacı kavramını son defa ifade etmek gerekirse Serhat Özkeş'in de belirttiği gibi "karar ağacı, bir alandaki testi belirten karar düğümlerinden, bu testteki değerleri belirten dallardan ve sınıfı belirten yapraklardan oluşan akış diyagramı şeklindeki bir ağaç yapısıdır. Bu ağaç yapısında da en üstteki düğüm kök düğüm olarak adlandırılmaktadır." (Özkeş, 2003).



Şekil 3.15 Bir Karar Ağacı Örneği (Yegül)

Şekil 3.15'te örnek bir karar ağacı modeli gösterilmektedir. Bu şekildeki karar ağacında mevcut eskimiş bir yazılım sistemi için alternatifler değerlendirilmekte ve alınacak karara göre oluşabilecek maliyetlerin olasılık değerleri gösterilmektedir (Yegül).

Karar ağaçlarının temelinde eldeki değişkenlerin parçalara ayrılarak bir ağaç yapısı oluşturmak yatmaktadır. Karar ağacı ile işlem yapılacak olan kişinin vereceği her cevaplar gruplara ayrılmaktadır. Bu durum bir cevabın sabitlendiği duruma kadar sürmektedir. Cevap sabitlendikten sonra riski maksimize edecek kadar verilen cevaplar bölünmektedir. Bu durumda amaç en iyi bölünmeyi bulabilmektir. Oluşan bu iki grup içinde aynı işlemler devam ettirilmektedir. Bu işlemler anlamlı bir fark bulunana kadar devam edilir, anlamlı bir fark bulunmadığı bir durumda ise işlemler sonlandırılır. Ayrıştırma işlemleri sonlandıktan sonra ise ortaya çıkan grup değerlendirilir (Çinko, 2006). Kısaca karar ağaçları tekniğinde verilen bir başlangıç noktasından itibaren her bir veri adım adım küçük alt kümelerle bölünmektedir. Her bir bölüm için de aynı seviyedeki en iyi değişken tespit edilemektedir. Karar verildikten sonra sistem geriye dönerek diğer bölümlerin daha iyi sonuç üretilip üretilmeyeceği hakkında herhangi bir sorgulama da yapılmamaktadır. Verilerin ayrıştırılmasının durduğu nokta, maksimum derinliğe ulaşıldığı noktadır.

Prof. Dr. Haldun Akpınar tarafından belirtildiğine göre karar ağacı temelli analizler;

- Belirli bir sınıfın üyesi olabilecek görünen elemanların belirlenmesi,
- Farklı durumların yüksek, orta, düşük gibi çeşitli kategorilere ayrılması,
- Parametrik modellerinin kurulmasında kullanılmak üzere çok sayıdaki değişkenden en önemlilerinin seçilmesi,
- Geleceğe yönelik durumların tahmin edilebilmesi için kurallar oluşturulması,
- Sadece belirli alt gruplara özgü olan ilişkilerin tanımlanması ve kategorilerin birleştirilmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Akpınar, Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği, 2000).

Bunlara ek olarak günümüz iş dünyasında karar ağaçları,

- Hangi demografik grupların mektupla yapılan pazarlama uygulamalarında yüksek cevaplanma oranına sahip olduğunun belirlenmesi (Direct Mail)
- Bireylerin kredi geçmişlerini kullanarak kredi kararlarının verilmesi (Credit Scoring),
- Geçmişte işletmeye en faydalı olan bireylerin özelliklerini kullanarak işe alma süreçlerinin belirlenmesi
- Tıbbi gözlem verilerinden yararlanarak en etkin kararların verilmesi,
- Hangi değişkenlerin satışları etkilediğinin belirlenmesi
- Üretim verilerini inceleyerek ürün hatalarına yol açan değişkenlerin belirlenmesi gibi uygulamalarda da kullanılmaktadır (Akpınar, Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği, 2000).

Geçmişte gerçek yaşamda sosyal ve ekonomik alanda yaşanan olayları daha güvenilir hale getirmek için belirli istatistiksel tekniklerin dışında yeni analiz tekniklerinin geliştirilmesi ile ilgilenen çeşitli araştırmacılar bulunmaktaydı. İlk temelleri AID yöntemi ile atılan karar ağacı modelleri çeşitli algoritmalar kullanılarak sürdürülmektedirler.

CHAID (Chi-Squared Automatic Interaction Detector), C&RT (Classification and Regression Trees), ID3, C4.5, MARS (Multivariate Adaptive Regression Splines) geliştirilen bu algoritmalar içerisinde (Akpınar, Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği, 2000)

Görüldüğü üzere karar ağaçlarına dayalı olarak geliştirilen pek çok algoritma vardır. Bu algoritmalar birbirlerinden kök, düğüm ve dallanma kriteri seçimlerinde izledikleri yol açısından ayrılmaktadırlar.

3.3.2.2.1. AID

Morgan ve Sonquist tarafından 1970'li yılların başında kullanımına geçilen AID (Automatic Interaction Detector), karar ağacı temelli ilk algoritma ve yazılım olarak bilinmektedir. AID tekniği, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki mümkün olabilecek bütün ilişkilerin inceleyerek en kuvvetli ve en iyi tahmini gerçekleştirmek esasına dayanmaktadır. En kuvvetli ilişkiye sahip bağımsız değişken bulunduğu veri kümesi bu bağımsız değişkene bağlı olarak ikiye ayrılmaktadır ve bu ayrılma süreçleri olabilesi yüksek bütün bölünmeler tamamlanincaya kadar devam etmektedir. Karar ağacı tekniğinin sağladığı kurulum ve yorumlama kolaylıkları, AID yazılımının en çok istatistikçi ve veri analistleri tarafından desteklenmesine neden olmuştur (Akpınar, Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği, 2000).

3.3.2.2.2. CHAID

1980 yılında geliştirilmiş olan bu algoritma, tahmin edici değişkenin tüm değerlerini dikkate alarak analiz yapmaktadır. Hedef değişkeni dikkate alarak istatistik olarak benzer olan değişkenleri birleştirir ve farklı olan değişkenle işleme devam etmektedir. Sonrasında karar ağacının ilk dalını oluşturmak için en iyi tahmin edici değeri seçmektedir. Her bir düğüm de seçilen değişkenin benzer olan değerlerinden oluşmaktadır. Ağaç tamamlanincaya kadar bu süreç devam etmektedir (M. Doumpos, 2002).

CHAID en popüler karar ağacı metodlarından biridir. CHAID algoritması ikili bir algoritma değildir, ki bu ağaçta herhangi bir seviyede ikiden çok kategori üretmesi anlamına gelmektedir. Bu nedenle daha geniş ağaç yaratmaya eğilimlidir. Her tür değişken için kullanılan bir tekniktir (M. Doumpos, 2002).

3.3.2.2.3. C4.5

C4.5 algoritması en iyi karar ağacı algoritmasıdır. 1993 yılında Quinlan tarafından ortaya atılmıştır. Karar ağacı oluşturulurken kayıp veriler hesaba katılmaz. C4.5 algoritması, kalitatif değişkenleri dikkate alır. Ayrıca kayıp verileri diğer veri ve değişkenler yardımı ile tahmin ederek, daha hassas ve daha anlamlı kurallar çıkartabilen bir ağaç üretebilir (M. Doumpos, 2002).

3.3.2.2.4. QUEST

Quest (Quick, Unbiased, Efficient, Statistical Tree) 1997 yılında Loh ve Shih tarafından geliştirilmiş olan yeni bir tekniktir. Binary (ikili) büyüyen bir ağaç algoritmasıdır. Ayrı ayrı değişken seçimi ile ilgilenir. QUEST'deki birim değişken ayırıcı, tahmini olarak tarafsız değişken seçimini gerçekleştirir. QUEST algoritmasının C&RT

algoritmasına benzer avantajları vardır, ancak ağaçlar yavaş büyüyebilir ve ikili olduğu için karar ağacı çok geniş olabilir (M. Doumpos, 2002).

3.3.2.2.5. CART

CART veya C&RT (Classification and Regression Trees) Breiman, Friedman, Olshen ve Stone tarafından 1984 yılında geliştirilmiş ikili (binary) ağaç olarak büyüyen bir algoritmadır. C&RT veriyi iki alt kümeye ayırır. Böylece bir sonraki adımda oluşacak olan alt küme, bir öncekinden daha homojen olacaktır. Bu süreç sonuç bulunana kadar devam eden, kendini tekrarlayan bir süreçtir. C&RT algoritması karmaşık bir algoritmadır. Büyük verilerle çalışıldığında sonuç bulması uzun sürmektedir. C&RT sınıflandırma ve regresyon analizi için kullanılan bir algoritmadır (M. Doumpos, 2002).

3.3.3. Destek Vektör Makineleri

1960 yılında Vapnik tarafından önerilen ve geliştirilen destek vektör makineleri (Support Vector Machine - SVM), sınıflandırma ve doğrusal olmayan fonksiyon yaklaşımı ile problemlere çözüm üreten bir öğrenme algoritmasıdır. Yazı tanıma, ses tanıma, nesne tanıma ve yüz tanıma gibi tanıma uygulamalarında kullanılan destek vektör makinelerinin kullanım oranları gün geçtikçe artmaktadır (Burges, 1998).

Son yıllarda yaygın olarak kullanılan destek vektör makinelerini Gökhan Polat şu cümlelerle tanımlamaktadır: “Temelde lineer olarak ayrıştırılabilir iki sınıfın karar yüzeyinin destek vektörler olarak tanımlanan ve sınıf sınırlarını belirleyen örnekler arasında maksimum marjinin oluşturulması ilkesine dayanan bir algoritmadır. Marjin maksimizasyonu işlemi bir kuadratik sınırlamalı optimizasyon problemi şeklinde yazılarak, Lagrangian fonksiyonu şeklinde ifade edilerek dual forma dönüştürülür. Doğrusal problemler için gerçekleştirilen bu yaklaşım doğrusal olmayan ayrıştırma problemleri için kernel dönüşümleri kullanılarak genelleştirilmektedir” (G. Polat, 2007).

Bir destek vektör makinesi, elindeki verileri en uygun olacak şekilde iki kategoriye ayıran n-boyutlu bir hiperdüzlem yaratmaktadır. Sigmoid bir kernel fonksiyonu kullanan bir DVM modeli, iki katmanlı ve ileri beslemeli bir sinir ağına eş değer görülmektedir. Bu tespitten yola çıkarak da DVM modellerinin yapay sinir ağlarıyla çok yakından ilişkili olduğu söylenebilmektedir. Bu yakın ilişkiye karşın yapay sinir ağları, herhangi bir kısıtlamaya maruz kalmamış minimizasyon problemlerini çözerken destek vektör makineleri, doğrusal kısıtlı programlama problemlerini çözmektedir. Buna rağmen destek vektör makinelerinin çok katmanlı perseptron sınıflandırma yöntemi için de alternatif bir eğitim yöntemi olduğu söylenebilmektedir (Haykin, 1999).

Destek vektör makineleri; elde var olan örnek uzayını, örneklerin doğrusal olarak ayrılabilceği bir yüksek boyuta aktarılması ve farklı örnekler arasındaki maksimum sınırın bulunması esasına dayanmaktadır. Bu sebepten destek vektör makinelerinde karşılaştırılması muhtemel iki durum bulunmaktadır. Bu durumlar, verilerin doğrusal olarak ayrılabilcekleri bir yapıda olması ve verilerin doğrusal olarak ayrılamayan bir yapıda olması şeklinde belirtilmektedir. Verilerin doğrusal olarak ayrılabilen bir yapıda olması

destek vektör makineleri tekniğinin günümüzdeki en basit modelidir. Bu yapıdaki veriler arasındaki maksimum sınırın bulunması oldukça kolay olduğundan bu tür problemlerin çözümü için klasik yöntemler kullanılarak analizler yapılmaktadır. Ancak gerçek dünya problemlerinin büyük çoğunluğu birçok değişik bileşeni içerisinde barındıran, karmaşık ve doğrusal olarak ayrılmamış yani non-lineer bir yapı halinde bulunmaktadır. Bu durumda işlem yapılabilmesi için öncelikle doğrusal olarak ayrılmayan verilerin doğrusal olarak ayrılacakları farklı bir ortama aktarılmaları gerekmektedir. (Demirci, 2007).

Destek vektör makineleri kendi içlerinde birçok avantajı barındırmaktadır. Bunlardan en önemlisi destek vektör makineleri çok az veri kümesiyle bile iyi bir genelleme yapabilme özelliğine sahiptir. Bu sebepten genelleme hatası üzerindeki sınırlar, doğrudan eğitim verilerinde tahmin edilebilmektedir (Alistair Shilton, 2005).

Destek vektör makineleri günümüzde birçok çalışmada kullanılmaktadır. Destek vektör makinelerinin kısa dönem portföy yönetimi için kullanıldığı bir çalışmada %68.35 doğru sınıflandırma oranı elde edilmiştir. Bu çalışma destek vektör makinelerinin ekonomi alanında da ne kadar başarılı sonuçlar verdiğini kanıtlamıştır (Ince H, 2006). Ekonomi alanı dışında yapay sinir ağları, kural tabanlı öğrenme ve istatistiksel yaklaşımlar ile beraber kullanılan destek vektör makineleri; akıllı veri analizi yöntemleri görüntü işleme, örüntü tanıma, ses tanıma ve tıbbi alanda hastalık teşhisinde kullanılmaktadır (Özkaya, 2003)

Destek vektör makineleri, doğrusal (lineer) ve doğrusal olmayan (lineer olmayan) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Doğrusal destek vektör makineleri de kendi içinde doğrusal olarak ayrılabilen doğrusal olarak ayrılmayan verilerle işlem yapan destek vektör makineleri olarak ayrılmaktadırlar.

3.3.3.1. Doğrusal Destek Vektör Makineleri

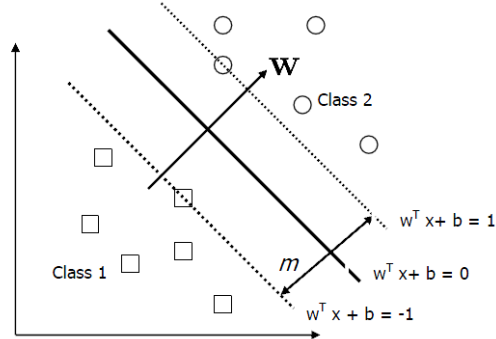
Destek vektör makinelerinin eğitilmesi için elde N elemandan oluşan bir veri setinin olduğunu varsayalım. Bu veri setinin giriş ve çıkış setlerinin $x = \{x_i, y_i\}$ olduğu düşünülürse bu ifadede yer alan $y_i \in \{-1, 1\}$ etiket değerlerini ve $x_i \in \mathbb{R}^d$ özellikler vektörünü temsil etmektedir. Lineer olarak ayrılabilme durumunda, bu veri seti her biri birbirine eş uzaklıkta olacak şekilde bir aşırı düzlem ile ikiye ayrılmaktadır. Bu aşırı düzleme ayırıcı aşırı düzlem adı da verilmekte olup destek vektör makinelerinin amacı bu eş uzaklıktaki aşırı düzlemi tahmin edebilmektir (Demirci, 2007).

İki örnek setini ayıran hiper düzlemin normal vektörü w ve ofset değeri b ile tanımlanmaktadır. Karar sınırı ise $w^T x + b = 0$ doğrusudur. Bu hiper düzlemin ayırdığı yarı uzaylardan her biri bir sınıfa belirtmekte olup bu uzaylar 3.6 ve 3.7'de gösterilen denklemler ile ifade edilmektedir

$$w^T x_i + b \geq 1, y_i = 1 \quad (3.6)$$

$$w^T x_i + b \leq -1, y_i = -1 \quad (3.7)$$

Ayırt etme yüzeyine en yakın veriler destek vektörleri olarak isimlendirilmektedir ve karar sınır sadece destek vektörleri ile belirlenebilmektedir (Özkaya, 2003)

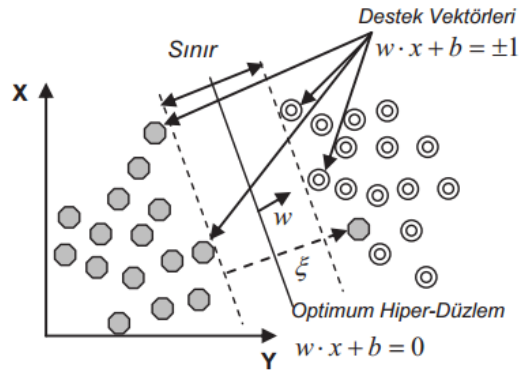


Şekil 3.16 Doğrusal Destek Vektör Makineleri (Çölkesen & Kavzoğlu, Temmuz, 2010)

3.3.3.2. Doğrusal Olmayan Destek Vektör Makineleri

Doğrusal olmayan bir problemde çözümü bulmanın yolu örnek uzayının öncelikle daha yüksek boyutlu ve lineer olarak ayrılabilirleri bir ortam uzayına aktarılıp çözümün bu yeni ortamda aranmasıdır (Demirci, 2007).

Doğrusal olarak ayrılamayan bir sınıflandırma problemi ile karşılaşıldığında çekirdek fonksiyonları devreye girerek n boyutlu bir veri kümesini $m > n$ olmak üzere m boyutlu yeni bir veri kümesine dönüştürmektedir. Destek vektör makineleri algoritmasında önemli rol oynayan çekirdek fonksiyonlarının birçok farklı çeşidi bulunmaktadır. Doğrusal polinom, gauss (radyal tabanlı fonksiyon) ve iki katmanlı perseptron çekirdek fonksiyonlarına örnek olarak gösterilmektedir. Sınıflandırma işleminin başarılı olmasında çekirdek fonksiyonun seçimi de oldukça etkilidir. (Özkaya, 2003).



Şekil 3.17 Doğrusal Olmayan Destek Vektör Makineleri (Çölkesen & Kavzoğlu, Temmuz, 2010)

3.3.4. ANFIS (Uyarlamalı Ağlara Dayanan Bulanık Çıkarım Sistemi)

Bulanık çıkarım sistemleri ve çok katmanlı perceptronlar uyarlamalı ağlar ile ilgili yapılan çalışmalarının en genel ve özel örneklerinin başında gelmektedir. Her iki sistemde uyarlamalı ağların geriye yayılmalı öğrenme yeteneğini kendi içyapılarında barındırmaktadır. ANFIS ise uyarlamalı ağlar kategorisinde bulunan bu iki sınıftan bulanık çıkarım sistemine daha yakın bir konumda yer almaktadır. ANFIS ismi genel olarak uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sistemi anlamına gelmekte olup açık hali Adaptive Network-based Fuzzy Inference System terimi ile ifade edilmektedir (Elmas, 2007, Kasım).

1993 yılında Jang tarafından keşfedilen ANFIS modeli, insan akli gibi karar verme ve bilgi yürütme yeteneğini uygulamada Sugeno bulanık çıkarım sistemini temel almaktadır. Uygulamada ise yapay sinir ağlarında görülen geri yayılmalı öğrenme algoritmasını kullanmaktadır (Şentürk, 2010). ANFIS yapısı Sugeno tipi bulanık sistemlerin, insan beyni gibi öğrenme yeteneğine sahip bir ağ yapısı olarak temsil edilmektedir. Bu ağ, her bir düğümü belli bir fonksiyonu gerçekleştirmek üzere programlanmış ve katmanlar halinde yerleştirilmiş bir yapıdan meydana gelmektedir (Hasan Rıza Özçalık, 2003).

Genel olarak bulanık çıkarım sistemlerinin çok katmanlı perceptronlara göre daha kuvvetli oldukları bilinmektedir. Bu kuvvetli özelliklerine örnek olması amacıyla ANFIS denetleyicilerin bazı eşsiz özellikleri şu şekilde belirtilmektedir:

- Öğrenme Yeteneği
- Paralel İşlem
- Yapılandırılmış Bilgi Temsili
- Diğer Denetim Tasarım Yöntemleriyle Daha İyi Bütünleşme

ANFIS'in yukarıda sayılı özelliklerinden ilk ikisi çok katmanlı perceptronlarda da mevcut iken diğer iki özellik bu sistemlerde bulunmamaktadır (Elmas, 2007, Kasım).

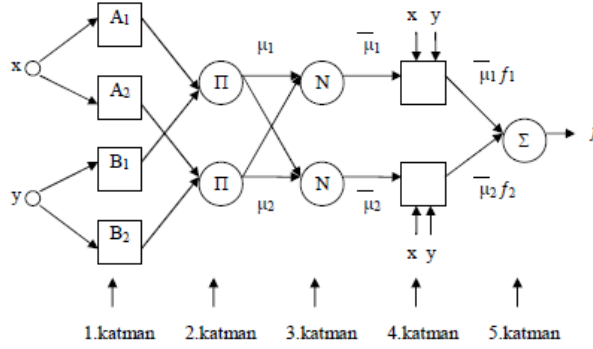
ANFIS gibi ağ tabanlı çıkarım sistemlerde yapısal ayarlama ve değişken ayarlama olmak iki tane önemli ayarlama mevcuttur. Kuralların sayısı, hesaplanacak değişkenlerin sayısı, her bir giriş çıkış değişkeninin tanım uzaylarının bulanık kümelerce ifade edilmesi ve kuralların yapısının oluşturulması yapısal ayarlama kategorisine girmektedir. Değişken ayarlama ise üyelik fonksiyonlarının merkezleri, eğimleri, genişlikleri ve bulanık mantık kurallarının ağırlıkları hesaplanmaktadır (Şentürk, 2010).

ANFIS'in yapısındaki bulanık çıkarım yapısını daha rahat anlayabilmek amacıyla yapının, x ve y olmak üzere iki giriş ve f gibi bir çıkışı olduğunu varsayımı altında iki tane bulanık 'Eğer O Halde' kuralı bulunan birinci dereceden Sugeno bulanık modeli için kural kümesi şu şekildedir (Elmas, 2007, Kasım):

$$\textbf{Kural 1:} \text{ Eğer } x = A_1 \text{ ve } y = B_1 \text{ ise O Halde } f_1 = p_1x + q_1y + r_1 \quad (3.7)$$

$$\textbf{Kural 2:} \text{ Eğer } x = A_2 \text{ ve } y = B_2 \text{ ise O Halde } f_2 = p_2x + q_2y + r_2$$

(3.7)'de verilen eşitliklerde x ve y giriş değişkenleri, f çıkış değişkeni, A_i ve B_i ise bulanık kümeleri sonuç değişkenleridir. Şekil 7'de ise yukarıda tasvir edilen iki girişli ve iki kurallı Sugeno tip bulanık çıkarım yönteminin eş değer ANFIS mimarisi görülmektedir.



Şekil 3.18 İki Girişli ve İki Kurallı Sugeno Tip Bulanık Çıkarım Eşdeğer ANFIS Mimarisi (Elmas, 2007, Kasım)

Şekil 3.18'te verilen mimari yapısının her bir katmanının işleyişi farklılık göstermektedir. Birinci katmanda bulunan x ve y düğümleri giriş sinyallerinin diğer katmanlara iletme görevini üstlenen giriş düğümleridir. Bu katman içerisinde sadece sinyal aktarımı yapılmakta olup herhangi bir toplama ya da etkinlik işlevi bulunmamaktadır. İkinci katmandaki her bir düğüm A_i ve B_i gibi bir bulanık kümeyi ifade etmektedir. Bu katmanda bulunan düğümlerin çıkışı, giriş örneklerine ve kullanılan üyelik işlevine bağlı olan üyelik dereceleridir. Bulanık mantıkta küme aitlik derecesi μ ile gösterilir ve 0-1 arasındaki değerlerinden birine eşit olabilmektedir. 0 kümeye ait olmayı ifade ederken 1 ise kesin olarak o kümenin elemanı olduğu anlamına gelmektedir. Üçüncü katmanda ise her düğüm Π ile etiketlenmiş vaziyettedir ve giren tüm işaretlerin çarpımını göstermektedir. Dördüncü katmanda ise her düğüm N ile etiketlenmiştir ve burada bir kuralın normalleştirilmiş ateşleme seviyesi hesaplanmaktadır. Beşinci katmanda, her i düğümü, düğüm işlevi ile uyarlamalı bir düğüm olmakla beraber her biri sonuç ağırlıkları değerlerini hesaplamaktadır. Altıncı ve son katmanda ise sadece bir düğüm bulunmakta ve o da Σ ile etiketlenmiş durumdadır. Burada bir önceki katman olan beşinci katman çıkışından alınan sinyaller toplanmakta ve elde edilen sonuç sistemin f çıkış değerini vermektedir. (Elmas, 2007, Kasım).

Bu şekilde Sugeno bulanık çıkarım modeline işlev bakımından benzer olan örnek bir ANFIS yapısı tanımlanmaktadır. Burada belirtilen ağın yapısı değişken olabilmektedir. Ağın oluşturulması ve düğümlerin görevlerine göre ayrılması, her katmandaki her bir düğümün işlev olarak eldeki yapıya neler sağladıklarına ve sağlayacaklarına göre seçilmektedir (Elmas, 2007, Kasım).

Değişkenlerin ayarlanmasında genel olarak geri yayımlı öğrenme algoritmasını kullanılmaktadır. Geri yayımlı öğrenme algoritmasında ise ağırlık çıkış kısmında elde edilen hata değeri giriş kısmına kadar geriye doğru iletilmekte ve bu sırada gerekli ağırlık değişkenlerinin ayarlanması gerçekleştirilmektedir. Bu algoritmadaki amaç hata ölçütünü bütün giriş değerleri için sifıra yaklaştırmaktır (Elmas, 2007, Kasım).

ANFIS çeşidi olarak en çok Sugeno ile Tsukamoto tipi ANFIS kullanılmaktadır. Sugeno tipi ANFIS'ten de Tsukamoto tipi ANFIS'e geçiş oldukça kolaydır. Mamdani tip bulanık çıkarıma eşdeğer ANFIS yapısı Sugeno ve Tsukamoto tip ANFIS'e göre daha karmaşık ve zor bir yapıdır (Elmas, 2007, Kasım).

3.3.5. Klasik İstatistiksel Yöntemler

Veri madenciliğinin temelini oluşturan istatistiksel yöntemler; fen, sosyal ve tıp bilimleri araştırmalarından devlet yönetimine, üretim sektöründen mühendislik alanlarına kadar pek çok dalda kullanılmaktadır. Görüldüğü üzere günümüzde oldukça geniş kullanım alanlarına sahip istatistiksel yöntemlerin aslında veri madenciliği kavramının biraz daha farklılaşmış bir halidir.

Klasik istatistiksel yöntemler, verilerin simetrik olması, normal dağılım göstermeleri gibi oldukça katı ve gerçek hayatta karşılaşılabilecek bazı varsayımlar altında en iyi sonucu verecek şekilde tasarlanmıştır. Buna ek olarak, bu istatistiksel yöntemlerin klasik analizin gerektiği ve bu varsayımların sağlanamadığı durumlarda da oldukça yanıtıcı sonuçlar verdiği de gözlemlenmiştir. Bu tarz yanıtıcı sonuçların problemler üzerindeki etkisini azaltmak amacıyla son yıllarda geliştirilen çeşitli yöntemler bulunmaktadır (Özler, 2006)

Son elli yılda istatistik alanında çalışmalar yapılmakta olup değişik teknikler önerilmektedir. Bu oluşturulan teknikler genel itibari ile verinin Gauss dağılımı gib parametrik bir modelden geldiği temeline dayanmakta olup bu tekniklerin hepsi çok boyutlu analiz başlığı altında değerlendirilmektedir. Sınıflandırma (classification; discriminant analysis), regresyon, öbekleme (clustering), boyut azaltma (dimensionality reduction), hipotez testi, varyans analizi, bağıntı (association; dependency) kurma için geliştirilen bu ve benzeri teknikler uzun yıllardır bu başlık altında yer almaktadır (Sharma, 1996).

Çok değişkenli analiz, çok sayıda özelliğin veya değişkenin topluca incelenmesini mümkün kılmaktadır. Bu metod, değişkenler arasındaki ilişkileri, benzerlikleri veya ayrımları ortaya çıkararak önemli noktaları belirginleştirmektedir. Çok sayıda verinin ayıklanarak az sayıya indirgenmesine, temel yapının dönüştürülen değişkenlerle ortaya çıkmasına yol açar. Böylece olabildiğince basit modellere dayanarak herhangi bir konuda karar için gerekli bilgiler elde edilmiş olur (Sharma, 1996).

Son olarak toparlamak gerekirse klasik istatistiksel teknikler; lojistik regresyon analizi, diskriminant analizi, ki kare analizi, kümeleme analizi, temel bileşenler analizi, varyans analizleri (ANOVA, MANOVA), ölçeklemem analizi, bitişiklik analizi, doğal korelasyon analizi ve faktör analizi isimleri altında bir çok yöntemi içinde barındırmaktadır. Bu bölüm içerisinde sınıflandırma durumlarının yaşandığı durumlarda en çok kullanılan yöntem olan

lojistik regresyon analizi ve diskriminant analizi detaylı bir şekilde teorik açıdan ve uygulamalar açısından incelenecektir.

3.3.5.1. Lojistik Regresyon Analizi

Lojistik regresyon analizinin kullanım amacı istatistikte kullanılan diğer model yapılandırma yöntemleriyle benzerlik göstermektedir. Lojistik regresyonda amaç, en az değişkeni kullanarak en iyi uyuma sahip olacak şekilde bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler kümesi arasındaki ilişkiyi tanımlayabilen ve genel olarak kabul görececek modeli oluşturmaktır (Cengiz Aktaş, 2009).

Lojistik regresyon yöntemi ile çözülecek olan bir problemin çözümüne başlamadan önce problemdeki değişkenlerin niteliklerinin bilindiğinden ve bağımlı değişken ile bağımsız değişkenlerin en iyi şekilde belirlendiğinden emin olmak gerekmektedir. Genel itibari ile bağımlı değişkenler sürekli ve ölçülebilir değişkenler olmaktadır. Bu durumun olmadığı yani bağımlı değişkenin her zaman ölçülebilir özelliğe sahip olmadığı durumlarla da karşılaşılması mümkündür. Görüldüğü üzere regresyon analizi, değişkenler arası ilişkileri incelemede ve analiz etmede en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir (Cengiz Aktaş, 2009).

Bağımlı değişkenin kategorik yani ikili olması, lojistik regresyonu doğrusal regresyondan ayıran en belirgin ve temel fark olmakla bu fark hem model seçimi konusunda hem de varsayım yapmada kendini göstermektedir. Hem lojistik regresyon hem de doğrusal regresyon analizinde bazı değişken değerleri göz önüne alınarak çeşitli varsayımlar yapılmaya çalışılsa da bu iki yöntem arasında üç önemli fark bulunmaktadır:

- Lojistik regresyon analizinde bağımlı değişken kesikli değerler alır iken doğrusal regresyon analizinde ise bağımlı değişken sürekli bir değerdir.
- Lojistik regresyonda bağımlı değişkenin alabileceği değerlerden birinin gerçekleşme olasılığı varsayılırken doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişkenin değeri varsayılmaktadır.
- Lojistik regresyonun uygulanabilmesi için bağımsız değişkenlerin dağılımına ilişkin hiçbir koşul aranmaz iken doğrusal regresyon analizinde bağımsız değişkenlerin çoklu normal dağılım göstermesi koşulu aranmaktadır (Sibel Çoşkun, 2004)

Lojistik regresyon analizi, sosyal ve biyolojik bilimlerde sıkça kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Sosyal bilimler alanında yapılan araştırmaların çoğunda, bağımlı değişkenin problemde mümkün olan iki değerden sadece birine sahip olabileceği temeline dayanmaktadır. Örneğin; bir genç üniversiteden mezun olmuş olabilir veya olmayabilir, bir hasta tedaviye cevap verebilir veya vermeyebilir, bir işçi çalışıyor olabilir veya olmayabilir. İki tane farklı ve problem içinde gerçekleşmesi mümkün olan değer içeren bu tür değişkenlere iki değerli yani binary değişkenler denilmektedir. İki değerli değişkenler

ile bir problemi çözmeye çalışan bir araştırmacının amacı, bağımsız değişkenlerin problem içinde başarılı veya başarısız olma olasılıklarını tahmin edebilmektir (Oğuzlar, 2005).

Lojistik regresyon analizi gerçek yaşamda çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Örneğin bir kablolu yayın şirketinin pazarlama yöneticisi; özel bir TV programları paketine üye olabilecek kişilerin bu pakete üye olma olasılıkları ile bu kişilerin geliri, eğitimi, mesleği, yaşı, medeni durumu ve çocuk sayısı arasında bir ilişki var olup olmadığı incelemek için bu yöntemle başvurmuştur. Aynı şekilde bir firmanın başarısız olma olasılığının, firmanın finansal oranları ve firma büyüklüğü ile ilgili olup olmadığını tespit edebilmek için lojistik regresyon yöntemine başvurulmuştur.

Lojistik regresyon, başarı veya başarısızlığın gerçekleşme (odds) oranlarının hesaplanma algoritmasıdır. Başarı durum olasılığının (p) lojistik dönüşümü ifade 3.8'de gösterilmektedir.

$$\text{Logit}(p_i) = \log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) \quad (3.8)$$

(3.6) nolu denklemde yer alan logit (pi), p olasılığının lojistik dönüşümünü ifade etmektedir. Bu denklem incelendiğinde p değeri sıfıra yaklaştığında, logit (pi) eksi sonsuza, p değeri bire yaklaştığında ise logit (pi) artı sonsuza yaklaştığı görülmektedir. pi'nin (1-pi) değerine oranı yani bahis oranı; pi bağımlı değişkenin bir değerini alma olasılığının, (1-pi), bağımlı değişkeninin sıfır değerini alma olasılığının oranına eşittir. Bahis oranı bire yakın çıkan değişkenler için çıkış işaretinin değişimine önemli bir katkısı olmayan değişkenler isimlendirilmesi yapılmaktadır. Katsayının anlamlı olması koşulu ile birden büyük bahis oranı değerlerine sahip olan değişkenlerin ise problemin çıkış değeri için önemli bir etmen olduğu görülmektedir (Oğuzlar, 2005)

Lojistik regresyonun diskriminant analizinden farkı olarak lojistik regresyonun herhangi bir varsayıma ihtiyaç duymaması gösterilmektedir. Buna ek olarak lojistik regresyon tekniğinde bir olasılık değeri var olduğu için sonucun yorumlanması çok daha kolaydır (Çinko, 2006).

Lojistik regresyon modelleri, günümüz dünyasında biyoloji, tıp, ekonomi, meteoroloji, tarım ve veterinerlik gibi çok çeşitli alanlarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Literatürde lojistik regresyon analizi üzerine pek çok geliştirme ve çalışmalar da yapılmıştır. Bu çalışmalardan ilki 1962 yılında Cornfield tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında lojistik regresyondaki katsayı tahmin işlemlerinde diskriminant fonksiyonu yaklaşımı ilk kez kullanılmış ve bu yöntem oldukça dikkat çekmiştir. Bu çalışmadan sonra da 80'li yıllar içerisinde Breslow ve Day epidemioloji, Abbott yaşam analizi ile ilgili uygulamalı çalışmalarda bulunmuşlardır. 1995 yılında ise Gardside ve Glueck, insanlarda beslenme şekli, sigara ve alkol kullanımı, fiziksel aktivite gibi risk faktörlerinin kalp hastalığı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir (Cengiz Aktaş, 2009).

Türkiye’de de lojistik regresyon modellemeleri üzerine çeşitli alanlarda çalışmalar ve uygulamalar yapılmıştır. 2006 yılında Vupa ve Çelikoğlu, akciğer kanseri hastaları için lojistik regresyon modelini kullanmış ve önermişlerdir. 2005 yılında Ünsal ve Güler, Türk bankacılık piyasasını lojistik regresyon analiziyle incelerken, Aktaş ve Yılmaz ise LPG kullanan araç sürücülerinin sınıflandırılmasını lojistik regresyon analiziyle gerçekleştirmiştir (Cengiz Aktaş, 2009).

3.3.5.1. Diskriminat Analizi

Sınıflandırma modellerinin geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılan diskriminant analizi çok değişkene sahip bir istatistiksel sınıflandırma yöntemidir. Bu yöntem kapsamında iki ya da daha fazla sayıdaki gruplara ait veriler arasındaki farklılıkları maksimum yapan bir veya daha çok sayıdaki fonksiyon belirlenmektedir (Sığırlı, 2006).

Diskriminant (ayırma) analizi, iki veya daha fazla sayıdaki grubun ayrımı ile ilgilenen çok değişkenli bir istatistik analiz tekniğidir. Diskriminant analizi bağımlı değişkenin nominal (metrik olmayan veya kategorik), bağımsız değişkenlerin ise metrik olduğu hallerde kullanılan en uygun tekniktir. İki gruplu bağımlı değişken söz konusu olduğunda analiz diskriminant analizi olarak ifade edilirken; grup sayısı üç veya daha fazla olduğunda analiz çoklu diskriminant analizi adını almaktadır. Diskriminant analizinde amaç, çok değişkenli problemin tek değişkenli biçime dönüştürülmesidir. Yani tüm değişkenlerin uygun ağırlıklarla katılacağı tek bir değişkenin (fonksiyon) elde edilmesidir (Sharma, 1996).

Sınıflandırma problemi çok değişkenli analizde oldukça sık karşılaşılan problemlerin başında gelmektedir. Bir araştırmacının analiz ettiği sorun kapsamında ilgilendiği bireylerin birbirlerinden farklı gruplardan gelme olasılıkları oldukça yüksektir. Bir bireyin p sayıda özelliği ölçüldüğünde o bireyin hangi gruba ait olduğunun bulunması olayına sınıflandırma denmektedir. Bu durumda bireyin p sayıdaki her bir özelliği incelenerek bireyin ait olduğu grup bulunmaktadır (Prof. Dr. Aydın Ünsal, 2005).

Diskriminant analizi yöntemi, bir araştırmacının elinde bulunan iki ya da daha fazla örnek grubu arasındaki farklılıkları belirlemesine olanak sağlayan bir istatistiksel yöntemdir. Genelde elde edilen verilerin gruplanmasında bazı matematiksel denklemlerden ve eşitliklerden faydalanılmaktadır. Diskriminant fonksiyonu olarak da isimlendirilen bu eşitlikler grupların ortak özelliklerini tespit ederek birbirine eş değer grupları belirlemeye yardımcı olmaktadır. Diskriminant değişkenleri ise grupları birbirinden ayırmak amacıyla kullanılmaktadır. Özet geçmek gerekirse, diskriminant analizi, iki veya daha fazla sayıdaki grubun birbirleri arasındaki farklılıklarının diskriminant değişkenleri yardımıyla tespit edilmesi işlemidir (Cangül, 2006).

Diskriminant analizi iki farklı yaklaşıma sahiptir. Birinci yaklaşım, gruplar arası farklılıkları yorumlamak amacıyla kullanılırken, ikinci yaklaşım verileri ya da bireyleri gruplara ayırmak amacıyla kullanılmaktadır. Diskriminant Analizi eğer grupları ayırmak için bir ayırma fonksiyonu elde etmeye yönelik olarak uygulanmış ise tanımlayıcı diskriminant analizi ismini almaktadır. Bunun yanında diskriminant analizi eğer sınıflandırma amacına yönelik olarak uygulanmış ise de tahmin edici diskriminant analizi olarak adlandırılmaktadır. Tahmin edici diskriminant analizinde eğer bir girdi tahmin

edilen gruba ait değilse yanlış sınıflandırılmış olarak nitelendirilmektedir. Bu tarz yöntemlerde yanlış sınıflandırma olasılığını ve bedelini düşürmek oldukça önem teşkil etmektedir (Cangül, 2006).

Diskriminant fonksiyonu 3.9'da gösterilmektedir.

$$D = w_0 + w_1 * X_1 + \dots + w_n * X_n \quad (3.9)$$

Bu denklemde D diskriminant değerini, w_0 sabit değeri, X_i ($i=1,2,\dots,n$) bağımsız değişkenleri, w_i ($i=1,2,\dots,n$) ise bağımsız değişkenlerin katsayı değerlerini göstermektedir. Diskriminant analizinde modelin tahmini yapıldıktan sonra veri seti için diskriminant değerleri hesaplanır ve her bir gruba ait ortalama değerler bulunmaktadır. Test verisi kullanılarak elde edilecek olan diskriminant değerleri, grupların ortalama diskriminant değerlerinden elde edilmiş olan kritik değer ile karşılaştırılır ve gözlemin hangi sınıfa ait olduğuna karar verilir (Çınko, 2006)

Bu kadar bilgiden sonra diskriminant analizinin amacını iki grup altında toplayabiliriz:

- Diskriminant fonksiyonlarını belirleyip bu fonksiyonlar yardımıyla gruplar arası ayırma en fazla etki eden diskriminant değişkenlerini tespit edebilmek,
- Hangi gruptan geldiği bilinmeyen bir bireyin ya da verinin hangi gruba ait olabileceği minimum hata ile belirlemektir.

Birinci amaca yönelik diskriminant analizi betimsel amaçlı analiz, ikinci amaca yönelik olan diskriminant analizi ise karar amaçlı analiz olarak adlandırılmaktadır (Ünsal, 2000)

Diskriminant analizi için araştırmacıya gereken tek şey ise değişkenler bazında farklılık gösteren bir ya da daha fazla sayıda grubun bulunmasıdır. Diskriminant analizi yöntemi ile araştırmacı bu gruplar arasındaki farklılıkları inceleyerek herhangi bir yeni durumun varlığında da bu durumu en uygun gruba yerleştirebilecektir. Diskriminant analizi yöntemi, personel yerleştirme testleri, seçim sonuçlarını tahmin etme çocukların psikolojik testleri, tıbbi tedavilerin etkileri, coğrafi bölgeler arasındaki ekonomik farklılıklar, finansal başarısızlık tahmini çalışmaları gibi çeşitli sosyal ve ekonomik alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. (Cangül, 2006).

Geçmişten günümüze diskriminant analizinin çeşitli durumlarda kullanıldığı düşünüldüğünde bu yöntemin oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olduğunu söylemek yanlış olmaz. Örneğin, 1980 adet kredinin incelenmesinde doğrusal programlama ve diskriminant analizi yöntemleri ayrı ayrı kullanılmıştır. Ödenmiş kredilerin tahmininde doğrusal programlama daha iyi sonuç verirken ödenmemiş kredilerin tahmininde diskriminant analizi doğrusal programlamadan çok daha üstün bir sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Farklı bir uygulamada da, iki örnek grubu oluşturularak, ilkinde 256 ikinci örnekte ise 1326 kredi başvurusu değerlendirilmiştir. Bu uygulama için de diskriminant analizinin daha iyi sonuç verdiği görülmüştür (Çınko, 2006).

Finans alanı dışında tıp alanında da diskriminant analizine başvuru durumları meydana gelmektedir. Örneğin bir araştırmacı, kalp krizi geçirmiş insanlar ile henüz kalp krizi geçirmemiş insanlar arasındaki belirgin faktörlerini ortaya çıkararak kişilerin gelecekte kalp krizi geçirip geçirmeyeceğini tahmin edebilmek için bu yönteme başvurmuştur (Sharma, 1996).

Yüksek dereceli terimleri kapsayan fonksiyonlarda olduğu gibi değişkenlerden bazılarının sürekli, bazılarının kesikli olması durumlarında diskriminant analizine alternatif olarak lojistik regresyon analizi önerilmektedir (Sharma, 1996).

Gözlemlerin gruplara ayrılmasında kullanılan yöntemlerden üç tanesi; kümeleme (clustering), diskriminant (discriminant) ve lojistik regresyon (logistic regression) analizleridir. Kümeleme analizinde gözlemlerin atanacağı küme sayısı tam bilinmezken, diskriminant ve lojistik regresyon analizinde küme sayısı bilinmekte, mevcut veriler kullanılarak bir ayırimsama modeli elde edilmekte ve kurulan bu model yardımı ile bu veri kümesine eklenen yeni gözlemlerin gruplara atanması mümkün olabilmektedir.

3.3.6. Genetik Algoritmalar

Endüstri alanında klasik programlama ve yöneylem araştırması teknikleri ile geliştirilen programlar yerini artık yapay zeka teknikleri kullanılarak geliştirilen çalışmalara bırakmaktadır. Böylece planlanan üretimi artırmak ve karı maksimize etmek için; sezgisel parametreleri kullanma, doğru analiz yapabilme ve anında karar verme gibi insana özgü olan yetileri kullanarak karar veren veya tavsiyelerde bulunan sistemlerin geliştirilmesi ile daha hızlı ve gerçekçi çözümler elde edilmektedir (Küçükşille, 2009).

Genetik algoritmalar ya da daha geniş kapsamıyla evrimsel algoritmalar, doğadaki evrimsel süreçleri model olarak kullanan bilgisayara dayalı problem çözme teknikleridir. Geleneksel programlama teknikleriyle çözülmesi güç olan, özellikle sınıflandırma ve çok boyutlu optimizasyon problemleri, bu algoritmalar yardımıyla daha kolay ve hızlı çözülebilmektedir (Küçükşille, 2009).

Genetik algoritmaların temel kavramları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır (Elmas, 2007, Kasım);

Kromozom ve Gen: Genetik algoritmaların çözmesi istenen problemlerin her bir çözümünü göstermektedir. Bir problem için N adet çözüm olabilir. Genetik algoritmanın bunların arasından en iyisini arayıp bulması istenmektedir. Kromozomlar bu çözümleri göstermektedir. Başlangıçta rasgele atanan çözümler daha sonra genetik algoritmanın çalışma ilkesine göre iyileştirilmektedir. Bunlara da gen adı verilmektedir.

Çözüm Havuzu: Problemin en iyi çözümünü aramak için kullanılan ve rasgele belirlenmiş başlangıç çözüm setidir. Probleme göre değişen sayıda kromozom (başlangıç çözümü) belirlenebilir. Buna havuzun büyüklüğü adı verilmektedir.

Çaprazlama (Cross-Over): Problem havuzundaki çözümleri (kromozom) ikiye ikiye birleştirerek yeni çözümler üretmektir.

Mutasyon (Mutation): Çaprazlama sonucunda farklı çözümlere ulaşmak bazen zor olmaktadır. Mutasyon, yeni çözüm aramanın kolaylaştırılması ve aramanın yönünü değiştirmek amacıyla bu kromozomun bir elemanın (genin) değiştirilmesi işlemidir.

Uygunluk Fonksiyonu: Belirlenen çözümlerin uygunluk derecelerinin ölçülmesini sağlayan bir fonksiyondur. Her problem için bir uygunluk fonksiyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu fonksiyon probleme göre değişmektedir.

Yeniden Üretim: Çözüm havuzundaki kromozomlar, çaprazlama ve mutasyon sonucunda üretilen yeni kromozomlar nedeni ile çoğalacaktır. Bunların arasında, problemin havuz büyüklüğüne göre kromozomlar seçilerek diğerleri atılır. Seçilenler ise bir sonraki nesil çözümü olarak yeniden çaprazlanıp, gelecek çözümleri üretirler. Çaprazlamada amaç, iyi uygunluk değerine sahip iki bireyin iyi özelliklerini birleştirerek daha iyi sonuçlar elde etmektir. Mutasyon ise, kromozom dizisindeki tek bir elemanın seçilerek değerinin rastgele değişmesidir. Mutasyon işleminde amaç, var olan bir kromozomun genlerinin yerlerini değiştirerek yeni kromozom oluşturmaktır. Her iki işlemde de çeşitlilik sağlanmak istenmektedir.

Görüldüğü üzere genetik algoritmanın yapısı oldukça geneldir ve herhangi bir probleme uygulanabilir. Kromozomların tanımlanması genellikle ikili düzeydeki sayılarla yapılır. Çaprazlama işlemi için kullanılan bireyler iyi bireylerden seçilir. Genetik algoritma kullanılarak bir problem çözülecekse algoritmanın ne zaman sonlanacağına kullanıcı karar vermektedir. Genetik algoritmanın belli bir sonlanma kriteri yoktur. Sonucun yeterince iyi olması veya yakınsamanın sağlanması algoritmanın durması için kriter olarak kullanılabilir (Küçüksille, 2009).

Genetik algoritmaların genel olarak avantajları ise şu şekilde sıralanmaktadır (Küçüksille, 2009):

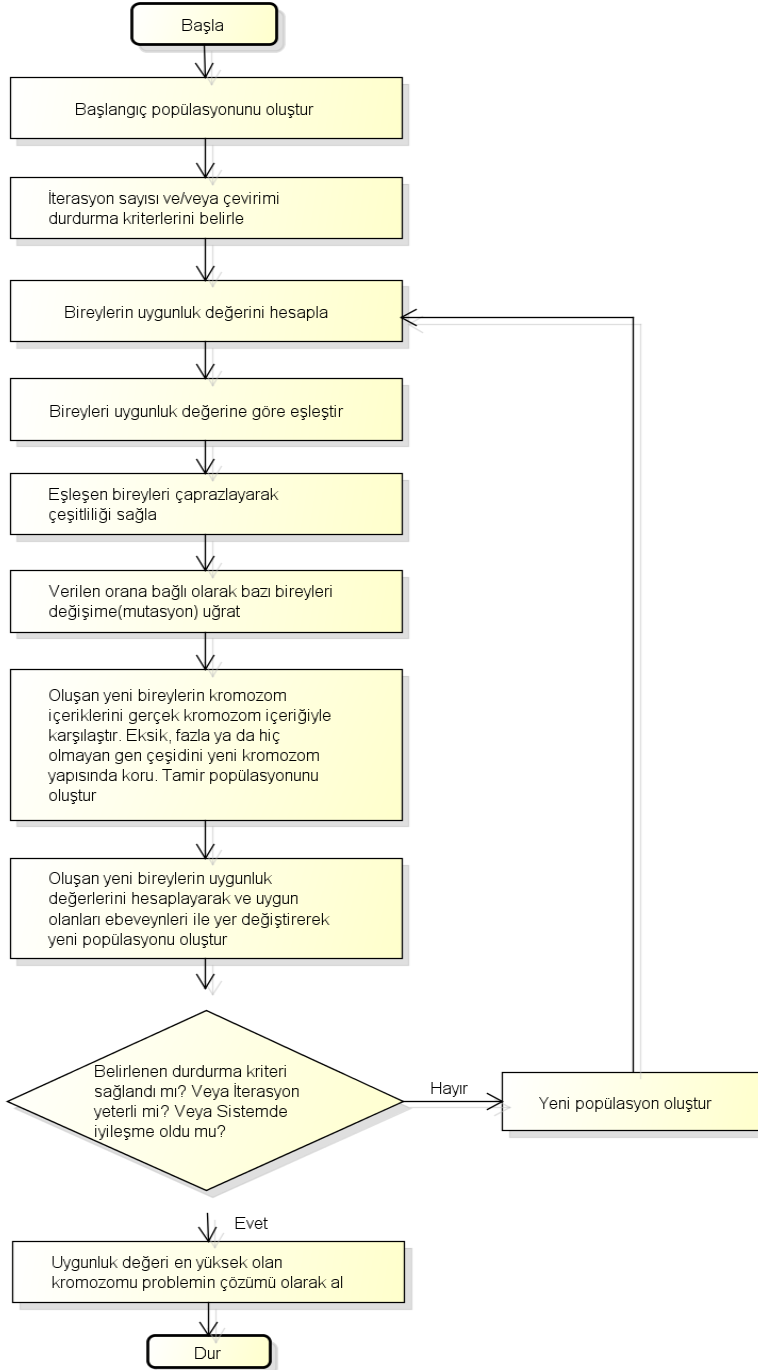
- Sürekli ve ayrık parametreleri optimize eder.
- Türevsel bilgilere ihtiyaç duymaz.
- Maliyet fonksiyonunu oldukça geniş bir bakış açısıyla araştırır.
- Çok sayıda parametrelerle çalışma olanağı sağlar ve bu parametrelerin optimum çözümlerini bulabilir.
- Global optimum değeri bulabilir.
- Paralel bilgisayar ile çalıştırılabilir.

Genetik algoritma ile bir problemin çözümüne gidilirken takip edilmesi gereken adımlar şu şekilde olup genetik algoritmanın akış diyagramı şekil 3.19'de gösterilmektedir: (Elmas, 2007, Kasım):

1. N adet kromozom içeren popülasyon oluşturulur. Yapılan araştırmalarda n sayısının 30-100 olması önerilse dahi bu n sayısı ile ilgili kesin belirlenmiş bir sayı yoktur.
2. Her kromozom için uygunluk değeri hesabı yapılır. Uygunluk işlevi, kromozomu problemin parametresi gibi inceleyerek onların bir bakıma şifresini çözmek anlamına gelmektedir. Genetik algoritmanın başarısı bu hesabın verimli ve hassa olmasına bağlılık göstermektedir.

3. Yeni popülasyon oluşuncaya dek aşağıdaki adımlar tekrar edilir:
 - 3.1. Uygunluk değerine göre kromozomların eşleşmesi yapılır.
 - 3.2. Eşlenen kromozomlar çaprazlanarak çeşitlilik sağlanır.
 - 3.3. Yeni bireyin mutasyon olasılığına göre konumu değiştirilir.
 - 3.4. Yeni bireyin kromozom içeriği gerçek kromozom içeriği ile karşılaştırılır.
 - 3.5. Yeni bireyin uygunluk değeri hesaplanarak, uygun olanlar ebeveynleri ile yer değiştirilir ve yeni popülasyona eklenir.
4. Sonuç tatmin ettiğinde veya bitiş koşulu sağlandığında algoritma sona erdirilir ve uygunluk değeri en yüksek olan kromozom problemin çözümü olarak alınır.

Genetik algoritmalar, veri madenciliğinde, kümeleme, tahmin, ilişki kuralları oluşturma ve müşterilerin gruplandırılması ve sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca genetik algoritmalar daha çok yapay sinir ağları içerisinde kullanılırlar. Veri madenciliğinde genetik algoritmanın tek başına kullanılabilmesi için problemin kromozomlar seviyesinde çok iyi kodlanması gerekir (Küçüksille, 2009).



Şekil 3.19 Genetik Algoritma'nın Akış Diyagramı (Elmas, 2007, Kasım)

Finans dünyasındaki problemlerin çoğu tahmin etme gücüne veya bir kıyas sonucuna bağlı getirilerdeki gelişmelerini içermektedir. Bu sebepten finansal modellemeye dayalı sorunların çözümünde genetik algoritmalar önemli yer tutmaktadır. Özellikle müşterilerin kredi değerliliğini ölçmede, yatırım araçlarını tahsis etmede ve onların performansını belirlemede, hisse senedi fiyatlarındaki değişimi tahmin etmede, mali kayıpların araştırılmasında, kredi kartı puanlamada veya dolandırıcılık tespitinde, piyasalar ile ilgili yapılacak olan tahminlerde genetik algoritmalar sıklıkla kullanılmaktadır. Sayılan bu problemlerin çözümünde genetik algoritmalar ile birlikte bulanık ve yapay sinir ağları yaklaşımlarından da yararlanmaktadır (Gül Gökay Emel, 2002).

4 – UYGULAMA

Bu başlık altında gerçekleştirilecek uygulamanın amacından, kapsamından ve uygulamada kullanılacak olan yazılımlardan bahsedilecektir. Bunun yanında uygulamada kullanılacak olan kredi kartı dolandırıcılık tespit algoritmasının detayları da bu bölüm altında verilecektir.

4.1. Uygulamanın Amacı

Son yıllarda gittikçe artan kredi kartı dolandırıcılığı olayları, insanları ve şirketleri bu tarz dolandırıcılıklara karşı önlem almaya zorlamıştır. Özellikle şirketlerin ve insanların çok büyük ekonomik kayıplar vermesi sonucu bu tür dolandırıcılıklara karşı önlem alma ihtiyacı daha fazla artmıştır. Teknolojinin de artan bir hızla gelişmesi ile birlikte dolandırıcılık tespiti üzerine şirketler yeni araştırmalar ve çalışmalar yapmış ve yeni sistemler geliştirmişler. Yapılan her yeni çalışmada ve geliştirmede farklı teknikler kullanılmış olup farklı sonuçlar elde edilmiştir. Kendilerini kredi kartı dolandırıcılıklarına karşı korumak isteyen şirketler de elde ettikleri bu sonuçları iyi analiz ederek kendi finansal durumlarına en iyi yarayacak olan tespit ~~modelini~~ yöntemini oluşturmaya çalışmışlardır.

Kredi kartı dolandırıcılığı önleme adına yapılan çalışmaların çoğunda veri madenciliği teknikleri ve bulanık çıkarım sistemleri kullanılmıştır. Günümüze kadar dolandırıcılık tespiti üzerine veri madenciliği tekniklerinden yapay sinir ağları, destek vektör makineleri, karar ağaçları ve klasik istatistiksel tekniklerinden olan lojistik regresyon ile diskriminant analizi yöntemleri incelenmiştir.

Bu tez kapsamında yapılan uygulamada ise kredi kartı dolandırıcılık tespiti için gerçek kredi kartı harcamaları kullanılmış olup bu veri seti üzerine yine bu tez kapsamında oluşturduğumuz dolandırıcılık tespit algoritması uygulanmıştır. Bunun yanında yapay sinir ağları, karar ağaçları ve istatistiksel teknikleri de bu veri setine uygulanarak elde edilen doğru sınıflandırma oranları, birinci tip hata ve ikinci tip hata değerleri karşılaştırılmıştır. Kendi uygulamamızda kullanacağımız dolandırıcılık tespit algoritması ile geçmişten günümüze kullanılan veya bulunan çeşitli algoritmalar bu tez kapsamında karşılaştırılıp dolandırıcılık tespiti için en uygun ve en etkin yöntemin bulunması amaçlanmıştır. Tezin sonunda ise kredi kartı dolandırıcılık tespiti için bir web uygulaması gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

4.2. Uygulamanın Sınırları

Tez kapsamında yapılan uygulama, günümüz bankacılık sektöründe içerisinde önemli bir yere sahip olan kredi kartlarının insanlar tarafından kullanımları sonucu meydana gelen harcama verileri üzerinden yapılmıştır. Bu sebepten yapılan araştırmalar ve oluşturulan sistemler bankacılık sektörü için geçerli olabilmektedir. Ayrıca uygulamada geliştirilen sistemlerin bankalar ile aynı benzer çalışma koşullarına sahip kurum ve kuruluşlar için de geçerli olabileceğini belirtmek gerekir.

Yapılan araştırmalar ve geliştirilen uygulamalar sonucunda varılan kararlar kredi kartı dolandırıcılığına karşı hangi modellerin daha etkili olduğunu gözler önüne sermektedir. En verimli sonucu veren modelin bulunması ve detaylı bir şekilde açıklanması ile bu modeli, kredi kartı dolandırıcılığı minimum düzeye çekmek için şirketlerin almaları gereken bir önlem olarak düşünmek yanlış olmaz.

4.3. Yazılım Seçimi

Veri madenciliği uygulamalarını gerçekleştirmek amacıyla çeşitli programlar kullanılmakta olup bu programlarının amacı çok büyük miktardaki verileri etkin ve verimli hale getirebilmektir. Bu amaç doğrultusunda çeşitli ticari ve açık kaynak kodlu programlar geliştirilmiştir. SPSS Clementine, Excel, SPSS, SAS, Angoss, KXEN, SQL Server, MATLAB ticari programlar arasında örnek gösterilirken RapidMiner, WEKA, R, C4.5, Orange, KNIME açık kaynak kodlu programların başlıcalarındandır (Tekerek).

Veri Madenciliği çalışmaları yapmak için hem ticari hem de açık kaynak programlar mevcuttur. Programlar içerisinde birçok algoritma bulunmaktadır. Bu algoritmaları kullanarak elimizde bulunan verilerden, anlamlı bilgiler çıkarılabilmekteyiz.

Bu tez çalışması kapsamında açık kodlu oluşu, algoritma üzerinde değişikliğe izin vermesi, kullanım kısıtı olmaması gibi nedenlerle WEKA yazılımı yapay sinir ağları ve karar ağaçları tekniklerinin uygulanması sırasında tercih edilmiştir.

Tez kapsamında oluşturulan kredi kartı dolandırıcılığı tespit etme algoritması ise Oracle tarafından geliştirilen ve Oracle veri tabanı sistemlerine özđü PL/SQL dilinde PL/SQL Developer programı kullanılarak yazılmıştır. Geliştirilimi yapılan bu algoritmanın test edilmesi için yazılan web uygulaması da java ile Eclipse programında yazılmış olup PrimeFaces framework'u kullanılmıştır.

4.3.1. PL/SQL Developer

PL/SQL Developer, Oracle IDE ortamlarından biridir. Bu ortam, SQL ve PL/SQL dilleri kullanılarak Oracle veri tabanı üzerinde çeşitli uygulamaların gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu tez kapsamında da bu IDE ortamında PL/SQL dili kullanılarak dolandırıcılık tespitine yönelik bir algoritma yazılmıştır.

PL/SQL dili, SQL dilinin daha gelişmiş halidir. PL/SQL dili ile Oracle veri tabanlarındaki veriye ulaşmak, ulaşılan veriyi okuyup analiz etmek ya da değiştirmek mümkündür. Bu dil, Oracle veri tabanı sistemlerinde prosedür ve fonksiyon yazmak üzere geliştirilmiş olup temel sql komutlarına ek olarak programlamada kullanılan akış kontrolleri ve değişkenlerin kullanılmasına da olanak sağlamaktadır.

PL/SQL dilinin SQL diline göre avantajı ise veri tabanı üzerindeki işlemlerde koşullar ya da döngüler kullanılmasına olanak sağlamasıdır. Standart SQL komutlarında kontrol koşulları veya değişkenler olmadığından PL/SQL, bu eksiklikliği tamamlamaktadır. Ayrıca buna ek olarak PL/SQL dilinde işlemleri kolaylaştırmaya ya da hızlandırmaya dayalı çeşitli fonksiyonlar da bulunmaktadır.

4.3.2. Eclipse

IBM'in tüm yazılım geliştirme araçlarının tek bir ortamda toplama isteği sonunda ortaya çıkmış olan Eclipse, açık kaynak kodlu bir yazılım geliştirme ortamıdır.

Tamamen Java ile geliştirilmiş olan Eclipse, çeşitli eklentiler ile genişletilebilir bir mimariye sahiptir. Ana odak noktası Java ve Java ile bağlantılı teknolojiler olsa da bu eklenti mekanizması sayesinde C/C++, Php, Javascript gibi farklı dilleri için de kullanılmaktadır.

Eclipse'in bu tez kapsamında tercih edilmel sebeplerini toplayacak olursak;

- Tamamen Java ile geliştirilmiştir.
- Çok güçlü bir grafiksel kullanıcı arayüz düzenleyicisine sahiptir.
- Çok geniş bir eklenti havuzuna sahiptir.

Bu tez kapsamında geliştirilen web uygulaması Eclipse Helios ortamı üzerinde Java programlama dili ile PrimeFaces 3.1 framework'u kullanılarak geliştirilmiştir. PrimeFaces, JSF 2.0 için bir çok ajax bileşenini bünyesinde barındıran açık kaynaklı bir pakettir. Bu framework'un tercih edilme sebebi ise içerisinde birçok kullanışlı ve estetik özelliklere sahip bileşenleri barındırması ve kullanıcıya esnek tasarım imkanı sunmasıdır.

4.3.3. Weka

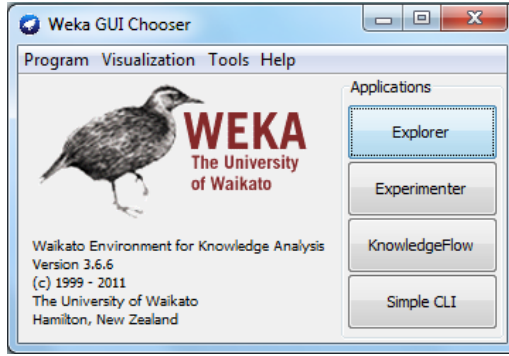
Waikato üniversitesinde açık kaynak kodlu olarak JAVA dili üzerinde geliştirilmiştir ve GPL (General Public License) lisansı ile dağıtılmaktadır. Yazılımın adı Waikato Environment for Knowledge Analysis kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır.

WEKA üzerinde makine öğrenmesi ve istatistik ile ilgili pek çok kütüphane hazır olarak gelmektedir. Örneğin veri ön işleme (data preprocessing), regresyon, sınıflandırma (classification), kümeleme (clustering), özellik seçimi veya özellik çıkarımı (feature extraction) bunlardan bazılarıdır. Ayrıca bu işlemler sonucunda çıkan neticelerinde görsel olarak gösterilmesini sağlayan görüntüleme (visualization) araçları bulunmaktadır.

Weka, içerisinde çeşitli algoritmaları barındıran ve araçları barındıran bir programdır. Kendi bünyesinde bulunan algoritmalar istenen veri setine doğrudan uygulanabildiği gibi istenirse kişinin yazdığı Java kodundan da çağrılabilir. Bunların yanında Weka, SQL veri tabanlarına erişim özelliğine sahip olup bir veri tabanı sorgusundan dönen sonucu işleyebilme yeteneğini de barındırmaktadır. Weka'ya dair tüm özellikler şu şekilde belirtilmektedir (Tekerek):

- Veri tabanından alınan verinin doğruluğunu değerlendirme
- Veri setlerinin uygun sınıflara ayrılması ve sınıfların özelliklerini tanımlama
- Öğrenme işleminde kullanılacak özellikleri belirtebilme
- Seçilen veri seti için tüm sapmaları araştırma ve bu sapmaların etkilerinin nasıl önlenebileceğine dair fikir belirtme
- Seçilen algoritmanın performansını tahmin edebilmek için bir test yöntemine karar verme

Uygulamada kullanılan Weka Version 3.6.6'nın ekran görüntüsü şekil 4.1'de gösterilmektedir. Application menüsü altında, komut modunda çalışmayı sağlayan Simple CLI, projenin görsel ortamda gerçekleştirilmesi sağlayan Explorer ve projenin sürükle bırak yöntemi ile gerçekleştirilmesini sağlayan Knowledge Flow seçenekleri bulunmaktadır (Tekerek).



Şekil 4.1 Weka Kullanıcı Arayüzü

Weka programının text dosyasından veri okuma gibi bir durumu yoktur. Sadece Arff, Csv ve C4.5 formatında bulunan dosyaları okuyabilmektedir. Bu nedenle hazırlanan veri kümelerinin WEKA yazılımına yüklenmeden önce .arff dosya formatına dönüştürülmesi gereklidir. Arff formatı @relation, @attribute ve @data deyimleri aracılığıyla dosyanın yapısını belirlemektedir. @relation veri yığının genel amacını ya da ismini belirtmektedir. @attribute, verideki veri tabanında sütunlara karşılık gelen özellik isimlerini belirtmek için kullanılmaktadır. @data ise ham verilerin başladığı satıra işaret etmektedir.

4.4. Veri Kümesinin Tanıtılması ve Ön İşleme Süreci

Uygulama kapsamında kullanılan veri setine dair bilgiler ve bilgilerin ön işleme süreçleri bu başlık altında toplanmıştır.

4.4.1. Veri Kümesinin Tanıtılması

Uygulama kapsamında kullanılacak olan veri seti, bir Çek Cumhuriyeti bankasının veri tabanından elde edilmiştir. Bu veri tabanı içerisinde 01.01.1993 ile 31.12.1998 tarihleri arasında banka müşterileri tarafından gerçekleştirilen bütün işlemler her biri farklı dosyalarda yer alan 8 adet tabloda yer almaktadır. Bu tablolar dış anahtar yardımıyla birbirine bağlanmış durumdadır. Tablolardaki bazı veriler o ülkenin ulusal dilinde olduğu için bu durumlarda gereken açıklamalar aşağıda belirtilmiştir. Bu tabloların isimleri ve içerdikleri bilgiler şu şekildedir:

- **Account Tablosu:** Bu tablo, banka müşterilerinin bütün hesapları hakkında bilgi içermektedir. Tabloda yer alan sütun isimleri ve açıklamaları şu şekildedir:

1. Account_id: Müşterilerin hesap numarası bilgisini tutmaktadır.
 2. District_id: Hesabın açıldığı bankanın bulunduğu bölge bilgisi tutulmaktadır. District tablosuna ulaşımı sağlar.
 3. Account_date: Hesabın açılma tarihi bilgisini 'yymmddd' formatında tutmaktadır.
 4. Frequency: Hesabın kullanılma sıklığını tutmaktadır. Bu bilgi üçe ayrılmış vaziyette tabloda yer almaktadır.
 - Poplatek Mesicne: Aylık
 - Poplatek Tydne: Haftalık
 - Poplatek Po Obratu: Haftada bir kereden fazla
- **Müşteri Client Tablosu:** Bu tablo, bankada hesabı bulunan bütün müşteriler ile ilgili kayırları içermektedir. Tabloda yer alan sütun isimleri ve açıklamaları şu şekildedir:
 1. Client_id: Müşteri numarası bilgisini tutmaktadır.
 2. Birth_number: Müşterilerin doğum tarihi ve cinsiyeti bilgisini tutmaktadır. Bu bilgede ay hanesine 50 eklenen müşteriler bayandır.
 3. District_id: Müşterinin yaşadığı bölge bilgisi tutulmaktadır. District tablosuna ulaşımı sağlar.
 - **Hesap Disposition Tablosu:** Bu tablo, müşteri bilgilerinin tutulduğu tablo ile hesap bilgilerinin tutulduğu tablonun daha rahat bağlanması sebebiyle oluşturulmuştur. Tabloda yer alan sütun isimleri ve açıklamaları şu şekildedir:
 1. Disp_id: Birincil anahtar görevindeki kayıttır.
 2. Account_id: Hesap numaralarını tutmaktadır.
 3. Client_id: Müşteri numarası bilgisini belirtmektedir.
 4. Type: Müşterilere ait yetkileri belirtmektedir.
 - Owner: Hesap sahibi
 - Disponent: Hesap üzerine kısıtlı işlem yapma yetkisine sahip kişi
 - **Permanent Order Tablosu:** Bu tablo, hesap üzerinden yapılması istenen otomatik ödemelere ait bilgileri tutmaktadır. Tabloda yer alan sütun isimleri ve açıklamaları şu şekildedir:
 1. Order_id: Otomatik ödemeler numaralandırılmıştır.
 2. Account_id: Otomatik ödemelerin yapıldığı hesap numarası bilgisini tutmaktadır.
 3. Bank_to: Otomatik ödemenin hangi bankaya yapıldığı bilgisini tutmaktadır.
 4. Account_to: Otomatik ödemenin hangi hesaba yapıldığı bilgisini tutmaktadır.
 5. Amount: Otomatik ödeme miktarını tutmaktadır.
 6. K_symbol: Yapılan ödeme hakkında bilgi içermektedir.
 - Pojistne: Sigorta ödemesi
 - Sipo: Ev ödemeleri

Biçimlendirilmiş: Vurgulu

- Leasing: Leasing ödemesi
- Uver: Kredi ödemesi

- **Transaction Tablosu:** Bu tabloda, müşterilerin 01.01.1993 ile 31.12.1998 tarihleri arasında gerçekleştirdiği işlemlerin bilgisi tutulmaktadır. Tabloda yer alan sütun isimleri ve açıklamaları şu şekildedir:

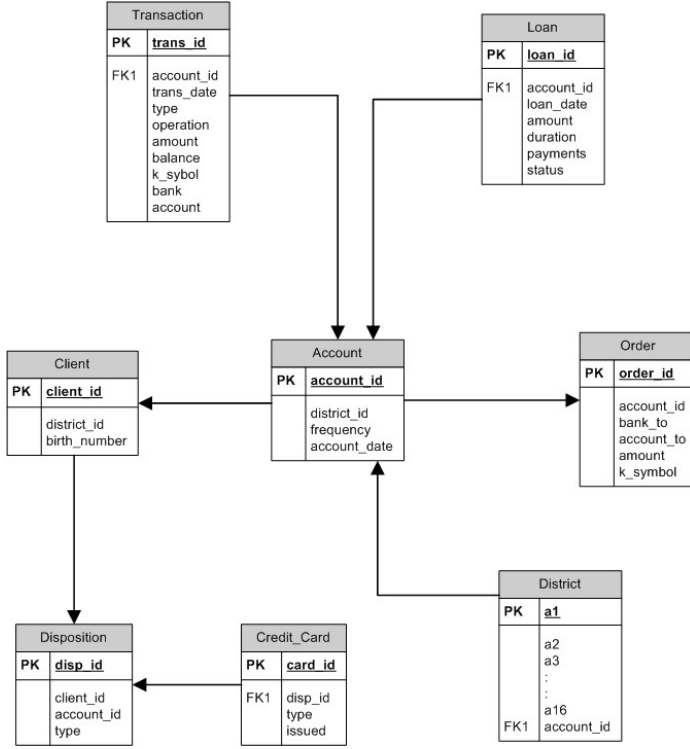
1. Trans_id: Yapılmış olan işlemin numarasını tutmaktadır.
2. Account_id: İşlemin hangi hesaptan gerçekleştirildiğini bilgisini tutmaktadır.
3. Trans_date: İşlemin hangi tarihte gerçekleştirildiğini bilgisini 'yymmdd' formatında tutmaktadır.
4. Type: Yapılan işlemin özelliğini belirtmektedir.
 - PRIJEM: Hesaba para girişi anlamına gelmektedir.
 - VYDAJ: Hesaptan para çıkışı anlamına gelmektedir.
5. Operation: Yapılan işlem hakkında detaylı bilgi içermektedir.
 - Vyber Kartou: Kredi kartından para çekildiği anlamına gelmektedir.
 - Vklad: Hesaba para yatırıldığı anlamına gelmektedir.
 - Prevod Z Uctu: Başka bir bankadan hesaba para aktarıldığı anlamına gelmektedir.
 - Vyber: Hesaptan para çekilme anlamına gelmektedir.
 - Prevod Na Ucet: Başka bir bankaya para havale edildiği anlamına gelmektedir.
6. Amount: Yapılan işlemin tutarını belirtmektedir.
7. Balance: Yapılan işlem sonrası hesap bakiyesini belirtmektedir.
8. K_symbol: Yapılan işlem hakkında bilgi içermektedir.
 - Pojistne: Sigorta ödemesinin yapıldığını ifade etmektedir.
 - Sluzby: Yapılan işlemler için bankadan talep edilen hesap özeti ücretini ifade etmektedir.
 - Urok: Aylık faiz bilgini belirtmektedir.
 - Sankc Urok: Hesabın eksiye düşmesi durumunda bankanın müşteriye verdiği parayı ifade etmektedir.
 - Sipo: Ev giderleri için yapılan ödeme anlamına gelmektedir.
 - Duchod: Emekli maaşını belirtmektedir.
 - Uver: Müşteri tarafından alınan kredinin geri ödendiği anlamına gelmektedir.
9. Bank: İşlemin hangi bankaya yapıldığı bilgisini belirtmektedir.
10. Account: İşlemin hangi hesaba yapıldığı bilgisini belirtmektedir.

- **Loan Tablosu:** Bu tabloda, bankadan kredi alan müşterilerin bilgileri tutulmaktadır. Tabloda yer alan sütun isimleri ve açıklamaları şu şekildedir:

1. Loan_id: Kredi numarasını tutmaktadır.
2. Account_id: Krediyi alan müşterinin hesap numarasını belirtmektedir.
3. Loan_date: Kredinin alınma tarihi 'yymmddd' formatında belirtmektedir.
4. Amount: Alınan kredi miktarını belirtmektedir.
5. Duration: Alınan kredinin geri ödeme süresini belirtmektedir.

6. Payments: Aylık geri ödeme tutarını belirtmektedir.
 7. Status: Alınan kredinin geri ödenmesine dair durumunu belirtmektedir.
 - A: Belirtilen süre içerisinde kredi ödendi.
 - B: Belirtilen süre içerisinde kredinin geri ödenmesi tamamlanmadı.
 - C: Kredi geri ödeme süreci sorunsuz devam etmektedir.
 - D: Kredi geri ödeme süreci sorunlu devam etmektedir.
- **Credit Card Tablosu:** Bu tablo, müşterilere ait kredi kart bilgisini içermektedir. Tabloda yer alan sütun isimleri ve açıklamaları şu şekildedir:
 1. Card_id: Kredi kart numarasını belirtmektedir.
 2. Disp_id: Disposition tablosuna ulaşımı sağlamaktadır.
 3. Type: Kredi kartının özelliğini belirtmektedir.
 - Junior
 - Classic
 - Gold
 4. Issued: Kredi kartının basım tarihi bilgisi 'yymmdd' formatında belirtmektedir.
 - **District Tablosu:** Bu tablo, müşterilerin yaşadığı ve hesaplarının bulunduğu bankalara ait yerleşim bilgilerini tutmaktadır. Tabloda yer alan sütun isimleri ve açıklamaları şu şekildedir:
 1. A1(district_id): Bölgenin numarasını belirtmektedir.
 2. A2: Bölge isim bilgisini belirtmektedir.
 3. A3: Bölgenin bağlı bulunduğu şehir bilgisini belirtmektedir.
 4. A4: Şehirde yaşayan kişi sayısını belirtmektedir.
 5. A5: Şehirde nüfusu 499'dan küçük olan ilçelerin sayısını belirtmektedir.
 6. A6: Şehirde nüfusu 500 ile 1999 arasında olan ilçelerin sayısını belirtmektedir.
 7. A7: Şehirde nüfusu 2000 ile 9999 arasında olan ilçelerin sayısını belirtmektedir.
 8. A8: Şehirde nüfusu 10000'den büyük olan ilçelerin sayısını belirtmektedir.
 9. A9: Şehirde yer alan ilçelerin sayısını belirtmektedir.
 10. A10: Şehirleşme oranı bilgisini belirtmektedir.
 11. A11: Şehirdeki ortalama maaş bilgini belirtmektedir.
 12. A12: Şehirde 1995 yılına ait işsizlik oranı bilgisini belirtmektedir.
 13. A13: Şehirde 1996 yılına ait işsizlik oranı bilgisini belirtmektedir.
 14. A14: Girişimci sayısı bilgisini belirtmektedir.
 15. A15: Şehirdeki 1995 yılına ait suç işleyen kişi sayısını belirtmektedir.
 16. A16: Şehirdeki 1996 yılına ait suç işleyen kişi sayısını belirtmektedir.

Tablolar arasındaki ilişkiyi daha iyi belirtmek için Microsoft Visio programında database model diyagramı çizilmiştir. Oluşan diyagram şekil 4.2'de gösterilmektedir.



Şekil 4.2 Veri Setinin Model Diyagramı

4.4.2. Veri Ön İşleme Süreci

Verinin ön işleme aşaması, elde var olan ham verinin veri madenciliği sürecinde kullanılacak şekilde hazır hale getirilmesi sürecidir. Ham veri içerisinde tutarsız, gürültülü, ilişkisiz vb. veriler bulunabilmektedir. Bu nedenle, ön işleme sürecinde ham veri üzerinde değişik işlemler uygulanarak veri madenciliği sürecinin daha sorunsuz ve etkili bir şekilde sürdürülmesi amaçlanmaktadır.

Bu aşamada 8 farklı tabloda bulunan ham verinin, 8036 kayıtlık özet bir veri setine indirgenmiştir. Bu amaç doğrultusunda ilk önce metin dosya formatında bulunan bütün tablolar pl/sql developer yardımı ile lokalde yaratılan oracle veritabanına dahil edilmiştir. Tablolar veri tabanına dahil edildikten sonra aşağıdaki adımlar takip edilerek uygulamada kullanılacak olan özet veri seti hazır hale gelmiştir.

Veri ön işleme sürecinin ilk adımı ham verinin temizlenmesi adımdır. Bu aşamada veriler içerisindeki hataların ve tutarsızlıkların, verinin anlaşılabilirliğini arttırmak adına düzeltilmektedir.

Bu amaç doğrultusunda 8 farklı tabloda yer alan kayıtlar içerisinde eksik veya tutarsız bir veri olup olmadığını kontrol etmek amacıyla çeşitli SQL sorguları çalıştırılmıştır. İncelemeler sonucunda veriler arası bir tutarsızlığa ya da eksikliğe rastlanılmamıştır.

Veri ön işleme sürecinin ikinci adımı ise eldeki veri setinden istenen verilerin seçilmesi ve düzenlenmesi veya gerekli ise yeni verilerin türetilmesi aşamasıdır. Verinin seçilmesi, uygulama içerisinde kullanılması uygun ve gerekli olan verilerin seçilmesi aşaması iken verinin türetilmesi ise eldeki verileri uygun bir şekilde işleyerek gerekli olan başka verilerin açığa çıkarılması aşamasıdır.

Bu aşamada, 8 farklı tabloda bulunan ham veri, uygulamamız için uygun 8036 kayıtlık özet bir tabloya indirgenmiştir. Bu özet tablonun oluşturulması sırasında, uygulamada kullanılmayacak olan bazı veriler silinmiştir.

Bu amaç doğrultusunda ilk olarak eldeki tabloların hangilerine ihtiyaç duyulduğuna karar verilmiştir. 'Transaction Tablosu', 'Account Tablosu', 'Credit Card Tablosu', 'Client Tablosu' ve 'Disposition Tablosu' uygulamada kullanılması düşünülen veri seti için en uygun ve gerekli verileri barındırmaktadır. Bu tablolardaki bütün verileri tek bir tabloda birleştirmek için bu tabloları birbirine bağlayan çeşitli dış anahtarlar kullanılmıştır. Kullanılan dış anahtarlar şu şekildedir:

- Account ID (Transaction Tablosu) : Account ID (Disposition Tablosu)
- Client ID (Client Tablosu) : Client ID (Disposition Tablosu)
- Account ID (Account Tablosu) : Account ID (Disposition Tablosu)
- Disp ID (Credit Card Tablosu) : Disp ID (Disposition Tablosu)

Tabloların birleşimi sırasında bu dış anahtar koşullarına ek olarak tabloların transaction tablosundan alınan verilerin type kolonunun değerinin 'vydaj' yani hesaptan para çıkışı ile operation kolonunun değerinin ise 'vyber kartou' yani kredi kartı ile para çekimi olmasına dikkat edilmiştir. Yazılan SQL sorgusu sonrasında elde edilen yeni tablodaki değerler ve uygulamada ihtiyaç olacağı düşünülen yeni türetilen değerler şekil 4.2'te gösterilmektedir.

Tablo 4.1 Ham Veri Setinden Elde Edilen Yeni Veri Setinin Değişkenleri

Tablo Adı	Değişkenin Eski Adı	Değişkenin Yeni Adı	Veri Tipi
Transaction	Trans_id	Islem_No	Tamsayı
	Trans_date	Islem_Gunu	Tarih
	Amount	Tutar	Tamsayı
	Account	Hesap	Tamsayı
Account	Account_id	Hesap_No	Tamsayı
Client	Client_id	Musteri_No	Tamsayı
Credit Card	Card_id	Kart_No	Tamsayı

	Yeni eklenmiştir	Harcama_Yeri_No	Tamsayı
--	------------------	-----------------	---------

Elde edilen yeni veri seti üzerinde veri setinin okunabilirliğini ve anlaşılabilirliğini arttırmak adına yapılan işlemler şu şekildedir:

1. Tablodaki kredi kartı harcamasının yapıldığı tarih değerini belirten işlem günü kolonu 'dd.mm.yyyy' formatına çevrilmiştir.
2. Elimizde yıllık kişi başına düşen kredi kartı harcamalarını arttırmak adına 1998 yılından önce yapılan bütün harcamaların tarihi ay ve gün değerleri değiştirilmeden 1998 yılına çekilmiş olup işlemin yapıldığı günün yanına tutarlı olacak şekilde bir işlem saati de eklenmiştir.
3. Veri kümesinde yer alan harcama yeri numarası bilgisi kişinin harcamasını hangi iş yerinden gerçekleştirdiğine dair bilgi vermektedir. Bu iş yerleri aşağıdaki tabloda belirtildiği gibi sınıflandırılmış olup her bir harcamanın iş yeri numarası rastgele atanmıştır.

ID	Harcama Yeri Çeşidi
1-10	Devlet Kurumları
11-60	Diğer Alışveriş Yerleri
61-70	Kritik Alışveriş Yerleri (Cep Telefonu, Kuyumcular vb.)

4.5. Kredi Kart Dolandırıcılık Tespit Algoritması

Kredi kartı dolandırıcılığını önlemek adına çeşitli önlemler alınmasına rağmen bazen alınan bu önlemler yeterli olmamakta ve dolandırıcıları engellemeye yetmemektedir. Bu sebepten şirketler de alınan bu önlemlerin yanına ek olarak kendi sistemlerinde çeşitli kredi kartı dolandırıcılık tespit sistemlerini geliştirmeye yönelik çalışmalar ve modellemeler yapmaktadırlar. Bu çalışmalar sırasında geliştirilen modeller ve sistemler ile kredi kartı dolandırıcılıklarını anında veya en yakın sürede tespit edebilmek ve bu durumun önüne hızlı bir şekilde geçebilmek amaçlanmıştır.

Bu bilgiler doğrultusunda bu bölüm içerisinde, kredi kartı dolandırıcılığını tespit etmeye yönelik oluşturulan algoritmanın özelliklerinden ve temel yapısından bahsedilecektir. PL/SQL dilinde yazılan algoritma iki temel aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamaların amaçları, gerçekleştirilen işlemler ve sonuçları alt bölümlerde anlatılacaktır.

4.5.1. Analiz Aşaması

Analiz aşamasının amacı analize verilen veri seti incelenmek ve gerekli çıkarımlarda bulunmaktır. Veri setinde bulunan her bir kredi kartı harcamasını göz önüne alarak her bir

kredi kartına ait çeşitli harcama desenleri oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu harcama desenleri şu şekildedir:

- 1. Toplam Harcama Tutar Ölçütü:** Bu ölçüt, her bir kredi kartına ait toplam harcama tutarları göz önüne alındığında bir seferde o karttan harcanabilecek maksimum tutarı ifade etmektedir. Bu amaç doğrultusunda ilk önce her bir kredi kartına ait ortalama harcama tutarı ve bu harcamaların standart sapma değerleri hesaplanmaktadır. Daha sonrasında her bir kartın harcama tutar kriterini belirleyecek olan maksimum tutar hesabı yapılmaktadır. Bu maksimum tutar, standart sapma değerinin üç katının ortalama tutar ile toplanması sonucu bulunmaktadır. Böylelikle ortalama harcama tutarı 3750 ve standart sapma değeri 212.132 olan bir kredi kartından yapılabilecek maksimum harcama değeri 4386 olarak belirlenmektedir.
- 2. Aylık Harcama Sayısı Ölçütü:** Bu ölçüt, her bir kredi kartından aylık bazda yapılabilecek maksimum harcama sayısını ifade etmektedir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle, her bir kredi kartından ilk harcamanın yapıldığı aydan yılsonuna kadar aylık bazda yapılan harcama sayısı hesaplanmaktadır. Sonrasında bu harcama sayılarının ortalama değerleri ve standart sapmaları bulunarak tıpkı bir önceki toplam harcama tutarı ölçütünde olduğu gibi aylık yapılabilecek maksimum harcama sayısı hesaplanmaktadır. Bu ölçüt, standart sapma değerinin üç katının ortalama harcama sayısı ile toplanması ile elde edilmektedir.
- 3. Günlük Harcama Sayısı Ölçütü:** Bu ölçüt, her bir kredi kartından günlük bazda yapılabilecek maksimum harcama sayısını ifade etmektedir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle, her bir kredi kartından ilk harcamanın yapıldığı günden yılsonuna kadar günlük bazda yapılan harcama sayısı hesaplanmaktadır. Sonrasında bu harcama sayılarının ortalama değerleri ve standart sapmaları bulunarak tıpkı bir önceki toplam harcama tutarı ölçütünde olduğu gibi aylık yapılabilecek maksimum harcama sayısı hesaplanmaktadır. Bu ölçüt, standart sapma değerinin üç katının ortalama harcama sayısı ile toplanması ile elde edilmektedir.
- 4. En Erken Saat Ölçütü:** Bu ölçüt, her bir kredi kartından yapılan harcamaların işlem saatlerini dikkate almaktadır. Bu amaç doğrultusunda, her bir kredi kartından yapılan harcamaların işlem saatleri incelenmekte ve o kredi kartından en erken saatte yapılan harcama bulunmaktadır. Bu saat, minimum saat ölçütü olarak ifade edilmektedir.
- 5. En Geç Saat Ölçütü:** Bu ölçüt, her bir kredi kartından yapılan harcamaların işlem saatlerini dikkate almaktadır. Bu amaç doğrultusunda, her bir kredi kartından yapılan harcamaların işlem saatleri incelenmekte ve o kredi

kartından en geç saatte yapılan harcama bulunmaktadır. Bu saat, maksimum saat ölçütü olarak ifade edilmektedir.

- 6. Aylık Harcama Tutar Ölçütü:** Bu ölçüt her bir kredi kartına ait aylık bazda yapılan toplam harcama tutarları göz önüne alındığında, o karttan bir haftada yapılan ortalama tutarı ifade etmektedir. Bu amaç doğrultusunda ilk önce her bir kredi kartına ait harcamanın gerçekleştirildiği bütün haftalar için toplam harcama tutarı hesaplanmaktadır. Her bir haftaya ait hesaplanan toplam harcama tutarlarının, ortalama değerleri ve standart sapma değerleri ile bir ayda yapılabilecek ortalama harcama tutarı bulunmaktadır. Son olarak bu ölçüt, standart sapma değerinin üç katının ortalama harcama tutarıyla toplanması ile elde edilmektedir.

Her bir kredi kartına özgü oluşturulan bu harcama desenleri daha sonraki aşamalarda programa yol göstermesi amacıyla bir tabloda tutulmaktadır. Program içinde bu tablonun adı 'Analiz Tablosu' olarak belirlenmektedir. Programın analiz tablosunu oluşturmak için yarattığı diğer tablolarda program sonunda silinmektedir.

4.5.2. Tespit Aşaması

Tespit aşamasının amacı, tespit için verilen veri setindeki kredi kartı dolandırıcılıklarını yaratılan analiz tablosu ışığında tespit edebilmektir. Tespit aşamasının girişinde eldeki veri seti kredi kartı numarası ve kredi kartı harcamasının yapıldığı tarih küçükten büyüğe olacak şekilde sıralanmaktadır. Böylece her bir kredi kartı tek tek zaman sırasına göre incelenmektedir. Algoritma içerisinde bir kredi kartı harcamasına dolandırıcılık teşhisinde bulunabilmek için çeşitli koşulların yaşanması gerekmektedir. Algoritmada içerisinde kontrol edilecek olan bu koşullar şu şekildedir:

- 1. Harcama Tutarı Koşulu:** Bu koşulda incelenmekte olan kredi kartından yapılmış o andaki harcama tutarı bilgisi üzerinden harcama tutarına dayalı bir kontrol yapılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda o andaki harcama tutarı bilgisi ile analiz tablosundaki o kredi kartına ait olan harcama tutarı ölçüt değeri karşılaştırılmaktadır. Eğer kredi kartından gerçekleştirilmiş olan harcamanın tutarı analiz tablosundaki değerden büyük ise o harcamada dolandırıcılık şüphesi vardır denilmektedir.
- 2. Günlük Harcama Sayısı ve Harcama Saatleri Arasındaki Fark Koşulu:** Bu koşulda incelenmekte olan kredi kartının günlük harcama sayısı kıstası ve aynı kredi kartından yapılan bir önceki harcama ile arasındaki zaman farkı kontrol edilmektedir. Bu amaç doğrultusunda incelenmekte olan kredi kartına ait analiz tablosundaki günlük harcama sayısı ölçüt değeri elde edilmektedir. Daha sonrasında bu kredi kartından yapılan harcamanın o gün için bu sınırı geçip geçmediğine ve aynı zamanda yapılan bir önceki harcama ile arasındaki zaman farkının bir saatten az olup olmadığına bakılmaktadır. Eğer kişi günlük

harcama sınırı sayısı aşmış bir de bir önceki harcama saati arasında bir saatten az bir fark var ise bu harcamaya dolandırıcılık şüphesi vardır denilmektedir.

3. **Maksimum ve Minimum Saat Koşulu:** Bu koşulda incelenmekte olan kredi kartı harcamasının işlem saatleri kontrol edilmektedir. Bu amaç doğrultusunda önce anazli tablosunda bu kredi kartına ait en geç ve en erken harcama yapma saatleri bulunmaktadır. Eğer kişinin gerçekleştirdiği harcama saati minimum saatten erken, maksimum saatten de geç bir saatte ise bu harcamaya dolandırıcılık şüphesi vardır denilmektedir.
4. **Aylık Harcama Sayısı Koşulu:** Bu koşulda incelenmekte olan kredi kartının aylık harcama sayısı kıstasını aşmış kontrol edilmektedir. Bu amaç doğrultusunda incelenmekte olan kredi kartına ait analiz tablosundaki aylık harcama sayısı ölçüt değeri bulunmakta ve o kredi kartından yapılan bu harcamanın o ay için bu sınırı geçip geçmediğine bakılmaktadır. Eğer kişi aylık harcama sınırı sayısı aştıysa bu ay içerisinde kişinin dolandırılmış olabileceği şüphesi duyulmakta ve o ay içerisindeki bütün aylar tekrar incelenmektedir. Eğer ki kişi o ay içerisinde kritik numaraya sahip alışveriş yerlerinden oldukça fazla alışveriş yaptıysa direkt o harcamalara dolandırıcılık şüphesi vardır denilmektedir.

Yukarıdaki koşullar tespit aşamasına sokulan veri seti üzerinde tek tek kontrol edilmektedir. Bu koşulların birine bile sağlayan bir veri bulunduğunda, o harcamaya dolandırıcı şüphesi vardır denilmekte olup neden bu tespitte bulunulduğu da açıklama bölümünde belirtilmektedir. Tespit aşamasında, tespite sokulan veri seti üzerinde oynama yapılmamaktadır. Bu veri setinin bir kopyası alınarak fazladan iki bilgi sütunu daha eklenmektedir. Bu bilgilerden biri o harcamanın dolandırıcı olup olmadığını ifade eden 'fraud' sütunu bir diğeri ise o harcamanın neden dolandırıcı şüphesinde olduğunu açıklayan 'fraud description' sütunudur. Tespit aşaması bittiğinde bu sütunlar üzerinden gerekli filtrelemeler yapılarak dolandırıcılık şüphesi tespit edilen harcamalar görülmektedir.

5 - TASARIM, GERÇEKLEŞTİRME VE SINAMA

Veri setinin analizi sonucunda incelenmesi gereken en önemli noktalar hata oranlarıdır. Kötü ve iyi olmak üzere iki çeşit hata oranı bulunmaktadır. Kötü hata oranı, dolandırıcılık şüphesi taşıyan hesapların doğru tahmin edilmesi ile meydana gelirken, iyi hata oranı ise dolandırıcılık şüphesi olmayan hesapların dolandırıcı olarak tahmin edilmesi ile oluşmaktadır.

Analiz sonucu oluşturulan confusion matrix modeli sayesinde bu iki sınıf hata oranını karşılaştırılarak daha sağlıklı yorum yapılmaktadır. Analizler süresince doğru sonuçlara ulaşmak adına doğru sınıflandırma oranı, birinci tip hata ve ikinci tip hata değerleri dikkate alınmıştır. Doğru sınıflandırma oranı (Correctly Classified Instances), gerçekteki değer ile analiz sonucu da aynı değeri veren kayıtların toplamının veri seti içindeki tüm kayıtlara oranını ifade etmektedir. Yani bizim uygulamamız için düşünenecek olursak; hem gerçekte hem de analiz sonucu normal veya dolandırıcılık şüphesi içeren kayıtların veri setindeki tüm kayıtlara oranı bize doğru sınıflandırma oranını vermektedir. Birinci tip hata ise gerçekten normal olan bir kaydın analiz sonucunda dolandırıcı şüphesi taşıdığı tespit edilmesi iken ikinci tip hata ise gerçekte dolandırıcılık şüphesi taşıyan kaydın analiz sonucu normal bir kayıt olarak tespit edilmesini belirtmektedir.

Hem birinci tip hem de ikinci tip hata durumlarının ortaya çıkması finansal kuruluşların zarar görmesine sebebiyet verebilmektedir.

5.1. Veri Kümesi Üzerinde Yapılan Değişiklikler

Yazılan algoritmanın ve Weka üzerinden yapılacak olan analizlerin doğru sonuçlara ulaşabilmesi için öncelikle veri seti üzerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Veri seti üzerinde yapılacak olan bu değişikliklerden kasıt bu veri seti üzerindeki bazı harcamaların dolandırıcı olarak işaretlenmesi kast edilmektedir. Uygulamanın bundan sonraki amacı, veri seti üzerinde yapılan bu oynamaların yani dolandırıcı şüphesi taşıyacak şekilde eklenen ya da düzeltilen harcamaları en doğru şekilde saptayabilmektir. Bu amaç doğrultusunda çeşitli senaryolar düşünülerek veri seti üzerinde şu düzenlemeler gerçekleştirilmiştir:

- 100 tane harcamanın tutarı değiştirilmiştir.
- 50 tane harcamanın saati sınırlar dışına çekilmiştir.
- 5 tane kredi kartı kullanıcısının bir gün içerisindeki tutarı üzerinde oynama yapmadan harcama sıklığını arttıracak şekilde yeni harcamalar eklenmiştir.
- 5 tane kredi kartı kullanıcısının bir ay içerisinde her hafta harcama yapmışçasına yeni harcamalar eklenmiştir.
- 5 tane kredi kartı kullanıcısının kartından 3-4 gün aralıklar ile yeni harcamalar eklenmiştir.

Bu şekilde yapılan değişiklikler sonucunda 8106 adet harcamadan oluşan bir veri seti ortaya çıkmıştır. Bu veri setinin 220 tanesinin dolandırıcı şüphesi içerdiği bilinmekte olup amaç, yazdığımız algoritmanın bu dolandırıcılık şüphesine sahip olan harcamaları en doğru şekilde saptayıp saptamadığını kontrol etmektir.

5.2. Veri Kümesinin Algoritma ile Analizi

Yazdığımız algoritma ile veri seti üzerindeki kredi kartı dolandırıcılıklarını saptayabilmek iki aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamanın ilki her bir karta ait karakteristik harcama analizinin oluşturulmasıdır. Bu sebepten öncelikle veri setinin üzerinde değişiklik yapılmamış hali ile gerekli karakteristik özellikler hesaplanmaktadır. Bu aşamadan sonra içerisinde kredi kartı dolandırıcılık şüphesine sahip harcamalarında bulunduğu veri seti algoritma tarafından incelenmektedir. Algoritma ilk aşamada hesapladığı bilgiler ışığında gerekli kontrolleri yaparak kredi kartı dolandırıcılığı şüphesine sahip olan harcamaları saptamaktadır. Algoritmanın veri seti üzerindeki işlemini bitirdikten sonra ortaya çıkan senaryolar ve sonuçları şu şekildedir:

- Kredi kartı dolandırıcıları, kredi kartını çaldıktan sonra kart sahibi farkına varmadan bir an önce yüklü miktarda harcama yapmaktadırlar. Algoritmamız bu tarz kredi kartı dolandırıcılıklarını rahatlıkla saptayabilmektedir.
- Kredi kartı dolandırıcıları, bir kredi kartını çaldıktan ya da kopyaladıktan sonra kart sahibinin o kartı kullanmadığı bir zaman diliminde yani 00:00-06:00 saatleri arasında harcama yapmaktadırlar. Algoritmamız bu tarz kredi kartı dolandırıcılıkları tespit edebilmektedir.
- Kredi kartı dolandırıcıları, bir kredi kartını çaldıktan sonra kart sahibi farkına varmadan ardarda harcama yapmaktadırlar. Algoritmamız bu tarzdaki kredi kartı dolandırıcılıklarını saptayabilmektedir.
- Bazı kredi kartı dolandırıcıları, kart sahibi uyanmadan uzun süre kartı kullanmak istediklerinden ay içerisinde kredi kartından ufak ufak harcamalar yapmaktadır. Algoritmamız bir ay içerisinde düzenli olarak her hafta yapılan harcamaların saptanmasında zorluk yaşarken 3-4 günde bir düzenli olarak çekilen tutarları saptayabilmektedir. Bu saptamalar aylık bazda bulunmakta olup finansal kuruluş o ay içerisindeki garipliği fark eden sistemleri sayesinde kredi kartı kullanıcısı ile irtibata geçerek dolandırıcılık şüphesine sahip harcamalar bulunmaktadır.

Algoritmanın normal olan bir harcamaya normal, şüpheli olan bir harcamayda şüpheli olarak saptamasının toplam harcamalara oranı doğru sınıflandırma oranı vermekte olup bu oran %99,2 olarak hesaplanmıştır. Bu sınıflandırma oranının karmaşıklık matrisi ise tablo 6.1'de gösterildiği gibidir:

Tablo 5.1 Algoritma Analizinin Karmaşıklık Matrisi Değerleri

Karmaşıklık Matrisi		
	Normal	Şüpheli
Normal	7850	36
Şüpheli	27	193

Karmaşıklık matrisi incelendiğinde algoritmanın normal olan 7886 harcamanın 7850 tanesine normal 36 tanesine ise şüpheli olarak bulunduğu görülmüştür. Bunun yanında 220 adet dolandırıcılık şüphesine sahip harcamanın ise 27 tanesine normal 193 tanesini doğru olarak şüpheli olarak saptadığı gözlemlenmiştir. %99,2 doğru sınıflandırma oranına sahip olan bu algoritmanın birinci ve ikinci hata değerleri de önem taşımaktadır. Normal olan bir harcamaların şüpheli saptanma sayısının toplam normal harcamalara oranı ise birinci tip hata değeri olarak isimlendirilmekte ve bu hata değeri %0,45 olarak hesaplanmaktadır. Şüpheli harcamaların normal saptanma sayısının bütün toplam şüpheli harcamalara oranı ise ikinci tip hata değeri olarak adlandırılmakta ve bu hata değeri %12,2 olarak hesaplanmaktadır.

5.3. Veri Kümesinin Weka ile Çözümleme

Bu uygulama kapsamında yapay sinir ağları ve destek vektör makineleri analizleri Weka programı ile gerçekleştirilecektir. Weka programı '.arff' uzantılı dosyalar üzerinde işlem yapabilme özelliğine sahiptir. Bu sebepten pl/sql ortamı üzerinden '.csv' formatına çevirdiğimiz veri kümesinin '.arff' uzantılı bir dosya haline gelmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm Ljubljana Üniversitesi'nden Marko Tkalcic tarafından bu amaç için hazırlanan web servis kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Tkalcic). Şu adımları takip edilmiştir:

- Önce csv formatındaki dosya gönderilmiştir.
- Sonrasında açılan pencerede dosyada bulunan değişkenleri tipleri nominal ve numeric olmak üzere işaretlenmiştir.
- Son olarak web servisin döndürdüğü .arff uzantılı dosya kaydedilmiştir ve kontrol amaçlı olarak Weka 'Tools' menüsü altında yer alan 'ArffViewer' özelliği kullanılarak veri kümesinin son hali kontrol edilmiştir.

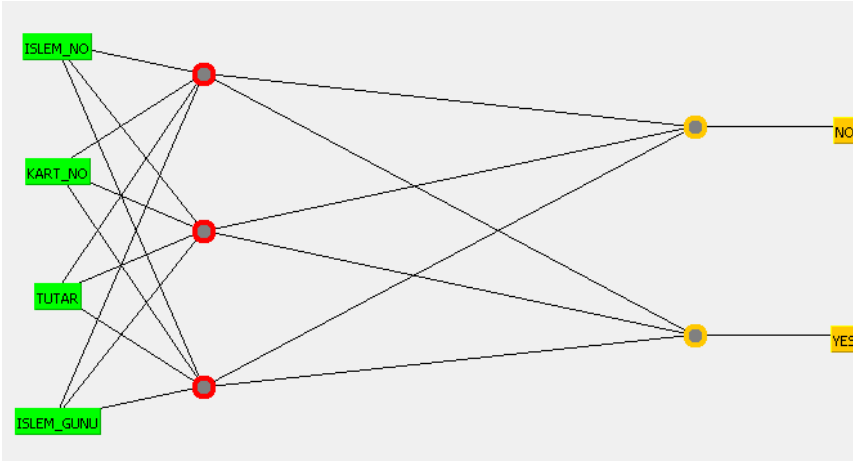
Yapay sinir ağlarının çok katmanlı perseptron algoritması ile destek vektör makinelerinin SMO algoritması tercih edilmiştir. Bu analizlerde veri kümesinin %65'i eğitim için geri kalanı ise test amaçlı kullanılmıştır. Bu analizler sonucu elde edilen sonuçlar yorumlarıyla birlikte alttaki başlıklarda incelenmiştir.

5.3.1. Yapay Sinir Ağları (Çok Katmanlı Perseptron Algoritması)

Yapay sinir ağı ile analiz yapabilmek için geri beslemeli çok katmanlı perseptron algoritması kullanılmıştır. Bu algoritmanın analizine başlamadan önce bazı parametre

değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Zaten bu algoritmanın en iyi sonucu verebilmesi için gereken en önemli şey, parametre değerlerinin en doğru şekilde seçilmesidir.

Bu amaç doğrultusunda seçilmesi gereken iki farklı parametre değeri bulunmaktadır. Bunlardan ilki öğrenme oranı parametresidir. Bu uygulamada öğrenme oranı parametresi 0.01 ile 0.50 arasında 6 tane farklı değer seçilerek uygulamanın doğru sınıflandırma oranları karşılaştırılmıştır. Böylelikle en doğru ve en etkin sonucu verecek olan öğrenme oranı parametresinin bulunması amaçlanmıştır. İkinci parametre değeri ise iterasyon sayısıdır. İterasyon sayısı uygulama boyunca sabit 2500 olarak belirlenmiştir. GUI parametresinin değeri de 'True' olarak belirlendikten sonra analiz işlemine başlanmıştır. Analiz sırasında sistem tarafından oluşturulan sinir ağı haritası ve sonuçlar şekil 5.1'de gösterilmektedir.



Şekil 5.1 Çok Katmanlı Perseptron Analizinde Programın Oluşturmuş Olduğu Yapay Sinir Ağı Haritası

Her bir farklı öğrenme oranına karşılık düşen doğru sınıflandırma oranları tablo 5.2'de gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde en iyi sonucun öğrenme oranı parametresi 0.01 değerinde iken elde edildiği gözlemlenmiştir. Böylece en yüksek doğru sınıflandırma oranı olan %98.51 elde edilmiştir. Bu oran bize, veri kümesinin %98.51'inin doğru sınıflandırıldığı yani normal olan bir harcamanın normal, şüpheli olan bir harcamanın da şüpheli olarak tespit edildiği belirtmektedir.

Tablo 5.2 Öğrenme Oranı Parametre Değerlerine Karşılık Düşen Doğru Sınıflandırma Oranları

Öğrenme Oranı	Doğru Sınıflandırma Oranı
0.01	%98,51

0.05	%98,45
0.10	%98,41
0.20	%98,37
0.30	%98,30
0.40	%98,27

En yüksek doğru sınıflandırma oranını veren analizin karmaşıklık matrisi ise tablo 5.3'te gösterilmektedir.

Tablo 5.3 En Yüksek Doğru Sınıflandırma Oranını veren Çok Katmanlı Perseptron Analizinin Karmaşıklık Matrisi Değerleri

Karmaşıklık Matrisi		
	Normal	Şüpheli
Normal	2752	0
Şüpheli	42	43

Tablo 5.3'teki karmaşık matrisinin açıklaması şu şekildedir:

- Normal olan 2752 harcama normal bulunmuştur.
- Normal olan 0 harcama şüpheli olarak gösterilmiştir.
- Şüpheli olan 42 harcama normal olarak saptanmıştır.
- Şüpheli olan 43 harcama şüpheli olarak belirtilmiştir.

Analiz sonucunda doğru tahmin edilen harcamaların bütün harcamalara oranları doğru sınıflandırma oranını yani %98.51 değerini vermektedir. Normal olan bir harcamaların şüpheli saptanma sayısının toplam normal harcamalara oranı ise birinci tip hata değeri olarak isimlendirilmekte ve bu hata değeri %0 olarak hesaplanmaktadır. Şüpheli harcamaların normal saptanma sayısının bütün toplam şüpheli harcamalara oranı ise ikinci tip hata değeri olarak adlandırılmakta ve bu hata değeri %49.41 olarak hesaplanmaktadır.

5.3.2. Destek Vektör Makineleri

Destek vektör makineleri analizi için SMO (Sequential Minimal Optimization) algoritması tercih edilmiştir. Tıpkı yapay sinir ağlarında olduğu gibi destek vektör makinelerinde de analize başlamadan önce bazı parametre değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Analizin en iyi sonucu verebilmesi için gereken en önemli şey, parametre değerlerinin en doğru şekilde seçilmesidir.

Bu amaç doğrultusunda seçilmesi gereken parametre değerinin ismi karmaşıklık parametresidir. Karmaşıklık parametresine de 1, 5, 10, 15, 20 ve 30 olmak üzere 6 farklı değer verilmiştir. Analizin ilk aşamasında bu parametre değerleri arasından analiz sonucunu en doğru ve en etkin yapan değer bulunması amaçlanmıştır. Karmaşıklık parametresi değerinin farklı değerleri için ortaya çıkan sınıflandırma oranları tablo 5.4'te gösterilmektedir.

Tablo 5.4 Karmaşıklık Parametre Değerine Karşılık Doğru Sınıflandırma Oranları

Karmaşıklık Parametresi	Doğru Sınıflandırma Oranı
1.0	%97.70
5.0	%97.99
10.0	%98.06
15.0	%98.06
20.0	%98.20
30.0	%98.20

Tablo 5.4 incelendiğinde en iyi doğru sınıflandırma oranı veren karmaşıklık parametresi değerinin 20 olduğu görülmektedir. En yüksek doğru sınıflandırma oranını veren bu analizin karmaşıklık matrisi ise tablo 6.5'te gösterildiği gibidir.

Tablo 5.5 En Yüksek Doğru Sınıflandırma Oranını veren SMO Analizinin Karmaşıklık Matrisi Değerleri

Karmaşıklık Matrisi		
	Normal	Şüpheli
Normal	2752	0
Şüpheli	51	34

Tablo 5.5'teki karmaşıklık matrisinin açıklaması şu şekildedir:

- Normal olan 2752 harcama normal bulunmuştur.
- Normal olan 0 harcama şüpheli olarak gösterilmiştir.
- Şüpheli olan 51 harcama norma olarak saptanmıştır.
- Şüpheli olan 34 harcama şüpheli olarak belirtilmiştir.

Analiz sonucunda doğru tahmin edilen harcamaların bütün harcamalara oranları doğru sınıflandırma oranını yani %98.20 değerini vermektedir. Normal olan bir harcamaların şüpheli saptanma sayısının toplam normal harcamalara oranı ise birinci tip hata değeri olarak isimlendirilmekte ve bu hata değeri %0 olarak hesaplanmaktadır. Şüpheli harcamaların normal saptanma sayısının bütün toplam şüpheli harcamalara oranı ise ikinci tip hata değeri olarak adlandırılmakta ve bu hata değeri %60 olarak hesaplanmaktadır.

5.4. Web Uygulaması

Tez kapsamında gerçekleştirilmesi planlanan web uygulamasının temel amacı, finans kurum ve kuruluşları tarafından kredi kartı dolandırıcılıklarını saptamaya yönelik kullanılmasıdır. Framework olarak JsF 2.0 ve primefaces kullanılarak hazırlanan bu web uygulaması ile finans kuruluşları istedikleri zaman sistemlerindeki harcamaları kontrol ederek bir dolandırıcılık durumu ile karşı karşıya olup olmadığını kontrol edebileceklerdir. Şirketler bu web uygulamasına analiz edilmesini istedikleri kredi kartı harcamalarını ve bu analiz sonucuna göre de dolandırıcılık tespit etmek istedikleri kredi kartı harcamalarını vereceklerdir.

Bu web sitesinin kullanımı hakkında bilgi vermek gerekirse eğer, bu uygulamayı kullanmak isteyen kurumun veri tabanındaki hangi tabloda hangi verilerin tutulduğunu iyi bilmesi gerekmektedir. Şirketlerdeki platform odaklı çözümlere örnek olan bu uygulamanın açılış sayfası analiz ve tespit isimli iki farklı bölüme sahip bilgi alma paneline sahiptir. Saptama işlemi sonrası yer kaplamaması adına bu panel akordeon özelliğine sahip şekilde tasarlanmış olup görüntüsü şekil 5.2’te gösterildiği gibidir.

Veri Seti Bilgileri	
Analiz Veri Kümesi	
Kullanıcı Adı:	BUSRA
Tablo Adı:	VERI_KUMESI
İşlem No:	ISLEM_NO
Kart No:	KART_NO
İşlem Tutarı:	TUTAR
İşlem Zamanı:	ISLEM_GUNU
Saptama Veri Kümesi	
Kullanıcı Adı:	BUSRA
Tablo Adı:	TEST_VERI_KUMESI
İşlem No:	ISLEM_NO
Kart No:	KART_NO
İşlem Tutarı:	TUTAR
İşlem Zamanı:	ISLEM_GUNU
Başla	

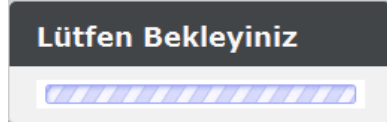
Şekil 5.2 Web Uygulaması Açılış Paneli

Birbirinin aynı olan bu bölümlerin analiz kısmında kullanıcı ilk olarak, dolandırıcılık tespiti öncesinde kredi kartı kullanıcısının harcama desenlerini anlayabilmek için analiz edilmesini istediği veri kümesinin veri tabanındaki konumunu belirtmektedir. Bu veri kümesinin veri tabanında hangi kullanıcı altında ve hangi tabloda bulunduğu belirtilmekte

olup bunlara ek olarak o tablodaki kart numarası, tutar, harcama günü ve işlem numarasına karşılık düşen kolon isimlerini seçmektedir. Bu şekilde kullanıcılara tablolarının büyüklüğü, kolon isimleri ve sayıları hakkında esneklik verilmektedir.

Tespit bölümünde analiz bölümü ile aynı amaçtır. Bu bölümde de kullanıcı, veri tabanındaki kredi kartı harcamalarının bulunduğu veri kümesi hakkındaki bilgileri, bu sefer de dolandırıcılık şüphesine sahip kayıtların bulunması için vermektedir. Bir önceki bölümde olduğu gibi bu veri kümesinin de veri tabanında hangi kullanıcı altında ve hangi tabloda bulunduğu belirtilerek o tablodaki kart numarası, tutar, harcama günü ve işlem numarasına karşılık düşen kolon isimleri de seçilmektedir.

Bu şekilde program, analiz bölümünde kendisine verilen veri kümesindeki kullanıcıların karakteristik harcama özelliklerini çıkartarak tespit aşamasında verilen veri kümesindeki dolandırıcılıkları saptayabilmektedir. Saptama işlemi sırasında ekranda kullanıcıya işlemin devam ettiğine dair bilgi bir bilgilendirme alanı bulunmakta olup bu alan şekil 5.3'te gösterilmektedir.



Şekil 5.3 Bilgilendirme Alanı

Saptama işlemi bittikten sonra tespit için gönderilen veri kümesindeki her bir harcama tabloda sıralanmaktadır. Bu tabloda dolandırıcılık şüphesine sahip olan harcamalar kırmızı renk ile işaretlenmiştir. Kullanıcı çok amaçlı hazırlanan bu tablo ile veri kümesi üzerinde dilediği gibi dolanabilir, filtreleme ve sıralama işlemi gerçekleştirebilmektedir. Bu şekilde kullanıcı, veri kümesi içerisindeki dolandırıcılık şüphesine sahip harcamaları görerek harcamanın yapıldığı kredi kartının sahibi ile irtibata geçebilmektedir.

Finans kurum ve kuruluşları, bu programı kullanarak kendi sistemlerinde yaşanan kredi kartı dolandırıcılıkları hakkında bilgi sahibi olabilmekte ve maddi kayıpların daha yüksek meblağlara ulaşmasını önleyebilmektedir.

6 – DENEYSEL SONUÇLAR

Bu bölüm içerisinde aynı veri kümesine uygulanan yapay sinir ağları, destek vektör makineleri ve uygulama sırasında oluşturulan algoritmanın analiz sonuçları dolandırıcılık tespit modelleri bazında karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sırasında her bir tekniğin en iyi sınıflandırma oranlarını, birinci tip hata değerleri, ikinci tip hata değerleri ve bunların kombinasyonu temel alınmıştır.

Analizleri karşılaştırmak için ilk ölçüt olarak doğru sınıflandırma oranı tercih edilmektedir. Doğru sınıflandırma oranlarına göre analiz sonuçlarının karşılaştırılması tablo 6.1’de görüldüğü gibidir.

Tablo 6.1 Doğru Sınıflandırma Oranları Karşılaştırılması

	Doğru Sınıflandırma Oranı
Dolandırıcılık Saptama Algoritması	%99.2
YSA (Çok Katmanlı Perseptron Algoritması)	%98.5
DVM (SMO)	%98.2

Tabloyu incelediğimizde doğru sınıflandırma oranlarının her birinin birbirine ne kadar yakın olduğu görülmektedir. Bu oranlar bazında bir kıyas yapılması gerekirse eğer, dolandırıcılık saptanması için oluşturulan kendi algoritmamız yapay sinir ağlarının çok katmanlı perseptron algoritmasına ve destek vektör makinelerinin SMO algoritmasına göre daha iyi ve doğru sonuç vermektedir.

Karşılaştırmaya dayalı ikinci bir ölçüt ise birinci ve ikinci tip hata oranlarıdır. İkinci tip hata oranı birinci tip hata oranına göre daha büyük zararlar verebilmektedir. Çünkü normal olan bir harcamanın şüpheli teşhis edilmesinden çok şüpheli olan bir harcamanın normal saptanması çok daha sakıncalı ve istenmeyen bir durumdur. Dolandırıcılık tespiti üzerine bir model kurarken her iki hata oranı değerleri arasında denge sağlanmalı ve bu iki değeri optimum seviyede tutacak bir model tercih edilmelidir. Tablo 7.2’de her bir algoritmanın bu oranları gösterilmektedir.

Tablo 6.2 Birinci ve İkinci Tip Hata Oranları Karşılaştırılması

	Birinci Tip Hata Oranı	İkinci Tip Hata Oranı
Dolandırıcılık Saptama Algoritması	%0,045	%12,2
YSA (Çok Katmanlı Perseptron Algoritması)	%0	%49.41

DVM (SMO)	%0	%60
------------------	----	-----

Tablo 6.2 incelendiğinde en iyi dolandırıcılık saptama modelinin birinci tip hata oranına göre bakıldığında sırasıyla yapay sinir ağları, destek vektör makineleri ve kendi oluşturduğumuz dolandırıcılık saptama algoritmasının olduğu görülmektedir. Bunun yanında ikinci tip hata oranına göre bir kıyas yapıldığından en iyi modelin kendi oluşturduğumuz algoritmanın sonrasında sırayla yapay sinir ağları ve destek vektör makinelerinin olduğu görülmektedir.

Tablo 6.3 Doğru Sınıflandırma, Birinci Tip ve İkinci Tip Hata Oranları Karşılaştırılması

	Doğru Sınıflandırma Oranı	Birinci Tip Hata Oranı	İkinci Tip Hata Oranı
Dolandırıcılık Saptama Algoritması	%99,2	%0,45	%12,2
YSA (Çok Katmanlı Perseptron Algoritması)	%98,5	%0	%49,41
DVM (SMO)	%98,2	%0	%60

Tablo 7.3'te algoritmaların karşılaştırılması için gereken bütün oranlar bir arada toplanmıştır. Bu oranlar üzerinden karşılaştırma yapacak olursak, bu tez kapsamında dolandırıcılık saptaması üzerine oluşturduğumuz algoritmanın en az yapay sinir ağları ve destek vektör makineleri kadar iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Yapay sinir ağları, destek vektör makineleri ve dolandırıcılık saptama algoritması kullanılarak yapılan analizler sonucunda birbirine oldukça yakın sonuçlar ve oranlar elde edilmiş olup her üç tekniğinde dolandırıcılık saptaması için kullanılmasında oldukça doğru tercihler olabileceğini göstermiştir.

7 – SONUÇ VE ÖNERİLER

Kredi kartlarında yaşanan dolandırıcılık olaylarının her geçen gün artması ve bununla beraber milyonlarca insanın ve bankaların çok büyük miktarlarda zararlara uğraması birçok iş alanında dolandırıcılığı önleme adına yeni etkin sistemlerin geliştirilmesini sağlamıştır.

Bu konu hakkında hazırladığım tez çalışmama başlarken ilk olarak kredi kartı ve kredi kartı dolandırıcılığına dair oldukça geniş bilgiler verilmiştir. Özellikle kredi kartı dolandırıcılığının dünya üzerindeki son durumu, yaşanan kayıplar, dolandırıcıların hangi yöntemleri izledikleri oldukça detaylı açıklanmıştır. Dolandırıcılık ile ilgili teorik açıklamalar yapıldıktan sonra geçmişten günümüze geliştirilen dolandırıcılık saptama yöntemleri incelenmiş ve bu yöntemlerin can alıcı kısımları ayrıntıları ile verilmiştir. Veri madenciliği tekniklerinden de olan yapay sinir ağları, lojistik regresyon, genetik algoritmalar ve karar ağaçları hakkında da oldukça geniş bilgi verilirken bunlara ek olarak destek vektör makineleri ve uyarımlı ağlara dayanan bulanık çıkarım sistemine de değinilmiştir.

Uygulama kısmında ise kredi kartı dolandırıcılığını saptamaya dayalı bir algoritma geliştirilmiştir. Daha sonrasında bir finans kurumundan elde edilen kredi kartı harcama üzerinden geliştirilmiş olan bu algoritmanın analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz dışında daha önceden bulunan ve kullanılan yapay sinir ağlarının çok katmanlı perseptron algoritması ile destek vektör makinelerinin SMO algoritmasının analizi de bu veri seti üzerinde uygulanmıştır. Analizler sonucunda elde edilen doğru sınıflandırma oranı, birinci tip hata ve ikinci tip hata değerleri kullanılarak bu modeller arasında gerekli yorumlar belirtilmiştir. Tez kapsamında oluşturulan algoritmanın verdiği doğru sınıflandırma oranı diğer tekniklere göre yüksek olmasına rağmen birkaç farklı kistas koyularak bu yöntem daha da zengin hale getirilebilir. Örneğin, harcamanın yapıldığı yer ile kredi kartı kullanıcısının yaşadığı yerin bilgisi gibi bilgiler kredi kartı dolandırıcılığın saptanmasında kullanılabilir. Saptama aşamasında bu gibi bilgiler kullanılarak dolandırıcılık tespit oranını arttırmak mümkündür.

Uygulama sonucunda analizde kullanılan tekniklerden yapay sinir ağı, destek vektör makineleri ve tez kapsamında oluşturulan dolandırıcılık saptama algoritmasının birbirine oldukça yakın sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir. Bu sebepten bu üç yöntemde kredi kartı dolandırıcılıklarını saptamak için en verimli ve etkin yöntemler olduklarını söyleyebiliriz.

8 - Kaynakça

- Bankalararası Kart Merkezi.* (2008). 11 20, 2011 tarihinde www.bkm.com.tr/tanimlar/tanim.html adresinden alındı
- Adriaans, P., & Zantinge, D. (1996). *Data Mining*. New York: Addison Wesley.
- Ahi, M. G. (2006, Eylül 4). *Kredi Kartları Sahteciliği*. 2011 tarihinde <http://hukukcu.com/modules/smartsection/item.php?itemid=72> adresinden alındı
- Akpınar, H. (2000). Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*.
- Akpınar, H. (2000). Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*.
- Akşam. (2011, Mart 24). *Cep telefonu ile ödeme dönemi başlıyor*. Mart 19, 2012 tarihinde <http://www.aksam.com.tr/cep-telefonu-ile-odeme-donemi-basliyor--28696h.html> adresinden alındı
- Alistair Shilton, M. D. (2005, Ocak). Incremental Training of Support Vector Machines. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 114.
- Altıntaş, E. (2008, Nisan 1). *Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)*. <http://www.yapay-zeka.org/modules/wiwimod/index.php?page=ANN> adresinden alınmıştır
- Altrock, V. (1995). *Fuzzy Logic and NeuroFuzzy Applications in Business and Finance*. NJ, USA: Prentice Hall.
- Bankalararası Kart Merkezi. (1997). Kredi Kartlarının Tarihçesi. *Pano Dergisi 2.Sayı, 2*.
- Bankalararası Kart Merkezi. (1998, Kasım). Kredi Kartı Sistemi. *Pano Dergisi(4), 2-5*.
- Bankalararası Kart Merkezi. (2000). Chip Kart. *Pano Dergisi, 2*.
- Bankalararası Kart Merkezi. (2003). Akıllı Kart Uygulamaları. *Pano Dergisi*.
- Bankalararası Kart Merkezi. (2004). Alışverişte 3D Secure güvencesi. *Pano Dergisi, 2*.
- Bankalararası Kart Merkezi. (2004). Bir devrim: Chip'li Kartlar. *Pano Dergisi, 1*.
- Bankalararası Kart Merkezi. (2004). MasterCard PayPass. *Pano Dergisi, 5*.
- Bankalararası Kart Merkezi. (2011). *NFC*. Mart 19, 2012 tarihinde NFC: http://www.nfcmerkezi.com/pages/sikca_sorulan_sorular.aspx adresinden alındı

- Bankalararası Kart Merkezi. (2011). *Yıllara İstatistiki Bilgiler*. 02 10, 2012 tarihinde <http://www.bkm.com.tr/yillara-gore-istatistiki-bilgiler.aspx> adresinden alındı
- Baş, N. (2006, Haziran). Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ve Bir Uygulama. İstanbul.
- Burges, C. J. (1998). A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 121-167.
- Cabena, P., Hadjinian, P., Stadler, R., Verhees, J., & Zanasi, A. (1998). *Discovering Data Mining: From Concept to Implementation*. New Jersey: Prentice Hall.
- Cangül, O. (2006). Diskriminant Analizi ve Bir Uygulama Denemesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Bursa: Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü .
- Cengiz Aktaş, O. E. (2009). Lojistik Regresyon Analizi ile Eskişehir'in Sis Kestiriminin İncelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*.
- Çavuş, M. (2006). Bireysel Finansmanın Temininde Kredi Kartları: Türkiye'de Kredi Kartı Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 173-187.
- Çınko, M. (2006). Kredi Kartı Değerlendirme Tekniklerinin Karşılaştırılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi(9)*, 143-153.
- Çölkesen, İ., & Kavzoğlu, T. (Temmuz, 2010). Destek Vektör Makineleri ile Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılmasında Kernel Fonksiyonlarının Etkilerinin İncelenmesi. *Harita Dergisi*, 4.
- Data Miners. (2011, 04 05). <http://www.data-miners.com> adresinden alınmıştır
- Demirci, A. (2007). Destek Vektör Makineleri ile Karakter Tanıma. *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul.
- Duray, R. (2009, Mayıs, Mayıs). Uluslararası Kredi Kartı Sahteciliği. *CPP Kırmızı Bülten Dergisi(5)*, 1-2.
- Duray, R. (Ocak, 2009). Avustralya'da Dolandırıcılık Artıyor. *CPP Kırmızı Bülten*, 2.
- Duray, R. (Temmuz, 2009). Sahtekarlar yaratıcılıkta sınır tanımıyor. *CPP Kırmızı Bülten*, 2.
- Ekşi, Ö. (2010, Ocak 24). *Yapay Sinir Ağları*. 03 2012, 12 tarihinde <http://www.omereksi.com/?cat=5> adresinden alındı
- Elmas, P. D. (2007, Kasım). *Yapay Zeka Uygulamaları*. Seçkin Yayıncılık San. ve Tic. A.Ş.
- G. Polat, H. A. (2007). Ses Öznitelik Gruplarının Duygu Tespitinde Etkinliklerinin Belirlenmesi. Eskişehir: IEEE 15. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı.

- Göral, M. A. (2007). *Kredi kartı Başvuru Aşamasında Sahtecilik Tespiti için Bir Veri Madenciliği Modeli*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Gül Gökay Emel, Ç. T. (2002). Genetik Algoritmalar ve Uygulama Alanları. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.
- Güleç, Y. D. (2009). *Yapay Sinir Ağları*. 02 20, 2011 tarihinde <http://www.yildiz.edu.tr/~gulez/3k1n.pdf> adresinden alındı
- Haber7. (2007, Ekim 01). *Kredi kartı yerine sesli komut dönemi*. Mart 19, 2012 tarihinde <http://www.haber7.com/haber/20071001/Kredi-karti-yerine-sesli-komut-donemi.php> adresinden alındı
- Hasan Rıza Özçalık, A. F. (2003). *Dinamik Sistemlerin Uyumlu Sinirsel Bulanık Ağ Yapısına Dayalı Etkin Modellenmesi*. 04 11, 2012 tarihinde <http://jes.ksu.edu.tr/public/journals/1/backIssues/sayi/eski/sayi/61/61.36-46.pdf> adresinden alındı
- Haykin, S. (1999). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. Prentice Hall.
- Ince H, T. T. (2006). *A Hybrid Model for Exchange Rate Prediction*.
- J.T.S Quah, M. (2007). *Real-Time Credit Card Fraud Detection Using Computational Intelligence*.
- Kakıcı, A. (2009, Şubat 19). *Yapay Sinir Ağlarının Katmanları*. Aralık 12, 2011 tarihinde <http://www.ahmetkakici.com/yapay-sinir-aglari/yapay-sinir-aglarinin-katmanlari/> adresinden alındı
- Kakıcı, A. (2009, Şubat 18). *Yapay Sinir Ağlarının Mimarisi ve Yapı Mimarisi*. Aralık 12, 2011 tarihinde <http://www.ahmetkakici.com/yapay-sinir-aglari/yapay-sinir-aglarinin-mimarisi-ve-yapi-elemanlari/> adresinden alındı
- Kakıcı, A. (2009, Mart 4). *Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması*. Aralık 12, 2011 tarihinde <http://www.ahmetkakici.com/yapay-sinir-aglari/yapay-sinir-aglarinin-siniflandirilmesi/> adresinden alındı
- Kaya, D. F. (2009, Ocak). *Türkiye'de Kredi Kart Uygulaması*. Türkiye Bankalar Birliği.
- Kılıç, R. (2010). *Kredi Kartı Sahteciliği*. İstanbul.
- Küçükşille, E. (2009). *Veri Madenciliği Süreci Kullanılarak Portföy Performansının Değerlendirilmesi ve İMKB Hisse Senetleri Piyasasında Bir Uygulama*.
- M. Doumpos, C. Z. (2002). *Multi-Criteria Decision Aid Classification Methods*. Holland: Academic Publishers.
- Milliyet. (2010, Nisan 18). *Barclaycard Türkiye Kart Dolandırıcılığında Birinci Sırada*. Mart 10, 2012 tarihinde <http://www.milliyet.com.tr/barclaycardturkiye-kart->

- dolandiriciliginda-birinci-sirada/ekonomi/haberdetayarsiv/15.06.2008/164753/default.htm adresinden alındı
- Milliyet. (2010, Haziran 4). *Ekranlı Banka Kart Dünyada İlk Kez Türkiye'de*. Mart 19, 2012 tarihinde <http://www.milliyet.com.tr/ekranli-banka-karti-d%FCnyada-ilk-kez-turkiye-de/ekonomi/sondakika/04/06/2010/1246629/default.htm> adresinden alındı
- Milliyet. (2011, Ekim 3). *Unutkanlara parmak izini tanıyan POS geliyor*. Mart 19, 2012 tarihinde <http://ekonomi.milliyet.com.tr/unutkanlara-parmak-izini-taniyan-pos-geliyor/ekonomi/ekonomidetay/03.10.2011/1446078/default.htm> adresinden alındı
- Mitchell, R. (2002). *Hybrid Mean-Tracking K-means Clustering Algorithm*. England.
- NTVMSNBC. (2010, Mart 8). *Kredi Kartı Yerine Parmak İzi İle Alış Veriş Geliyor*. Mart 19, 2012 tarihinde <http://arsiv.ntvmsnbc.com/news/415085.asp> adresinden alındı
- Obringer, L. A. (2010). *How Identity Theft Works*. Mart 11, 2011 tarihinde <http://money.howstuffworks.com/identity-theft1.htm> adresinden alındı
- Oğuzlar, A. (2005, Nisan 19). Lojistik Regresyon Analizi Yardımıyla Suçlu Profiline Belirlenmesi. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*(1).
- Özbay, E. (2007). Finans Sektöründe Veri Madenciliği ile Dolandırıcılık Tespiti. Konya.
- Özkeleş, S. (2003). Veri Madenciliği Modelleri ve Uygulama Alanları. *Ticaret Üniversitesi Dergisi*(3).
- Özkaya, A. U. (2003). Intelligent Arrhythmia Classification Based On Support Vector Machines. *B.S., Control and Computer Engineering, Istanbul Technical University*. İstanbul.
- Özler, C. (2006). Keşfedici Veri Analizi Tekniklerinin Süreç Yetenek Analizi Çalışmalarında Uygulanması. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.
- Prof. Dr. Aydın Ünsal, A. G. (2005). Türk Bankacılık Sektörünün Lojistik Regresyon ve Diskriminant Analizi ile İncelenmesi. *VII. Ulusal Ekonometri ve İstanbul Sempozyumu*. İstanbul.
- Ramazan Bayındır, Ö. S. (2007). YSA Tabanlı Sistemler için Görsel Bir Arayüz Tasarımı. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*.
- Sağiroğlu, G. C.-Ş. (2006). *Bilgi ve Bilgisayar Güvenliği Casus Yazılımlar ve Korunma Yöntemleri*. Ankara.
- Saraç, T. (2004, Haziran). *Yapay Sinir Ağları*. Ocak 28, 2012 tarihinde <http://www.yapay-zeka.org/files/tez/tugba-sarac-ysa-seminer.pdf> adresinden alındı
- Sharma, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*. USA.

- Sibel oşkun, D. D. (2004). Lojistik Regresyon Analizinin İncelenmesi ve Diş Hekimliğinde Bir Uygulaması. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*(1).
- Sığırlı, D. (2006). Sınıflandırma Probleminin Çözümlemesinde Yapay Sinir Ağları ile Diskriminant Analizinin Karşılaştırılması ve Bir Uygulama. *Uludağ Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi*. Bursa.
- Şentürk, S. (2010, 07 12). Faktöriyel Tasarıma Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mnatık Çıkarım Sistemi ile Farklı Bir Yaklaşım. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*.
- Tej Paul Bhatla, V. P. (Haziran, 2003). Understanding Credit Card Frauds.
- Tekerek, A. (tarih yok). *Veri Madenciliği Süreçleri ve Açık Kaynak Kodlu Veri Madenciliği Araçları*. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Tkalcic, M. (tarih yok). *Online CSV-ARFF Conversion Tool*. 05 2012, 17 tarihinde Tkalcic, M., Online CSV- <http://slavnik.fe.unilj.si/markot/csv2arff/csv2arff.php> adresinden alındı
- Tozkan, S. (2004). *Yapay Sinir Ağları*. Elazığ: Fırat Üniversitesi.
- Tüketici Finansman Merkezi. (2008, 05 11). *Kredi Kart nedir? Kredi kartı tanımı*. 2011 tarihinde <http://www.tuketicifinansman.net/2007/09/kredi-karti-nedir-kredi-kartlarinin.html> adresinden alındı
- Tüketici Finansman Merkezi. (tarih yok). *Sanal Kart Nedir? Sanal Kredi Kartı Tanımı*. Mart 12, 2012 tarihinde <http://www.tuketicifinansman.net/2008/07/sanal-kredi-kart-nedir-tanimi.html> adresinden alındı
- Türkiye Bankalar Birliği. (tarih yok). *Tek Kullanımlık Şifre Uygulaması Sık Sorulan Sorular*. Mart 19, 2012 tarihinde <http://www.tbb.org.tr/Dosyalar/userfiles/file/tuketiciiler/sss.pdf> adresinden alındı
- Ünsal, P. D. (2000). Diskriminant Analizi ve Uygulaması Üzerine Bir Örnek. *Gazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 2(3), 19-36.
- Wikipedia. (2012, Ocak 23). *Tek Kullanımlık Şifre*. Mart 19, 2012 tarihinde http://tr.wikipedia.org/wiki/Tek_kullan%C4%B1ml%C4%B1k_%C5%9Fifre adresinden alındı
- Yazıcı, M. (2008, 07 13). *Yapay Sinir Ağlarına Genel Bir Bakış*. 01 20, 2012 tarihinde <http://yapay-sinir-aglari.uzerine.com/> adresinden alındı
- Yegel, B. T. (Kasım,2009). Kredi Kartı Sahteciliği. *CPP Kırmızı Bülten*, 6.

Yegül, M. (tarih yok). *Sistem Analizi ve Tasarımı Ders Notları*. 03 16, 2012 tarihinde <http://www.ahmetcankal.com/wp/wp-content/uploads/Sistem-Analizi-ve-Tasarm.pdf> adresinden alındı