T.C.

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ

Sosyal Bilimler Enstitüsü

VERİ MADENCİLİĞİ TEKNİKLERİNİN BİTCOİN PİYASASI ÖNGÖRÜSÜNDE KULLANIMI

Yüksek Lisans Tezi

Hazırlayan

SABRİYE TOPAL

Tez Danışmanı

Doç. Dr. ALPER KARAVARDAR

Giresun

Ocak, 2021

JÜRİ ÜYELERİ ONAY SAYFASI

Giresun Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün 22.12.2020 tarihli toplantısında oluşturulan jüri, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Sabriye TOPAL'ın "Veri Madenciliği ile Bitcoin Öngörüsü" başlıklı tezini incelemiş olup aday 19.01.2021 tarihinde, saat 10.00 da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Aday çalışma, sınav sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans/Doktora/Sanatta Yeterlik tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jürisi	Unvanı, Adı Soyadı	İmzası
Üye (Başkan)	Doç. Dr. Alper KARAVARDAR	
Üye	Dr. Halil İbrahim ŞAHİN	
Üye	Prof Dr. Ufuk YOLCU	
Üye		
Üye		

ONAY

……/…../2021

Prof. Dr. Enver SARI

Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Veri Madenciliği ile Bitcoin Öngörüsü” adlı çalışmamın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım kaynakların kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

…/…/…

Sabriye TOPAL

(imza)

ÖN SÖZ

Neredeyse tüm disiplinler tarafından kullanılan veri madenciliği her geçen gün teknolojinin de etkisiyle yaygınlığını arttırmaktadır. Bu çalışmada veri madenciliği yöntemleri ile günümüzde kullanım alanları ve değerinin artış ve azalışlarıyla gündemde olan bitcoin öngörüsü yapılmıştır.

Öncelikle çalışmam süresince benden yardımlarını, desteğini ve bilgisini esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Alper KARAVARDAR' a teşekkürü borç bilirim.

Tüm zor zamanlarımda ve her türlü kararımda yanımda olan, sevgi ve desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen anneme, babama, kardeşlerime ve değerli arkadaşlarım Emine TÜTÜNCÜ ve Bahar GÖNENÇ AÇIKSÖZ'e tez çalışmalarım sırasında da sıkıntılarımı paylaşıp, anlayış göstererek bana yardımcı oldukları için minnettarım.

Sabriye TOPAL

….. 2021

ÖZET

Günümüzde teknoloji hayatımızın her alanında varlığını arttırmaktadır, bu da yaptığımız alışverişlerden, aldığımız banka kredilerinden, sosyal medya kullanımımıza kadar yaptığımız her şeyi veri haline getirmektedir. Dünya kocaman bir veri yığınına dönüşmektedir. Veri miktarının her geçen gün artması bu verilerin doğru analiz edilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Veri madenciliği teknikleri büyük miktardaki veriden anlamlı sonuçlar çıkarılmasını sağlayarak, bu verilerin yararlı hale getirilmesine vesile olur. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygınlaşmaya başlayan veri madenciliği sağlıktan ekonomiye kadar neredeyse her alanda kullanılan disiplinler arası bir çalışmadır.

Bitcoin son yıllarda tüm dünyada popüler olan, ve beraberinde getirdiği blockchain teknolojisiyle bir çok alanda değişim rüzgarı estiren kripto para birimidir. Bitcoin tek kripto para birimi olmamakla birlikte ilk ve en popüler kripto paradır. Bitcoin beraberinde birçok yenilik getirmekle beraber, kara para aklama gibi spekülasyonları ve çok dalgalı bir değere sahip olmasıyla dikkat çekmektedir. Bu çalışma üç kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda veri madenciliği yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. İkinci kısımda Bitcoine ilişkin tanımlamalar ve açıklamalar yapılmıştır. Üçüncü kısımda Yapay Sinir Ağları (YSA), Destek Vektör Makineleri (DVM) ve Lineer Regresyon (LNR) veri madenciliği teknikleri kullanılarak 22.03.2017-22.03.2018 tarih aralığında bitcoin verilerine ilişkin öngörü uygulaması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Veri Madenciliği, Bitcoin Piyasa Tahmini, Yapay Sinir Ağları, Destek Vektör Makineleri, Lineer Regresyon, Zaman Serileri

ABSTRACT

USE OF DATA MINING TECHNIQUES IN BITCOIN MARKET FORECAST

Today, technology increases its presence in every aspect of our lives, which makes everything we do from shopping, bank loans, social media usage to data. The world is turning into a huge pile of data. As the amount of data increases day by day, there is a need for accurate analysis of these data. Data mining techniques enable us to make meaningful conclusions from large amounts of data, making these data useful. Data mining, which is becoming widespread in our country as in the world, is an interdisciplinary study used in almost every field from health to economy.

Bitcoin is a popular crypto currency that has been popular all over the world in recent years and has brought wind of change in many areas with its blockchain technology. Although Bitcoin is not the only crypto currency, it is the first and most popular crypto currency. Although Bitcoin brings many innovations with it, it attracts attention with its speculation such as money laundering and having a very fluctuating value. This study consists of four parts. In the first part, information is given about data mining methods. In the second part, definitions and explanations about Bitcoin are given. In the third part, information about the Rapıdminer program used in the application is given. In the fourth part, ANN, DVM and LNR data mining techniques are used for forecasting of bitcoin data between 22.03.2017 and 22.03.2018.

Keywords: Data Mining, Bitcoin Market Forecasting, Artificial Neural Networks, Support Vector Machines, Linear Regression, Time Series

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR

ADALINE: Adaptive Linear Neuron

BOE: Bank of England

BTC: Bitcoin

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemi

DLT: Distributed Ledger Technology

DVM: Destek Vektör Makineleri

FATF: Financal Action Task Force

GA: Genetik Algoritmaların

GRNN: Genel Regresyon Ağları

KDV: Katma Değer Vergisi

KYC: Know Your Customer

MDP: Markov karar süreci

POS: Point Of Sale

PPN: Probabilistik ağlar

RBF: Radial Basis Functions

RFID: Radio Frequency Identification

RL: Takviyeli Öğrenme

SMV: Support Vector Machine

SPK: Sermaye Piyasası Kurumu

TKA: Tek Katmanlı Ağ

YRM: Yapısal Risk Minimizasyonu

YSA: Yapay Sinir Ağları

VD: Ve diğerleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi hayatımıza birçok yenilik getirmiştir. Spordan siyasete hayatımıza giren yenilikler davranışlarımızı, düşünme şeklimizi ve alışkanlıklarımızı da değiştirmiştir. Bu değişimler beraberinde sunulan hizmetlerinde şeklini değişmiştir. Artık marketler herhangi bir zamanda herhangi bir ürünü satmak yerine müşterilerinin satın alma verilerini inceleyerek, o zaman diliminde satışı mümkün olan ürünü ön plana çıkarmaya başlamış, bir banka kredi vermeden önce müşterisinin önceki ödeme verilerini baz alarak karar vermeye başlamıştır. Artık her alanda veriler baz alınarak karar verilmektedir. Dünya kocaman bir veri yığınıdır, veri madenciliği ise bu yığını anlamlı hale getirerek, ilgili konuda öngörüler yapılmasını sağlamaktadır.

Veri madenciliği pazarlama, bankacılık, sigortacılık, tıp, eğitim-öğretim gibi alanların yanı sıra ekonomi alanında da oldukça fazla kullanılmaktadır. Ekonomi sektöründe de diğer tüm sektörlerde olduğu gibi bilgi çok önemlidir. Fakat bu kadar çok verinin içinde doğru bilgiye ulaşmak oldukça zordur. Veri madenciliği verileri hızlıca analiz edip bizi doğru bilgiye ulaştırmaktadır.

Bitcoin hayatımıza girmesinin üzerinden çok fazla zaman geçmemesine rağmen, hayatımıza soktuğu yeni kavramlarla ve para birimi olarak kabul edilip edilemeyeceği tartışmalarıyla her zaman gündemde olmuştur. Başlangıçta adı kara para aklama ve başka birçok illegal işle anıldığı için kötü bir şöhrete sahip olan bitcoini zamanla kabul etmeye başlayanlar olduğu gibi hala şiddetle reddedenlerde vardır. Bitcoini reddedenlerin bunu yapmasının tek sebebi adının illegal işlerle anılması değildir. Bu reddedişin sebeplerinden biride bitcoinin fiyatının değişkenliğinin fazla olmasıdır.

Bu çalışmada veri madenciliği ve bitcoin kavramlarını çeşitli yönlerle ele alarak inceleyecek ve Rapidminer Studio 7.6 programında bitcoin verilerini yapay sinir ağları, destek vektör makineleri ve lineer regresyon ile işleyerek bitcoin veri tahmini yapılacaktır. Bunun öncesinde veri madenciliği yöntemleri, bitcoin hakkında bilgi verilecektir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1.VERİ MADENCİLİĞİ

Kurumlardaki büyük ölçekli olarak tanımlanan ve milyonlarca veriye sahip yazılım sistemlerinden, ihtiyacı karşılayacak değerli verilerin elde edilmesi işlemine Veri Madenciliği denilmektedir. Bu sayede veriler arasındaki ilişkileri ortaya koymak ve gerektiğinde ileriye yönelik doğru tahminlerde bulunmak mümkün hale gelmektedir. Veri Madenciliği'nde milyarca veri üzerinde çalışılabilir. Madenciliğin temel amacının, kurumlardaki karar destek mekanizmaları olarak adlandırılan sistemler için değerli olan veriyi belirli yöntemler ve işlem süreçleri sonrası ortaya çıkarmaktır (https://vizyonergenc.com/icerik/5-temel-soruda-veri-madenciligi-data-mining-nedir, Erişim Tarihi: 28.01.2020). Veri madenciliği teknolojinin hayatımıza her dakika daha fazla nufüs ettiği bu dönemde üreten, yöneten, eğitim veren vb. herkes için yol gösterici niteliği taşımaktadır. Verileri okumak günümüzü ve geleceği okumak demektir. Verilerin alfabesini okuyup anlandırmak içinse veri madenciliğe ihtiyaç vardır.

1.1.Veri Nedir?

Türk Dil Kurumu veriyi, bir araştırmanın, bir tartışmanın, bir muhakemenin temeli olan ana öğe, muta, done, bir sanat eserine veya bir edebî esere temel olan ana ilkeler, gözlem ve deneye dayalı araştırmanın sonuçları, bilgi, data, bir problemde bilinen, belirtilmiş anlatımlardan bilinmeyeni bulmaya yarayan şey, olgu, kavram veya komutların, iletişim, yorum ve işlem için elverişli biçimli gösterimi gibi çeşitli şekillerde tanımlamaktadır. Biz çalışmamız itibariyle verinin işletmeler açısından önemli olan husus olma, bilinmeyeni bulmaya yarayan yönü ile ilgileneceğiz.

Verilen tek başına birer bilgi parçası iken bir araya geldiğinde anlamlı sonuçlar elde etmemizi sağlarlar bu veriler veri tabanlarında bir arada tutulmaktadırlar.

Veritabanı en genel tanımıyla, kullanım amacına uygun olarak düzenlenmiş veriler topluluğudur. Birbirleriyle ilişkileri olan verilerin tutulduğu, mantıksal ve fiziksel olarak tanımlarının olduğu bilgi depolarıdır (https://studylibtr.com/doc/3670931/i%C3%A7indekiler---gen%C3%A7-klavyeler, Erişim Tarihi: 28.09.2020). Çankırı vd. (2009) veri tabanlarının kullanıcıların ihtiyaçları çerçevesinde önemli verilerin bir arada tutulması isteğiyle oluştuğunu, bugünlerde ortaya çıkarılan birçok işin veri kayıtları, bilgisayar teknolojisi ve internetin etkileşimiyle ile elektronik veri tabanlarına aktarıldığını belirtmişlerdir Çankırı vd., 2009: 150-151).

Savaş vd. (2012) göre bilgisayarların bilgi saklama sığalarının artması ile bilgi kaydı yapılan alanlarda çoğalmaktadır. Bu sebepten dolayı, karar vericiler için eldeki verilerin analizi, tahminlenmesi ve bilgi çıkarımının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bilgisayar sistemlerinin meydana getirdiği veriler, yalnız başlarına bir anlam ifade etmezler. Bu veriler belirli hedefler doğrultusunda işlenerek, aralarındaki ilişkiler ortaya çıkarıldığında anlam kazanır. Veri madenciliği teknikleri veriler arasındaki ilişkileri ortaya çıkararak verileri karar alıcılar açısından anlamlı hale getirir (Savaş vd., 2012: 1).

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte donanımın fiyatının azalmasının, verilerin uzun süre depolanmasının dolayısıyla makro kapasiteli veri tabanların ortaya çıkmasının önünü açmıştır. Bu sebeple büyük boyutlu veri tabanlarında istenilen anlamlı, kullanılabilir ve ilginç bilgiye erişmek yeni bir disiplinin doğmasına neden olmuştur. Verilerin çeşitli istatistiksel metotlarla analiz edilmesi, kurumların karar verme sürecinin etkinliğini ve yeni stratejiler geliştirmesine katkı sağlamıştır (Kaya ve Köymen, 2008: 1). Günümüzde gelişmiş tüm devletler ve kurumlar istatistiksel analizlere göre kendilerine yol haritası belirlemektedirler.

1.2.Büyük Veri (Big Data)

Veri kavramını tanıdıktan sonra büyük veri kavramınada değinmek gerekmektedir. Büyük veri ile ilgili çeşitli tanımlar yapılmıştır. Büyük veri, geleneksel

veri işleme araçları ile işleyemeyeceğimiz kadar büyük olan veri kümeleri olup (Ohlhorst, 2013: 1), büyük veri hızla ve düzensiz büyüyen genç bir kavramdır ve evrensel olarak kabul edilen bir tanımı yoktur (Ricci ve Kalyva, 2015: 4). Matematiksel ve istatistiksel analiz gerektiren büyük veri önümüzdeki yıllarda daha da gelişecek ve büyüyecek, veri bilimcilerin yararlanacakları bir kavram olacağı düşünülmektedir. (De Mauro vd., 2013: 97-104).

Kapanoğlu vd. (2019) bilgisayarlı veri toplama teknolojilerinin ilerlemesinin, dağıtık ve mobil teknolojiler ile bilgi sistemlerinin kurumların temel bileşenlerinden biri haline gelmesinin ve yazılım/donanım yönlü maliyetlerin yavaş yavaş azalmasının veri ummanları ortaya çıkardığını, 2000'li yıllarda her şeyin kayıt altına alınması ile yeni bir dönemin başladığını, her konudaki verilerin veri tabanlarına kaydedildiği bu yeni dönemin, büyük veri (big data) dönemi olarak adlandırıldığını belirtmiştir (Kapanoğlu vd., 2019: 4).

Bir diğer ifade ile büyük veri verilerin mevcut ilişkisel veri tabanları ile kolaylıkla yönetilemeyecek boyutlarda ve sürekli büyümeye devam eden bir yapıda olması nedeniyle büyük boyutlardaki veri kümelerinin analizi ile gelecek için anlamlı bilgi çıkarılmasına olanak sağlamaktadır. Bu sayede değersiz görünen milyarlarca veriyi belirli bir yapı altında ilişkilendirerek, anlamlandırmak ve kaliteli bilgiye dönüştürmek mümkün olmaktadır. Wu vd. (2014) bir Hindu hikayesini hatırlatarak, büyük veriyi bir grup kör adamın fili tarifine benzeterek açıklamışlardır. Bir grup kör adamdan önlerinde duran dev file dokunarak, dokundukları şeyin ne olduğunu tahmin etmeleri istendiğinde herkes kendi ulaşabildiği kadar yer hakkında bilgi sahibi olabileceğinden kişileri yanlış tahminlere sürükleyebilir. Büyük veri de aslında bu fil gibidir, büyük veri içerisinden küçük örnekler alınarak yapılan analizler yanlış sonuçlara götürebilir, bu nedenle verinin bütünüyle ele alınması çok önemlidir. Veri madenciliği bu büyük veri yığınının anlamlandırılmasına yardım eder (Wu vd., 2014: 97-107).

1.3.Veri Madenciliği Tarihçesi

Savaş vd. (2012) veri madenciliğinin tarihçesi anlatırken günümüzde hemen hemen bütün evlerde bilgisayar bulunduğunu, internetin neredeyse her yerden ulaşılabilir olduğunu ve disk kapasitelerinin yükselmesinin, bilgiye ulaşabilirliğin artmasına bilgisayarların saklayabildikleri büyük miktarda veri üzerinde işlemlerin kısa sürede yapılabilmesine imkân tanıdığını belirtmiştir. Günümüze kadar her dönemde verilerin daima yorumlanması, verilerden bilgi elde edilmesi arzulandığı için veri madenciliğinin de gerekli olan donanımlar oluşturulmuştur. Böylece bilgi, dünden bugüne aktarılabilmiştir (Savaş vd., 2012: 4).

Veriden bilgiye giden yolda çeşitli yol ve yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan biri de verilerin arasındaki anlamlı ilişkilerden yararlanılarak, kullanıcıya potansiyel bilgi barındıran bir çıktı olarak, farklı özellikteki verileri farklı, aynı özellikteki verileri ise aynı kümede olacak şekilde bir grup küme sunmaktır. Kümeleme analizi olarak adalandırılabilecek olan bu işlem VM'nin en geniş başlıklarından birini oluşturmaktadır. Kümeleme analizi ilk kez 1939 yılında Tryon tarafından kullanılmıştır. 1960'lı yıllardan sonra kullanım oranı artmıştır. (Anderberg, 1973: 553-555)

Adriaans (1997) 1950'lerde ilk bilgisayarlardan sayım yapmak amacıyla yararlanıldığını, 1960'larda ise veri tabanı ve verilerin depolanması kavramı teknoloji dünyasında yer edindiğini, 1960'ların sonuna doğru bilim insanlarının basit öğrenmeli bilgisayarları ortaya çıkardığını belirtmiştir (Savaş vd., 2012: 5) . Minsky ve Papert (1969) günümüzde sinir ağları olarak bilinen perseptron'ların yanlızca çok basit olan kuralları öğrenebileceğini göstermişlerdir (Minsky ve Papert, 1969: 518-519).

Öğüt (2009) veri madenciliğinin, 1960'lı yıllarda veri analizi problemlerinin bilgisayar yardımıyla çözülmeye başlanması ile ortaya çıktığını ve isminin 1990'lı yıllarda bilgisayar mühendisleri tarafından ortaya atıldığını belirtmiştir (Öğüt, 2009: 8).

Veri madenciliği, 1960'lı yıllarda, veri taraması, veri yakalanması gibi çeşitli adlarla anıldığı görülmektedir (Köktürk vd., 2009: 20-25). Savaş vd. (2012), veri

madenciliği gelişim süreci ile ilgili 1970'lerde İlişkisel Veri Tabanı Yönetim Sistemleri tatbiki ortaya çıktığını, bu gelişmelerin ışığında bilgisayar uzmanların basit prensiplerle çalışan uzman sistemler oluşturarak, esas manada makine öğrenimini sağlandığını, 1980'lerde veri tabanı yönetim sistemleri yaygınlaşarak ve bilimsel alanlarda, tatbik edilmeye başlandığını belirtmiştir (Savaş vd., 2012: 2). Veri madenciliği 1990'lardan beri veri depolama araçları, barkod ve RFID teknolojilerine paralel olarak gelişmekte ve kullanım alanı her geçen gün teknolojik gelişmelere paralel olarak yayılmaktadır. İlgili literatür incelendiğinde kullanılan yer ve zamana göre çeşitli tanımları yapıldığı görülmektedir. Her geçen gün daha da geliştiği için bugün yapılan bir tanım teknolojik ilerlemelerle yetersiz kalabilmektedir. En yaygın tanımlamasıyla veri madenciliği daha önceden bilinmeyen, geçerli ve uygulanabilir bilgilerin geniş veritabanlarından elde edilmesi ve bu bilgilerin karar alıcılar tarafından yönetsel karar alma süreçlerinde kullanılmasıdır. (Akçay, 2014: 31).

Odabaş (2017) veri madenciliğinin keşfedilmesinden önce, ortaya çıkan tüm veriler harmanlanarak bu verilerden faydalı bilgiler ortaya çıkarılmaya çalışıldığını işaret ederek bu verilerin toplandığını belirtmiştir. Odabaş ayrıca, verilerin taşınabilmesi için de çeşitli donanımlar çıkarıldığını, teknolojinin ilerlemesiyle tüm alanlarda veriler toplandığını, 1950 yıllarında matematikçilerin bilgisayar bilimleri üzerine çeşitli çalışmalar yaparak yapay zeka ve makine öğrenme tekniklerini ortaya çıkardıklarını, 1960'lı yıllarda sinir ağları, regresyon analizi gibi algoritmaların bulunduğunu, bu metotların da veri madenciliğinin alt yapısını oluşturduğunun söylenebileceğini belirtmiştir. (Odabaş, 2017: 7)

1.4.Veri Madenciliği

Günümüzde veri depolama teknik ve sosyal açıdan çok kolay bir hale gelmiştir. Yaygın elektronik cihazlar kararlarımızı, tercihlerimizi, süpermarket alışverişlerimizi, finansal alışkanlıklarımızı, kazandıklarımızı ve harcadıklarımızı kaydetmektedir. İnternet bize yığınla bilgi sunmakta aynı zamanda da bütün tercihlerimizi kaydetmektedir (Witten vd., 2011: 4).

Birçok farklı alanda faaliyet gösteren şirketler yoğun rekabet ortamında ileride olabilmenin yanı sıra müşteri ilişkileri yönetimini sağlayabilmek için verilerini düzenli olarak dijital ortamlarda tutmaya başlamıştır. Veriler gelişen, ilerleyen teknoloji ile bağlantılı olarak verilerin uzun süreli muhafazası amacıyla veri aygıtlarına kaydedilmektedir. Zamanla verilerin çok hızlı artışı insanları bu verilerden öz ve gelecek açısından faydalı bilgiler için çıkarım yapmalarına yöneltmiştir. Veri tabanlarında biriken veri, hedeflenen bilgiye erişebilmek için bilgi keşif sürecine girmektedir. Bir anlam ifade etmeyen verilerden anlamlı bilgiler çıkarabilmek ise veri madenciliği sayesinde mümkündür. VM, verilerin işlenmesi için kullanılan teknikler ve analiz edilen örüntüler bütünüdür (Akçay, 2014: 35).Veritabanlarının gelişmesinde bilgisayar ve bilgi teknolojilerinin gelişmesi rol oynamıştır. Veri madenciliği kavramının ortaya çıkmasında da veritabanı teknolojisindeki gelişmelerin önemi oldukça büyüktür. Veritabanı bir veri yığını olup, bu veri yığınının analiz edilmesi, sınıflandırılması, raporlanması gerekmektedir. Bu aşamada veri madenciliği gibi çeşitli teknikler devreye girmektedir. Var olan verilerden çıkarılan veya hesaplanan sonuçlar üreten bir sorgulamanın sonucu olan geleneksel veritabanlarının aksine, veri madenciliği, veriler içerisindeki geçerli, orijinal, işe yarayabilecek ve anlaşılabilir desenleri (örüntüleri) tanıma işlemidir (Fayyad vd., 1996: 85).

Bir araya getirilen büyük ölçekli verilerin değerlendirilmesi amacıyla istatistik ve yapay zekâ tekniklerinin kullanılması sonucunda veri madenciliği ortaya çıkmıştır (Argüden ve Erşahin, 2008: 16).

Savaş vd. (2012) günümüzde çok miktarda veri olan bütün ortamlarda veri madenciliğini yöntemlerini uygulanabileceğini, kesin yargıya varma sürecine ihtiyaç duyulan alanlarda veri madenciliği uygulamalarının yaygın olduğunu belirtmişlerdir (Savaş vd, 2012: 5). Chien vd. (2008) veri madenciliğinin pazarlama, finans, bankacılık, üretim, sağlık, müşteri ilişkileri yönetimi ve organizasyon öğrenme alanlarında kullanılabileceğini açıklamışlardır (Chien vd., 2008: 280-290).

İngilizce Türkçe Ansiklopedik Bilişim Sözlüğü'nde veri madenciliği, "Doğal Dillerin Semantik yapısına dayanarak elektronik metin belgeleri içinde saklı kalmış ilintileri, örüntüleri, stratejik bilgileri, modelleri vb. bulup ortaya çıkarmayı amaçlayan

araştırma tekniği" (Sankur, 2004: 831) olarak tanımlanmaktadır. Veri madenciliğine dair başka birçok tanım bulunmaktadır bu tanımlardan bazıları aşağıda yer almaktadır.

Fayyad vd. (1996) veri madenciliğini, algoritmalar yardımıyla veriden örüntü elde edilmesi olarak tanımlamıştır (Fayyad vd., 1996: 27-34). Shaw vd. (2001) veri madenciliğinin, bilinmeyen örüntüleri ve anlaşılabilir bilgileri büyük veri tabanlarından seçmeyi, keşfetmeyi ve modellemeyi içerdiğini belirtmişlerdir (Shaw vd., 2001: 127-137).

Veri madenciliği, örgütlerin veri ambarlarındaki önemli bilgilere odaklanmasına yardımcı olan, çok geniş veri tabanlarında saklı, akıllı bilgiyi meydana çıkaran genç bir teknolojidir (http://akira.ruc.dk/~bulskov/undervisning/E2003/data_mining.pdf, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

Veri madenciliği, veri tabanı, yapay zekâ ve istatistik dünyasının etkileşimini temin eden yeni bir alandır (Lindel vd., 2000: 1). VM, Bilgi Keşfi'nin tetikleyicisi olarak tanımlanabilir (Müller ve Lemke, 2000: 1). VM, algoritmalar kullanarak, veri kümeleri içinden akıllı örüntüler ortaya çıkarmayı sağlayan bir süreçtir (Derosa, 2004: 5).

Veri madenciliğinin orta çıkma nedenlerinden biri veri yığınlarının çok fazla yer tutması ve bol miktardaki verilerin faydalı bilgilere dönüştürülmesi ihtiyacı iken (Hand vd., 1998: 112-118) bir diğeri ise veri tabanlarındaki veya veri ambarlarındaki verilerin saklı örüntülerini ve ilişkilerini keşfetmektir (Emel vd., 2005: 221-239).

Hudairy (2004) göre veri madenciliği, çok büyük bir proses olarak isimlendirilen bilgi keşfi sürecinin bir bölümüdür (Hudairy, 2004: 1). Jacobs (1999) veri madenciliğini, işlenmemiş verinin sunamadığı bilgiyi keşfeden veri analizi süreci olarak tanımlamıştır (Jacops, 1999:8). Piatetsky (1989) veri madenciliğini, veriden bilinmeyen, faydalı olması olası sayılacak bilginin çıkartılmasıdır (Piatetsky, 1989: 68-70).

Verilerin içerisinde desen aramak eskiden beri devam eden bir süreçtir. Bilim insanlarının işi verilerin içinde model aramak ve keşfedeceği modeller yardımıyla

meydana gelebilecek durumlar için teoriler geliştirmektir (Chakrabarti vd, 2008: 2). Veri madenciliği, çok miktarda veri içerisinden anlamlı yollar, desenler ve kurallar keşfedilmesi işidir (Berry ve Linoff, 2011: 4).

Gerekli verilere, gerektiği zamanda hızla erişilebilmesi gerekmektedir. Geleneksel dosyalama sisteminin yetersiz kalması ile veriyi saklama ve erişim konusunda kolaylık sağlayan veri tabanları oluşturulmuştur. Bu sayede veriler belli bir düzen çerçevesinde toplanmış, düzenlenmiş, saklanmış ve işlenmesi sağlanmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan veri ambarları, günlük kullanılan verilerin işlemeye uygun hale getirilmiş özetini veri tabanlarında saklamayı amaçlamaktadır (Baykal, 2006: 96). Roiger ve Geatz (2003) göre veri madenciliği, verideki ergonomik örüntülerin keşfedilme sürecidir (Roiger ve Geatz, 2003: 14).

Veri madenciliği genel anlamda istatistiksel ve matematiksel teknikler yardımıyla örüntü tanıma teknolojileri kullanılarak depolama ortamlarında saklanmış bulunan verilerin elenmesi ile anlamlı yeni korelasyon, örüntü ve eğilimlerin keşfedilmesidir (Akpınar, 2000: 1-22).

Veri madenciliği, büyük ölçekli veriler arasından değerli olan bir bilgiyi elde etme işidir. Bu sayede veriler arasındaki ilişkileri ortaya koymak ve gerektiğinde ileriye yönelik kestirimlerde bulunulur (Özkan, 2016: 38).

Veri madenciliği daha önceden bilinmeyen, geçerli ve uygulanabilir bilgilerin geniş veritabanlarından elde edilmesi ve bu bilgilerin işletme kararları verirken kullanılmasıdır (Silahtaroğlu, 2008: 12).

Verilerin toplanması ve saklanmasındaki kolaylık, veri tabanı yönetim sistemlerindeki teknolojik gelişmeler, bilgi işlem maliyetlerindeki meydana gelen düşüşler ile birlikte kullanılabilecek analitik araçların artması da veri madenciliği uygulamalarına olan ilgiyi arttırmaktadır (Park vd., 2001: 205-222).

Sund (2002) kullanılan veri tabanlarının sayısındaki hızlı artışı, her geçen gün teknolojik olarak daha da geliştirilen güçlü ve ekonomik veri tabanı sistemlerinin varlığı ile açıklamaktadır. Veri ve veri tabanı sistemlerindeki bu hızlı artış, işlenmiş veriyi kullanışlı bilgiye dönüştürebilecek yeni teknolojilere olan ihtiyacı arttırmıştır.

Bu nedenle veri madenciliği her geçen gün önemi artan bir araştırma alanı haline gelmiştir (Sund, 2002: 501-519)

Veri madenciliği; büyük veri setindeki, anlamlı, orijinalliği olan, kullanım potansiyeli bulunan ve sonuçta anlaşılabilir olan örüntülerin çıkarılmasıdır (Fayyad vd., 1996: 38). Hand (1998) veri madenciliğini istatistik, veri tabanı teknolojisi, örüntü tanıma, makine öğrenme ile etkileşimli yeni bir disiplin olarak ve ikincil bir analiz olarak tanımlamıştır (Hand, 1998: 112-118).

Veri madenciliği veya veri tabanlarında bilgi keşfi, veri dizilerinden geçerli, yeni, mümkünse faydalı ve anlaşılır örüntülerin meydana çıkarılabilmesi için uygulanan belirsiz bir süreçtir (Akpınar, 2000: 1-22).

Yukarıdaki tanımlardan da anlaşılacağı gibi bir veri yığını üzerinde veri madenciliğinin yapılabilmesi için büyük miktarda yararlı veri üzerinde matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin doğru bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Bir sistemin veri madenciliği sistemi olabilmesi için büyük miktarlarda veri ile çalışabilmesi, birleşik sorgulara cevap verebilecek bir yapıda, veri ve bilgi geri alma işlemlerini gerçekleştirebilmelidir (Hand vd., 1998: 112- 118).

Veri madenciliği, türlü biçimlerde ve türlü kaynaklardan elde edilen verilerin üzerinde işlem yapılarak gerekli bilgilerin ortaya çıkarılması olarak belirtilebilir. Geniş anlamda, bir örnekle belirtmek gerekirse bir işletmedeki çalışanların sigorta, maaş, Katma Değer Vergisi (KDV) dökümlerinden, bu işletmedeki bir çalışanın ortalama maliyetinin bulunabilmesi gibi çok basit bir işlem dahi veri madenciliği olarak adlandırılabilir (Şeker, 2013: 25).

Veri madenciliği işlemlerinde teoriye dayalı modellerin oluşturulması, verideki gürültü ve eksik değer sorunlarının giderilmesi ve verinin anlaşılmasında istatistik bilimine dayalı tekniklerden faydalanılmaktadır. Gürültülü veri, veri setindeki uç değerler, kişisel ölçüm yanlışlarından doğan veya hatalı veri girişi yapıldığında karşılaşılan veriler olarak tanımlanabilir (Chakrabart vd., 2008: 2). Eksik veri sorunu bir kayıttaki değerlerden bazılarının veya birinin girilememesi ile oluşur (Young ve Jonhson, 2010: 6227-6294). Veri madenciliği uygulamalarının birçoğunda veri

kaynağı olarak veritabanı yazılımları kullanılmaktadır. Veritabanı yazılım sistemleri verileri depolamanın yanında verileri ilişkilendirmek, özetlemek, çok boyutlu verileri işlemek gibi fonksiyonları yerine getirirler. Veri madenciliği için verinin hazırlanmasında veritabanı teknolojilerinden faydalanılır. Verinin anlaşılmasında ve örüntülerin tanımlanmasında faydalanılan bir alan da görselleştirmedir. Görselleştirme verinin tablolar ve grafikler halinde görüntülenmesini sağlayan teknolojileri içerir. Veri madenciliği sistemleri analiz türüne ve verinin içeriğine bağlı olarak uzaysal veri analizi, örüntü tanımlama, görüntü analizi, sinyal işleme, web teknolojisi, ekonomi, iş dünyası, biyoinformatik veya fizyoloji alanlarına ilişkin teknikleri bütünleştirebilir (Han ve Kamber, 2006: 21).

Bir iş zekâsı bileşeni olarak veri madenciliğiyle ilgili birçok tanım yapılmış olmakla birlikte Tezcanlar'a (2007) göre veri madenciliği daha önceden bilinmeyen, anlamlı ve uygulanabilir bilgilerin geniş veri tabanlarından elde edilmesidir (Tezcanlar, 2007: 11). Kalikov'a (2006) göre ise veri madenciliği sorgularla büyük miktarda olan veriden yararlı bilgiler, desenler ve eğilimler (ekseriyetle önceden belli olmayan) çıkarabilmektir (Kalikov, 2006: 7).

Veri madenciliği otomatik ve yarı otomatik metotlar kullanılarak büyük veri içerisinden değerli bilgi edinmeyi amaçlanır. Veriden modeller geliştirmek, ilişkiler incelenerek ilginç özellikleri belirlemek veya tekrarlanan veri seti kümelerini yakalamak ve bunları yapabilmek için istatistik, yapay zekâ, bilgisayar bilimi gibi çeşitli bilim dallarında geliştirilen karar ağaçları, genetik algoritmlar gibi, algoritmaları kullanmak veri madenciliğidir. Algoritma, belirli bir işi tanımlamak amacıyla kullanılan, net olarak tanımlanan ve sıralı aşamalardan oluşan yapılardır. Algoritmalar programlamanın tasarımında yararlanılan ve programın geliştirilmesi için lazım olam adımların kendi dilimize uygun bir şekilde anlatılmasıdır (Arabacıoğlu vd., 2007: 193-197). Veri madenciliği, veri seti içerisindeki kullanışlı bilgilerin anlamlı ve kullanışlı ilişkilerin bulunabilmesi için veri tabanı enformasyonunu analiz edebilen bütün teknolojileri bir araya getirmektedir (Monino ve Sedkaoui, 2016: 13).

Akpınar'a (2000) göre veri madenciliği büyük veri içerisinden istatistiksel ve matematiksel yöntemlerle veri desenini anlamayı sağlayan teknolojilerin kullanılarak

anlamlı yeni ilişkiler, yeni veri desenleri, yeni kurallar keşfetme sürecidir. Prytherc (2005), "İlişkileri ve modelleri analiz etme amacı ile gizli olan bilgileri keşfetmek için ayrıntılı teknikler kullanarak, bilginin veri tabanından ve veri kümelerinden çıkarılması işlemidir" şeklinde tanımlanmaktadır (Prytherc, 2005: 195). Veri madenciliği büyük veri setlerini yorumlayarak tahminleme yapabilmemizi sağlayabilecek bağlantıların bilgisayar programları ile aranmasıdır (Akpınar, 2005: 2). Veri madenciliği tanımlarının büyük kısmı birbirine benzerdir. Genel olarak değerli bilgiyi ortaya çıkarma amacıyla yapılan analiz çalışmaları ve bu çalışmaların yapılabilmesi için matematiksel modellerden yararlanma sürecidir (Doğan ve Türkoğlu, 2007: 163-169).

1.5.Veri Madenciliği Süreci

Veri madenciliği süreci, verilerin veri ambarından alınması, derlenmesi, düzenlenmesi ve akabinde yorumlanmasıyla son bulan bir süreçtir. Veri madenciliği algoritmalarını uygulanmaya başlamadan önce işlenmemiş verilerde ön işleme yapılmasına ihtiyaç duyulabilir. Örgütlerin meydana getirdiği pekçok veri tabanında bilgiler eksik, yanlış, tekrarlı ve gereksiz olması muhtemeldir. Bu nedenle işlenmemiş veri, sırasıyla temizleme, bütünleştirme, indirgeme ve dönüştürme gibi işlemlerden geçirildikten sonra, veri madenciliği algoritmaları uygulanarak sonuçlar elde edilir.

Veri tabanlarında yer alan bazı verilerin kullanıcılar açısından bazı yönleriyle eksikler içermesi, verilerin analize hazır hale getirilmesini engellemektedir. Örneğin, veri tabanında kayıtlı birçok kişinin medeni hali belirliyken, bu bazı kayıtlarda eksik olabilir, bu eksikliği kayıp veriler olarak isimlendirebiliriz. Bunun dışında, kayıtların bir kısmındaki bilgiler, aşırı uç değerler ya da yanlış girilmiş değerler olabilirler; bunun en çarpıcı örneği bir kişinin doğum tarihinin 1046 olarak girilmesi olabilir. Bu gibi bilgilere gürültü ya da gürültülü veri denebilir (Han ve Kamber, 2006: 89). Bu ve benzeri sorunların önüne geçmek için veri ön işleme işlemlerinin yapılması gerekmektedir.

Şayet veri madenciliği uygulamasında kullanılacak veri bir veri ambarından temin ediliyorsa, bu işlemlere gerek kalmayabilir çünkü bu tarz işlemler veri ambarı oluşturulurken ifa edilir. Ön işleme işlemlerinin uygulanmasından sonra, veri analiz için hazır hale getirilir. Veri madenciliği yöntemlerinin bu işlenmiş veriye uygulanmasıyla sonuç analiz edilerek veri içindeki örüntü açığa ortaya çıkartılır.

Veri madenciliği süreci aşağıdaki gibi açıklanabilir.

- Verilerin Toplanması: Verilerin oluşturulması yani toplanması sürecinde iki değişik bakış açısı vardır. Şayet süreç uzman kontrolünde yapılıyorsa tasarlanmış deney; uzman kontrolü olmaksızın yapılıyorsa gözlemsel yaklaşım olarak isimlendirilir (Acar, 2013: 13).

- Problemin Belirlenmesi ve Verilerin Anlaşılması: Bu kısım veri madenciliği uygulamasının ilk aşamasını oluşturmaktadır. Problemin belirlenmesi aşamasında bilinmeyen bağımlılıklara göre değişkenler belirlenir ve bir model oluşturmak için veriler arası ilişkilerden hipotez veya hipotezler oluşturulmaya çalışılır (http://www.mademir.com/2010/12/k-nn-algoritmas.html, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

Veri madenciliği çalışmalarının en önemli şartlarında birisi bilgi keşfi çalışmasının hangi amaç için yapılacağının ve sonuçların başarı düzeyini ölçmede hangi ölçütlerin esas alınacağının belirlenmesidir. (Savaş vd., 2012: 8).

- Veri Hazırlama: Bu aşamada veriler ön süreçlerle işlenmeye hazır hale getirilir. Veri hazırlama aşamasında birçok işlem yapılması sebebiyle tüm veri keşfi sürecinde harcanan zaman ve gayretin %50 ile %80‟i bu süreçte harcanmaktadır (Piramithu, 1998: 294.)

Veri kalitesi, veri madenciliğinde büyük önem taşımaktadır. Yapılan çalışmanın güvenilirliğinin artması için, veri ön işleme yapılmalıdır. Aksi takdir de hatalı girdilerin kullanımı analizi gerçekleştiren karar alıcıların yargılarını olumsuz yönde etkileyecektir. Veri ön işleme, birçok durumda yarı otomatik olan ve yukarıda da belirtildiği gibi zaman isteyen veri madenciliğinin bir basamağıdır. Verilerin sayısındaki artış ve buna bağlı olarak çok büyük sayıda verilerin ön işlemeden

geçirilmesinin gerekliliği, otomatik veri ön işleme için etkin teknikleri önemli hale getirmiştir (Oğuzlar, 2003: 70).

Oğuzlar'a (2003) göre verilerin ön işlenmesi aşamasında üç hususun önemli olduğu belirtilmiştir (Oğuzlar, 2003: 70). Bunlar;

1.Verilerin analiz edilmesini engelleyecek veri problemlerinin çözümü,

2.Verilerin yapısının anlaşılması ve veri analizinin anlamlı şekilde yapılması,

3.Veri kümesinden anlamlı bilginin çıkarılması,

Famili vd. (1997) göre birçok uygulamada, veri ön işlemenin birden fazla türüne ihtiyaç duyulması sebebiyle ön işleme türünün belirlenmesi önemlidir (Famili vd., 1997: 4-5).

Literatür incelendiğinde birçok veri ön işleme tekniği olduğu görülmektedir. Bunlardan biri olan veri temizleme (*data cleaning*) verilerdeki gürültünün giderilmesi ve tutarsızlıkların düzeltilmesi için uygulanır. Bir diğer teknik olan veri birleştirme (*data integration*) ise farklı kaynaklı verileri uygun bir veri tabanında birleştirir. Normalleştirme gibi veri dönüştürme yöntemleri (*data transformations*) uygulanabilir Veri indirgeme (data reduction) de ise fazla olan bazı değişkenlerin atılması ve birleştirilmesi veya kümeleme yolu ile veri büyüklüğünün azaltılması amaçlanır. Bu sözü edilen veri ön işleme teknikleri, veri madenciliğinden önce uygulanarak elde edilen sonuçların kalitesi arttırır ve/veya veri madenciliği için harcanacak zaman azaltılarak zaman tasarrufu sağlanmaktadır (Han ve Kamber, 2006: 105).

Veri ön işleme teknikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Oğuzlar, 2003: 70):

1. Veri Temizleme

2. Veri Birleştirme

3. Veri İndirgeme

4. Veri Dönüştürme

1.5.1.Veri Temizleme

Bu aşamada, analistler kayıp ya da eksik değerlerin tamamlanması, aykırı değerlerin belirlenerek gürültünün azaltılması ve verilerdeki tutarsızlıkları ortadan kaldırmak için birçok teknikten faydalanmakta olup analistlerin veri kümesininin eksik veya kayıp değerlerden arındırmak için kullandıkları başlıca yöntemler şunlardır (Han ve Kamber, 2006: 88);

- Kayıp verilerin bulunduğu problemli kayıtların sayısı çok fazla değilse, kayıtlar tümüyle silinir.

- Kayıp değerlerin "BİLİNMİYOR" ya da "∞" gibi değişmeyen bir değer tanımlanması mümkündür; fakat veri madenciliği programlarının bu değeri ortak bir değer olarak algılayabilecek olması sebebiyle çok tercih edilmemektedir.

- Kayıp değerler yerine sayısal değerlere sahip değişkenler için hesaplanacak ortalama değer kullanılabilir.

- Eldeki verilerden yola çıkarak en fazla kullanılan değer (mod) ile kayıp değerler tamamlanabilir.

- Regresyon veya karar ağacı gibi teknikler ile en uygun değer belirlenerek bu değer kayıp değer yerine kullanılabilir.

1.5.2.Veri Birleştirme

Balaban' a (2016) göre veri birleştirme işlemleri, farklı veri tabanlarından ya da veri kaynağından elde edilmiş olan verilerin bir arada kullanılması için yapılan işlemlerdir (Balaban, 2016: 157). Farklı veri tabanlarındaki veriler çoğunlukla aynı veri ambarında birleştirilirler. Bu işlemin yapılması şema birleştirme hatalarını oluşturabilir. Örneğin, müşteri kimliği ile ilgili bir özellik bir veri deposunda müşteri_id iken başka bir veri deposunda müşteri numarası şeklinde olabilir. İşte bu şekilde oluşan şema birleştirme hatalarını önlemek için meta veri (veriye ilişkin veri) kullanılmaktadır (Akın, 2008: 77).

1.5.3.Veri İndirgeme

Stepaniuk (2008) veri indirgemenin çok fazla ve gereksiz veri olması durumunda uygulanabileceğini fakat bu vaziyette verinin esas özelliklerini yitirmeden, bir kısmını çıkartarak eksiltme yoluna gidilip gidilmeyeceği sorunu ile karşılaşılacağını belirtmiştir. Sorunun çözümü için veri indirgeme yöntemi kullanılabilir (Stepaniuk, 2008: 43). Maimon vd. (2007) niteliklerdeki tutarsızlıkların veri kümesinde sebep olduğu fazlalıkların tespiti için korelasyon analizinden yararlanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu konu ile ilgili olarak, korelasyon analizi sonucu, müşteri kimliği ile müşteri numarası isimli nitelikler arasında yüksek bir ilişki bulunursa bunlardan biri veri deposundan çıkarılarak indirgeme işlemi yapılmasını örnek vermişlerdir (Maimon vd., 2007: 95).

1.5.4.Veri Dönüştürme

Veri dönüştürme ile veriler, veri madenciliği için uygun formlara dönüştürülürler. Veri dönüştürme; düzeltme, birleştirme, genelleştirme ve normalleştirme gibi değişik işlemlerden biri veya bir kaçını içerebilir. Veri normalleştirme en sık kullanılan veri dönüştürme işlemlerinden birisidir. Veri normalleştirme tekniklerinden bazıları aşağıdaki biçimde sıralanabilir (Roiger and Geatz, 2003: 156):

1.5.4.1.Ondalık Ölçekleme

Normalleştirmede, ele alınan değişkenin değerlerinin ondalık kısmı hareket ettirilerek normalleştirme işlemi uygulanır. Bu ölçekleme işlemi, sayısal değerlerin -1 ile +1 arasında yer almalarını sağlayacak biçimde dönüştürülmesine karşılık gelir. Hareket edecek ondalık nokta sayısı, değişkenin maksimum mutlak değerine bağlıdır. Ondalık ölçeklemede değer, değeri 1'den küçük en büyük sayıya dönüştürülerek 10'un derecesine bölünür. Ondalık ölçekleme işlemine, 900 maksimum değer ise, n=3

olacağından 900 sayısı 0,9 olarak normalleştirilmesi örnek verilebilir (Oğuzlar, 2003: 73).

1.5.4.2.Min-Max Normalleştirme

Bu yöntem, verileri doğrusal olarak normalize etmektedir. Yani iki değer arasındaki değerlerin büyüklüğü ya da arasındaki fark değişmez. Normalizasyon sonrası değerler genellikle 0-1 aralığında olup; minimum bir verinin alabileceği en düşük değeri, maksimum ise verinin alabileceği en yüksek değeri temsil eder (Cihan vd., 2017: 59-70).

1.5.4.3.Z-Skor Standartlaştırma

Verileri dönüştürmek için kullanılan yöntemlerden biride Z-Skor standartlaştırmadır (Khemka, 2003: 12-13). Bu yöntem verilerin ortalaması ve standart hatası göz önüne alınarak yeni değerlere dönüştürülmesi esasına dayanmaktadır. Söz konusu dönüşünde şu şekilde bir bağıntıya ver verilebilir (Özkan, 2008: 30):

$$x^* = \frac{x-\bar{x}}{\sigma x}$$

Burada $x*$ dönüştürülmüş değerleri, x gözlem değerlerini,$\bar{x}$ verilerin aritmetik ortalamasını ve σx gözlem değerlerinin standart sapmasını ifade etmektedir.

1.5.4.4.Modelin Kurulması

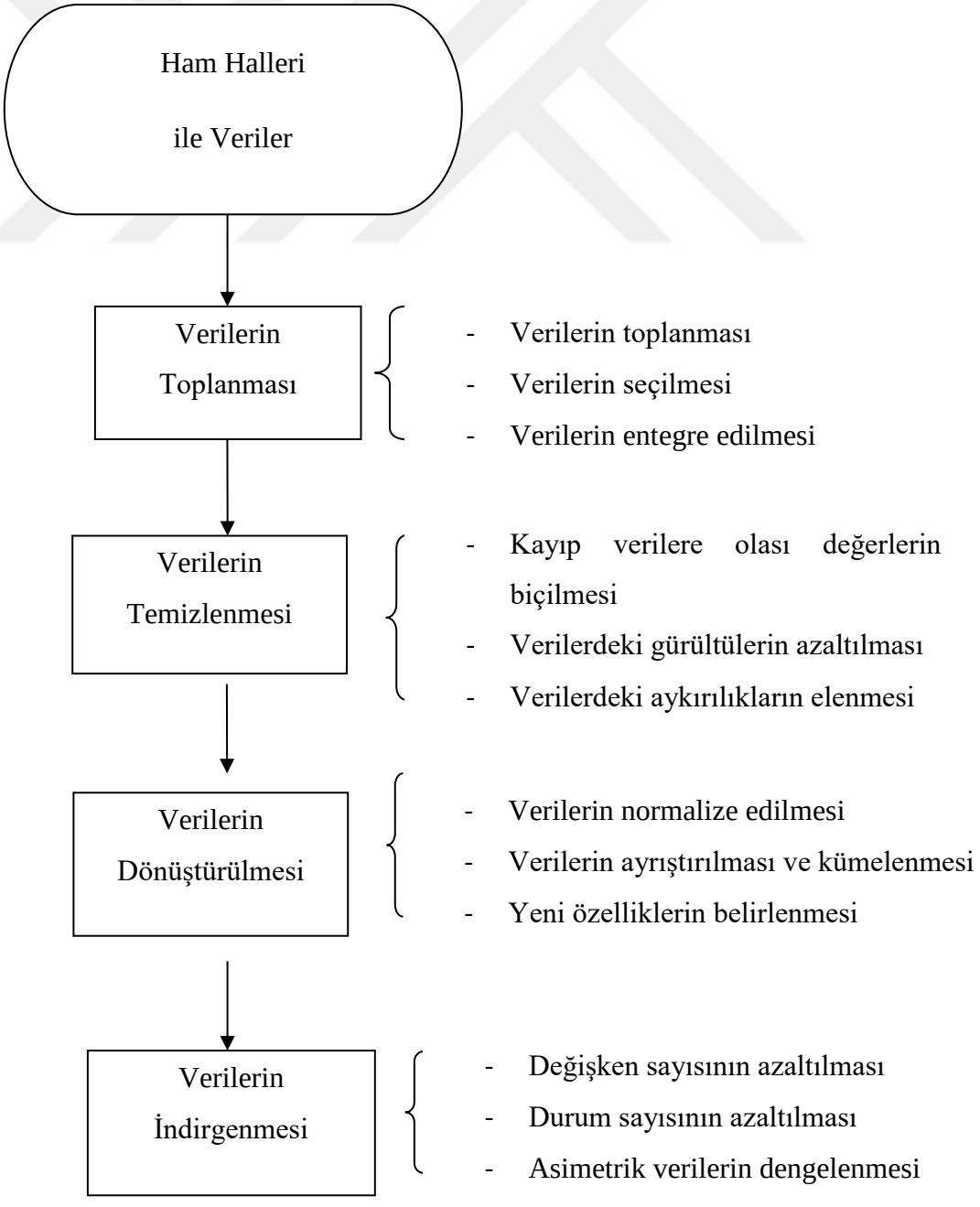
Acar (2013) belirlenen problem için çok sayıda model kurularak ve bu modellerin denenmesiyle birlikte uygun modelin belirlenebileceğini, bu sebeple veri hazırlama ve model kurma işlemlerinin optimal modele ulaşıncaya dek yinelenmesi gerektiğini belirtmiştir (Acar, 2013, 16) .

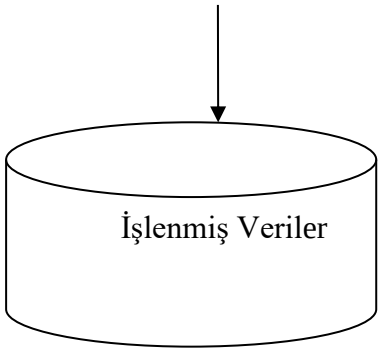
1.5.4.5.Modelin Yorumlanması

Acar (2013) modelin ulaşılması amaçlanan sonuçları karşılamaya kafi geldiğinde, modele süreç bazlı daha geniş bir değerlendirmenin yapıldığını, değerlendirilenmodelin doğru bir şekilde oluşturulup oluşturulmadığını, gelecekte kullanılabilecek farklı verilerin neler olabileceği, modelin genişletilmesi gibi konuları içerdiğini belirtmiştir (Acar, 2013: 17).

Veri madenciliği birçok işlemden oluşan bir süreçtir. Veri yığınları arasında faydalı enformasyonun elde edilmesinin yanı sıra verileri bu bilgi keşfi işlemine hazır hale getirme süreci de veri madenciliğinin bir parçasıdır (Savaş vd. 2012: 7):

Şekil.1: Veri Hazırlama Aşaması





Kaynak: (Turban vd., 2011: 90-102)

1.6.Veri Madenciliğinin Karar Vericilere Sağladığı Olanaklar

Kapanoğlu vd. (2019) veri madenciliğinin karar vericiler için sunduğu imkânları aşağıdaki gibi sıralamıştır (Kapanoğlu vd., 2019: 3).

- **Data surfing**: Karar vericilerin verilere göz gezdirmesi
- **Drill-down**: Yalnızca gerekli gördüğünde ayrıntıya inebilmesi
- **Alerts**: Normal olmayan sapmalar hususunda ikaz edilmesi
- **Forecasting**: İtimat edilebilecek öngörülerde bulunabilmesi
- **Olsa-ne olur analizleri:** Senaryo çözümlemeleri yapabilmesi

1.7.Veri Madenciliğinin Kullanıldığı Alanlar

Veri madenciliği pazarlama, finans, görüntü işleme ve tanıma, robot görüş sistemleri, yüzey analizi ve coğrafi bilgi sistemleri, uzay bilimleri, atmosfer bilimleri, fen bilimleri, sağlık bilimi, sosyal bilimler ve davranış bilimleri gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alanlarda çalışırken veri madenciliği yapay zekâ, yapay sinir ağları, bulanık mantık, neuro fuzzy sistemler, bayesian ağları, metasezgisel algoritmalar, karar ağaçları, çoklu regresyon analizi ve zaman serileri analizi gibi

teknikler kullanmaktadır (Karacan, 2010: 17-22). Veri madenciliğinin kullanılmasında sektör farkı gözetilmemekle beraber, geniş veri ambarlarının oluşturulmasına olanak veren, perakende satış, sigortacılık, sağlık gibi alanlarda kullanılması daha yaygındır. Veri madenciliği uygulama alanlarından bazıları ana başlıklar halinde aşağıda listelenmiştir (Silahtaroğlu, 2008: 12-17; Alan, 2008: 165; Westphal, 1998: 1; Akçay, 2014: 45-57):

1.7.1.Sosyal Medya

Sosyal medya alanında veri madenciliği yöntemlerinden; internet gazetelerinde yapılan okuyucu geri dönüşlerinin ve e-ticaret tüketici geri dönüşlerinin değerlendirilmesi ile seçim sonuçlarının tahmin edilmesinde ve seçim kampanyalarının çözümlemelenmesinde yararlanılır.

1.7.2.Perakende / Pazarlama

Bu alanda veri madenciliği yöntemlerinden; müşterilerin satın alma örüntülerinin tespitinde, müşterilerin demografik özellikleri arasında ilişkilendirme kurallarının bulunmasında, pazar sepeti analizinde, müşteri değerlendirmesinde, satışların tahmininde, sahte kredi kartı kullanımının tespitinde, sadık müşterilerin belirlenmesinde ve kredi kartını değiştirme riski olan müşterilerin tahmininde yararlanılır.

1.7.3.Sigortacılık Hizmetleri

Sigortacılık hzimetlerinde veri madenciliği yöntemlerinden; talep analizi yapılmasında, riskli müşterilerin davranış örüntülerinin belirlenmesinde, sahtekarlık tespitinde ve usulsüzlüklerin önlenmesinde yararlanırlır.

1.7.4.Tıp / Sağlık

Bu alanda veri madenciliği yöntemlerinden; ofis ziyaretlerini tahmin etmek için hasta davranışlarının karakterize edilmesinde, farklı hastalıklar için başarılı tıbbi tedavilerin tanımlanmasında, test sonuçlarının tahmininde, ürün geliştirmede, tedavi sürecinin belirlenmesinde, DNA içerisindeki genlerin sıralarının belirlenmesinde, protein analizlerinin yapılmasında, hastalık haritalarının hazırlanmasında, hastalık tanıları ve ön teşhisi ile sağlıkta dolandırıcılık analizlerinin yapılmasında yararlanılır.

1.7.5.İnternet / Yazılım

Bu alanda veri madenciliği yöntemlerinden; sitelerdeki illegal içeriğin otomatik tespitinde, spam maillerin zeki ara birimlerce ayıklanmasında, yapılması planlanan bir yazılım projesinin özelliklerinden hareketle gerekli teknik ihtiyaçların otomatik çıkarımında, çok daha sağlıklı işleyen arama sonuçlarının ve arama motorlarının kurgulanmasında, bir metnin hangi dilde yazıldığının otomatik tespitinde ve şirketler bünyesindeki büyük veri setlerinin gruplanması ve veri madenciliğine uygun hale getirilmesinde yararlanılır.

1.7.6.Bilim

Bu alanda veri madenciliği yöntemlerinden; deneysel veriler üstünde modeller kurarak bilimsel ve teknik problemlerin çözümlenmesinde, gen haritasının analizi ve genetik hastalıkların tespitinde ve kanserli hücrelerin tespitinde yararlanılır.

1.7.7.Elektronik Ticaret

Bu alanda veri madenciliği yöntemleriden; alıcıların memnuniyetinin tetkik edilmesinde, alıcıların fikirlerinin tetkik edilmesinde ve web sayfalarındaki ziyaretlerin tetkik edilmesinde yararlanılır.

1.8.Veri Madenciliği Yöntemleri

Veri madenciliği modelleri, veri madenciliğindeki kullanım amaçlarına göre gruplandırılabilir. Veri madenciliği modelleri, tanımlayıcı ve öngörücü olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Tanımlayıcı bir model, veri tabanındaki verilerin genel özelliklerini karakterize etmekte olup VM'de tanımlayıcı görevleri arasında kümeleme, bağlantı kuralları, sıralı dizi analizi, özetleme, tanımsal istatistik, aykırı değer analizi gibi metotlar bulunmaktadır. Öngörücü model ise, belirli bir değişkenin (hedef değişken) bilinmeyen (genellikle gelecekteki) bir değerinin tahmin edilmesine izin vermektedir. Veri madenciliğinin öngörücü modelleri arasında sınıflandırma ve regresyon gibi metotlar bulunmaktadır (Alagöz vd., 2014: 1-21).

VM modelleri işlevlere göre sınıflandırıldığında, sınıflama ve regresyon modelleri tahmin edici, kümeleme, birliktelik kuralları ve ardışık zamanlı örüntü modelleri tanımlayıcı modeller olarak tanımlanmaktadır. (Albayrak ve Yılmaz, 2009: 31-52).

1.9.Sınıflama ve Regresyon

Özekes ve Çamurcu (2002) sınıflama ve regresyonu, mühim veri sınıflarını ortaya çıkaran ya da gelecek veri eğilimlerini öngören modelleri kuran analiz yöntemleri olarak tanımlayarak ve sınıflamanın kategorik değerleri tahmin ederken, regresyonun süreklilik gösteren değerlerin tahmini için kullanıldığını belirtmişlerdir. Bu konuda, banka kredi uygulamalarının güvenli veya riskli olarak değerlendirilmesi amacıyla kullanılacak bir sınıflama modeli olarak öngörebilmek amacıyla sınıflama modeli olarak geliri ve mesleği verilen potansiyel müşterilerin ürün alırken yapacakları harcamaları öngörebilmek için regresyon modelinin kullanımı örneğini vermişlerdir. Sınıflama ve regresyon modellerinde, Yapay Sinir Ağları, Genetik Algoritmalar, K- En Yakın Komşu, Naive – Bayes Sınıflayıcısı, Lojistik Regresyon ve Karar Ağaçları başlıca kullanılan tekniklerdir(Özekes ve Çamurcu, 2002: 1-17).

1.9.1.Sınıflandırma

Sınıflandırma, önemli veri sınıflarını tanımlayan modelleri çıkaran bir veri analizi biçimidir. Sınıflandırıcılar adı da verilen bu tür modeller, kategorik sınıf etiketlerini öngörerek, sınıflandırma, dolandırıcılık tespiti, hedef pazarlama, performans tahmini, imalat ve tıbbi teşhis gibi birçok sahada uygulanmaktadır (Han ve Kamber, 2006: 153).

Bir nesne, özelliklerini kullanarak sınıflandırılabilir. Her sınıflandırılmış nesneye bir sınıf atanır. Sınıflandırma, bir nesnenin sınıfını belirlemek için bir dizi kural bulma işlemidir (Kumar vd., 2012: 71-77). Sınıflandırma basitçe bir veri kümesi üzerinde tanımlı olan çeşitli sınıflar arasında veriyi dağıtmaktır. Şeker' e (2014) göre sınıflandırma algoritmaları, verilen eğitim kümesinden bu dağılım şeklini öğrenirler ve daha sonra sınıfının belirli olmadığı test verileri geldiğinde doğru bir şekilde sınıflandırmaya çalışırlar (Şeker, 2014: 2).

Sınıflandırma bir öğrenme algoritmasına bağlı olarak uygulanır. Bir diğer deyişle sınıflandırma hangi sınıfa ait olduğu bilinmeyen mevcut verilerin, sınıflarının belirlenmesi işlemidir (Özkan, 2008: 32-39).

Sınıflandırma için kullanılan başarı değerlendirme kriterleri, doğru sınıflandırma, anlaşılabilirlik, ölçeklenebilirlik, kararlılık ve kuralların yapısıdır. Verilerin sınıflandırılması işlemi iki adımdan oluşmaktadır (Han ve Kamber, 2006: 443-535): İlk adım veri tabanında bulunan verilerin nitelikleri incelenerek veri kümelerine uygun bir modelin ortaya konulmasıdır. Veri tabanında bulunan verilerin bir kısmı rassal olarak seçilerek eğitim verileri olarak kullanılır. Geri kalan veriler de test verileri olarak kullanılır. Belirlenen eğitim verileri üzerinden bir algoritma uygulanarak sınıflama modeli elde edilir. İkinci adım söz konusu kuralların test verilerine uygulanarak sınanmasıdır. Test sonucunda elde edilen modelin doğruluğu kabul edilecek olursa, model diğer veriler üzerinde uygulanır.

1.9.2.Regresyon Analizi (RA)

Regresyon analizi, bağımlı bir değişkenin, bir veya birden fazla bağımsız değişkenle kurduğu ilişkinin bir fonksiyon biçiminde yazılması ve bu fonksiyon yardımıyla bağımlı değişkenin alabileceği değerlerin tahmin edilmeye çalışılmasıdır. Sınıflama ve Regresyon modelleri arasındaki temel fark, tahmin edilen bağımlı değişkenin kategorik veya süreklilik gösteren bir değere sahip olmasıdır. Tahmin edilecek alan, eğer sayısal (sürekli) bir değişken ise bu bir regresyon problemidir. Kategorik bir değişken ise sınıflama problemidir (Fayyad vd., 1997: 104).

RA gözlenen olay değerlendirilirken hangi olaylardan etkilenildiğini belirlemek esastır. RA herhangi bir değişkenin, bir veya daha fazla farklı değişkenler arasındaki ilişkinin matematiksel olarak ifade edilmesidir (Silahtaroğlu, 2008: 63-63). Regresyonda amaç, girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkiyi kurmada en doğru tahmini yapabilecek modeli oluşturmaktır.

Regresyon analizinde sonuç "*bağımlı değişken*", girdiler ise "*bağımsız değişken*" olarak adlandırılmaktadır. Regresyon analizi yapılırken modelde yer alan değişkenler bir bağımlı değişken ile bir veya birden çok bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmaktadır. Değişkenler sayılabilir veya ölçülebilir nitelikte olmaktadır (Argüden ve Erşahin, 2008: 50). Tek değişkenli modeller "*basit doğrusal regresyon*", birden fazla bağımsız değişkenli modeller "*çoklu regresyon modeli*" olarak ifade edilmektedir. Aynı zamanda oluşturulan denklemin türüne göre de regresyon analizi doğrusal regresyon ve doğrusal olmayan regresyon olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Silahtaroğlu, 2008: 33-58).

Gerçek hayattaki problemlerin neredeyse hepsinde doğru tahmine ulaşabilmek için birden fazla girdiden faydalanmak gerekmektedir. Önemli olan konu girdilerin tahminin doğruluğuna yaptıkları katkıdır. Kimi zaman sonuca katkısı kısıtlı olan girdileri modelden çıkarmak, modelin etkinliğini artırmak adına gerekli hale gelmektedir. Regresyon analizi birçok alanda kullanılmaktadır. Finansal tahminler, müşterinin yarattığı değer, fiyat değerlendirmeleri, ilaç reaksiyonları gibi birçok farklı problemin çözümünde regresyon analizinden yararlanılabilmektedir (Argüden ve Erşahin, 2008: 38).

Bir bağımlı değişkenin birden fazla bağımsız değişkenle ilişkilendirildiği regresyon modelleri de vardır. Çoklu regresyon adı verilen bu modelde amaç, bir bağımlı değişkenin değişiminin -birden çok bağımsız değişkenler vasıtasıyla- elden geldiğince büyük bir bölümünü açıklayacak bir model kurmaktır (Newbold, 2000; 535).

1.9.2.1.Doğrusal Regresyon

Doğrusal regresyon tekli ve çoklu regresyon olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Tekli regresyonda birbiri ile ilişkili olduğu kabul edilen bir tane bağımlı (y), bir tane de bağımsız (x) değişkeni vardır. Bu iki değişken gözlenebilen değişkenlerdir. Bu doğrusal ilişki,

$$Y= \beta_0 + \beta_1 x+\varepsilon \quad (1)$$

olarak tanımlanır. Burada β_0 kesişim noktası (intercept – x değişkeni sıfır değeri aldığında y değişkeninin aldığı değer), β_1 katsayısı (coefficient – doğrunun eğimi) ve ε hatayı temsil eden rassal değişkenlerdir (Weisberg, 2005: 1). Meydana getirilen modelin veri setindeki veriyi en iyi şekilde temsil edebilmesi için bilinmeyen β_0 ve $\beta_1$parametrelerinin tüm değerleri içerisinden tüm değerlerimiz için en az hataya sebep olacak en optimal değerler bulunmalıdır. Bu optimizasyon problemi için bir çok metot bulunmaktadır ancak en yaygın olanı en küçük kareler yöntemidir. Bu metot da hata minimum tutulmaya çalışılır (Gamgam ve Altunkaynak, 2015: 18).

1.9.2.2.Çoklu Lineer Regresyon (ÇDR)

Birçok alanında herhangi bir bağımlı değişkeni tek bağımsız değişkenle açıklamak mümkün değildir. Bir bağımlı değişkeni etkileyen iki veya daha fazla bağımsız değişken bulunduğu, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerini doğrusal bir modelle açıklanmaya çalışıldığı ve bu bağımsız değişkenlerin etki düzeylerini belirlemek için yararlanılan yönteme ÇDR denir (Özdamar 2004: 187).

ÇDR' da iki temel amaç bulunduğu söylenebilir.

1. Bağımlı değişkenin bağımsız değişkenlerden hangisi ya da hangilerinin değişiminden daha çok etkilediğini bulmak.

2. Bağımlı değişkeni etkilediği belirlenen bağımsız değişkenler yardımıyla bağımlı değişken değerini tahmin edebilmek (Alpar, 2003: 411);

Çoklu lineer regresyon modeli;

$$Y= \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots.. + \beta_n x_{n+} \varepsilon \quad (2)$$

şeklinde gösterilebilir. Her iki doğrusal regresyon modeli için en küçük kareler yöntemi kullanılabilir.

1.9.2.3.Lojistik Regresyon

Coşkun vd. (2004) lojistik regresyonu, bağımlı değişkenin öngörü değerlerini olasılık olarak hesaplayarak sınıflama yapma olanağı veren istatistiksel bir yöntem olarak tanımlamıştır. Lojistik regresyon analizinin hedefi, istatistikte kullanılan diğer model yapılandırma teknikleri ile aynı olup bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi en az değişkeni kullanarak en iyi uyuma sahip olacak şekilde tanımlayabilen bir model kurmaktır (Çoşkun, 2004: 41-50).

Bircan (2004) günümüzde biyoloji, tıp, ekonomi, tarım ve veterinerlik ve taşıma sahalarında sıklıkla lojistik regresyon modellerinin kullanıldığını, bu sebeple katsayı tahmin yöntemlerinin geliştirildiğini ve lojistik regresyon modellerinin daha ayrıntılı tetkik edildiğini belirtmiştir (Bircan, 2004: 185-208). Lojistik regresyon analizini diğer regresyon tekniklerinden farklı kılan özelliği, bağımlı değişkenin kategorik olmasıdır (Tabachnick ve Fidell, 2001: 437). Lojistik regresyonu üstün kılan bir diğer özellik ise, normallik, varyans-kovaryans matrislerinin eşitliği, doğrusallık gibi varsayımların sağlanmadığı durumlarda da kullanılabilmesidir (Kalaycı, 2010: 273).

1.9.3.Yapay Sinir Ağları (YSA)

YSA biyolojik sinir sisteminin çalışma prensibi model alınarak tasarlanan bir problem çözme stratejisidir. En genel anlamda birçok yapay işlem elemanının (nöron) birbirlerine değişik etki seviyeleri ile bağlanması sonucu oluşan bir bilgi işlem mekanizmasıdır. Yapay sinir ağlarının temeli, 1940'larda insan beyninin matematiksel olarak modelleme çalışmaları ile başlamıştır. 1980'lerde yapılan çalışmalar ile hız kazanarak disipline bir şekil almıştır (Yegnanarayana, 2006: 22).

1.9.3.1.Biyolojik Sinir Hücresi

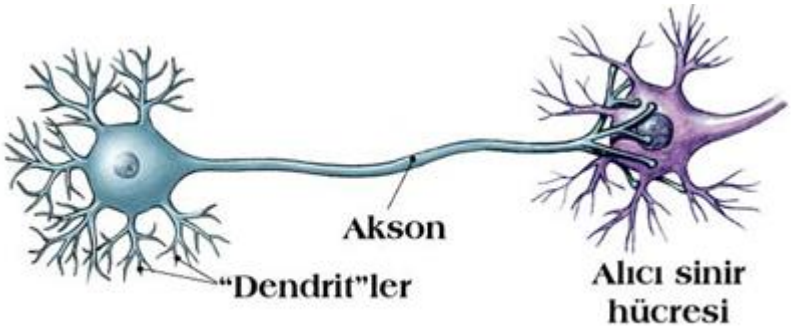
Biyolojik sinir sistemi, merkezinde devamlı biçimde bilgiyi alan, yorumlayan ve uygun bir karar ortaya çıkaran beynin (merkezi sinir ağı) bulunduğu üç katmanlı bir yapı şeklinde açıklanabilmektedir (https://ekblc.files.wordpress.com/2013/09/ysa.pdf, Erişim Tarihi: 12.01.2020).

Şekil 2: Biyolojik Sinir Sistemi

Kaynak: (https://ekblc.files.wordpress.com/2013/09/ysa.pdf, Erişim Tarihi: 12.01.2020)

Alıcı sinirler organizmada dâhili ya da harici ortamda aldıkları uyarıları, beyine bilgi aktaran elektriksel sinyallere dönüştürür. Tepki sinirleri ise, beynin ürettiği elektriksel darbeleri organizma çıktısı şeklinde uygun tepkilere dönüştürür. Merkezi sinir ağında bilgiler, alıcı ve tepki sinirlerinde ileri ve geri besleme yönünde analiz ederek uygun tepkiler meydana getirir. Bu şekilde biyolojik sinir sistemi, kapalı çevrim denetim sisteminin özelliklerini barındırır ((https://ekblc.files.wordpress.com/2013/09/ysa.pdf, Erişim Tarihi: 12.01.2020)).

Şekil 3: Biyolojik Sinir Hücresi



Kaynak: (https://sametgurgen.com/yapay-sinir-aglari/, Erişim Tarihi: 21.03.2020)

Merkezi sinir sisteminin ana işlem faktörü, sinir hücresidir ve insan beyninde yaklaşık 10 milyar sinir hücresi şeklinde öngörülmektedir. Sinir hücresi; hücre gövdesi, dendriteler ve aksonlar olmak üzere 3 faktörden oluşmaktadır. Dendriteler, diğer hücrelerden edindiği bilgileri hücre gövdesine bir ağaç yapısı biçiminde ince yollarla aktarır. Aksonlar ise elektriksel darbeler biçimindeki bilgiyi hücreden dışarı aktaran daha uzun bir yol şeklinde açıklanmaktadır. Aksonların bitimi, ince yollara dönüşebilir ve bu yollar, diğer hücreler için dendritleri meydana getirir ((https://ekblc.files.wordpress.com/2013/09/ysa.pdf, Erişim Tarihi: 12.01.2020)).

1.9.3.2.Yapay Sinir Hücresi

Fausett (1994) Yapay Sinir Ağlarının çalışma prensibini, YSA'nın genel yapısına göre aşağıdaki gibi özetlemiştir (Fauset, 1994: 11-20).

-Bir yapay sinir ağları modeli, girdi katmanı, çıktı katmanı ve katman sayısı birden çok olması olası olan gizli katmandan oluşur.

-Her katmanda nöronlar bulunduğunu, girdi katmanında, kullanılan değişken sayısı kadar çıktı katmanında da kullanılan çıktı sayısı kadar nöron bulunurken gizli katmanda bulunması gereken nöron sayısına ilişkin bir ilke yoktur.

-Nöronlar girdi değeri olarak kendinden önceki katmandaki nöronların çıktı değerlerini kullanmaktadır.

-Ara katmanda ve çıktı katmanında bulunan nöronlar belirli bir aktivasyon fonksiyonuna göre kendisine gelen sinyalleri işlemekte ve varsa bir sonraki katmana iletmektedir.

-Yapay sinir ağları modeli ara katmanında ve çıktı katmanında yeterli miktarda nöron bulunması durumunda her çeşit doğrusal olmayan fonksiyonu modelleyebilmektedir.

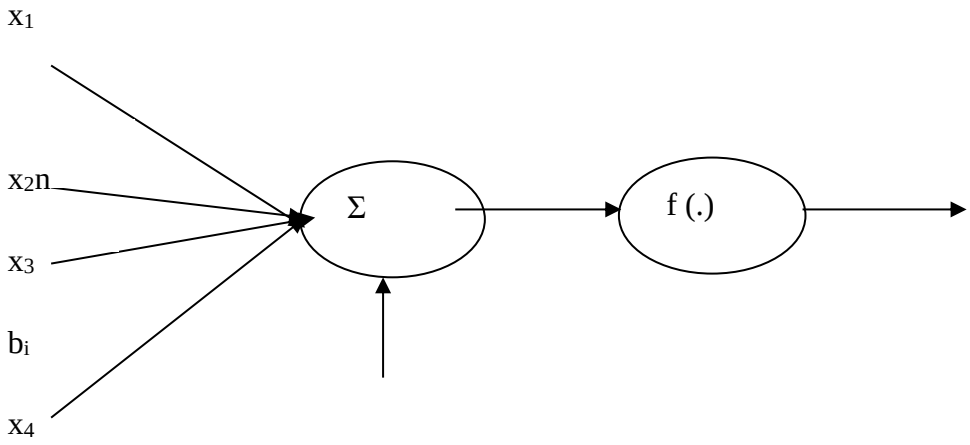
Sinir hücreleri aldıkları bilgileri aksonlar aracılığıyla diğer hücrelere gönderirler. Sinir hücreleri etkileşimde olduğu diğer sinir hücrelerinden uyarıları alır, hücre gövdesine taşır ve gelen bilgileri toplam fonksiyonu ile toplar. Aktivasyon fonksiyonundan geçirilmesi ile hücre içi aktivasyonun (kararlılık) bozulmasıyla kimyasal süreç başlar. Süreç sonunca oluşan çıktı ağ üzerindeki bağlantılar üzerinden sonrakine gönderilir. Toplama ve aktivasyon fonksiyonları farklı çeşitlerdedir. Yapay sinir ağlarını arasındaki bağlantıların değerlerine ağırlık değerleri denmektedir (Öztemel, 2003: 49).

Ağda bulunan her bir birim önceki düğümden gelen girdi değerini alır, bu değerle ağırlıklı toplamlarını hesaplar. Girdi verileri bağlantı ağırlıkları ile çarpılarak ağ üzerinde bir sonraki hücreye ilerler. Sistemin başlangıç noktasında kilitlenmemesi için ağırlıklar başlangıçta rastgele seçilir (Baxter, 2001: 22).

Yapay bir nöron, biyolojik nöronların bir modeli olarak algılanan sinirsel bir işlevdir. Yapay nöronlar yapay sinir ağındaki temel birimlerdir. Yapay nöron, bir veya daha fazla girdiyi (nöral dendritlerde eksitatör postsinaptik potansiyelleri ve inhibitör postsinaptik potansiyelleri temsil eder) alır ve bunları bir çıktı (veya aksonu boyunca iletilen bir nöronun eylem potansiyelini temsil eden aktivasyon) üretmeye ayırır.

Biyolojik sinir hücresinin girdi, işlem ve çıktı karakteristiğini gerçeklemek üzere oluşturulmuş bir yapay sinir hücresi şekilde yer almaktadır. Şekil 3’ de görüldüğü üzere yapay sinir hücresi altı birimden meydana gelmektedir. Bunlar girişler (xi), ağırlıklar (ωi), esikler (bi), toplam fonksiyonları (Σ), aktivasyon fonksiyonu (f) ve çıkış değeri (y)’dir.

Şekil 3: Yapay Sinir Hücresi



Kaynak: (Bolat vd., 2004: 215)

Bu hücrelerin paralel bağlanmasıyla katmanlar, katmanların seri bağlanmasıyla çok katmanlı yapay sinir ağları meydana gelir (Bolat vd., 2004: 215).

1.9.3.3.Yapay Sinir Ağları

Adriaans ve Zanting 1950'li yıllarda bilgisayarlar matematikçiler tarafından sayma işlemleri için kullanılırken, 1960'larda bilgisayarların şimdilerde yapay sinir ağları olarak adlandırılan basit öğrenmenin yapabileceği fikrinin ortaya atıldığını belirtmişlerdir (Taş, 2018: 3).

Gönül vd. (2015) yapay sinir ağları sürecini aşağıdaki gibi özetlemişlerdir. 20. yy'ın başlarında başlayan yapay sinir ağı çalışmaları 21. yy'da da devam etmektedir. 1943'te ilk yapay sinir ağı modeli sinir doktoru olan Warren McCulloch ile matematikçi olan Walter Pitts tarafından gerçekleştirilmiştir. İlk yapay sinir ağı modelini elektrik devreleriyle basit bir sinir ağı modellemesini olarak insan beyninin hesaplama yeteneğinden esinlenerek gerçekleştirmişlerdir. Hebb 1949'da öğrenme ile ilgili temel teoriyi "Organization of Behavior" isimli yapıtında incelemiştir. 1957 yılında Frank Rosenblatt'ın Perceptron'u geliştirmesi yapay sinir ağları hakkındaki çalışmaları hızlandırmıştır. 1959'da YSA'nın mühendislik uygulamaları için başlangıç olarak görülen gerçek dünya problemlerine uygulanan ilk YSA olan ADALINE (Adaptive Linear Neuron) modeliBernand Widrow ve Marcian Hoff tarafından

geliştirilmiştir. 1980'li yıllara doğru şekil ve örüntü tanıma amaçlı NEOCOGNITRON, Fukushima tarafından geliştirilmiştir. 1982- 1984 yıllarında Hopfield tarafından yayınlanan çalışmalar, YSA'nın genelleştirilebileceği ve çözümü zor problemlere çözüm üretebileceğini göstermiştir. Bu çalışmaların neticesinde Hinton vd. tarafından Boltzman Makinesi geliştirilmiştir. Broomhead ve Lowe'ın 1988 yılında geliştirmiş oldukları radyal tabanlı fonksiyonlar modeli (Radial Basis Functions - RBF) ile özellikle filtreleme konusunda başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Daha sonra Spect tarafından bu ağların daha gelişmiş modeli olan probabilistik ağlar (Probabilistic Networks - PNN) ve Genel Regresyon Ağları (General Regression Networks - GRNN) geliştirilmiştir. Bu tarihten günümüze kadar yapay sinir ağları ile ilgili sayısız önemli çalışma ve uygulamalar yapılmıştır (Gönül vd., 2005: 104-111) .

Yapay Sinir Ağı (YSA), insan beyninin çalışma prensiplerinden yola çıkılarak geliştirilmiştir. Küçüksille (2009) YSA'nın hepsi kendi hafızasına sahip, ağırlıklı bağlantılar denilen tek yönlü iletişim kanalları vasıtası ile birbirleriyle haberleşen birçok işlem elemanından oluştuğunu belirtmiştir. YSA'lar gerçek ilişkileri tanıyabilir, sınıflandırma, kestirim ve işlev uydurma gibi görevleri yerine getirebilirler (Küçüksille, 2009: 40). Çetinyokuş'a göre (2008) yapay sinir ağları öğrenme kabiliyetine sahip, gelişmiş matematiksel yapıların hesaplanmasını içeren bir yaklaşımdır. Bu metot sinir sisteminin öğrenmesini model alan akademik araştırmaların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Sinir ağları kompleks ve zor anlaşılır yapılardan anlam türetme becerisine sahip, dikkate değer kabiliyettedir (Çetinyokuş: 2008: 18).

1980'lerden sonra yaygınlaşan yapay sinir ağlarında (*artificial neural networks*) amaç fonksiyonu birbirine bağlı basit işlemci ünitelerinden oluşan bir ağ üzerine dağıtılmıştır (Bishop, 1996). Yapay sinir ağlarında kullanılan öğrenme algoritmaları veriden üniteler arasındaki bağlantı ağırlıklarını hesaplar. YSA istatistiksel yöntemler gibi veri hakkında parametrik bir model varsaymaz. Bir diğer ifade ile uygulama alanı daha geniştir, bellek tabanlı yöntemler kadar yüksek işlem ve bellek gerektirmez.

Haykin, (2009) YSA'yı eğitimle elde edilen bilgileri saklayan ve kullanabilen basit işlem birimlerinden oluşan paralel bir dağıtık işlemci olarak tanımlamıştır (Haykin, 2009: 2). Huang vd. (2008) göre YSA veri setindeki örüntüleri ortaya çıkarabilmekte ve başarılı bir şekilde genelleştirebilmekte ve girdi ve çıktı arasında bağlantıların sahip olduğu ağırlık değerlerini ve eşik değerlerini değiştirmek suretiyle, ilişkileri ortaya çıkarabilmektedir (Huang, 2008: 2870- 2878).

Palit ve Popovic (2005) yapay sinir ağlarının sinyal işleme, özellik çıkarımı (*feature extraction*), sınıflandırma, örüntü keşfi (*pattern recognition*), zaman serilerinin tahmini gibi çeşitli alanda kullanıldığını belirtmiştir (Palit ve Popovic, 2005: 80). Armano vd. (2005) yapay sinir ağlarını doğrusal olmayan zaman serilerini modelleyebildikleri, gürültülü veri setlerini analiz edebildiği ve farklı çeşitlerde veri setini kullanması sebebiyle zaman serileri öngörülerinde de başarılıyla uygulandığını belirtmişlerdir (Armano vd., 2005: 3-33). Haykin (2009) yapay sinir ağlarının avantajlarını doğrusal olmamak, girdi-çıktı haritalama ve uyum sağlanabilirlik olarak sıralamıştır (Haykin, 2009: 1-4). Yapay sinir ağı; insan beyninin sinir hücrelerinden oluşmuş katmanlı yapısının tüm fonksiyonlarıyla beraber elektronik ortamda gerçeklenmeye çalışılan modellenmesidir (https://docplayer.biz.tr/3314169-Ileri-algoritma-analizi-5-yapay-sinir-aglari.html, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

1.9.3.4.Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Algoritmaları

Yapay sinir ağları verilerin girdilere göre çıktı üretmesi yoluyla öğrenebilmektedir. Yapay sinir ağları kullanıkları öğrenme algoritmaları, klasik bilgisayar algoritmalarından farklı olarak insan beyninin sezgisel gücünü içinde barındırırlar (Warner ve Misra, 1996: 284-293). Danışmanlı, danışmansız ve takviyeli öğrenme olmak üzere 3 çeşit öğrenme algoritması vardır. Bu algoritmalar aşağıda detaylandırılmıştır.

1.9.3.4.1.Danışmanlı Öğrenme

Yapay sinir ağları yalnızca matematiksel giriş verileri ile çalışmaktadır. Veri bilimci veri analizi yapmak için eldeki bilgileri ölçeklendirilerek sayısal verilere dönüştürülmek suretiyle giriş yapabilir. Yapay siniri ağında oluşan çıktılar ile olası beklenen çıkış arasındaki hata hesaplanarak doğru ağırlıklar bu paya göre tekrar hesaplanır. Daha sonra teker teker tüm ağırlıklar güncellenir (Elmas, 2016: 96-149).

Pratik makine öğreniminin çoğunluğu danışmanlı öğrenmeyi kullanır. Danışmanlı öğrenme, giriş değişkenleri (X) ve bir çıkış değişkeni (Y) bulundurmaktadır ve eşleme işlevini girişten çıktıya öğrenmek için bir algoritma kullanır. Aşağıda fonksiyon gösterimine yer verilmiştir:

$$Y = f(X) \quad (3)$$

Burada amaç, eşleme fonksiyonunu yaklaşık olarak tahmin etmektir ki, yeni giriş verisi (X) olduğunda, bu veriler için çıkış değişkenlerini (Y) tahmin edebilmektedir. Bu öğrenme danışmanlı (denetimli) öğrenme olarak adlandırılır çünkü eğitim veri kümesinden bir algoritma öğrenme süreci, öğrenme sürecini denetleyen bir öğretmen olarak düşünülebilir. Algoritma kabul edilebilir bir performans seviyesine ulaştığında öğrenme durur (https://machinelearningmastery.com/a-tour-of-machine-learning-algorithms/, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

Danışmanlı öğrenmede, yapay sinir ağı kullanılmadan önce eğitilmelidir. Eğitme işlemi, sinir ağına giriş ve çıkış bilgileri sunmaktan oluşur. Bu bilgiler genellikle eğitme kümesi olarak tanımlanır. Yani, her bir giriş kümesi için çıkış kümesi ağa sağlanmalıdır (Elmas, 2003: 96-149)

Denetimli makine öğrenimi algoritmalarının bazı popüler örnekleri şunlardır:

- Regresyon problemleri için doğrusal regresyon.
- Sınıflandırma ve regresyon problemleri için rastgele orman.
- Sınıflandırma problemleri için vektör makineleri desteği.

1.9.3.4.2.Danışmansız Öğrenme

İlk kez Kohonen tarafından 1984 yılında araştırılan ve uygulanan danışmansız öğrenme biyolojik sistemlerden etkilenerek geliştirilmiştir. Sinirler öğrenim yapmak doğrultusunda ölçülerini güncellemek için uğraşırlar. Danışmansız öğrenmede yapay sinir ağı, girilen veriler ile işlemine devam etmektedir. Yani ağa örnek giriş değerleri verilmektedir. Ağ kendisini sınıflandıracak şekilde kendine özgü kıstaslar oluşturur. Oluşan son durumda ağırlıkları sınıflandırarak öğrenme işlemi sonlandırılır (https://docplayer.biz.tr/3314169-Ileri-algoritma-analizi-5-yapay-sinir-aglari.html, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

Danışmansız (Denetimsiz) öğrenme, yalnızca giriş verisine (X) ve karşılık gelen çıktı değişkenlerine sahip olunmadığı durumu ifade etmektedir. Denetimsiz öğrenmenin amacı, verilerle ilgili daha fazla bilgi edinmek için verilerdeki temel yapıyı veya dağılımı modellemektir. Bunlara denetimsiz öğrenme denir, çünkü yukarıdaki denetlenen öğrenmeden farklı olarak doğru cevap yoktur ve öğretmen yoktur. Algoritmalar, verilerdeki ilginç yapıyı keşfetmek ve sunmak için kendi planlarına bırakılmıştır (https://machinelearningmastery.com/a-tour-of-machine-learning-algorithms/, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

Denetimsiz öğrenim algoritmalarının bazı popüler örnekleri şunlardır:

- K-kümeleme problemleri için araçlar.
- İlişkilendirme kuralı öğrenme problemleri için Apriori algoritması.

1.9.3.4.3.Takviyeli Öğrenme

Takviyeli öğrenme (Reinforcement Learning - RL), davranışçı psikolojiden esinlenen, kümülatif ödül kavramını en üst düzeye çıkaracak şekilde yazılım ajanlarının bir ortamda nasıl harekete geçmeleri gerektiği ile ilgili bir makine öğrenim alanıdır. Sorun, genelliği nedeniyle, oyun teorisi, kontrol teorisi, yöneylem araştırması, bilgi teorisi, simülasyon temelli optimizasyon, çok ajanlı sistemler, sürü zekası,

istatistik ve genetik algoritmalar gibi diğer birçok disiplinde incelenmektedir. Operasyon araştırma ve kontrol literatüründe, takviyeli öğrenmeye yaklaşık dinamik programlama veya nöro dinamik programlama denir. Takviyeli öğrenmeye ilginin sorunları, optimal çözümün varlığı ve karakterizasyonu ile ilgili olan optimal kontrol teorisinde ve kesin hesaplamaları için algoritmalar ve özellikle de yokluğunda öğrenme veya yakınlaştırma ile daha az çalışılmıştır. Ekonomide ve oyun teorisinde, takviyeli öğrenme, sınırlı rasyonalite altında dengenin nasıl ortaya çıkabileceğini açıklamak için kullanılabilmektedir (Sutton, 1996: 1038).

Makine öğrenmesinde, bu bağlamda pek çok pekiştirme öğrenme algoritması dinamik programlama teknikleri kullandığından, çevre genellikle bir Markov karar süreci (MDP) olarak formüle edilir. Klasik dinamik programlama yöntemleri ve pekiştirme öğrenme algoritmaları arasındaki temel fark, ikincisinin MDP'nin tam bir matematiksel modelini bilmediği ve tam yöntemlerin mümkün olmadığı yerlerde büyük MDP'leri hedef almalarıdır (https://medium.com/machine-learning-bites/machinelearning-reinforcement-learning-markov-decision-processes-431762c7515b, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

1.9.3.5.Katmanlara Göre Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları katman sayılarına göre tek katmanlı ve çok katmanlı olarak 2'ye ayrılır.

1.9.3.5.1.Tek Katmanlı Ağlar (Perceptron)

Tek katmanlı ağlarda (TKA) yalnızca girdi ve çıktı katmanları vardır. Tüm ağların teker teker bir ya da birden fazla girdisi ve çıktısı vardır. Çıktı elemanları tüm girdi elemanlarına bağlanmaktadır. Her bağlantının bir ağırlığı vardır. Tek katmanlı ağlarda çıktı fonksiyonu doğrusal bir fonksiyondur. Ağın çıktısı ağırlıklandırılmış girdi değerlerinin eşik değeri ile toplanması sonucu bulunur. Bu girdi değeri bir aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek ağın çıktısı hesaplanır (Öztemel, 2003: 15-18).

1.9.3.5.2.Çok Katmanlı Ağlar (Multi-Layer Perceptron)

Çok katmanlı algılayıcı verileri alan nöronların bulunduğu girdi sonuçları dışarı aktaran çıktı ve bunların arasında yer alan gizli katman ya da katmanlardan oluşmaktadır. Girdi katmanı dışarıdan gelen bilgileri alarak gizli katmana göndermektedir. Girdi katmanındaki her bir proses elemanı, gizli katmandaki proses elemanlarının tümüne bağlıdır. Gizli katman girdi katmanından gelen bilgileri işleyerek bir sonraki katmana göndermektedir. Çok katmanlı algılayıcıda birden fazla gizli katman bulunması mümkündür (Öztemel, 2012: 52).

1.9.3.6.Mimari Yapılarına Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları mimari yapılarına göre ileri beslemeli yapay sinir ağları ve geri beslemeli yapar sinir ağları olarak 2'ye ayrılmaktadır.

1.9.3.6.1.İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları

İleri beslemeli yapay sinir ağlarında, işlemci elemanlar genellikle katmanlara ayrılmıştır ve bir katmandaki hücrelerin çıktıları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden girdi olarak verilir. İleri beslemeli yapay sinir ağlarında katmanlar ileri yöndedir, tersine bir yönelme yoktur. Her bir katmandaki hücreler sadece bir önceki katmanın hücrelerince beslenir (Karlık, 2003: 181-189).

1.9.3.6.2.Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları

Geri beslemeli yapay sinir ağları, çıktı ve ara katmanlardaki çıktıların, girdi birimlerine veya önceki ara katmanlara geri beslendiği bir ağ yapısıdır. Böylece girdiler hem ileri yönde hem de geri yönde aktarılmış olur. Geri beslemeli yapay sinir ağlarının dinamik hafızaları vardır ve bir andaki çıktı hem o andaki hem de önceki

girdileri yansıtır. Bu ağlar çeşitli tipteki problemlerin tahmininde oldukça başarılıdır (Uygunoğlu ve Yurtcu, 2006: 61-70).

1.9.4.Yapay Sinir Ağlarının Avantajları ve Dezavantajları

Fakı (2015) yapay sinir ağlarının avantajlarını ve dezavantajlarını aşağıdaki gibi özetlemiştir (Fakı, 2015: 77);

1.9.4.1.Avantajları

- Makine öğrenmesini gerçekleştirebilmektedir.
- Geleneksel programlamalardan farklı bilgi işleme yöntemlerine sahiptirler.
- Bilgiler, ağın tamamında saklanmaktadır.
- Makine öğrenmesi gerçekleştirilirken örnekler kullanırlar ve daha önce görülmemiş örnekler ile ilgili bilgi üretebilirler.
- Algılamaya yönelik işlemlerde kullanılır.
- Örüntü (pattern) ilişkilendirme, tamamlama ve sınıflandırma yapabilirler.
- Kendi kendine öğrenebilme ve organize etme yeteneğine sahiptirler.
- Eksik veriler ile çalışabilirler.
- Hatalara karşı toleranslıdırlar.
- Dereceli bozulma (Graceful degradation) gösterirler.

1.9.4.2.Dezavantajları

- Ağın davranışları açıklanamamaktadır.

- Uygun ağ yapısı belirlenirken ve ağın parametre değerleri seçilirken belirli bir kural bulunmamaktadır.

- Öğrenilecek olan problemin ağa gösterimi ciddi bir problem olup, donanıma bağımlıdır.

- Ağın eğitiminin bitirilme zamanına ilişkin belli bir yöntem bulunmamaktadır (Gönül vd., 2015: 104-11).

- Kullanımı uzmanlık gerektirmektedir.

1.9.5.Genetik Algoritmalar (GA)

GA'nın ana prensipleri 60'larda John Holland'ın Michigan Üniversitesi'nde öğrencileriyle yaptığı çalışmalara dayanmakta olup 70'li yıllarda onun çalışmaları meslektaşları tarafından geliştirilmiştir. Evrim stratejileri ve evrimsel programlamanın tersine, Holland'ın özgün amacı belirli sorunları çözmek için algoritmalar tasarlamak değil, doğada olduğu gibi adaptasyon olgusunu incelemek ve doğal adaptasyon mekanizmalarının bilgisayar sistemlerine aktarılacağı yollar geliştirmekti (Melanie, 1999: 162). Çetinyokuş (2008) Holland'ın GA, bilgisayara anlayamadığı çözüm yöntemlerini evrim süreci kullanılarak öğretilebileceğini düşünerek bulduğunu belirtmiştir (Çetinyokuş, 2008: 130).

Emel ve Taşkın (2002) GA kromozom denilen ikili bit dizisiyle birlikte bir çözüm uzayındaki tüm noktaları kodladığını, tüm noktaların bir uygunluk değeri bulunduğunu, genetik algoritmaların bir popülasyon olarak, tek noktayı değil, noktalar kümesini sakladığını, tüm kuşaklarda, genetik algoritma, çaprazlama ve mutasyon gibi genetik operatörleri kullanarak yeni bir popülasyon oluşturduğunu, birkaç kuşak sonunda, popülasyonun daha iyi uygunluk değerine sahip üyeleri içerdiğini belirtmişlerdir. Bunu, Darwin'in rastsal mutasyona ve doğal tercihe dayanan evrim modellerine benzetmişlerdir.

GA parametre ve sistem tanılama, kontrol sistemleri, robot uygulamaları, görüntü ve ses tanıma, mühendislik tasarımları, planlama, yapay zeka uygulamaları, uzman sistemler, fonksiyon ve kombinasyonel eniyileme problemleri ağ tasarım problemleri, yol bulma problemleri, sosyal ve ekonomik planlama problemleri için diğer eniyileme yöntemlerinin yanında başarılı sonuçlar vermektedir (Beasley vd., 1993: 170-181). Genetik algoritmalar biyolojideki evrimsel süreci taklit ettiklerinden dolayı benzer temel kavramlara sahiptir. Bunlar gen, kromozom ve popülasyondur (Michalewicz, 1992: 340).

1.9.6.Destek Vektör Makineleri

Destek vektör makineler veri madenciliğinde kullanılan sınıflama yöntemlerindendir. Bu yöntem sınıflandırmayı doğrusal olan ya da doğrusal olmayan bir fonksiyon yardımıyla yerine getirir. Destek vektör makinesi yöntemi, veriyi birbirinden ayırmak için en uygun fonksiyonun tahmin edilmesi esasına dayanır. Daha çok makine öğrenmesi yöntemleri arasında yer alan bu yöntem günümüzde veri madenciliği alanında da tercih edilmeye başlamıştır (Özkan, 2008: 16-185).

Cortes ve Vapnik tarafından temelleri geliştirilen Destek Vektör Makineleri (DVM), istatistiksel öğrenme teorisine dayalı bir eğitimli sınıflandırma tekniğidir (Vapnik ve Cortes, 1995: 273-297). DVM, dağılımıyla ilgili hiçbir bilgi hipotezi bulunmayan eğitim veri setlerinden öğrendikleriyle, yeni veriler hakkında genelleştirme ve tahmin yapmaya çalışan bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Eğitim setlerindeki girdi değişkenleri ve çıktılar eşlenir. Eşler aracılığıyla, farklı sınıflara ait verileri birbirinden ayıracak karar fonksiyonları elde edilir (http://www.ninova.itu.edu.tr/tr/dersler/bilisim-enstitusu/195/bbl606/ekkaynaklar?g8396, Erişim Tarihi: 21.03.2020). Karar fonksiyonu ile yeni veri girdi değişkenleri sınıflandırılır.

Vapnik'e (1995) göre DVM, sınıflandırma ve regresyon problemlerinin çözümü için ortaya atılan istatistiksel öğrenme teorisi ve yapısal riski minimuma indirme ilkesine dayanan, bir öğrenme metodudur. DVM'nin dayandığı teori, 1960'lar

da başlayıp 1970'ler de gelişen, Vladimir Vapnik ve Alexey Chervonenkis tarafından gerçekleştirilen başarılı bir çalışmanın ürünüdür. Fakat, ilk başarılı uygulamaları 1990'lar da gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamaların ardından matematikçilerin ve yapay zekâ (Artificial Intelligence - AI) bilim adamlarının ilgisini çekmiştir. (Karagülle, 2008: 17).

DVM, herhangi bir sınıflandırma ya da regresyon problemini, bir karesel programlama problemine dönüştürerek yerel çözümlere takılmadan çözerler. Yerel çözümlere takılmama özelliği, DVM'nin diğer tekniklere göre sahip olduğu avantajlardan biridir. Ayrıca DVM, oldukça yüksek genelleme yapabilme yeteneğine sahiptir (Eray, 2008: 44). Genelleştirebilme özelliği DVM'yi diğer tekniklere göre (YSA, karar ağacı vs.) iyi bir alternatif yapmaktadır. Destek vektörü öğrenme, basit fikirler üzerine kurulma ve pratik uygulamalarda yüksek performans göstermesi bakımından oldukça kullanışlıdır. DVM'lerde kullanılacak örnek sayısı önemli değildir. DVM eğitim esnasında görülmemiş verileri de sorunsuz olarak sınıflandırır (Karagülle, 2008: 17).

Son zamanlarda ise örüntü tanıma, yüz bulma ve tanıma, veri madenciliği, dil yapısını inceleyen mantıksal programlamalarda, uçak alt basınç profillerinin modellenmesi, biyoloji ve diğer bioinformatik uygulamalarda, gen analizlerinde ve proteinlerin sınıflandırılmasında DVM kullanılmaya başlanmıştır (Karagülle, 2008: 17). DVM'nin uygulama alanlarına örnek olarak, el yazısı tanıma, yüz tanıma, 3-boyutlu nesne tanıma, ses tanıma, konuşmacı tanıma, metin sınıflandırma verilebilir (Eray, 2008: 44).

Genel olarak DVM'nin çalışma prensibi, iki sınıfa ait verileri birbirinden en uygun şekilde ayıran karar sınırlarının (hiper düzlemlerin) belirlenmesidir (Vapnik, 1995: 273-297). DVM için en temel sınıflandırma problemi, "*doğrusal*" olarak ayrılabilen "*iki sınıflı*" bir veri setinin sınıflandırılmasıdır. DVM bu problemin çözümü için, iki sınıf arasındaki ayırımı en iyi yapan ve sınıflar arasındaki sınırın maksimum olduğu en iyi ayırıcı düzlemi belirlemeye çalışır. En iyi ayırıcı düzlem, her bir sınıfa ait verilerin, ayırıcı düzleme olan uzaklıklarını maksimum hale getirir. Hiper düzlemlere en yakın öğrenme verileri iki sınıf arasındaki sınırı belirleyen destek

vektörlerini oluşturur (http://www.ninova.itu.edu.tr/tr/dersler/bilisim-enstitusu/195/bbl606/ekkaynaklar?g8 396, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

DVM'nin temel mantığı doğrusal olarak ayrıştırılabilen veri yapıları için en iyi ayırıcı düzlemin belirlenmesidir (Karagülle, 2008: 17). DVM algoritmasının sınıflandırma amaçlı kullanımında, verilen bir veri setini uygun bir şekilde iki sınıfa ayıracak hiperdüzlem tanımlanması gerekmektedir (Vapnik, 1995: 273-297).

Doğrusal olarak ayrılabilen verilerde destek vektör makineleri ile sınıflandırma yapılacağı zaman iki sınıflı örneklerden oluşan bir veri setinin eğitim verisi ile elde edilen karar fonksiyonu kullanılarak verilerin birbirinden ayrılması amaçlanır.

Doğrusal karar sınırlarının sonsuz sayıları boyunca doğrusal olarak ayrılabilir ikili sınıflandırma probleminin varlığında DVM genelleme hatasını minimize edeni seçer, bu da şu anlama gelir ki seçili karar sınırları iki sınıf arasındaki en büyük marjini bırakan olacaktır. Bu aşamada marjin, iki sınıfın en yakın noktalarından hiperdüzleme olan mesafelerin toplamı olarak tanımlanır (Pal ve Mather 2005: 1007-1011). Karar fonksiyonu eğitim verisini en uygun şekilde ayırabilecek en büyük sınıra sahip hiperdüzlemi bulmaya çalışmaktadır (Osuna vd., 1997, 42).

Doğrusal olmayan DVM, veri setinin doğrusal bir fonksiyonla tam veya belirli bir hata ile ayrılamaması durumunda kullanılan algoritmalardır. Gerçek yaşam problemlerinde bir veri setinin hiperdüzlem ile doğrusal olarak ayrılması çoğunlukla mümkün değildir. Dolayısıyla sınıfları ayırma işlemi, ayırma eğrisinin tahmin edilmesiyle mümkün olmaktadır. Ancak uygulamada eğrinin tahmin edilmesi oldukça zordur (Ayhan ve Erdoğmuş, 2014: 185).

En basit durum göz önüne alındığında, DVM doğrusal bir ikili sınıflandırıcıdır. Model eğitiminin ardından bir test örneği verildiğinde, DVM iki olası etiketten birini sınıf olarak atar (Çifçi, 2017: 12).

Eğitim verisi için, ilgili özelliklerle (yani, tahminleyici değişkenler) birlikte girdi vektörleri setinin x_i tarafından verildiğini varsayalım. Her bir vektör $x \in R^N$ 'nin N boyutlu uzay olduğu ve i'nin mevcut örneklerin sayısı olduğu yerde, $(x_1, y_1), \ldots, (x_i, y_i)$ gibi y_i tarafından simgelenen ilgili etiketle (yani, sınıf) ilişkilendirilmektedir. En

basit ikili sınıflandırma durumunda, yi sadece iki muhtemel etiket alabilir, +1 ve -1. İkili sınıflandırıcı DVM'deki öğrenme görevinin temel amacı: (i) hiperdüzlemin bir tarafındaki veri noktalarının yi = +1, diğer tarafındakilerin ise yi = -1 olarak etiketlendiği ve (ii) hiperdüzlemin iki sınıfın etiketlenen noktalarına olan uzaklığının maksimize edildiği bir hiperdüzleme karar vermektir. Yanlış sınıflandırmaları en aza indiren maksimum marjinli en uygun ayırıcı hiperdüzleminin konumu, iki sınıfa en yakın eğitim noktalarına komşu olan ayırıcı hiperdüzleme paralel olan iki hiperdüzlemce (yani, destek vektörler) tanımlanır (Bakınız Şekil 4). En uygun hiperdüzleme paralel iki hiperdüzlem şu şekilde ifade edilir (Çifçi, 2017: 12).

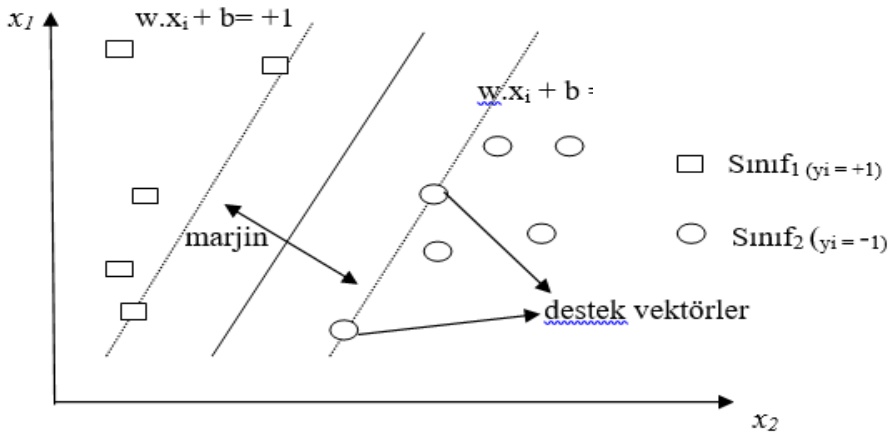
$$w.x_i + v \geq +1, \quad y_i = +1, \qquad (4)$$

$$w.x_i + v \geq -1, \quad y_i = -1,$$

$$(i = 1,2,\ldots\ldots,k),$$

"." nokta ya da skalar çarpımı, b hiperdüzlemin orijinden olan uzaklığını, x_i, tahminleyici değişkenler vektörünü, ve $w = (w_1, \ldots., w_N)^T$ en uygun ayırıcı hiperdüzlemin yönünü tayin eden N elemanın ağırlık vektörünü simgelemektedir.

Şekil 4: Destek Vektörleri Tarafından Tanımlanan En Uygun Ayırıcı Hiperdüzlem



Kaynak: (Richards ve Jia, 2006: 227)

İfade (4)'deki iki eşitsizlik aşağıdaki tek eşitsizlik içinde yazılabilmektedir:

$y_i[w.x_i + b] \geq 1$ (i=1,2,……,k) (5)

Maksimum marjinli en uygun ayırıcı hiperdüzlem, denklem (5)'de verilen eşitsizlik kısıtlamasıyla birlikte aşağıdaki eşitlikte gösterildiği gibi w'nun normunun minimize edilmesiyle elde edilebilir:

$$F(w)=\frac{1}{2}(w.w) \quad (6)$$

Bu durum Denklem (6)'deki hedef fonksiyonunun Lagrange çarpanları kullanılmak suretiyle İfade (5)'deki kısıtlara tabi olarak minimize edildiği bir kısıtlamalı optimizasyon problemidir. Bazı yeniden düzenlemeler ve değişikliklerden sonra en uygun ayırıcı hiperdüzlemi tanımlayan karar kuralı şöyledir:

$$g(x) = \text{sign} \quad \sum_i^r y_i a_i^0 K(x, x_i) - b^0 \quad (7)$$

Burada her bir r eğitim durumu için sınıf üyeliğinin tanımı olan y_i ile birlikte durumun tepkisini temsil eden bir x_i vektörü var olup, $\alpha_i \geq 0$, (i=1,2,…..,r) Lagrange çarpanlarını, K (x, x_i) ise veri noktalarının doğrusal bir hiperdüzleme oturtulabileceği şekilde dağılımını sağlayan kernel fonksiyonunu simgelemektedir (Çifçi, 2017: 14).

Doğrusal DVM uygulaması, girdi verisinin doğrusal olarak ayrılabileceği varsayımına dayanmaktadır. Bu tür sıkıntıların üstesinden gelebilmek için yumuşak marjin ve kernel metodları geliştirilmiştir. Radyal taban fonksiyonu (Radial Basis Function – RBF), doğrusal, kuadratik ve polinom kerneller ham veriyi çok boyutlu özellik uzayına dönüştürmede sıklıkla kullanılmaktadır (Pal ve Mather 2005: 1007-1011; Mountrakis vd., 2011: 247-259).

Başlangıçta örüntü tanımlama görevleri için geliştirilmiş olsa da, DVM'ler regresyonda da oldukça iyi bir performans sergilemiştir. DVM regresyonunda ana hedef, tüm eğitim verileri için gerçekte elde edilen y_i hedef değerlerinden en çok ε kadar sapmaya sahip olan ve aynı zamanda da mümkün olduğunca düz olan bir f (x) fonksiyonu bulmaktır. ε'den daha az olan hatalar gözardı edilebilir olarak görülmekte olup, bundan büyük olan sapmalar ise kabul edilmemektedir. Bu durumda f (x) aşağıdaki denkleme dönüşür:

$$f(x) = w.x_1 + b,\ w \in X,\ b \in R, \quad (8)$$

burada X girdi değişkenleri uzayını simgelemektedir. Denklem (8)'e göre, "düzlük" küçük w cinsinden ifade edilebilmekte olup, bunu sağlamanın bir yolu ise bir konveks optimizasyon problemi olarak yeniden yazılabilecek olan $\|w\|^2 = (w.w)$ 'yi minimize etmektir:

$$\text{minimize} \quad \frac{1}{2}\|w\|^2$$

$$\text{kısıtlar} \begin{cases} y_i - w.x_i - b \leq \varepsilon, \\ w.x_i + b - y_i \leq \varepsilon, \end{cases}$$

$$(i = 1,2, \ldots\ldots\ldots, N) \qquad (9)$$

Denklem (9), böyle bir f (x) fonksiyonunun var olduğunu ve bu fonksiyonun bütün (x_i, y_i) çiftlerini ε hassasiyetiyle tahminleyeceğini, yani bu konveks optimizasyon probleminin "uygulanabilir" olduğunu üstü kapalı olarak varsaymaktadır. Bazı hatalara müsaade edilebilen uygulanamaz senaryo durumunda yapay değişkenler ξ_i, ξ_i^*, Denklem (9)'daki optimizasyon problemine ait diğer uygulanamaz kısıtlarla uğraşabilmek için kullanılabilmekte olup, bu yöntem aynı zamanda "yumuşak marjin" metodu olarak bilinmektedir. Sonuç olarak Vapnik (1995)'de verilen aşağıdaki formül elde edilmektedir:

$$\text{minimize} \quad \frac{1}{2}\|w\|^2 + C\sum_{i=1}^{1}(\xi_i + \xi_i^*),$$

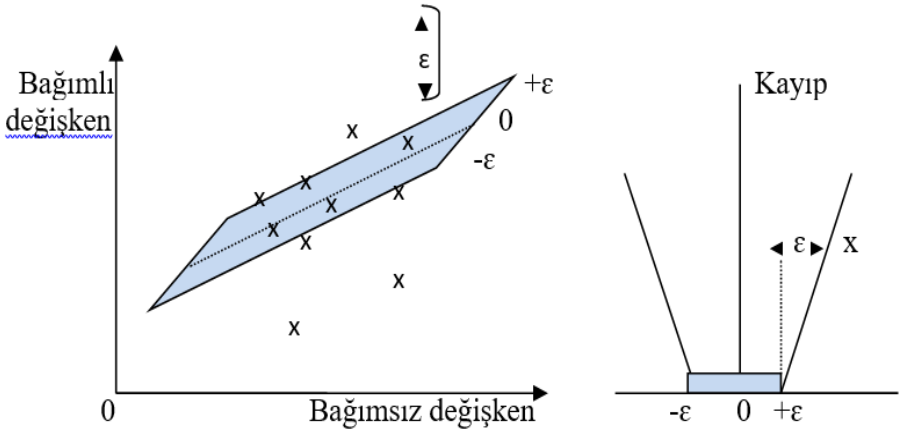
$$\text{kısıtlar} \begin{cases} y_i - w.x_i - b \leq \varepsilon + \xi_i, \\ w.x_i + b - y_i \leq \varepsilon + \xi_i^*, \\ \xi_i, \xi_i^* \geq 0, \end{cases} \qquad (10)$$

Sabit C > 0, f (x) 'in düzlüğü ile ε ' den daha büyük sapmaların tolere edilebileceği değer arasındaki ödünleşmeyi kontrol eder. Bu durum bizi, Şekil 5'de

grafiksel olarak gösterilen ε ’den etkilenmeyen kayıp $|\xi|_\varepsilon$ fonksiyonuna götürmekte olup, şu şekilde ifade edilmektedir:

$$|\xi|:= \begin{cases} 0, \text{ eğer } |\xi| \leq \varepsilon \\ |\xi|-\varepsilon, \text{ aksi halde} \end{cases} \quad (11)$$

Şekil 5: Doğrusal Bir DVM İçin Yumuşak Marjin Kayıp Ayarının Temel Bir Gösterimi



Kaynak: (Haykin, 2009: 292)

Esasen DVM çok basit bir düşünceyi hayata geçirir. Örüntü vektörlerini yüksek boyutlu öznitelik uzayına aktarır ve orada maksimal marjlı hiperdüzlemi (maximal margin hyperplane) kurar (Webb, 2002: 134). Ancak bu basit düşünce dört temel kavramı birleştirir (Cherkassky vd., 2007: 406-407) ;

1-) Yapısal Risk Minimizasyonu (YRM) endüktif ilkesinin bir uygulamasını gerçekleştirir. SVM, denklik sınıfları kümesindeki özel yapıyı tanımlar. Bu yapıda, marj boyutuna (sınıflandırma problemleri için) ve daha genel olarak, uyarlanabilir bir marj tabanlı kayıp fonksiyonunun bir hiperparametresine göre endekslenir

2-) Bir dizi doğrusal olmayan temel işlevleri kullanarak girişler yüksek boyutlu bir alana haritalanır. Desen tanınmasında yaygındır. Giriş vektörleri, öğrenme problemi ile ilgili ön varsayımlara göre seçilen bir dizi yeni değişkene (özellik) eşlenir. Bu özellikler, orijinal girdiler yerine, daha sonra öğrenme algoritması tarafından kullanılır. Bu tür özellik seçimi, karmaşıklığın giriş boyutluluğuna bağlı olduğu yaklaşım şemaları için karmaşıklığı kontrol etme ek hedefine sahiptir.

3-) Karmaşıklık kısıtlamaları olan doğrusal fonksiyonlar yaklaşım veya yüksek boyutlu uzayda giriş örneklerini ayırt etmek için kullanılır. SMV yaklaşım gerçekleştirmek için doğrusal tahmincileri kullanır. Sinir ağları gibi diğer birçok öğrenme yaklaşımı, doğrudan giriş alanında doğrusal olmayan yaklaşık imasyonlara bağlıdır. Doğrusal olmayan tahmin ediciler potansiyel olarak yaklaşık fonksiyonunun daha kompakt bir temsilini sağlayabilir; bununla birlikte, iki ciddi dezavantajdan muzdariptirler: karmaşıklığın olmaması ve global en iyi çözüm sağlayan optimizasyon yaklaşımlarının eksikliğidir.

4-) Optimizasyon dualite teorisi yüksek boyutlu bir özellik uzayında model parametrelerin tahminini hesaplanabilir hale getirmek için kullanılır. Yüksek boyutlu özellik alanları için çok sayıda parametre olması bu sorununun çözümünü zorlaştırır. Ancak, ikili formda problem eğitim örneklerinin sayısı ile boyut olarak ölçeklendiği için çözümü kolaylaşır.

1.9.7.K- En Yakın Komşu Algoritması:

Örnek veri noktasının bulunduğu sınıfın ve en yakın komşunun, k değerine göre belirlendiği, K En Yakın Komşu algoritması, T. M. Cover ve P. E. Hart tarafından sunulan, bir sınıflandırma yöntemidir (Cover vd., 1967: 21-27). Bu yöntemi Çalışkan ve Soğukpınar (2008) sınıflandırılacak verilerin öğrenme kümesi bulunan normal davranış verilerine benzerliklerinin hesaplanması ve en yakın olduğu varsayılan k verinin ortalamasıyla, belirlenen eşik değere göre sınıflara atamaları yapılması olarak tanımlamıştır. Bütün sınıfların özelliklerinin önceden kesin olarak tanımlanması önemlidir. K en yakın komşu sayısı, eşik değer, benzerlik ölçümü ve öğrenme

kümesindeki normal davranışların yeterli sayıda olması ilkeleri metodun başarısına etki etmektedir. (Çalışkan ve Soğukpınar, 2008: 122). Kalikov (2006) bu yöntemde eğitim örnekleri n-boyutlu sayısal niteliklerle tanımlandığını, her bir örneğin n-boyutlu uzayda bir noktayı gösterdiğini, bu metotla, tüm eğitim örneklerinin n-boyutlu örnek uzayda depolandığını belirtmiştir. K en yakın komşu sınıflayıcısı, bilinmeyen örneğe en yakın k eğitim örneğini bulur. Yakınlık, X= (x1,x2,….,xn) ve Y= (y1,y2,…….,yn) gibi iki nokta arasındaki öklid uzaklığı ile tanımlanmaktadır (Kalikov, 2006: 23).

Komşu sayısı k en küçük değeri olan 1 değerini alırsa sınıfı belli olmayan bir a nesnesi geldiğinde sadece kendisine en yakın olan nesneye göre sınıflandırılmaktadır. En yakın olduğu nesne hangi sınıfa ait ise a nesnesi o sınıfa dâhil edilmektedir. Veri sayısı n olmak üzere k en büyük değeri olan n değerini alırsa sınıfı belli olmayan bir a nesnesinin sınıflandırılması gerektiğinde a nesnesinin bütün nesnelere olan uzaklıkları alınarak a nesnesi oylamaya göre bir sınıfa dâhil edilmektedir. Bu nedenle doğru k değerinin seçilmesi önemlidir (Mitchell, 1997: 432).

1.9.8.Navie Bayes Sınıflayıcısı:

Naive Bayes Sınıflandırıcı adını İngiliz matematikçi Thomas Bayes'ten alır (https://veribilimcisi.com/2017/07/20/naive-bayes-siniflandiricisi-naive-bayes/, Erişim Tarihi: 18.03.2020). Naive Bayes, hedef değişkenle bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eden tahminci ve tanımlayıcı bir sınıflama algoritmasıdır (Hudairy, 2004: 1-5).

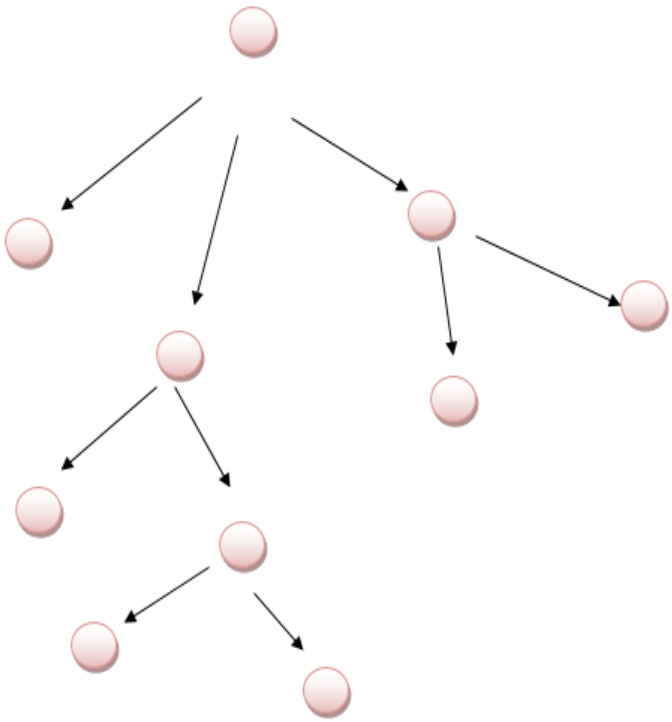
Bayes sınıflayıcıları istatistiksel sınıflayıcılardır ve bir örneğin belli bir sınıfa ait olma olasılığı gibi sınıf üyelik olasılıklarını tahmin edebilirler. Bayes sınıflaması, Bayes teoremine dayanmaktadır. VM sınıflandırma algoritmalarından olan Bayes, uygulanabilirliği ve hızlı hesaplama performansı ile araştırmacılar tarafından öne çıkan bir algoritmadır. Sınıflandırılacak olayları birbirinden bağımsız olarak ele almaktadır (Uyumaz, 2017: 12).

1.9.9. Karar Ağaçları

Karar ağaçları, sınıflandırma problemlerinde sıklıkla tercih edilen algoritmalardır. Yapıları nedeniyle ağaca benzemektedirler. Bu algoritmalar; problem çözümünde en tepeden en alta ilerleyen bir strateji sunmaktadırlar (Kantardzic, 2011). Bir çeşit akış diyagramına benzeyen bu stratejide; her bir düğüme ait nitelik değeri ölçülmekte, ölçüm sonucunda elde edilen sonuç ile dallanmalar oluşmaktadır (Han ve Kamber, 2006: 116)

Karar ağaçları belirli bir ayrılma ölçütü eşliğinde belirlenen kök düğüm ile başlarlar. Bu düğüm yine seçilen kriterler eşliğinde ara düğümlere ayrılır ve bu ayrılma yaprak düğümlerle sonlanır (Rokach ve Moimon, 2005: 151). Argüden vd. (2008) göre yaprak, verilerle sağlanmak istenen sınıflandırmanın sınıflarındandır. (Argüden ve Erşahin, 2008: 47-48).

Şekil 6: Çeşitli Nitelikler Üzerinden Oluşturulan Basit Bir Ağaç Yapısı



Kaynak: (Çelik vd., 2017: 109)

Veri setinin büyüklüğüne, niteliklerin sayısına göre ağaç dallanması karmaşıklaşarak takip edilmesi zor hale gelebilir. Bu durumu engellemek için kullanılan karar ağacı algoritmasının "*ezbere dayalı öğrenme*" sorununu bulundurmaması için budama işlemi yapılmalıdır (Akpınar, 2014). Schmid (2013) budama işlemini, az sayıda nesneyi barındıran yaprak düğümlerin karar ağacı düğümünden atılması olarak ifade etmiştir (Schmid, 2013: 154-164).

1.9.10.Zaman Serisi Analizi

Elde tutulan değişkenlerin zamana bağlı olarak gelecekteki değerlerini tahmin etme, ayrı değerleri yakalama, eksik verileri tamamlama ve hata düzeltme işlemleridir (Şeker, 2015: 25).

Bir zaman dizisi, genellikle belirli aralıklarla toplanan istatistik kümesidir. Ekonomi, finans, meteoroloji ve sağlık gibi birçok alanda uygulanabilir. Bu alanlarda ekonomi, hava, satış tahminleri, bütçe analizi, kalite kontrol gibi birçok uygulamada zaman serisi analizlerinden faydalanılır (https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section4/pmc41.htm, Erişim Tarihi: 20.1.2020). Zaman serileri analizinin amacı, zaman serisi verilerini tanımlamak ve özetlemek, düşük boyutlu modelleri uydurmak, tahmin yapmak ve verileri açıklayacak makul tanımlar sağlayan matematiksel modeller geliştirmektir (http://www.statslab.cam.ac.uk/~rrw1/timeseries/t.pdf, Erişim Tarihi: 22.02.2020). Zaman serisi analizi yapılırken verilerin zamana bağlı değişimleri incelenir (Şeker, 2015: 24).

Zaman Serisi Analizi ile olayların gerçekleşme ihtimali belirlenebilir. Örneğin araç satışlarının dönemsel bazlı olarak incelendiğinde gelecek yılın satış rakamları öngörülebilir (Okur vd., 2014: 464-468).

Eksik verilerin tamamlanabilmesi için, eksik olan yere gelecek olan değerler zaman serisi analizi kullanılarak tahmin edilebilir. Yani eldeki satış verileri üzerinde

zaman serisi analizi uygulandığında o verilerin zamana bağlı olarak hareketi yakalanır ve bu hareket doğrultusunda eksik verilerin değerleri tahmin edilebilir. Veri setlerinin içinde bulunan uç verilerin diğer veriler yardımıyla düzeltilmesinde zaman serileri kullanılabilir (Şeker, 2015: 25).

Zaman serileri ile birlikte bazı kavramlarda oluşmuştur. Bir zaman serisinin uzun dönemli hareketlerinin eğilimiyle trend belirlenir. Zaman aralıklarına göre (aylık, haftalık, günlük) düzenlenecek zaman serileriyle dönemsel etkiler araştırılır. Zaman serilerinde önceden tahmin edilemeyen sıra dışı olaylarla çevresel dalgalanmalar gösterilir. Rastgele veya sistematik olarak meydana gelen dalgalanmalarda artıkları işaret etmektedir ((http://www.statslab.cam.ac.uk/~rrw1/timeseries/t.pdf, Erişim Tarihi: 22.02.2020).

1.9.11.Kümeleme

Kümeleme, büyük veri kümelerinin benzer özelliklerine göre farklı gruplara ayrılması işlemidir. Kümeleme bir veri madenciliği aracıdır ve tıp, güvenlik, iş zekası, web ve biyoloji gibi bir çok alanda kullanılan bir yöntemdir (Han ve Kamber, 2006: 444) .

Kümeleme yöntemlerinden, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi), GPS (Küresel Konumlama Sistemi), hava tahmini, hava trafik kontrolörü, su arıtma, alan seçimi, maliyet tahmini, kırsal ve kentsel alanların planlanması, uzaktan erişim gibi insan hayatının çeşitli alanlarında yararlanılabilir (Sharma vd., 2016: 1).

Kümeleme analizi, kümeleri kesin olarak bilinmeyen, elemanları birbiriyle benzer alt kümelere (grup, sınıf) ayırmaya yardımcı olan istatistiksel analiz yöntemlerinden biridir. Kümeleme analizinin temel amacı birimleri sahip oldukları karakteristik özellikleri temel alarak gruplandırmaktır. Kümeleme analizi iş zekası, görüntü tanıma, web, biyoloji ve güvenlik gibi birçok alanda kullanılmaktadır. İş zekası uygulamalarında çok benzer özelliklere sahip bir grup içindeki çok sayıda müşteriyi organize etmek için kullanılabilir. Görüntü tanımada el yazılarındaki karakterleri tanımak için kullanılır. Kümeleme bazı uygulamalarda veri ayrıştırma

olarak da adlandırılır (Han ve Kamber, 2006: 458). Kümeleme benzer verileri bir birine yaklaştırarak sonuçlar elde etse de küme dışında kalan verilerde dolandırıcılık tespiti maksadıyla kullanılabilir. Kümeleme algoritmaları, gerçek uygulamalarda mekansal verilerin anlaşılması ve uygulanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Sharma vd., 2016: 1).

Kümele algoritmaları Öklid veya Manhattan (Wang vd., 2012: 149) uzaklık ölçüsünü kullandıklarından oluşturulan kümeler küresel ve benzer şekillerde olur. Ancak çalışmadan azami verim alınabilmesi için kümelemenin doğal bir şekilde olması gerekir. Kümeleme algoritmalarında oluşturulmak istenen küme sayısı gibi değerlerin kullanıcı tarafından girilmesi gerekmektedir. Yapılacak girdilerdeki hatalar algoritmanın doğru bir şekilde çalışmasının engelleyebileceği gibi sonuca da direk etki edecektir. İşlem yapılacak veri setindeki eksiklikler, hatalar, uç veriler gibi kümeleme sonucunu etkileyecek girdilerden oluşabilir. Kümeleme algoritmaları böyle bir durumdan etkilenerek kalitesiz sonuçlar oluşturacaktır. Kümeleme algoritmalarının gürültülü veri tiplerine karşı iyi sonuç vermesi gerekir. Bazı kümeleme algoritmaları var olan kümelerin içine yeni gelen verileri birleştiremez. Bu nedenle yeni verileri dahil etmek için yeniden kümeleme yapmalıdır. Sonradan giriş yapılan verilerin sonucunda algoritma farklı sonuçlar döndürebilir veya bu verilere tepkisiz kalabilir. Bu nedenle kullanılacak algoritmaların artan verilere karşı duyarlı olması gerekir. Bir veri seti çok boyutlu ve nitelikli olabilir. Çoğu kümeleme algoritması iki veya üç boyutlu veri setlerini işlemede iyi çalışır. Yüksek boyutlu veri yapılarında kümeler bulmak zor olabilir Gerçek uygulamalarda çalışırken kullanılacak veri üzerinde bazı kısıtlamalar yapmak gerekebilir. Örneğin hayvanlar üzerinde yapılacak bir çalışmada kanatlı-kanatsız, etçilotçul gibi gruplar oluşturularak kümele algoritmalarının daha verimli çalışması sağlanabilir. Kullanıcı kümeleme sonuçlarını kullanmak, anlamak ve yorumlamak ister. Kısacası kümeleme sonuçlarının anlamlı yorumlara bağlanması gerekir. Kümeleme özelliklerinin ve yöntemlerinin seçimi uygulamadan çıkan sonuçları etkileyebilir (Han ve Kamber, 2006: 443-487). Kümeleme tekniğinde hedef değişkenin değerini belirlemeye yönelik sınıflama, tahmin etme veya kestirim yapılmaya çalışılmaz. Bunun yerine verinin tamamını bölümlere ayırmak için homojen alt gruplar veya kümeler araştırılır. Bu işlem gerçekleştirilirken kümeler

içindeki verilerin benzerliği göz önüne alınır. Benzer olmayan veriler kümenin dışında bırakılır (Han ve Kamber, 2006: 111).

Kümeleme tekniği, sınıflandırmada olduğu gibi sahip olunan verileri gruplara ayırma işlemidir. Sınıflandırma işleminde, sınıflar önceden belirli iken kümelemede sınıflar önceden belirli değildir. Verilerin hangi kümelere ve kaç değişik gruba ayrılacağı eldeki verilerin birbirlerine olan benzerliğe göre belirlenir. Kümeleme tekniği biyoloji, tıp, antropoloji, pazarlama, ekonomi ve telekomünikasyon gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Silahtaroğlu, 2008: 12-17).

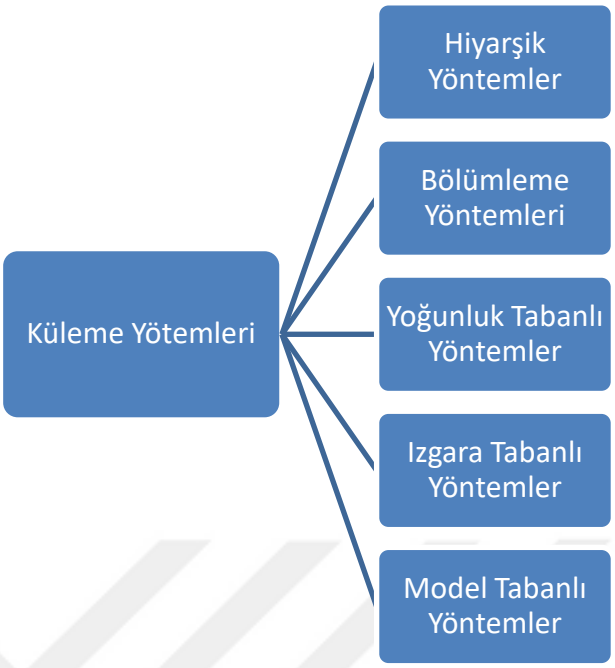
Kümeleme (clustering) veri tabanında bulunan heterojen verilerden kendi içlerinde homojen veriler içeren gruplar oluşturma tekniğidir. Benzer özellikler taşıyan verileri ortak bir küme altında birleştirmektedir. Kümeleme modellerinde amaç veri tabanındaki kayıtların birbirinden çok farklı özelliklere sahip kümelere, onlarla benzer özelliklere sahip verilerle ortak kümede yer alacak şekilde bölünmeleridir (Akpınar, 2000: 6).

Kümeleme modellerinin temel amaçları arasında; geniş veri yığınları için tanımlayıcı veriler belirleyerek işlenecek veri hacmini daraltmak, veri yığınlarındaki doğal kümeleri ortaya çıkarak sahip oldukları ortak özelliklerden dolayı aynı kümede olması gereken verileri belirlemek ve belirlenmiş kümelerin dışında kalan istisna durumları tanımlamak sayılabilir (Argüden ve Erşahin, 2008: 39).

1.9.11.1.Kümeleme Analizi Teknikleri

Kümeleme yöntemleri kendi içerisinde yapılarına göre gruplandırılmaktadır. Han ve Kamber (2006) kümeleme yöntemlerini Şekil.6’ daki gibi gruplamıştır.

Şekil 6: Kümeleme yöntemleri



Kaynak: (Han ve Kamber, 2006: 450)

Birçok kümeleme yöntemi vardır ancak en çok hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan yöntemler kullanılır. Bütün yaklaşımlarda en önemli kriter, kümeler arası farklar ile kümeler içi benzerliklerin en fazla olmasıdır (Atbaş, 2008: 15).

1.9.11.2.Hiyerarşik Kümeleme Yöntemleri

Hiyerarşik algoritmalar önceden oluşturulmuş kümeleri kullanarak sonraki aşamada oluşturulması gereken kümeleri bulabilmektedirler. Hiyerarşik algoritmalar birleştirici ve bölücü olmak üzere ikiye ayrılırlar. Birleştirici algoritmalar her bir gözlemi ayrı bir küme olarak işleme başlamakta ve ardından bu kümeleri birleştirerek yoluna devam etmektedirler. Bölücü algoritmalar ise bütün veri setini bir küme olarak kabul edip ardından büyük kümeyi küçük kümelere bölerek işlem yapmaktadır (Madhulatha, 2012: 721).

1.9.11.3.Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemleri

Hiyerarşik olmayan ya da Ayrıştırıcı Kümeleme Yöntemleri'nin uygulamalarında n adet gözlem, önceden belirlenmiş olan k küme sayısına ($k < n$) ayrıştırılır. Oluşturulacak küme sayısının önceden uygulayıcı tarafından belirlenmesi bu yöntemi hiyerarşik yöntemlerden ayırmaktadır. Uygulayıcı algoritmaya oluşturulacak kümeler arasındaki maksimum/minimum mesafeyi ve kümelerin iç benzerlik ölçütlerini de vermek zorundadır (Silahtaroğlu, 2008: 12-17).

Hiyerarşik Olmayan Algoritma'da kümeler tek bir hamlede belirlenmektedir. Hiyerarşik olmayan kümeleme Kümeleme uygulamarında sıklıkla k-means ve k-metoids algoritmaları kullanılmaktadır (Madhulatha, 2012: 721).

1.10.Birliktelik Kuralları ve Ardışık Zamanlı Örüntüler

Birliktelik Kuralları, veri tabanında bulunan nesneler kümesi arasında sık kullanılan desenleri ve ilişkileri bulma işlemidir. Temel amaç, farklı algoritmaları kullanarak çeşitli veri tabanları arasında sık görülen desenler, örüntüler ve ilişkileri bulmaktır (Tang ve Wei, 2016: 1).

Özçakır ve Çamurcu (2007) birliktelik kuralını, geçmiş verilerin çözümlenmesi ile birlikte bu veriler içindeki birliktelik davranışlarının belirlenmesi ile geleceğe yönelik çalışmalar yapılmasını destekleyen bir yaklaşım olarak tanımlamıştır (Özçakır ve Çamurcu, 2007: 21-37).

1.10.1.Birliktelik Kuralları ve İlişki Analizi:

Birliktelik Kuralları ve İlişki Analizi, belirli bir veri kümesinde yüksek sıklıkta birlikte görülen özellik değerlerine ait ilişkisel kuralların keşfidir. Birliktelik kurallarının en çok kullanıldığı alan pazar sepeti analizidir (Market Basket Analysis). Bu analiz yapılan alışverişlerde alınan ürünlerin birbiriyle olan birliktelik ilişkisini incelemektedir. Ayrıca pazar sepeti analizinde müşteri ile ilgili veri hareketlerinden

gelecekte müşterinin nasıl bir tercih yapacağına dair sonuçlar tahmin edilmektedir (Silahtaroğlu, 2008: 12-17). Sepet analizi ile market müşterilerinin alışverişlerindeki ürünler arasındaki birliktelik ve korelasyon vb. niteliklerle ortaya çıkararak satın alışkanlıklarını tespit ederek, müşterinin birlikte satın alma eğiliminde olduğu ürünleri yan yana getirmeye çalışmaktadır. Son zamanlarda Migros marketler zincirinin kişiye özel ürün indirimine gitmesi de buna örnektir.

Birliktelik kuralları, aynı anda gerçekleşen ilişkilerin belirlenmesinde kullanılır. Örneğin, "Az yağlı peynir ve yağsız süt alan müşteriler %80 olasılıkla yağsız yoğurt da satın alırlar" gibi tespitler birliktelik kurallarında kullanılabilir. Ardışık zamanlı örüntüler ise aynı anda değil birbirini takip eden periyotlar da ilişkilerdir. Örneğin, "Eşofman satın alan bir müşteri, ilk iki ay içerisinde %40 olasılıkla spor ayakkabı alacaktır" gibi tespitler ardışık zamanlı örüntülerde kullanılabilir.

İlişkilendirme kuralı, veri tabanı içerisinde bulunan belirli nesnelerin eş zamanlı olarak, birlikte görülme olasılığının ifadesidir (Hand vd, 2001: 96-101). Birliktelik kuralında paralel ve ardışık birçok algoritma kullanılmaktadır. En sık kullanılan algoritmalardan biri sık kullanılan veri setlerini kümeleyen apriori algoritmasıdır (Kumbhare ve Choe, 2014: 929).

Çocuk bezi alan birinin bebek maması da alacağı kolay tahmin edilebilir fakat ilişkilendirme kuralları bebek maması ve yumuşatıcı arasındaki bağlantıyı kurmayı sağlamaktadır (Argüden ve Erşahin, 2008: 41).

Çok sayıda veri içerisinden kolaylıkla fark edilemeyen anlamlı ilişkiler oluşturulmasının basit bir süreç olmaması ve kimi zaman bazı ilişkilerin şans eseri ortaya çıkması ilişkilendirme kurallarında dikkat edilmesi ve değerlendirilmesi gereken noktalardır (Tan vd, 2006: 372).

İKİNCİ BÖLÜM

2.BİTCOİN

Teknololinin ilerlemesi ile birlikte endüstri devrimleri hayatımızdaki her şeye nüfuz ettiği gibi paraya da etmiştir. Para tarihte karşımıza ilk önce keçi boynuzu gibi nesnelerle çıkmış ardından değerli madenler ve itibari paralar olarak hayatımızdaki varlığını sürdürmüştür. Günümüzde ise teknolojinin bize son getirdiği para birimi kripto paralardır. Bu tez çalışmasında ilk ortaya çıkan, en değerli ve en popüler kripto para olan bitcoine ilişkin öngörü çalışması yapılmıştır. Bitcoini tanımak için öncelikle paralar hakkında ve bitcoinin arkasındaki blockchain teknolojisi hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir.

2.1.Para Nedir?

Krugman ve Wells'e (2013) göre paranın çağdaş ekonomilerde, değişim aracı, değer saklama aracı ve hesap birimi olarak üç esas işlevi vardır. Paranın meydana çıkmasında en temel sebep alım satım işlemlerindeki değişim aracı ihtiyacıdır. İnsanlar tarihte değişim aracı olarak, deniz kabukları, inci, hayvan derisi, tuz, buğday gibi çeşitli mallar kullanmışlardır. Hızlıca deforme olan ve zamanla değeri azalanmalların değişim aracı olması paranın bir işleve daha sahip olması gerektiğini meydana çıkarmıştır. Paranın değer saklama aracı olması gereği, altın ve gümüş gibi satın alma gücünü zaman içerisinde koruyabilen değerli varlıkların mal para olarak kullanılmasını yaygınlaştırmıştır. Sonraki yıllarda kullanılan ilk kağıt para da, bankalarca çıkartılan ve talep edildiğinde altın ve gümüş para ile değiştirileceği taahhüt edilen senetlerden ibarettir (Krugman ve Wells, 2013: 383).

Mevcut düzende kullanılan merkez bankalarının bastığı para, mala dayalı değildir. Bu paranın değerini, insanların onu ödeme aracı olarak kabul etme oranı ve para biriminin bağlı olduğu devletin sağladığı itibar belirlemektedir (Krugman ve Wells, 2013: 385).

Para, günümüzün en önemli mübadele aracı olup, hayatımızın her alanında kendine yer bulmaktadır. Genel bir tanımına göre iktisat bir kıtlık bilimidir. Bu kıtlık içerisinde para da kıt olmaktadır. İnsanlar sahip oldukları veya sahip olacakları kıt para ile ihtiyaçlarını karşılamaya çalışmaktadır. Geçmişte olduğu gibi günümüzde de paraların, devlet tarafından belli bir sınırlı düzeyde tedavüle sürülmesi paranın kıt olmasının temel nedenini oluşturmaktadır. Devlet, para basımını artırdığı zaman ise para bollaşacağından paranın reel değeri düşmekte, dolayısıyla bireylerin alım gücü azalmaktadır. İnsanların çoğu sahip oldukları parayla veya ileride sahip olacakları parayla, ihtiyaçlarını istedikleri ölçüde karşılayamamaktadır. Bu durum parayı, elde edilmesi güç bir nesne haline getirmektedir (Mankiw, 2012: 84).

Bütün toplumlar da günlük konuşmaların büyük bir bölümünü oluşturan kavramlardan birisi paradır. Para kavramı geçmişten günümüze değin büyük değişim göstermektedir. Günümüz ekonomilerinde madeni para, kâğıt para, vadesiz mevduatlar, kredi kartları ve bunların yanı sıra para olarak genel kabul gören diğer çek, altın, fon, tahvil vb. unsurlar da para sayılmaktadır. Eski çağlarda farklı medeniyetlerde değişik nesneler değiş tokuş aracı olarak kullanılırken, o dönemlerde değiş tokuş aracı olarak kullanılan bu nesnelere farklı medeniyetlerde değişik isimler verilmektedir. Değiş tokuş aracı olarak kullanılan nesneler temel olarak, mallar arasındaki takası kolaylaştırmaktadır. Mallar arasındaki takası kolaylaştırmak için icat edilen para, sonraki zamanlarda devletler için bir siyasi ve ekonomik güç haline dönüşmektedir (Öztürk 2014: 34).

Paranın 4 esas fonksiyonu (http://www.bankalar.org/bankacilik-terimleri, Erişim Tarihi: 12.08.2020);

1. Değişim aracıdır. İki malın değişiminde para, bir üçüncü mal olarak araya girer ve değişimi iki bölüme ayırır. Bir mal veya hizmet verilip karşılığında para alınır, başka bir yer ve zamanda ise para verilip başka bir mal veya hizmet alınır.

2. Hesap ve değer birimidir. Farklı malların değişiminde, değişim oranları para ile belirlenir.

3. Değer biriktirme ve spekülasyon aracıdır. Arz ve talebin rahatlıkla karşılanmasını sağlar. Aynı zamanda sermaye birikimi ve yatırım aracıdır.

4. İktisat politikası aracıdır. Ulusal ekonomiler, para arzı ve faiz oranı kontrolüyle iktisat politikalarını gerçekleştirirler.

2.2.Dijital Para

1989 yılında G-7 ülkeleri tarafından karapara aklamanın uluslararası alanda önlenmesi amacıyla OECD bünyesinde kurulan Mali Eylem Görev Gücü (https://www.hmb.gov.tr/mali-eylem-gorev-gucu, Erişim Tarihi: 12.3.2020) 2004 yılında dijital parayı geleneksel para, sanal para ve kripto paranın çatısı olarak tanımlamıştır.

Griffith (2004) dijital paranın 1980'li yılların sonunda, Hollanda'da geç saatte benzin alan kamyon şoförlerini hırsızlıktan korumak amacıyla, akıllı kartlara para yükleyerek yakıt almasının elektronik ödemenin ilk örneklerinden olduğunu, yine o tarihlerde, müşterilerinin banka hesaplarından doğrudan ödeme yapabilmeleri için POS (Point Of Sale) cihazları ortaya çıktığını belirtmiştir (https://bitcoinmagazine.com/articles/quick-history-cryptocurrencies-bbtc-bitcoin-1397682630, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

Herpel (2011) dijital paranın yalnızca online bankacılık olmadığını, aynı zamanda aracı kuruluş olmadan kişilerin yalnızca internet kanalıyla kullanabilecekleri para yani bedel aktarımının elektronik yöntemi anlamına geldiğini, diğer para basan kurumların gizliliklerinin aksine oldukça şeffaf ve verilere kolay erişilebilir bir tarza sahip olduğunu belirtmiştir (Herpel, 2011: 5).

Dijital paralar, elektronik olarak saklanan ve transfer edilebilen paralardır (Wagner, 2014: 1). Banka hesabımızdaki dijital para kağıt paraların temsilidir. Bankaların her yerde her zaman hazır ve nazır olması, elektronik paranın yaygınlığı ve fiziki paranın kullanımdan neredeyse kalkması, dijital parayla gerçek fiziki paranın arasındaki farkı ortadan kaldırmak üzeredir. Altından, altına dayalı kağıt paraya, ondan

itibari paraya, sonrasında ise dijital paraya geçiş, bilişim teknolojilerinin gelişmesi ile mümkün olmuştur. Paranın soyutlaşması ve kavramsallaşması, insanlık tarihinden bu yana sürüp gitmektedir.

2.3.Elektronik para

Avrupa Parlamentosunun ve Konseyinin 16 Eylül 2009'deki Direktif 2009/110/AT'si, elektronik para kurumlarının işlerinin ele alınması, takip edilmesi ve güvenilir şekilde denetlenmesi üzerine, Direktifinde elektronik parayı, en basit tanımıyla fiziki paranın (kâğıt ve madeni para) elektronik temsili olarak ifade etmiştir. Elektronik para bir çip üzerine veya bilgisayar hafızası üzerine kaydedilebilir (yükleme) ve internet üzerinde sanal veya gerçek ürün alımında kullanılabilir. Elektronik para ödeme işlemlerinde herhangi bir banka hesabı gerekli değildir ve e-para ön ödemeli hamiline senet gibi işlem görür (http://www.ecb.int/pub/pdf/other/emoneyen.pdf, Erişim Tarihi: 21.03.2020). Elektronik para ile yapılan ödemeler gerçek zamanlı ödemeler olup özellikle mesafeli ödemelerde avantajlıdır. Bazı e-para yapılarında kayıtlı değer bir para biriminden başka bir para birimine çevrilebilir (Singh ve Zoppos, 2003: 222).

Elektronik paranın ortaya çıkış sürecindeki ilk uygulaması borç kartı şeklinde olmaktadır. Mal ve hizmet alımı sonucu oluşan borç; tüketicilerin banka hesaplarındaki paranın, borçlu olduğu kişinin hesaplarına elektronik makineler vasıtasıyla transfer edilmesi şeklinde yapılmaktadır. Bankalar, bu tür işlemleri yapabilmeleri için müşterilerine borç kartları çıkartmaktadır. Bu borç kartları, kredi kartlarına benzemekte olup, kredi kartının kabul gördüğü her yerde geçerli olmaktadır. Perakende ürün satan bir işyerinden ürün alındığında; borç kartı, kart okuyucusundan geçirilip alış veriş tutarı girilince borç tutarı müşterinin banka hesabından düşülmektedir. Kart okuyucusuyla banka arasındaki iletişimi, günümüz internetine benzer ağ mekanizması sağlamaktadır. 1950'ler de devrin büyük kredi kartı çıkarıcısı Visa ve MasterCard kuruluşlarıyla pek çok çıkarıcı kuruluşun banka borç kartı çıkardığı bilinmektedir (Dwyer, 2014: 2).

Elektronik para harcanmadığında, hard disk içerisinde özel şifrelerle, elektronik cüzdan olarak tabir edilen alan içerisinde saklanabilmektedir. E-para ile hızlı ödeme gerçekleştirilmektedir. E-para uygulamalarının gelişmiş ülkelerde değişik formatlarda uygulandığı görülmektedir. E-para ile yapılan ödemelerde kredi kartı kullanımına gerek duyulmamaktadır. E-para ödemelerinde taraflar arasındaki kişisel bilgi paylaşımı kredi kartına göre daha az olduğundan daha güvenli olduğu düşünülmektedir. E-para uygulamalarında kullanılan paranın farklı çıkarıcılar tarafından, farklı miktarlarda çıkartılarak kullanıma sürülmesi yasal bir denetim yapılmasını gerekliliğini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle e-paranın denetim ve kontrolünü sağlayacak yasaların devletler tarafında uygulamaya konulduğu ve zamanla güncellendiği görülmektedir (Şeker, 2011: 36).

2.4.Sanal Para

Dijital bir para olan sanal paraların fiziksel gerçekliği yoktur. Dijital paralar sanal para hariç sanal para dışındaki itibari kâğıt paraları temsil ettikleri için fiziksel geçerliliğe sahiptir. Literatürde tanımı üzerinde bir fikir birliği yoktur. 2014 yılında Avrupa Bankacılık Otoritesi'nin açıklamasına göre sanal para; *"Bir merkez bankası veya kamu otoritesi tarafından ihraç edilmediği halde, doğal olarak veya yasal kişiler tarafından ödeme, transfer, saklama ve elektronik transfer şekli için kabul gören, karşılığının olması da şart olmayan değerin dijital temsilidir"* ve Şubat 2015'te Avrupa Merkez Bankası revize ettiği bir başka tanıma göre ise sanal para*, "Herhangi bir merkez bankası, kredi kuruluşu veya e-para kuruluşu tarafından ihraç edilmediği halde, bazı durumlarda paranın yerine kullanılabilen bir değerin dijital temsilidir".* Amerikan Hazine Bakanlığı'na göre ise "*Gerçek paranın tüm özelliklerini taşımadığı halde, bazı ortamlarda para gibi kullanılabilen değişim medyasıdır*" (Çarkacıoğlu, 2016: 8).

Avrupa Merkez Bankası (2012) sanal parayı belirli bir sanal topluluk tarafından kabul edilen ve kullanılan, düzenlemeden geçmeyen tabi ve geliştiricileri tarafından ortaya çıkarılan ve ekseriyetle de geliştiricileri tarafından kontrol edilen dijital para birimleri olarak tanımlamıştır

(https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf, Erişim Tarihi: 29.08.2020).

Ülkemizde elektronik para, 6493 sayılı Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları Hakkında Kanun ile yasal nitelik kazanmış olup, Kanun'da "*Elektronik para ihraç eden kuruluş tarafından kabul edilen fon karşılığı ihraç edilen, elektronik olarak saklanan, bu Kanunda tanımlanan ödeme işlemlerini gerçekleştirmek için kullanılan ve elektronik para ihraç eden kuruluş dışındaki gerçek ve tüzel kişiler tarafından da ödeme aracı olarak kabul edilen parasal değeri*" ifadelerine yer verilmiştir (https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6493.pdf, Erişim Tarihi: 15.3.2020). Ülkemizde yasal izne tabi olarak hizmet veren 17 adet Elektronik Para ve Ödeme Kuruluşu bulunmaktadır (https://www.bddk.org.tr/Kuruluslar-Kategori/Elektronik-Para-Kuruluslari/7, Erişim Tarihi: 12.12.2019).

2.5.Kripto Para

Para, genel kabul gören, malların ve hizmetlerin değişimini sağlayan herhangi bir şeydir. (Erdem, 2008: 1). Değiş tokuşlarda genel kabul gören nesnedir (Özatay, 2011: 26). Paranın olmadığı çağlarda takas yoluyla alış-veriş yapan insanlar, istedikleri nesneye ulaşmak için daha yüksek değerde bir nesne vermek zorunda kalmaları sebebiyle herkes için eşit değere sahip olarak kullanabileceği ortak nesneler bulunmuştur. Başlangıçta koyun, inek, tahıl, deniz kabuğu, keçi boynuzu sonrasında altın, bronz ve ilerleyen zamanlarda kendisi değerli olmayan metaller para olarak kullanılmıştır. Daha sonra üzerinde yazılı değeri ile yapımında kullanılan metal veya kağıdın değeri arasında büyük farklar bulunan, devlet gücü ile yasal değişim aracı olarak kabul edilen yani güvenilen "*itibari para*" ortaya çıkmıştır (Özatay, 2011: 28). Günümüzde ise paranın yeni bir şekli olan "*kripto para birimleri*" üretilmiştir. Ticarette sınırlar internetin hayatımıza girmesiyle kalkmıştır. Bu gelişmenin sonuçlarından biride kripto para birimleridir. Kripto paralar teknolojik gelişmelerin finansal sistem üzerindeki değişikliklere iyi bir örnektir (Çağlar, 2007: 352).

Graydon (2004) kripto parayı kriptografik/şifreli olarak güvenli işlem yapmaya ve ek sanal para arzına imkân veren dijital değer, alternatif para birimi, dijital ve bununla birlikte sanal paralar tanımlamıştır. (Çakracıoğlu, 2016: 8).

Genellikle Bitcoin ve türevleri ile dijital ve sanal paralar karıştırılmaktadır. Bitcoin ve türevleri dışındaki dijital ve sanal paralar, tek başlarına para pirimi olarak kabul edilemezler, onlar ülkenin ulusal para birimine bağlı olarak değer kazanırlar. Bitcoin ise merkezi denetlemeye tabi olmayan kendi başına bir para birimidir (Sarah Rotman, 2014: 2).

Bir kriptopara birimi, finansal işlemleri güvenceye almak, maddi varlıkların transferini güvenli bir şekilde gerçekleştirmek ve bunu onaylamak için güçlü bir kriptografi kullanan bir karşılıklı mübadele ortamı olarak çalışmak üzere tasarlanmış bir dijital varlıktır (https://www.forbes.com/forbes/2011/0509/technology-psilocybin-bitcoins-gavinandresen-crypto-currency.html, Erişim Tarihi: 21.03.2020; Schueffel, 2017: 8). Kriptopara birimi bir tür dijital para birimi, sanal para birimi veya alternatif para birimidir. Kriptopara birimleri merkezi elektronik paralar ve merkezi bankacılık sistemlerinin aksine merkezi olmayan kontrol mekanizmalarını (McDonnell, 2015: 1) kullanırlar.

Başka bir tanıma göre, kripto para birimi, kullanıcılarına, güvenilir merkezî bir otorite bulunmaksızın mal ve hizmetler için sanal bir ödeme aracı sağlayan ve standart bir para birimi gibi çalışan sanal para ihraç sistemidir. Kripto paralar, dijital bilgilerin iletilmesine dayanırlar ve kriptografik metotlar kullanarak para hareketlerinin kurallara uygun ve tekil olmalarını sağlarlar (Farell, 2015: 3).

Bitcoin 2009 yılında açık kaynak kodlu yazılım olarak piyasaya sunulan genel olarak ilk dağıtılmış kripto para birimi olarak kabul edilir (Stophel, 2004: 1).

Jan Lansky'ye göre, bir kriptopara birimi altı koşulu karşılayan bir sistemdir (Lansky, 2018: 19-31):

1. Sistem, yapısındaki dağıtılmış ortak konsensüs sayesinde merkezi otorite olmaksızın işler.

2. Sistem, kriptopara birimlerine ve kriptopara edinme durumuna genel bir yaklaşıma sahiptir.

3. Sistem, yeni kriptopara birimlerinin oluşturulup oluşturulmayacağını ve oluşturulması durumunda oluşacak koşulları tanımlar.

4. Kriptopara birimlerinin mülkiyeti yalnızca kriptografik olarak belgelenebilir.

5. Bir işlem bildirimi sadece bu birimlerin mevcut sahipliğini kanıtlayan bir kuruluş tarafından yapılabilir.

6. Aynı kriptografik birimlerin sahipliğini değiştirmek için iki değişik talimat aynı anda girilirse, sistem bunlardan en çok birini yerine getirir.

2.5.1.Kripto Paranın Özellikleri

2.5.1.1.Açık Kaynak Kod

Kripto para birimi sistemlerinin neredeyse tamamı açık kaynak kodlu (http://www.linfo.org/source_code.html, Erişim Tarihi: 18.03.2020) yazılımlardır. Arkasında kâr amacı güden herhangi bir ticari kuruluş olmayan Bitcoin açık kaynak kodlu bir yazılım sistemi olduğu gibi, bir şirketin desteğinde geliştirilen Zcash de açık kaynak kodlu bir yazılımdan türetilmiştir. İsteyen kişi veya gruplar bu yazılımların kaynak kodlarını kendi bilgisayarlarına indirip, istedikleri fonksiyonları yerine getiren kendi kripto para birimlerini oluşturabilirler. Kripto para birimlerinin açık kaynak kodlu bir yapıyı benimsemelerindeki temel amacın, açık kaynak kodlu yazılım olmanın avantajlarından yararlanmak olduğu söylenebilir (https://www.coincenter.org/education/advanced-topics/open-source/, Erişim Tarihi: 21.03.2020) .

Açık kaynak kod kullanan blok zinciri protokollerinde tüm kullanıcılar, blok zinciri kodunun herhangi bir güvenlik kusuru veya bir arka kapı içerip içermediğini

doğrulayabilmektedir. Blok zincirdeki tüm işlemlere ilişkin bilgiler tüm kullanıcılar tarafından erişilebilir durumdadır. Bu şeffaflık, tüm kullanıcıların diğer kullanıcıların kopyalarıyla tutarlı olması için defterin/kayıtların kopyasını kontrol etmelerini sağlamaktadır. Ayrıca düzgün olarak bağlı herhangi bir düğüm, veri kümesinde bir işlemin mevcut olup olmadığını belirli bir kesinlik ile tanımlayabilmektedir. Sadece tek bir bilgisayarda veya başka bir donanım aygıtında bulunan blok zincirinin bir kopyası olan herhangi bir düğüm bir işlemi oluşturan doğrulama sonrası işlemin geçerli olup olmadığını, gerçekleşip gerçekleşemeyeceğini makul bir düzeyde belirleyebilmektedir. Diğer bir ifadeyle, yeni işlem girişini geçersiz kılacak herhangi bir çelişkili işlem, kripto para biriminin başka bir yerde harcanması (iki defa harcanması), gibi işlemler onaylanmamaktadır (https://www.twobirds.com/en/news/articles/2016/uk/blockchain-2-0--smartcontracts-and-challenges, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

2.5.1.2.Kriptografi

Kriptografi; gizlilik, kimlik denetimi, bütünlük gibi bilgi güvenliği kavramlarını sağlamak amacıyla çalışan matematiksel metodların tamamıolarak tanımlanabilir. Bu metodlar, bir bilginin iletimi esnasında karşılaşılabilecek aktif ya da pasif ataklardan bilgiyi, dolayısıyla bilgi ile beraber bilginin göndericisini ve alıcısını da koruma amacına sahiptir. Ayrıca kriptografi, okunabilir durumdaki bir bilginin erişilme yetkisi kişiler tarafından okunamayacak bir hale dönüştürülmesinde kullanılan tekniklerin bütünüdür (http://www.sistemon.com.tr/blog/kriptografi-nedir/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

Kriptografi veya kriptoloji (cryptography, cryptology; şifreleme bilimi), hasım, rakip, muhalif başka bir deyişle istenmeyen üçüncü kişilerin veya tarafların bulunduğu ortam ve kanallarda güvenli iletişim tekniklerinin uygulanmasını ve incelenmesini konu alan bilim dalıdır (Franco, 2015: 51).

Kripto para birimi sistemlerinde hash fonksiyonları, simetrik anahtar şifreleme, açık anahtar şifreleme ve onun bir uygulaması olan dijital imza teknikleri en çok kullanılan tekniklerdir

2.5.1.3. Hash Fonksiyonu

Adam Back tarafında kriptografik özet fonksiyonları kullanılarak 1997 yılında e-mail kullanıcılarının anti-spam mekanizması ortaya çıkartılmıştır (http://www.hashcash.org/papers/announce.txt, Erişim Tarihi: 13.3.2020). Bu mekanizma her bir e-mail atma işleminde, önceden hesapladığı ve özetini bildiği bir kriptografik özet fonksiyonunu kullanıcıya hesaplattırır. Yasal kullanıcı için bu fonksiyonun hesaplanması, örneğin, bir saniye olması yasal kullanıcıyı rahatsız etmez. Ancak kötü niyetli kullanıcı bir milyon tane spam e-maili atmak isterse 1milyon saniye bekleyecek ve bu çok uzun sürecektir. Hashcash, bu kullanımıyla, kriptografik özet fonksiyonlarının, belli bir işi yaptığının kanıtı olarak kullanılmasına örnektir (https://medium.com/@yasinaktimur/ethereum-erush-c1d53d71e06e, Erişim Tarihi: 14.3.2020).

Kriptografik özet fonksiyonu (özellikle SHA256) ve Hashcash, algoritmaları blockchain ya da bitcoin keşfedilmeden öncede vardı. Bitcoini icat eden, Satoshi Nakamoto, bu algoritmaları bitcoindeki Proof of Work (PoW), "*İş Kanıtı*", protokolünün tasarımında kullandı (https://medium.com/@yasinaktimur/ethereum-erush-c1d53d71e06e, Erişim Tarihi: 14.3.2020).

Değişken uzunluklu veri kümelerini, durağan uzunluklu veri kümelerine indirgeyen algoritma ya da alt program hash fonsiyonudur. Hash fonksiyonlarından geri dönen değerlere, hash değerleri, hash kodları, hash toplamları (hash sums), kontrol toplamları (checksums) ya da basitçe hash ismi verilir. Veri tabanında sıklıkla tabloda aranan bir veriyi hızlı bir şekilde bulmak veya veri karşılaştırma işlemlerininin süratli yapılması, büyük bir dosyada aynı veya benzer kayıtları belirlemek, DNA dizisinde benzer dizilimlere ulaşmak vb. işlemler için hash fonksiyonları kullanılır (https://tr.wikipedia.org/wiki/Hash_fonksiyonu, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

Hash fonksiyonu, rastgele büyüklükteki bir veriyi girdi olarak alan ve sabit uzunlukta bir bit-dizisi olan hash (özet) değeri çıktısı üreten bir algoritmadır (Franco, 2015: 95). Hash fonksiyonu deterministiktir, başka bir deyişle aynı girdi her zaman aynı hash değerini verir. Normal hash fonksiyonları farklı girdiler için aynı hash değeri üretebilirler fakat hash değerlerinin düzenli bir dağılım göstermesi beklenir. Güvenli veya kriptografik hash fonksiyonlarının farklı girdiler için aynı hash değeri üretmemeleri için, normal hash fonksiyonlarından daha sıkı şartlara tabidirler. Bunlar (Franco, 2015: 95);

(1) Tek yönlülük (ters görüntüye dayanıklılık, preimage resistance): Bir hash değeri verildiğinde, bundan yola çıkarak girdiye erişilememelidir.

(2) Zayıf çakışmaya dayanıklılık (weak collision resistance): Verilen bir girdi için aynı hash değerine sahip farklı bir girdi bulmak, gereken işlem gücü bakımından makul ve mümkün olmamalıdır.

(3) Güçlü çakışmaya dayanıklılık (strong collision resistance): Aynı hash değerine sahip iki farklı girdi bulmak, gereken işlem gücü bakımından mümkün olmamalıdır.

2.5.1.4.Simetrik-Anahtar Şifreleme

Simetrik-anahtar şifreleme (symmetric-key encryption), açık metinlerin şifrelenmesinde veya şifreli metinlerin deşifre edilmesinde aynı şifreleme anahtarının kullanıldığı şifreleme tekniğidir (Franco, 2015: 125-126). Şifreleme ve deşifre etme anahtarları birbirinden biraz farklılaştırılmış da olabilirler. Simetrik anahtar, iletişimde bulunmak isteyen taraflar için ortak gizli anahtar rolünü ifa ettiği için, iletişime geçilmeden önce güvenli bir kanaldan paylaşılması gerekmektedir. Fakat bu güvenli kanal, internet üzerinden gerçekleştirilen elektronik ticarette her zaman mümkün olmayabilmektedir. Man-In-The-Middle attack (Araya giren kişi saldırısı veya ortadaki adam saldırısı) denilen bir saldırıyla (Keith, 2017: 316), istenmeyen kişiler, taraflar arasındaki iletişim ağına sızarak şifreleme anahtarını ele geçirebilir ve bütün iletişimin içeriğini bu anahtar ile deşifre edebilirler. Bu nedenle simetrik şifreleme

tekniği, güvenilir bir kanaldan ortak anahtarın paylaşılmasının mümkün olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Franco, 2015: 125-126).

Açık anahtar şifreleme tekniği ile sadece simetrik anahtar üretilmektedir ve iletişimin tamamı için açık anahtar şifreleme tekniği kullanılmamaktadır. Bunun sebebi, açık anahtar şifrelemenin, simetrik anahtar şifrelemeye göre birkaç kat daha yavaş olması ve mesaj boyutunun daha büyük olmasıdır (Keith, 2017: 420).

2.5.1.5.Dijital İmza

SPK (2016) bitcoin hakkında yayınladığı raporda dijital imzayı gizli ve açık anahtarlarıyla birlikte çalışan, matematiksel güvenilirliği ispatlanmış şifreleme metodu olarak tanımlamıştır. Dijital imza kullanmak isteyenlerin kendine ait, gizli ve açık anahtarı olmalıdır. Gizli anahtarla şifrelenen bir mesaj, sadece şifreleyene ait açık anahtarla çözülebilir. Gizli anahtar yalnızca imzalayanda bulunan ve kimseyle paylaşılmaması gereken anahtardır. Açık anahtarın paylaşılmasında ise bir sakınca bulunmamaktadır (Çakracıoğlu, 2016: 22).

Herhangi bir finansal kurumdan onay almadan, bütünüyle eşler arası (peer to peer) prensibine sahip elektronik para sistemi, taraflar arası çevrimiçi ödeme gönderilmesini mümkünleştirmiştir. Bu anlamda çözümün bir parçası olan dijital imzalar mükerrer harcamaları engellemek için güvenilir bir üçüncü tarafa ihtiyaç duyulması sebebiyle esas yararlarını kaybetmektedir. Bu sorunun çözümü için bitcoin ile eşler arası ağ yöntemi ile çözüm önerilmiştir (Nakamoto, 2008: 1).

Dijital imza, imzalayan kişinin gizli anahtarıyla şifrelenerek elde edildiği için, imza veya imzalanan belge değişikliğe uğradığında bu kolayca anlaşılmakta, belge reddedilmektedir. Bu da belgenin bütünlüğü ve kaynağı konusunda alıcı tarafa garanti vermektedir (Biçkin, 2006: 110-114).

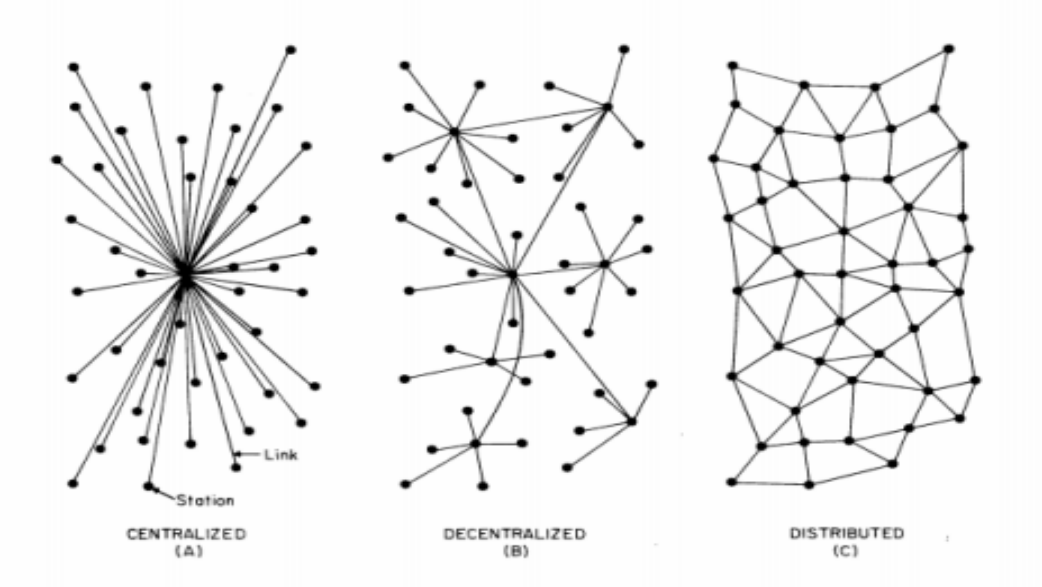
2.5.1.6.Merkezsizlik

Kripto para birimi sistemi ağları, güvensiz bir iletişim ağı olan internet üzerinden herkesin erişilebildiği ve istediği zaman girip çıkabildiği eşler arası ağ (peer to peer, p2p) yapısındadırlar. Bu ağ topolojisinde, özel yetkiye sahip olmayan ve her bilgisayarın eşit olduğu eşler (peers) bulunur. Kripto para birimlerinin böyle bir yapıyı benimsemeleri, bir ağ topolojisi seçimi olmaktan öte, merkezî olmamanın bir gereğidir. Çünkü ancak düz, birbirinin eşiti olan düğümlerin (node) bulunduğu bir uzlaşma p2p ağı, merkezî olmayan bir sistemin işlemesini sağlayabilir (Antonopoulos, 2014: 139-140).

Merkezi bir birimde kararlar tek bir lider tarafından verilir. Merkezi olmayan eşler arası kullanan P2P gibi bir yapıda, lider olmadığından kritik kararların verilmesi için uzlaşma (consensus) protokolü kullanılmaktadır. Aslında uzlaşma, en basit ifadeyle bir gruptaki kullanıcıların çoğunluk oyları ile grubun faydasına olacak şekilde karar verilmesidir (Taş ve Kiani, 2018: 372).

Merkezi (centralized) sistemlerde bilgi tek bir merkezde tutulmakta olup bilgiyi değiştirme, silme gibi yetkilerin tamamı bu merkeze aittir. Bu durum sistemin tek bir kontrol merkezinden (single point of control) yönetilmesini sağladığı gibi merkezde yaşanacak olan ciddi bir sorun tüm sistemi altüst edebilir (single point of failure). Merkezi olmayan ve dağıtık sistemler konusunda fikir birliğine varılmış bir ifade bulunmamakla birlikte bu konuda Paul Baran'ın 1962 yılında yayınlanan On Distributed Communications Networks makalesinden faydalanılması mümkündür (Aldemir, 2018: 12).

Şekil 7: Merkezi, Merkezi Olmayan ve Dağıtık Ağlar



Kaynak: (Baran, 1962: 2)

Paul Baran makalesinde Şekil 7 ile merkezi, merkezi olmayan ve dağıtık yapıları ifade etmektedir. Baran'a göre merkezi olmayan yapıyı birden fazla atomik merkezi yapının birbirine bağlanması oluşturur ve tek bir merkezden söz edilememez. Merkezi olmayan (decentralized) yapılarında belirli bir sayıda birimin yok edilmesinin sistem içerisindeki iletişimi yok edebilecek olması dezavantajdır. Aslında dağıtık yapılar temelde merkezi olmayan yapılara benzemektedir. Fakat bu yapılar merkezi sistem özelliğini en ufak biriminde dahi barındırmayan her birimin diğer birimler ile direkt ya da başka birimler üzerinden iletişim kurabildiği yapılardır. Bu tür sistemlerde kontrol ve risk ağdaki birimler üzerinde dağıtılmaktadır (Aldemir, 2018: 13).

2.5.1.7.Anonimlik

Anonimlik kripto para birimi sistemlerinde, kullanıcıların gerçek kimliklerini açıklamadan sisteme girebilmelerini ve para hareketlerini gerçekleştirebilmelerini ifade eder (Antonopoulos, 2014: 228-229).

Geleneksel para birimlerinde, nakit işlemler haricindeki para hareketlerinin çoğunluğu banka ve finansal kuruluşlar aracığıyla gerçekleşmektedir. Bu kuruluşlar, yasal düzenlemeler gereği, müşterilerine ait kimlik bilgilerini tutmak zorundadırlar.

Halbuki kripto para birimi sistemlerinde para hareketleri doğrudan taraflar arasında gerçekleşmektedir. Bu işlemler için, birer açık ve gizli anahtar (public/private key) çiftine sahip olmak yeterlidir. Cüzdan (wallet) denilen uygulamalar veya ücretsiz cüzdan hizmeti veren dijital platformlar sayesinde, kullanıcılar istediği kadar anahtar çifti edinebilirler. Hatta anonimlik ve güvenlik açısından birden fazla anahtar çiftine sahip olunması da önerilmektedir (Antonopoulos, 2014: 61-68).

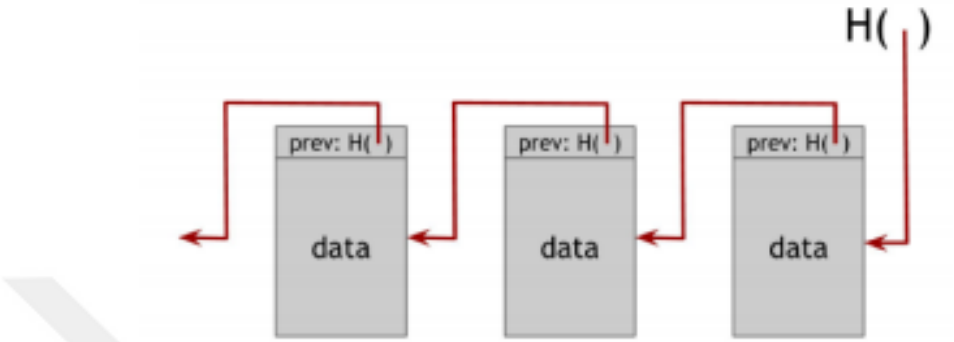
2.6.Blockchain

İnternet, ağ oluşumlarına ve platform temelli sosyal ve ekonomik modellere doğru bir kaymaya neden olmaktadır. Varlıklar paylaşılabilirken, sadece yeni etkinlikler değil aynı zamanda tamamen yeni iş modelleri ve kendini organize edebilen sosyal organizasyon fırsatları sunmaktadır. Blok zinciri gelişmekte olan bir teknoloji olarak, üçüncü bir tarafa ihtiyaç duymadan finansal ve finansal olmayan birçok faaliyetin gerçekleştirilebilmesini sağlamaktadır (WEF, 2015: 5). Yapısal olarak bir blok zinciri, güvenli bir şekilde zincirlenmiş bir dizi bilgi bloğudur. Katılımcılar, yeni bilgi parçaları oluşturduğunda veya bir varlık hakkında mevcut bir bilgiyi değiştirdiklerinde (örneğin, işlem kayıtları, statü değişiklikleri, yeni piyasa fiyatları veya yeni sahipler girildiğinde) yeni bloklar tanımlanmaktadır. İlk bloktan sonra yeni oluşturulmuş geçerli bloklar, güvenilen bir önceki bloğa güvenli bir şekilde zincirlenir. Böylece blokların güvenilirliğini garanti ederek güvenilir bir denetim kanıtı oluşturulmaktadır (http://www.hkma.gov.hk/media/eng/doc/-key-functions/finanicalinfrastructure/- Whitepaper_On_Distributed_Ledger_-Technology.pdf, Erişim Tarihi: 21.03.2020). Bu işlemlerin altında yatan temel saik ise bir güven mimarisi oluşturmaktır.

Bir bağlı liste (linked list) yapısının blok zinciri olarak tanımlanabilmesi izin liste yapısının özelleşmiş hali olması gereklidir. Listede bulunan her bir elemanın kendinden sonraki elemanı işaretçi yordamıyla tespit etmesi ve tüm elemanların birbirine bağlanmış şekilde olması halinde bu, liste yapısının standart tek bağlı liste yapısı olduğu anlamına gelir. (Cormen vd., 2009: 236). Öte yandan, bir diğer yapı olan blok zinciri yapısı ise; yapıda bulunan her bloğun, ki bloklar zincirin elemanı

olarak da tanımlanabilir, bir yandan sonraki bloğu işaret ederken diğer yandan ise o bloğun özet (hash) değerini saklaması ile oluşan, özet-işaretçilerle oluşturulmuş özel bir liste olarak tanımlanabilir.

Şekil 8: Blok Zinciri Veri Yapısı



Kaynak: (Narayanan vd., 2016: 12)

SPK'ya (2016) göre merkezi elektronik paralar ve bankacılık sisteminin aksine kripto paralar merkezi yapıda değillerdir. Blockchain veritabanları bu merkezi olmayan yapının kontrolünü sağlar (Çakracıoğlu, 2016: 8).

Blockchain bir iş ağındaki işlemlerin kaydedilmesini ve varlıkların takibini kolaylaştıran ortak ve dağıtılmış bir hesap defteridir. Bir varlık maddi bir nitelikte olabileceği gibi –ev, araba, nakit para veya arazi– fikri mülkiyet biçiminde maddi olmayan bir nitelikte de –patentler, telif hakları veya marka– olabilir. Blockchain ağında, bir değere sahip olan hemen hemen her şey takip edilebilir ve ticarete konu olabilir. Bu yolla risk azaltılarak maliyetlerde kesintiye gidilir (Gupta 2017: 3).

Kripto para birimlerinde ödemeler blok zinciri sistemi ile kayıt altına alınmaktadır. Kriptografik bir ekonomik sistem, bilgisayar protokolünde belirtilen temel kurallara uyarak, herhangi bir insan etkileşimi olmaksızın işlemleri tamamen güvenilir bir şekilde organize eden bir sistem olarak tanımlanabilmektedir. Sistem, A'dan B'ye gidecek olan yolcuları güvenli bir şekilde götüren otomatik olarak seyreden mürettebatsız bir tekne veya insansız bir araç ile kıyaslanabilir. Herhangi bir kötü niyetli ve kazara olabilecek durumu en aza indirgeyen bir şifreleme protokolü tarafından tamamen kontrol edilmektedir. Blok zinciri aslında adından da anlaşıldığı

üzere bloklardan oluşan bir zincirdir. Bir blok, belirli bir süre içindeki tüm işlemlerin, verilerini ve kendinden sonraki bloğa referansı içermektedir. Hashing (işlem özet fonksiyonu) algoritmaları, tüm blokların iyi oluşturulmuş ve değiştirilmemiş olduğundan emin olmak için kullanılır ve böylece blok zinciri kendisini güvende tutar ve neredeyse kırılmaz olmaktadır. Blok zinciri işlemleri tek bir sunucudan sağlanmamaktadır, yaygın bir bilgisayar ağı üzerinde dağıtılmış bir işlem kaydı olarak çalışmaktadır. Tüm ağ katılımcıları, tüm verileri blok zincirinde tutar ve bunu geliştirmek için birlikte çalışabilmektedirler. Bu işlemleri gerçekleştirenlere genellikle madenciler denilmektedir. Blok zinciri protokolüne bağlı olarak, madenciler ortak kararla, blok zincirine eklenen yeni blokları oluşturmak için, işlemden kazanç sağlamak amacıyla çaba göstermektedirler (Czepluch vd. 2016: 4).

Finansal hizmetlerdeki güven, maliyet ve birçok farklı açıdan gelecek kaygılarının artmasıyla birlikte finansal teknolojiler terimi daha da değer kazanmaktadır. Blok zinciri (Blockchain) teknolojisi işlemlerin daha ekonomik bir şekilde gerçekleştirilebilmesini sağlamaktadır. Blok zinciri teknolojisi birçok farklı alanda kullanılacağı gibi en yaygın olarak finansal hizmetler alanında kullanılmaktadır. Blok zincirinin kullanıldığı en popüler örnek kripto para yapılarıdır ve yasal durumu otoritelere göre farklılık göstermektedir. Blok zinciri teknolojisi ve dağıtık kayıt teknolojisi (DLT, Distributed Ledger Technology) literatürde genellikle birbirinin yerine kullanılmaktadır.

The Economist'e (2015) göre blockchain teknolojisiyle kripto para birimleri ihtiyaç duyulan aracıyı yok ederek yerine matematiksel kesinliğe sahip teknoloji getirmektedir. Bunun da güven mekanizması fonksiyonu gördüğünün belirtmektedir (Dilek, 2018: 11).

Bireysel kullanıcılar blockchain teknolojisi sayesinde dijital kimlik üzerinde benzersiz bir kontrol imkânına sahip olmuştur. Bu yüzden global açık bir hesap defteri olan blockchain hem kripto paraların üretiminde hem de birçok farklı alanda saklama, yönetme ve depolama gibi işlemler için kullanılmaktadır. Dijital kimliğe sağladığı olanaklar onu güven ekonomisinin kilidi yapmaktadır (Piscini vd., 2017: 93).

Blockchain yardımıyla küresel alanda birçok sektör teknolojiyle bütünleşme yönünde ilerlemektedir. Blockchain teknolojisinin kullanıldığı çok sayıda örnek verilebilir. Teknoloji devi IBM ile Deutsche Bank, HSBC, KBC, Natixis, Rabobank, Societe Generale ve Unicredit gibi finans kuruluşları ile blockchain teknolojisi ile dijital ticaret zinciri konsorsiyumu kurma girişiminde bulunmuştur. IBM'nin ilgisi UBS, Bank of Montreal, CaixaBank, Erste Group ve Commerzbank ile blockchain tabanlı ticaret finansmanı platformu için kurduğu ortaklık ile devam etmiştir. ABD Savunma Bakanlığı (DoD) ve NATO' da, merkezi olmayan bir dijital defter sistemi olan blockchain üzerine inşa edilen askeri uygulamalarla ilgileniyor. ABD savunma sanayisi blok zinciri tabanlı güvenli bir mesajlaşma uygulamasına odaklanırken, NATO ise lojistik ve tedarik finans gibi uygulamaların altyapısında blokchainden faydalanmayı hedeflemektedir (https://qz.com/search/blokchain/, Erişim Tarihi: 21.03.2020). Benzer şekilde daha önce de Wells Fargo ile Commonwealth Bank of Australia arasında ABD'den Çin'e gerçekleştirilen pamuk sevkiyatında parasal işlemler için blockchain teknolojisi kullanılmıştı. Gelişmeler ışığında gelecekte özellikle finans sektörünün blockchain vb. teknolojinin getirdiği fırsatlara çabucak entegre olacağını söylemek mükkündür (https://www.cnbc.com/2016/10/24/major-banks-blockchain-trade-cotton-in-a-move-that-could-transform-a-major-industry.html, Erişim Tarihi: 18.03.2020).

Turkcell, kullanıcılarının kişisel bilgileri üzerinde kontrol sağlamak ve Genel Veri Koruma Yönetmeliği (GDPR) gereklerine uygun olarak gizlilik sağlamak amacıyla Blockchain tabanlı kimlik yönetimi çözümü tasarladı. Tasarlanan bu sistem ek kimlik doğrulamaya ihtiyaç duymadan kullanıcıların verilerini blokchain üzerinde saklanmasına imkan tanıyor (https://uzmancoin.com/blockchain-turkcell-cozum/, Erişim Tarihi: 14.3.2020).

Danimarka kökenli Maersk Line şirketi uluslararası sularda seyreden gemi ve yüklerin (konteynır) operasyonunda zamanda ve maliyeti açısından kar etmek ve evrak işlemlerinden kurtulmak için IBM ile stratejik iş birliği yaparak blockchain altyapısını kullanmaya başlamıştır (https://www.reuters.com/article/us-usa-blockchain-ibm/ibm-maersk-in-blockchain-tie-up-for-shipping-industry-idUSKBN16D26Q?il=0, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

Borsa İstanbul, Türkiye'de finans kurumları arasındaki iş akışlarında kullanılan ilk Blockchain projesi Borsa İstanbul tarafından hayata geçirdi. Borsa İstanbul bilişim teknolojileri ekibince hazırlanan Blockchain projesiyle Borsa İstanbul, Takas İstanbul ve Merkezi Kayıt İstanbul'un elektronik başvuruya ait müşteri veri tabanında bulunan bilgiler senkronize edildi. Know Your Customer (KYC) konsepti ile hazırlanan projede, belirtilen veri tabanına yeni müşteri bilgisi eklenmesi, var olan bilgilerin güncellenmesi ve doküman yönetimi Blockchain ağı üzerinden gerçekleştirilecek. Bu sayede veri tabanına bilgi girişindeki muhtemel hataların engellenerek hızlı, güvenilir ve şeffaf bir platformun oluşturulması sağlandı https://www.ntv.com.tr/ekonomi/turkiyenin-ilk-finansal-blockchain-projesi-hayata-gecti,e1ARJIWkM0WFg_1a4wq6HQ, Erişim Tarihi: 14.3.2020).

Kodak, blockchainle oluşturduğu KodakOne ile fotoğraf telif haklarının korunması için blockchain tabanlı bir uygulama geliştirmiş. Çalışmaların kaydedilebileceği ve lisansının oluşturulabileceği şifreli platformda fotoğrafçıları yeni bir ekonominin içine çekiyor. Blockchain, ilk başlarda finansal işlemleri kaydetmek için kullanılsa da şimdiden ve ilerleyen yıllarda her alanda kendini göstermeye devam edecek gibi duruyor (http://pazarlamavizyonu.com/turkiyeden-blockchain-uygulamalari-uygulamalari/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

Mobil para ve mobil ödeme teknolojilerine ılımlı olan ülkelerden biri de Kenya'dır. Ülke nüfusunun üçte ikisinin günlük hayatında mobil ödeme yöntemlerini tercih etmesinden dolayı blockchain teknolojisini benimsemeleri kolay olmuştur. Aynı zamanda Kenya, "community currency" kullanılan ilk ülkelerden biridir (https://www.bloomberght.com/finansal-teknoloji/haber/2153926-iste-dikkat-ceken-sekiz-blockchain-uygulamasi, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

Akıllı mülkiyetlerin ilkel biçimleri de vardır. Örneğin, araç anahtarınız bir immobilizer ile donatılmış olabilir; araç, yalnızca anahtardaki doğru protokole girdikten sonra etkinleştirilebilir. Akıllı telefonunuz da yalnızca doğru PIN kodunu girdikten sonra işlev görür. Her ikisi de mülkiyetinizi korumak için kriptografi üzerinde çalışırlar. Örneğin araç kiralamak istiyorsunuz. Herhangi bir arabulucuya ihtiyacınız yok. Aracın üzerindeki cüzdan adresine gerekli ücreti yatırdıktan sonra

kapılar sizin için otomatik olarak açılacaktır (https://bitcoinlerim.com/blockchain-uygulamalari-kullanim-alanlari/, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

Akbank blockchain teknolojisini yurt dışı para transferlerinde kolaylık sağlamak için kullanmaktadır (https://www.aa.com.tr/tr/sirkethaberleri/finans/blockchain-teknolojisi-akbankta/637793, Erişim Tarihi: 28.02.2020).

Blockchain teknolojisininin, hem merkezsiz ve şeffaf yapısının olması hem de yüksek güvenlikli olması güçlü kılmaktadır. Blockchain teknolojisi kullanılarak işlemlerin hızlı, güvenilir, düşük maliyetli ve gizli olarak yapılabilmesi gibi kullanıcılara sağladığı yararlar sebebiyle, blockchain teknolojisi büyük bir potansiyel barındırmaktadır. Kripto paraların yaygınlaşmaları neticesinde üçüncü taraflara olan ihtiyacı ortadan kaldıran blockchain teknolojisinin merkezileşmemiş sistemi, transferleri anonim ve çok düşük (binde bir gibi) bir maliyetle gerçekleştirmesi sebebiyle finansal sistemde büyük bir değişim veya yıkıcı (disruptive) etki meydana getireceği öngörülebilir (https://sarkac.org/2018/01/bilisim-devrimi-isiginda-kripto-para-2-mehmet-inhan/, Erişim Tarihi: 28.03.2020).

2.7.Bitcoin

Bitcoin, (sembolü: ₿, kısaltma: BTC) ihracı ve güvencesi bir kurum tarafından gerçekleştirilmeyen (resmi veya özel) bir kripto para birimidir (Sönmez, 2014: 8).

Günümüzde innetten alışveriş alışkanlığı giderek artmaktadır. Arabadan çocuk mamasına kadar neredeyse her şeyin internetten temini mümkün bulumaktadır. İnternetten yapılan alışverişlerin finansal olarak bir güvenceye ihtiyacı vardır. İnternetten alışveriş, elektronik ödemelerden dolayı finansal kurumlara tabidir. Finansal kurumlar, anlaşmazlıklarda uzlaştırıcı olmaktan kaçamadıkları için bütünüyle geri dönüşü olmayan işlemler gerçekte mümkün değildir. Arabuluculuk hizmeti giderleri, işlem giderlerini yükseltir ve mümkün olan en küçük işlem miktarını sınırladığı için küçük ödeme işlemlerini engellemektedir. Geri döndürme ihtimali ile birlikte işlemlerde tarafların güven ihtiyacı da artmaktadır (Nakamoto, 2008: 1).

Antonopoulos'a göre (2014) kullanıcılar, geleneksel para birimleriyle yapılabilecek, mal alıp satmak, insanlara veya kuruluşlara para göndermek gibi her şeyi ağ üzerinden Bitcoin'i aktararak yapabilirler. Bitcoin teknolojisi, Bitcoin ağının güvenliğini sağlamak için şifrelemeye ve dijital imzalara dayanan özellikleri içerir. Bitcoinler alınabilir, satılabilir ve aynı zamanda diğer para birimlerine de çevrilebilir (Antonopoulos, 2014: 1).

2008 yılında ortaya çıkan küresel finansal krizde, ülkeler neredeyse ekonomik bir yıkımın eşiğine geldiler. 1930'lardaki Büyük Dünya Bunalım'ını tekrar tecrübe etmemek için merkez bankaları, para basıp, faiz oranlarını düşürdüler. Batmakta olan bankalar, iflasın kıyısından döndürüldüler, fakat bu kurtarmanın bedeli, para birimlerinin değer kaybı ve vergi artışları olarak halka ödetildi (Gupta, 2017: 1-5).

Alan adı "Bitcoin.org", 18 Ağustos 2008'de kaydedildi (https://www.businessinsider.com/bitcoin-history-cryptocurrency-satoshi-nakamoto-2017-12, Erişim Tarihi: 21.03.2021). Kasım 2008'de, Satoshi Nakamoto tarafından yazılmış bir makalenin linki olan Bitcoin: Bir Eşler Arası Elektronik Nakit Sistemi, bir kriptografi e-posta grubuna gönderildi. Nakamoto, Bitcoin yazılımını açık kaynak kod olarak uyguladı ve Ocak 2009'da piyasaya sürdü (Nakamoto, 2009: 1). Satashi Nakamoto takma adıyla yayınlanan makale ile Bitcoin ve arkasındaki teknoloji tüm dünyaya duyurulmuştur (Nakamoto, 2008: 1-9).

Ocak 2009'da, Nakamoto zincirinin ilk bloğu olan ve genesis bloğu olarak bilinen Bitcoin ağı oluşturuldu (Wallace, 2011: 2). Sadece bilgisayar kodu olarak var olan bu para biriminin fiziksel bir temsili bulunmamaktadır. Bitcoin açık kaynak şeklindedir ve üçüncü tarafa (Visa, Paypal, Skrill vb.) ihtiyaç duymadan paydaşlar arasında doğrudan doğruya işleme konu olabilmektedir. Bir üçüncü taraf olmamasına karşın, işlemler karmaşık algoritmaların çok güçlü bilgisayarlar tarafından çözülmesi ile doğrulanmaktadır. Bu özel para birimi herhangi bir merkez bankasının kontrolünde olmadığından para talebiyle birlikte para arzı da kullanıcılar tarafından tayin edilmektedir (Dinu, 2014: 9).

2004'teki ilk yeniden kullanılabilir çalışma kanıtı (RPOW) sisteminin kurucusu olan cypherpunk Hal Finney aynı zamanda ilk bitcoin transfer işleminin alıcısıydı.

Finney, Bitcoin piyasaya sürüldüğünde yazılımını indirdi ve Nakamoto'dan 10 Bitcoin aldı (Peterson, 2014: 1).

Bitcoin, dijital para ekosisteminin temelini oluşturan unsurların birleşimidir. Bu sistemdeki katılımcılar arasındaki değişimin sağlanmasında kullanılan para birimi de bitcoin adını almaktadır (Antonopoulos, 2014: 1).

Satoshi Nakamoto'nun ilk yayınladığı belgeye göre Bitcoin sisteminin işleyişi her Bitcoin'in dijital bir imzadan oluşan bir dizilim olduğu şeklinde anlatılmaktadır (Nakamoto, 2008: 5).

Vlasov'a (2017) göre yalnızca elektronik olarak mevcut olan kripto para, paranın evrim sürecindeki bir sonraki aşamadır (Vlasov, 2017: 215-224). Chiu ve Koeppl (2017) en çok bilinen ve değeri en yüksek olan kripto para olan Bitcoin'in dünya genelinde kabul gördüğünü belirtmişlerdir (Chui ve Koeppl, 2017: 7). Li ve Wang'a (2017) göre bilgisayar kriptolojisine sahip ve merkezsiz bir ağ üzerine kurulu olan Bitcoin yeni nesil bir dijital para çeşididir (Li ve Wang, 2017: 49-60).

Nakamoto (2008) Bitcoin'i bir vasıta olmaksızın işlem yapılanbilen açık kaynak kodlu bir yazılım olarak tanımlamıştır. Tschorsch ve Scheuermann'a (2016) göre Bitcoin, hiçbir değerli madene endekslenmemiştir ve yasal paralarla temsil edilmemektedir (Tschorsch ve Scheuermann, 2016: 2084-2120). Scaillet vd. (2017) Bitcoin Merkez Bankasına bağlı olmayan ve özel sektör tarafından çıkartılan özel bir para birimi olarak tanımlamıştır (Scaillet vd., 2017: 7).

Bitcoin kelimesi, 31 Ekim 2008'de yayınlanan öntanıtım makalesinde tanımlanmıştır (Nakamoto, 2008: 1-9). Bu, dijital bir birimi ifade eden bit ile kuruş gibi madeni para biri ifade eden "coin" kelimesinin bir bileşiğidir (https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/bitcoin?q=bitcoin, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

2009 yılında açık kaynak kodlu yazılım olarak piyasaya sunulan Bitcoin, genel olarak ilk dağıtılmış kripto para birimi olarak kabul edilir (Stophel, 2004: 1).

Yaga vd. (2018) bitcoin öncesinde bulunan hiç bir dijital ödeme sisteminin bitcoin kadar popüler olmadığını belirtmiştir. Blockchain teknolojisi sayesinde bitcoin sisteminin dağıtık yapıda aracılar olmaksızın dijital para biriminin yönetilmesine imkan sağlamıştır. Bu sayede kişiler merkezi otoriteye olmadan parasal işlemlerini doğrudan yapabilmiştir (Yaga vd., 2018: 9).

Bitcoin, sanal parayı bir dijital imza zinciri olarak tanımlamaktadır. Paranın el değiştirmesi sırasında her sahip kendi dijital imzasıyla parayı bir sonrakine gönderirken bir önceki işlemin özetini (hash), bir sonraki sahibinin açık anahtarı ile imzalar ve bu imzayı paranın sonuna eklemektedir. Ödemeyi alan kişi sahiplik zincirinin doğruluğunu kanıtlamak için dijital imzaları doğrulayabilmektedir (Nakamoto, 2008: 2-3).

Kripto para birimlerinin değeri genellikle dolar cinsinden ifade edilmektedir. Bitcoin örneğinde, en çok işlem gören ulusal para birimlerinin % 20'den fazlası dolar, neredeyse %20'si Çin renminbisi ve yarıdan fazlasını avro dahil olmak üzere diğer para birimleri cinsi üzerinden takas edilmektedir (https://www.coinhills.com/statistics/volume-cnystrength/, Erişim Tarihi: 02.01.2020).

Bitcoin, bilindik para birimleri gibi sabit birimlerden oluşmamaktadır, BTC (Bitcoin) olarak kısaltılmaktadır. Bitcoinler yalnızca işlem çıktılarıdır ve kurallar dâhilinde ondalık olarak istenilen birçok değere sahip olabilmektedir. Toplam Bitcoin sayısı 21.000.000 ile sınırlıdır ve olası en küçük değeri 0.00000001 BTC, 1 Satoshi olarak adlandırılmaktadır. Eşler arası olan Bitcoin ağının amacı, bütün yeni hareketleri ve oluşturulan blokları, mevcut bulunan tüm Bitcoin esler arası düğümlere yaymaktır. Sistemin güvenliği, eşler arası ağın eksiksiz bir yapı oluşturma çabasından değil blok zincirinden ve mutabakat birliğinden kaynaklanmaktadır (Narayanan vd., 2015: 802).

Nakamoto'nun 1 milyon Bitcoin ürettiği/çıkardığı tahmin edilmektedir (McMillan, 2013: 1-2). 2010 yılında ortadan kaybolmadan önce, ağ uyarı anahtarını ve Bitcoin Core kodu kayıt deposunu Gavin Andresen'e devretti. Andresen daha sonra Bitcoin Vakfı'nda lider geliştirici oldu (Simonite, 2014: 1).

Rotman (2014) bitcoin ve türevleri genellikle dijital ve sanal paralarla karıştırıldığını, bitcoinin merkezi otoriteden bağımsız kendi başına bir para birimi olmasının aksine bitcoin dışındaki dijital ve sanal paralar ülkelerinin yasal para birimine dayalı olduğunu belirtmiştir (Rotman, 2014: 1).

Bitcoin, dijital para ekonomisini oluşturan kavramlar ve konular bütünüdür. Bitcoin sistemi, açık kaynak kodlu yazılımlardan oluşur. Yazılımlar laptop ve akıllı cep telefonu dahil geniş bir yelpazedeki işlemcilerde çalışırlar (Antonopoulos, 2014: 12). Tamamen dijital olup, fiziki temsiline ihtiyaç yoktur (Stophel, 2004: 1). İşlem maliyetlerinin çok az olması, küresel olarak kullanılabilmesi, gün geçtikçe kullanım alanlarının artması, güvenli ve anonim olarak değer saklama aracı olması Bitcoin'i daha da popüler yapmaktadır (Antonopoulos, 2014: 225; Gupta, 2017: 156).

Bitcoin istenirse, TL, Amerikan Doları, Euro ya da diğer paralar ile takas edilebilir (https://www.weusecoins.com/what-is-cryptocurrency/, Erişim Tarihi: 13.3.2020). Bitcoin kullanıcıları, normal paranın kullanımında olduğu gibi ürün/hizmet almak veya satmak için, Bitcoin ağı ile birbirlerine BTC gönderebilirler. Bitcoin satın alabilir ve takas yapabilirler (Antonopoulos, 2014: 1). Bitcoin'in, uluslararası pazara kolay erişim, dolandırıcılığa ve sahtekârlığa karşı koruma, düşük komisyon oranları, finansal özgürlük ve anonimlik sağladığı için ticari alanda kullanımı artmaktadır. Bitcoin sınırlarımızı yeni sanal bir ekonomiye doğru itmektedir. (Stophel, 2004: 1).

Andreas (2014) Satoshi Nakamoto' nun, "Bizans Generalleri" problemine, merkezi bir otorite kullanmadan "iş ispatı" kavramıyla çözüm önerdiğini belirtmiştir. Nakamoto 2011 yılından beri ortaya çıkmamasına rağmen sistem şeffaf olarak çalışmayı sürdürmektedir (Andreas, 2014: 4).

Teigland vd. (2012); Bitcoin topluluğunun üzerinde yaptığı deneysel bir çalışma ile ilk çıkışını, kendini organize etme şeklini, online yöntemle global finansal sistemi içinde oyun değiştirici hareketlerini analiz ederek Bitcoin'i tam olarak tanımaya çalışmışlardır. Öncelikle Bitcoin topluluğu ile iletişim kurmuş, online ikincil kaynaklarla birlikte Kasım 2009 – Ocak 2012 tarihleri arasındaki 22.000 üyenin aralarındaki sosyal ve bilişsel yapılarını kritik etmişlerdir (Teigland vd, 2012: 4).

Güring ve Grigg (2011), Bitcoin'in kötü paranın iyi parayı kovması yasası olan Gresham Kanunu çerçevesinde içinde bulunduğu ekonomik modelleri incelemiş ve Bitcoin'in makro ve çeşitlenmiş madencilik ağına bağlı olarak çalıştığı, çalışma mekanizmasının serbest giriş ve limitsiz olması nedeniyle birçok bilgisayar ağına yüklenmesinden dolayı Gresham Kanunu'nu ihlal ettiği kanısına varmıştır (Güring ve Grigg, 2011: 6).

Kurulduğunda sistem havuzuna belli miktarda sanal para konulan Bitcoin, genellikle Amerikan doları bazlı işlem yapılmaktadır. Bilgisayar sistemi üzerinden oluşturulan sanal cüzdan ile paralar havale edilerek günlük paritesi üzerinden Bitcoin alınmakta, bu para satın alanın hesabına yazılmaktadır. Sistemde istenildiği zaman mevcut Bitcoinler satılarak yine o anki kurdan Dolar'a dönüştürülebilmektedir. Cüzdan aslında blok zincirindeki Bitcoin adreslerinde bulunan Bitcoinleri harcamaya yarayan gizli anahtarları da saklama işlevine sahiptir (http://bitcoin.org/en/vocabulary#wallet, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

Bitcoine duyulan ilgi, sistemi kimin kurduğuna ilişkin merakla birleşince ortaya ilginç girişimler de çıkmaktadır. Olay, Nakamoto' nun çizgi romanını yapmaya kadar ulaşmıştır. İspanyol bir girişimci tarafından piyasaya çıkarılan Satoshi Nakamoto' nun İzinde adlı çizgi roman bitcoin topluluğundan büyük ilgi görmüştür (http://www.bitcoinhaber.net/2014/12/bitcoin-cizgi-roman-oldu.html, Erişim Tarihi: 12.3.2020).).

Bitcoinin yapısal özelliklerine aşağıda değinilmiştir.

2.7.1.Bitcoin Adresi

Bitcoin adresi veya Bitcoin cüzdan adresi, geleneksel bankacılıktaki hesap numarasına benzetilebilir. Tüm giriş ve çıkış işlemleri Bitcoin adreslerine yansır. Bitcoin adresi, 27 ile 34 adet sayı ve harften oluşur, 1 veya 3 rakamı ile başlar (Gupta, 2017: 36).

Bitcoin güvenlik için ortak bir anahtar şifre yöntemini kullanmaktadır. Bitcoin adresi yaratıldığında genel olarak benzersiz, uzun harf ve numaralardan oluşan bir çift imzanın yani genel ve gizli anahtarların oluşturulması ile güvenliği sağlamaktadır (https://www.btcturk.com/bilgi-platformu/blockchain-blokzinciri-teknolojisi-nedir/, Erişim Tarihi: 16.3.2020). Bir özel anahtar kriptografik imza yoluyla spesifik bir cüzdandan sizin bitcoin harcama hakkınızı sağlayan gizli bir bilgi parçasıdır. Özel anahtar (ya da anahtarlarınız) eğer bir cüzdan yazılımı kullanıyorsanız bilgisayarınızda depolanır; eğer bir çevrimiçi cüzdan kullanıyorsanız uzak bir sunucuda depolanır. Bu özel anahtarlar, sizin bu spesifik cüzdandan alışveriş yapmanızı sağladığından asla açıklanmamalıdır (https://bitcoin.org/tr/kelime-haznesi#adres, Erişim Tarihi: 21.03.2020). İşlemler, güvenilir bir üçüncü tarafa veya başka bir aracıya ihtiyaç duyulmadan doğrudan sistem katılımcıları arasında neredeyse sıfır maliyetle gerçekleşebilir ve kalıcı ve tamamen kamuya açık bir kayda atandığında geri döndürülemez. Bitcoin'in matematiksel olarak zarif tasarımı, para arzının sadece zaman içinde yavaşlayan ve sonra tamamen duran sabit bir oranda artmasını sağlar (https://www.economist.com/technology-quarterly/2013/11/28/bitcoin-under-pressure, Erişim; Tarihi: 20.03.2020).

2.7.2.İş İspatı

Bitcoin işlemleri sürecinde iş kanıtı üretilmesi, diğer katılımcıların doğrulamasını gerektiren ve doğrulamayı sağlayan, aynı zamanda nispeten kolaylaştırarak, belirli gereksinimleri karşılayan zor (maliyetli, zaman alan) bir veri parçasıdır. İş kanıtı üretmek, olasılığı düşük ve rasgele bir süreçtir. Geçerli bir iş kanıtı oluşturulmadan önce çoğunlukla, birçok deneme yanılma gerekmektedir. Bitcoin sisteminde Hashcash kanıt yöntemi kullanılmaktadır (Nakamoto, 2008: 3).

Blok zinciri, merkezi olmayan bir veri yapısına sahip olduğundan, farklı kopyaları daima senkronize değildir. Bloklar farklı zamanlarda farklı düğümlere varabilir, bu da düğümlerin blok zincirinin farklı perspektiflerine sahip olmalarına neden olmaktadır. Bunu çözmek için, her düğüm daima bilinen en uzun zincir veya en büyük kümülatif zorluğa sahip zincir olarak tanımlanan, iş kanıtını temsil eden blok

zincirini seçerek denemeye başlamaktadır. Bir düğüm, zincirdeki her blokta kaydedilen zorluğu toplarken bu zinciri oluşturmak için harcanmış olan iş kanıtının toplam miktarını hesaplayabilmektedir. Tüm düğümler en uzun kümülatif zorluk zincirini seçtikleri sürece global Bitcoin ağı (sonunda) istikrarlı bir hal almaktadır (Antonopoulos, 2014: 204-205).

İş ispatı yöntemi hesaplanması zor kriptografik bulmacalara dayanmaktadır ve Bitcoin blokchain ağında bu yöntem kullanılmaktadır. Yeni üretilecek bloğun kim tarafında üretileceğine bu yöntemle karar verilir. Adından da anlaşılacağı üzere blok üretmek için bir çaba harcandığının ispatlanmasıdır. Bu ispatı yapabilmek için düğümler çok yüksek sayıda deneme yaparlar ve bu denemeler yüksek işlemci gücü ve enerji tüketimine neden olur (Murat, 2018: 2).

Ayrıca iş ispatı mutabakat birliğinin sağlanması sürecinde ortaya çıkabilecek sorunlarıda çözmektedir. İnternet Protokolü IP adreslerine dayalı bir metotla hesaplanması durumunda bir kişinin çok sayıda IP adresine sahip olduğunda sistem suiistimal edilebilirdi. İş kanıtı yönteminde 1 CPU, 1 oya eşit olması suiistimalin önüne geçilmesini sağlar. İş kanıtının en fazla yapıldığı yani en uzun zincir tarafından çoğunluk kararı temsil edilmektedir. CPU işlem gücünün çoğunluğu dürüst düğümlerin elinde olursa dürüst zincir diğerlerinden daha uzun olacaktır ve rakip zincirleri alt edecektir. Saldıran kişinin, geçmiş bloklardan birini değiştirmek için sonrasında gelen bütün bloklardaki işi yeniden yapması ve dürüst düğümlerin yaptığı işi yakalayıp geçmesi gereklidir. İş kanıtının zorluk seviyesi, artan donanım hızlarına ve değişken aktif düğüm sayısına ayak uydurmak için saatte ortalama blok hedefini tutturacak şekilde tekrar ayarlatılmaktadır. Eğer çok hızlı blok üretiliyorsa zorluk seviyesi yükselmektedir (Nakamoto, 2008: 3).

Bizanslı Hata Toleransı (Byzantine Fault Tolerance Problem) veya Bizanslı Generaller Sorunu (Byzantine Generals' Problem) olarak bilinen bu sorun, kısaca şöyle ifade edilmektedir: Bizanslı generaller, ordularıyla farklı cephelerden kuşattıkları bir şehri, alacakları ortak bir kararla ele geçirmek istemektedirler. Generaller arasında iletişim ulaklar aracılığıyla yapılmaktadır. Şehrin bir süre gözetlenmesinin ardından ortak bir hareket planına karar verilecektir. Fakat bazı

generaller hain olabilir ve dürüst generallerin ortak bir karara varmasını önleyebilirler. Dürüst generaller, şu iki durumu garanti eden bir algoritmaya sahip olmak zorundadırlar (Leslie vd., 1982: 383).

(1) Bütün dürüst generaller aynı hareket planına karar verirler fakat hain generaller çelişkili kararlar verebilirler. Hain generaller doğru veya yanlış nasıl karar verirlerse versinler, algoritma birinci şartı garanti etmelidir.

(2) Az sayıdaki hain general, dürüst generallerin kötü bir planı benimsemesine sebep olmamalıdır.

Bu şekilde ortaya konulan Bizanslı Generaller Sorunu, dürüst generallerin üçte iki çoğunluğunu sağlamadığı durumlarda çözümsüzdür.

Kripto para birimi sistemleri gibi dağıtık bir bilgisayar sisteminde uzlaşma sorunu, ilk olarak Nakamoto tarafından geliştirilen blockchain mimarisiyle çözülmüştür. Nakamoto uzlaşması (Nakamoto consensus) da denilen bu çözümde, her biri tekil olarak doğrulanmış para hareketlerinden (transaction) oluşmuş bir kümeyi içeren bloklar, büyük bir bilgi işlem gücü harcanarak sağlanmış iş kanıtı (work-of-proof) ve ağda bulunan diğer düğümler tarafından bu iş kanıtının onaylaması üzerine varılan uzlaşmayla blokzincirine (blockchain) eklenmektedir (Antonopoulos, 2014: 217) .

2.7.3.Cüzdan

Bitcoine sahip olmadan önce Bitcoin cüzdanına sahip olmak gerekmektedir. Çeşitli yazılımlarla bilgisayarlardan, tabletlerden ve cep telefonlarından bitcoin cüzdanına erişmek mümkündür. Yazılımlar kullanıcılara özel, gizli anahtar, açık anahtar ve Bitcoin adresini üretirler. Mevcut bulunan gizli anahtarın da, bu yazılımlara entegre edilmesi muhtemeldir. Bitcoin cüzdanlarında güvenlik, gizli anahtarla sağlanır, gizli anahtarın çalınması, gerçek fiziki para cüzdanınızı çaldırmanız gibidir. Gizli anahtar emniyetli bir yerde muhafaza edilmelidir, kimseyle paylaşılmamalıdır (Stophel, 2004: 3).

Bitcoin transferi Bitcoin cüzdan adresleri arasında yapılır. Bitcoin adreslerinin kullanılmasında büyük ve küçük harf hassasiyetinden dolayı hatalı kodlandığında, tanımsız adres oluşur ve transfer işlemi gerçekleşmez. Fakat, hatalı yazılan bir Bitcoin adresinin, 4.29 milyarda 1 ihtimalle, tanımlı bir adres olma ihtimali sebebiyle, hatalı işlemin gerçekleşmesi olasıdır (Gupta, 2017: 208).

Üç ana işlevi olan cüzdan uygulamaları, genellikle kullanıcıların Bitcoin ağıyla etkileşimde bulunduğu arayüzlerdir. Bu işlevler;

(1) Bitcoin adresleri üretmek,

(2) Para hareketleri oluşturup Bitcoin sistemine gönderimi sağlamak

(3) Cüzdanın kontrolünde bulunan adreslere ait hareketleri blok zincirinden sorgulayıp ilgili hesap bakiyelerini göstermek.

Bunlarla birlikte para transferinin gerçekleştiğinin (confirmation) belirlenmesi, gizli anahtarların yedeklenmesi (backup) veya yedeklenmiş gizli anahtarların geri yüklenmesi (restore) de cüzdan uygulamalarının yapabildiği işlerdendir (Barski vd., 2015: 12).

2.8.Bitcoinin Tercih Sebepleri

Mikal'e (2014) göre bitcoin sisteminde zamandan bağımsız, masrafsız ve merkezsiz para transferi mümkündür. İşlem yapılırken aracıya ihtiyaç duyulmaz, işlemin yapıldığı zaman dilimi sorun olmaz, cep telefonu ya da bilgisayar üzerinden çok kısa bir zaman diliminde herhangi bir engele maruz kalmadan işlem yapılabilir (https://www.entrepreneur.com/article/232118, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

Möser (2013) bitcoin sisteminde yapılan bütün işlemler ağ içinde kronolojik olarak kayıt altına alınarak kullanıcılar arasında paylaşılarak, herkesin analiz etmesine izin verildiği için gerçek bir bilinmezlik sağlamadığını ama işlemlerin takma ad ile gerçekleştirildiğini belirtmiştir (Möser, 2013: 1).

Bitcoin'in, merkesiz olması, peer to peer teknolojisini kullanması, dijital olması, arzının kısıtlı olması, karmaşık bir algoritmayla üretilmesi, işlemlerin hızlı olması ve merkezsiz olması vb. özellikleri diğer para birimlerinden ve ödeme şekillerinden farklı kılmaktadır (http://www.forbes.com/sites/investopedia/2013/08/01/how-bitcoin-works/, Erişim Tarihi: 15.3.2020).

2.8.1.Bitcoinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Bitcoinin, merkezsiz ve bağımsız olması, enflasyondan etkilenmemesi ve manüpülasyon yapılmasa müsait olmaması, tek başına işlem yapabilmesi, maliyetinin az olması, hızlı ve güvenilir işlem yapılması, para transfeleri için hızlı ve etkin olması, vergilendirilememesi, dondurulumaması, izlenemiyor olması, hızlı artışı sayesinde kolay para kazandırması, otoritelerce el konulamaması gibi imkanlar sağladığı değerlendirilebilir (Çakracıoğlu, 2016: 16-17) .

Diğer bitcoinin fiziksel varlığa sahip olmaması, denetlemesinin zor olması, arzının sınırlı olması sebebiyle krediye konu edilemez olması, fiyatındaki oynaklığın yüksek olması, yapılan işlemlerin geri döndürülemez olması, suç işleyenler için bir liman haline gelmesi vb. özelliklerinin, bitcoinin olumsuz yönleri olarak değerlendirilebilir (Çakracıoğlu, 2016: 1-17)

2.9.Bitcoin Madenciliği

Plassaras (2013) kişilerin Bitcoin madenciliği tekniğiyle bir makine üzerinde kodlamayla Bitcoin üretimi yaptığını belirtmiştir (Plassaras 2013: 386).

Bitcoin protokolü, ağ üzerindeki madencilik işlevini düzenleyen dâhili algoritmaları içerir. Madencilerin çözmesi gereken sorunun zorluğu dinamik olarak ayarlanır, böylece ne kadar çok madencinin (ve merkezi işlemci birimlerinin) sorunun üzerinde çalıştığından bağımsız olarak ortalama 10 dakikada bir doğru cevap bulunur. Protokol aynı zamanda her dört yılda oluşturulan Bitcoin sayısını yarıya düşürecek

şekilde ve toplam miktar olarak 21 milyon Bitcoin'i aşmayacak şekilde sınırlandırılmıştır (Antonopoulos, 2014: 224).

Madencilik işleminde teknik olarak gerçekleşen olayı basitçe izahı şu şekilde yapılabilir. Madenciler, Bitcoin madenciliği programının bir parçası olan ve bloktaki cevabı içeren karmaşık bir matematiksel bulmacayı çözerek yeni bir Bitcoin kazanma şansı elde ederler. Çözüme ihtiyacı olan bulmacanın amacı, bloktaki verilerle birleştirildiğinde ve bir karma (hash) işlevinden geçirildiğinde, belirli bir aralıkta bir sonuç üreten bir sayı bulmaktır. Bu tahmin edilenden çok daha zor bir işlemdir (https://doi.org/https://www.coindesk.com/information/how-bitcoin-mining-works/ , Erişim Tarihi: 20.03.2020).

Madencilik, merkezsiz bir değiş tokuş sistemi olarak isimlendirilebilir (Çarkacıoğlu, 2016: 48). Protokole bağlı olarak kripto paranın tüm birimleri dolaşımda değil ise madenciler, enflasyon mekanizması gibi oluşturulan ve dolaşıma giren yeni para birimini teslim alabilmektedir. Tüm kullanıcıların zincire yeni bir blok eklendiğinde, tuttukları kaydı güncellenmesi gerekmektedir. Yeni blokları yalnızca tüm işlemlerinin geçerli olduğu doğrulandığında kullanıcılar tarafından kabul edebilmektedir. Blok tutarlı olmazsa kabul edilmez. İşlem doğru olduğunda blok eklenerek kalıcı ve halka açık bir kayıt olarak saklanmaktadır. Kullanıcılar bu eklenen geçerli bloğu kaldıramaz. Genellikle bir kaydın yok edilmesi veya kayda zarar verilmesi için aracıya saldırı gerekirken, bunu blok zincirine yapmak aynı anda kayıtların tutulan her bir kopyasına ayrı ayrı saldırı gerektirmektedir. Yani, bütün kullanıcılar karşılıklı kontrol amacıyla kendi orijinal sürümüne sahip olmasında dolayı "sahte kayıt defteri" bulunmamaktadır. İşlemlerin kontrol edilmesini ve eklenmesini onaylayan ya da reddeden özel bir makamı bulunmadığı için tüm işlemler şeffaftır ve blok zincirleri genellikle izinsiz olarak tanımlanır. İzin verilen blok zincirleri, izinsiz muadillerinden daha az şeffaf ve merkezi bir yapıda olacaktır. Bu nedenle, farklı sosyal ve politik değerleri somutlaştırmaktadırlar (Boucher vd., 2017: 5-7).

Bitcoin madenciliği, Bitcoin ağının işlemleri onaylaması amacıyla bilgisayarlara matematiksel işlemler yaptırmak ve güvenliği artırmak anlamına gelmektedir. Bitcoin madencileri yaptıkları işin ödülü olarak onayladıkları işlemlerin

masraflarını (faturalarını) ve yeni oluşturulan Bitcoin'leri hak etmektedir. Madencilik ödülleri c doğru orantılı olup rekabetçi bir ortamda belirlenmektedir. Tüm Bitcoin kullanıcıları madencilik yapamamaktadır. Madencilik para kazanmanın kolay bir yolu da değildir (https://bitcoin.org/tr/bilmeniz-gerekenler, Erişim Tarihi: 13.3.2020). Madencilerin yapması gereken hesaplamalar sürekli olarak zorlaşmaktadır ve madencilere verilen ödül yaklaşık her dört yılda bir yarıya inmektedir. İtibari para merkezi otoriteler tarafından arza göre basılabilmekte iken üretilebilecek Bitcoin sayısı 21 milyonu aşamaz. Ve bitcoin sistemine dışarıdan para arz edemez. (Çarkacıoğlu, 2016: 13).

Madenciler yüksek miktarda elektrik tüketmeleri sebebiyle yenilenebilir enerji kaynakları olan İzlanda'yı faliyetleri için tercih etmektedirler. Ayrıca Rusya da enerji kaynakları ile kripto madenciliği için dünyanın en iyi şartlarını sağlamaktadır (http://www.coindaily.co/bitcoin-mining-operations-legalized-in-russia-followingthe-launch-of-a-minery-in-russia/, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

2.9.1.Devletlerin Bitcoine Yaklaşımı

Bitcoini piyasaya çıktığı günden beri destekleyenler olduğu kadar desteklemeyenlerde olmuştur. Kişiler gibi devletlerde bu konuda bir duruş sergilemişlerdir.

Bitcoinin ilk destekçileri paranın kontrolünü devletlerin elinden almak isteyen özgürlükçü veya anarşistler olarak kabul edildi. Bitcoin.com CEO' su Roger Ver "*İlk başta, katılan herkes neredeyse felsefi nedenlerden ötürü yaptı. Bitcoin'i parayı devletten ayırmanın bir yolu olmasından harika bir fikir olarak gördük.*" demiştir (https://www.nytimes.com/2013/12/15/sunday-review/the-bitcoin-ideology.html, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

Dodd (2017), "*Bitcoin'in Sosyal Hayatı*" adlı eserinde Bitcoin ideolojisinin özünün parayı kurumsal ve idari kontrolden kurtarmak olduğunu iddaa etmektedir. Dodd; "*Bitcoin, ideoloji olarak başarısız olduğu ölçüde para olarak başarılı olacaktır. Bitcoin bir para birimi olarak aslında, temelde dayandığı ve inkâr etmeye çalıştığı*

ideolojiye dayanmaktadır. Bu ideoloji ise paranın toplumsal ilişkilere ve güvene olan bağımlılığıdır." demiştir (Dodd, 2017: 1-3).

Christopher (2013) ABD' de Bitcoin' in kara para aklama kanunları bakımından işlem ve işleyiş biçimini çözümlemiş ve Bitcoin'in kara para aklama aracı olarak kullanılmasına bağlı olarak yaşanabilecek olumsuzlukları aktarmıştır (Christopher, 2013: 19-23).

IMF Başkanı Christine Lagarde, 29 Eylül 2017 tarihinde Bank of England (BoE) Konferansında yaptığı konuşmasında kripto paralara ilişkin önemli açıklamalarda bulunmuştur. Lagarde, Bitcoin başta olmak üzere kripto paraların mevcut sistem için tehlike oluşturmadığını belirtmiştir. Kripto Paraların fazla oynak, fazla riskli ve fazla enerji yoğun olduğu değerlendirmelerinde bulunmuştur. Düzenleyici otoriteler için kripto paraları fazla karmaşık bulan Lagarde, kripto paraların tamamen yok sayılmasının ise akıllıca olmayacağını ifade etmiştir. IMF Başkanı, istikrarlı olmayan paralara sahip olan ülkelerde Dolar gibi başka ülkelerin para birimleri yerine kripto paraların daha çok talep görebileceğini öngörmektedir. Vatandaşların kripto paraların zaman içerisinde daha istikrarlı bir hale geleceğine yönelik beklentilerinin ise bunun en önemli dayanağı olduğunu değerlendirmektedir. Lagarde, ekonomilerin dönüşümüne bağlı olarak Merkez Bankalarının yapacağı en iyi işin etkin para politikalarına devam etmek ve yeni fikirlere ve taleplere açık olmak olduğunu vurgulamıştır. Nitekim mevcut kripto paraların riskli ve oynak kalması neticesinde, vatandaşların da Merkez Bankalarından ulusal para olarak işlem görecek dijital platformlarının oluşturulmasına yönelik talebin olabileceğini ifade etmiştir (https://www.cnnturk.com/ekonomi/kripto-para/imf-baskani-lagardeden-kripto-paralara-denetim-aciklamasi, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

Dünya Bankası Başkanı Jim Yong Kim ise, kripto para sistemini "Ponzi Düzeni" ile kıyaslamış ve Bitcoin gibi kripto paraların yasallığına yönelik endişe uyandırmıştır. Kim açıklamasında, sistemin çalışma şeklinin hala tam anlamıyla net olmadığını belirtmiş ancak gelişmekte olan ülkelerde paranın daha etkin takip edilmesi ve yolsuzluğun azaltılması açısından da ümit verdiğini ifade etmiştir

(https://fortune.com/2018/02/08/jim-yong-kim-cryptocurrency/, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

G20 ülkeleri G20 konferansında kripto paranın vergilendirilmesi için uluslar arası vergilendirme sisteminin kurulması konusunda deklarasyon imzaladı (https://uzmancoin.com/g20-bitcoin-deklarasyon/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

Ülkemizde kripto para konusunda olumlu ve olumsuz görüşler mevcuttur. Hazine ve Maliye Bakanlığı, Sermaye Piyasası Kurulu ve Merkez Bankası Bitcoin ile ilgili çalışmalar yapmaktadır. Arjantin'de kripto parayı döviz almaya yönelik kısıtlamalardan dolayı döviz alımlarında kullanmakla beraber kullanımı çok yaygın değildir. Avustralya'da kripto para borsaları için uyması gereken zorunlu yasalar açıklamıştır. Bitcoin borsalarına Avustralya İşlem Rapor ve Analiz Merkezi'ne (AUSTRAC) kayıt yaptırma yükümlülüğü getirmiştir. Brezilya hükûmeti Bitcoin'in "ponzi" olduğunu düşünürken Blockchain teknolojisine ise sıcak bakmaktadır. Kanada ise kripto para sektörüne olumlu yaklaşmakta ve kripto para sektörüyle ilgili kendi düzenlemelerini yapmak için çalışmalar yapmaktadır (https://koinbulteni.com/g20de-yasananlar-ve-ulkelerin-kripto-paralara-bakis-acilari-10658.html, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

Fransa bitcoinin tartışılmasını ve düzenlenmesini istiyor. Fransa Maliye Bakanı Bruno Le Maire açıklamalarında başkanlık yapacağı G20 zirvesinde bitcoinin tüm üyeler tarafından değerlenrilmesini ve bitcoinin spekülasyon riski göz önünde bulundurularak araştırması önereceğini belirtmiştir (https://cointelegraph.com/news/bitcoin-question-should-be-at-g20-says-france-finance-minister, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

Fransız kanun koyucular, Bitcoin ve diğer kriptopara sahiplerine dayatılan vergileri tekrar düzenliyorlar. Reuters'in raporuna göre, Fransız finans komisyonu, diğer sermaye kazanç vergileriyle birlikte kriptoparaya da uygulanan sermaye kazanç vergisi ile ilgili dün yapılan planları destekledi. Kriptoparaya sahip olmakla elde edilen her türlü kazanç şu anda %36.2 oranla vergilendiriliyor. Diğer taşınmaz olmayan varlıklar %30 oranında vergilendiriliyor. Değişiklik, büyük ihtimalle, kriptoparalara uygulanan sermaye kazanç vergisini sabit oran olarak %30'a düşürecek. Ancak, bu

değişiklik henüz yasal olarak bir şeyleri bağlamıyor, sadece yasalaşması için parlementodan geçiriliyor. Bunun olması için, bütçe raporunun son güncellemesinde onaylanması gerekiyor (https://kriptokoin.com/fransiz-otoriteler-bitcoin-icin-yuzde-30-vergi-oranini-zorluyorlar/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

Almanya' da Fransa gibi kripto para için ortak bir düzenlemeye gidilmesi gerektiğini düşünüyor. Almanya'nın merkez bankası Bundesbank'ın kurul üyelerinden olan Joachim Wuermeling *"Dijital paraların verimli şekilde düzenlenmesi için uluslararası boyutta olabilecek en iyi şekilde işbirliği yapılmalı çünkü ulus devletlerin düzenleme gücü belli ki kısıtlı"* diyerek bu konudaki yaklaşımlarını dile getirmiştir. Hindistan kripto paraya mesafeli yaklaşıyor ve kripto para borsalarının banka hesapları bankalar tarafından askıya alınıyor ya da tamamıyla kapatılıyor (https://koinbulteni.com/g20de-yasananlar-ve-ulkelerin-kripto-paralara-bakis-acilari-10658.html, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

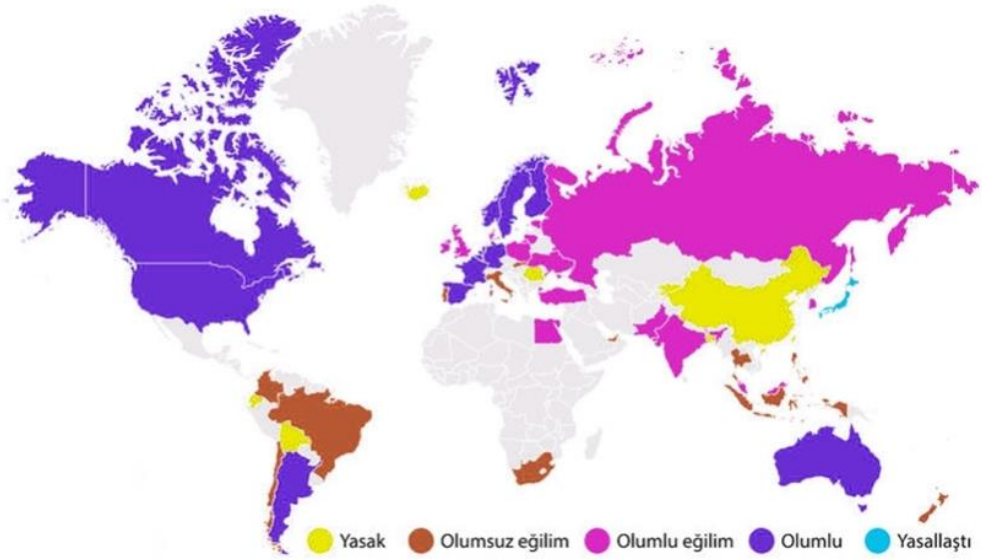
Endonezya Merkez Bankası Bitcoin'in Endonezya'da resmi bir ödeme aracı olarak tanımamaktadır. İtalya kripto para kullanımına olumlu yaklaşmaktadır. Buna yönelik şirket kurmak isteyenlere kolaylık sağlamaktadır. Japonya'da kripto paralara karşın olumlu bir tutum sergilemektedir. Japonya merkezli Coincheck borsasının saldırıya uğraması ve toplamda 500 milyon $'dan fazla paranın çalınması kripto para dünyasındaki en büyük hırsızlıklardan biridir. Bu durum bazı katı düzenlemeler yapılmasına sebep olsa da Japonya'nın genel tavrını değiştirmemiştir (https://koinbulteni.com/g20de-yasananlar-ve-ulkelerin-kripto-paralara-bakis-acilari-10658.html, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

Meksika da kripto para sektörünü kendi başına düzenlemek için çalışmalara başladı, Yakında Avustralya ve Kanada gibi kendi düzenlemelerini getirmesi mümkün olacaktır. Rusya merkezsiz kripto para borsalarını kapatarak kendi kripto parasını çıkarmayı düşünmektedir. Rusya Kripto Para ve Blockchain Birliği (RACIB) tarafından yapılan duyuruya göre CryptoRuble adlı dijital paranın 2019 ortalarında piyasaya çıkması muhtemeldir ((https://koinbulteni.com/g20de-yasananlar-ve-ulkelerin-kripto-paralara-bakis-acilari-10658.html, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

Suudi Arabistan'ın kripto paraların yozlaşma ve para aklama gibi suçlarla anılması sebebiyle kripto paralara sıcak bakmıyor. Güney Afrika Devleti ise bankası, kripto para ve Blockchain ile ilgili bazı şirketlerle belli oranda özgürlük tanıyarak bu konular hakkında ayrıntılı bilgi elde etmeye çalışmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucu somut adımlar atılması muhtemeldir. Birleşik Krallık'ta kripto para ile ilgili henüz somut adımlar atılmamasına rağmen risklerle hakkında vatandaşlara uyarılar yapılmaktadır. ABD'nin kripto paralara karşı olumlu bir tavır sergilemektedir. Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu (SEC) kripto paraları yasaklamak ya da kripto paraların önünü kesmek için ortada herhangi bir sebep olmadığını belirtmiştir ((https://koinbulteni.com/g20de-yasananlar-ve-ulkelerin-kripto-paralara-bakis-acilari-10658.html, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

G20 ülkeleri konferansta kripto paranın vergilendirilmesi için uluslar arası vergilendirme sisteminin kurulması konusunda deklarasyon imzalandı ((https://uzmancoin.com/g20-bitcoin-deklarasyon/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

Şekil 9: Dünya Ülkelerinin Kripto Paraya Yaklaşımı



Kaynak:(http://www.nkariyer.com/eticaret/2017/11/18/iste-dunya-ulkelerinin-dijital-paraya-bakis-acisi-infokrafik, Erişim Tarihi: 14.3.2020).

2.9.2.Bitcoin Piyasası

Bitcoin ortaya cıktığı günden beri çeşitli konularla gündeme geldiği kadar piyasadaki hareketliliğiyle de dikkatleri üzerine çeken bir kripto paradır. Bu hareketliliğin diğer piyasalardan etkilendiği ya da tamamen bağımsız olduğu yönünde çeşitli görüşler mevcuttur.

Bitcoin'in kripto para (crytocurrency) olarak adlandırılmasının sebebi üretiminde ve transferinde kriptolojinin kullanılmasıdır. Bitcoin hiçbir kişi ya da kuruma bağlı değildir. Hiçbir ülkenin ekonomik durumundan etkilenmemesinin sebebi herhangi bir merkez bankasıyla bağı olmamasıdır. (https://www.mahfiegilmez.com/2013/11/bitcoin.html, Erişim Tarihi: 20.03.2020)

Atik vd. (2015) Granger nedensellik analizi ile 2009-2015 yılları arasındaki Bitcoin günlük kur fiyatları ile dünyadaki en çok kullanılan çapraz kur fiyatları arasındaki etkileşimi test etmiştir. Çalışmada Bitcoin ile Japon Yen'inin birbirlerini gecikmeli olarak etkilediği ve Japon Yen'inden Bitcoin'e doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespitine ulaşmışlardır (Atik vd., 2015: 1-15). Cheung vd. (2015), Phillips'in metodolojisini kullanarak Bitcoin pazarında baloncukların tespiti için ekonometrik bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Yazarlar bu yöntemi kullanarak kısa ömürlü birtakım baloncukları ve 2011 - 2013 yılları arasında 66 ila 106 gün arasında süren üç büyük baloncuğu tespit etmişlerdir (Cheeung vd., 2015: 1). Brandvold (2015) Bitcoin borsalarını, fiyat oluşumunu ve hangi borsanın en hızlı şekilde yeni bilgiye tepki vererek doğru fiyatlama yapabildiğini belirlemek amacıyla incelemiştir (Brandvold, 2015:18-35). Çalışmada analiz döneminde en yüksek işlem hacmine sahip Bitfinex, Bitstamp, Btce, BTC China, ve Mt. Gox; ve bunlara ek olarak daha düşük işlem hacmine sahip, Bitcurex ve Virtex incelenmiştir. Mt.Gox ve Btce en yüksek işlem hacmine sahip borsalar olarak, fiyat oluşumunda lider bulunurken, tahmin ettiği gibi küçük borsalar, fiyat oluşumunda rol almayıp pazarı takip eder konumda bulunmuştur. Kristoufek (2015) Bitcoin fiyatlarını etkileyen faktörleri incelemiştir ve aslında inanılanın aksine Bitcoin 'in spekülatif olmadığını ileri sürmüştür. Çalışmada, Bitcoin fiyatını etkileyen faktörler olarak, ticarette kullanım yaygınlığı, tedarik miktarı ve fiyat seviyesi gösterilmiştir ki bu da standart bir para

biriminin değerini etkileyen faktörlerdir. Fakat Kristoufek (2015) daha meydana gelen dalgalanmaları da göz önünde tutarak ve Bitcoin'in hala finansal açıdan güvenli olmadığını belirtmiştir (Kristoufek, 2015: 1-15).

Bitcoin 2013 yılından önce hemen hemen A.B.D. dışında etkin değildi. Bazı yorumcular Bitcoini pazar değerinin 1 milyar dolara yaklaşmasndan "**balon**" olarak adlandırdı. 2013 Nisan' da, bitcoin başına düşen fiyat 266 dolardan 50 dolara düştü ve sonrasında 100 dolara yükseldi. İki hafta içinde Haziran 2013'ün sonundan başlayarak fiyat devamlı düştü ve 70 dolar oldu. Daha sonrasında iyileşmeye başlayan bitcoin/usd 1 Ekim'de 140'a yükseldi. 2 Ekim'de yasa dışı faliyetler için kullanılan bir karaborsa olan İpek Yolu FBI tarafından ele geçirildi. Bu olay sonrası bitcoin değeri hızla 110 dolara geriledi. Daha sonra tekrar yükseişe geçen Bitcoin, 28 Kasım 2013 tarihinde 100 Amerikan dolarını aşmayı başardı. 2017 yılında rekor seviyede artış gösteren bitcoin, 2017'nin ikinci çeyreğinde değerini ikiye katladı ve 1200$'dan 2500$'a kadar yükseldi. Bitcoin en değerli kripto para olma özelliğini sürdürmektedir (https://www.doviz.com/kripto-paralar/bitcoin, Erişim Tarihi: 13.3.2020). Ocak 2018 tarihinde 16.800.000. Bitcoin'in üretilmesiyle toplam Bitcoin'in %80'i üretilmiş oldu. Google kripto para reklamlarını yasakladı (https://www.btcturk.com/bilgi-platformu/10-yilda-bitcoin, Erişim Tarihi: 12.3.2020). Bitcoin 2019 yılında ortalama 7.366,06 USD'deydi (https://www.bitcoinfiyati.com/2019-yilinda-btc-fiyati-ne-kadardi.html, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

Değerini arz ve talebin belirlediği Bitcoin; nakit, Paypal, banka havalesi, Bitcoin ATM'si gibi pek çok yol ile temin edilebilir. Bitcoin alım ve satımının gerçekleştirilebileceği ilk borsa olan Bitcoin Market, 6 Şubat 2010 tarihinde kurulmuştur (http://en.bitcoinwiki.org/ Bitcoin_history, Erişim Tarihi: 24.03.2020).

Bitcoin piyasasında taraf olan kullanıcılara ilişkin yapılan bir çalışmada bitcoin kullanıcılarının %65'inin 35 yaşının altında olduğu, %80'inin ise iyi bir eğitim (yükseköğretim kurumlarında okuyan/mezun) aldığı belirtilmiştir. Gelir durumu açısından bariz bir farkın ortaya çıkmadığı, her gelir grubundan insanın Bitcoin'i kullandığı, ilgili çalışmaya bakılarak söylenebilir. Bitcoin birçok resmi para birimine

karşı işlem görmektedir(https://www.coindesk.com/5-facts-from-the-q3-2015-state-of-bitcoin-report, Erişim Tarihi: 20.03.2021).

Bilindiği gibi döviz kurları, tesadüfen oluşan değerler değildir ve sağlıklı bir ekonominin göstergesi olan piyasalardaki faiz ve enflasyon oranları ile döviz kurları arasındaki denge, diğer para birimleri ile ilişkili olan BTC'nin fiyatlandırılmasının anlaşılması açısından önemlidir. Bununla birlikte, BTC' nin diğer para birimleri ile ilişkisisni ortaya koymak adına günümüzde günümüzde çeşitli analizler ve çalışmalar yapılmakatadır. Birçok araştırmacı BTC'nin diğer para birimleri ile ilişkisini ortaya koymak için çeşitli analiz yapmıştır (Baur vd., 2015: 2-13). Bu çalışmada da BTC'nin diğer para birimleri ve altınla olan ilişkisinin ölçülmesi için korelasyon katsayıları bulunmuştur.

2.9.3.Bitcoin Değeri Değişkendir

Genç ekonomisi, alışılmamış doğası ve bazen likit olmayan piyasası nedeniyle bir bitcoinin değeri kısa sürede kestirilemeyecek kadar artıp azalabilir (https://bitcoin.org/tr/bilmeniz-gerekenler, Erişim Tarihi: 20.03.2020)

Bitcoin, diğer itibari paralar gibi kurum tarafından temsil edilmemektedir ve değeri herhangi bir kıymetli madene de bağlı değildir (Tschorsch ve Scheuermann, 2016: 2086). Bitcoin özel sektör tarafından çıkartılan özel bir para birimidir. Merkezsiz olması sebebiyle işlem gerçekleştirilmesi ve para arzının artırılması bilgisayar ağlarına bağlıdır (Scaillet vd., 2017: 2). Para arzının bir ağ üzerinden gerçekleşmesi nedeniyle Merkez Bankası' na bağlı geleneksel para arzından oldukça farklılık göstermektedir (İçellioğlu vd., 2017: 53).

Bitcoin 22 Mayıs 2010'da Laszlo takma isimli bir kullanıcının, pizza almak üzere başka bir kullanıcıya 10 bin bitcoin vermesi ve bu kullanıcının 10 bin bitcoin karşılığında, Dominos'tan Laszlo adına 2 adet pizza sipariş etmesiyle ilk defa takas aracı olarak kullanılmıştır. Dünyanın pek çok yerinde 22 Mayıs Laszlo'nun Pizza Günü olarak kutlanmaktadır (Çarkacıoğlu, 2016: 17).

Bitcoin'in değeri, coğrafi uygunluğu, yaygınlığı, kabul edilebilirliği, yatırımcı güveni, reel hayatta ödeme aracı olabilmesi ve pazarın o anki duyarlılık durumu ile ilişkili olarak diğer her türlü para, mal ve hizmette olduğu gibi arz ve talebin dengede buluşması ile oluşur (https://www.newsbtc.com/news/what-is-the-difference-between-bitcoin-forex-gold-a-tripod-theory-revised/, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

19 Kasım 2019 tarihi itibarıyla (https://www.blockchain.com/tr/tr/tr/explorer, Erişim Tarihi: 20.03.2020);

• Piyasada toplam 18.055.513 Bitcoin vardır.

• 1 Bitcoin, 8,106.75 Amerikan Dolarıdır.

• Gün içi yapılan toplam işlem 2.882.924 BTCdir.

Bireylere dayalı bir sistem olan bitcoinin yaygınlaşması; daha etkili ve spekule edilemez bir piyasa haline gelmesi için oldukça önemlidir. Bitcoin 02 Ocak 2011 tarihinde 0,30 dolarken, 29 Kasım 2013'te 1,242 yükseldi akabinde 2014 yılının sonlarında 300 dolara kadar düşmüştür. Bu düşüşe sebep olarakdoların değerlenmeye başlaması, bitcoinin yasadışı faaliyetlerde kullanan Silk Road sitesinin kapatılması, Çin hükümetinin Bitcoin aleyhine düzenlemeleri gösterilmiştir. (https://www.bbc.com/turkce/ekonomi/2013/07/130702_winklevoss_bitcoin, Erişim Tarihi: 3.3.2020).

Bitcoin kullanıcısının artması ve kullanımının yaygınlaşması ile fiyat oynaklığının azalması beklenmektedir. Bitcoin fiyatının, ucuz olduğunu düşünen yatırımcılar Bitcoin alıp, uzun vade saklayıp, hedeflediği fiyata geldiğinde satmayı planlayabilirler (Çakracıoğlu, 2016: 18).

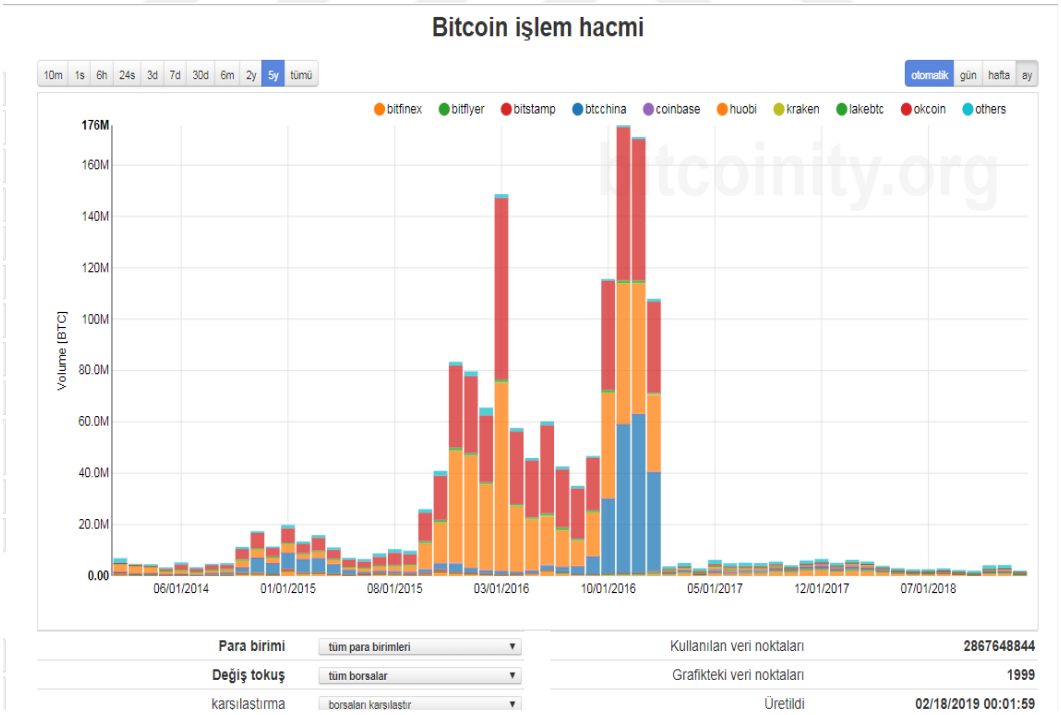
Silikon vadisi girişimcilerinden Chris Dixon, gelecekte 1 Bitcoin değerinin 100.000 Amerikan Doları olacağını öngörmektedir. (McMillan, 2015: 1-2). Bitcoinin sınırlı olması sebebiyle uzun dönemde, 1 Bitcoin'in, 1.000.000 Amerikan Dolarına eşit olacağı iddiaları öne sürülmektedir (https://www.thestreet.com/opinion/could-bitcoin-hit-1-000-000-in-the-long-run-13390174, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

Ronald' a (2014) göre bitcoin'in, para arzının kısıtlı olmasından dolayı, hiperenflasyon sebebiyle değerinin düşmesi beklenmez. Ancak, bitcoin, teknolojik başarısızlıklar, diğer para birimlerinin aşırı değer kazanması, politik konular ve ülkelerin düzenlemeleri nedeniyle değer kaybedebilir (Çakracıoğlu, 2016: 18).

2.10.Bitcoin Borsaları

Kripto para, yeni neslin tarafından borsada hisse senedi alımı satımı gibi yorumlanmış ve yatırım aracı olarak görülmüştür. Kripto paranın şeffaf, dağıtık, güvenli ve teknolojik imkânları olan yapısı talebi ve arzı arttırmıştır (http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/kripto-para-borsalari/9703, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

Şekil 10: Bitcoin Piyasalarının İşlem Hacmi



Kaynak: (https://data.bitcoinity.org/markets/volume/5y?c=e&t=b, Erişim Tarihi: 12.03.2020)

Girişimciler de bu talebe cevap vermek adına IPO (Initial Public Offering – İlk Halka Arz), ICO (Initial Coin Offering – İlk Dijital Para Arzı) enstrümanlarını kullanarak ve kripto para borsaları açarak cevap verdiler (https://www.quora.com/How-does-a-Bitcoin-exchange-work-1, Erişim Tarihi: 14.3.2020). Kripto para borsaları, alıcılarla satıcıları buluşturan bir dijital pazar yeridir. Bu çevrimiçi aracılık platformları bildiğimiz borsalar gibi belli bir kripto parayı al – sat yapabildiğiniz yerlerdir. Burada en göze çarpan özellikleri ise aracı kurumların olmamasıdır (http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/kripto-para-borsalari/9703, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

Alım – satım işlemlerine yapılan aracılık faaliyeti için hem alıcı hem satıcılardan komisyon alınır. Bunun yanı sıra bu platformlardaki kullanıcı hesapları kamu tarafından denetlenir ya da mevzuat henüz yerinde değilse bu serbest ortamda bir miktar daha rahat, denetimsiz faaliyetlerine devam ederler. Ancak düzenlemenin tam anlamıyla olgunlaşmadığı yarı denetimli piyasalarda borsalar kamunun isteyebileceği türden raporlamaları sağlayabilmek ve kripto paraların sıkça kullanıldığı yasa dışı alışverişlerin, kara para aklama gibi faaliyetlerin önüne geçmek adına bazı önemli kısıtlar getirmişlerdir (https://cointelegraph.com/explained/p2p-cryptocurrency-exchanges-explained, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

Kripto para borsaları yerel resmi para kuru ile kripto paraların değiş tokuşuna olanak veren platformlardır. Bu platformlar kullanıcı hesapları üzerinden bir cüzdan görevi görebilir ya da salt değiş tokuşa ev sahipliği yaparak kullanıcıların hariçte tuttukları dijital cüzdanlara kripto para aktarılır (https://cointelegraph.com/explained/p2p-cryptocurrency-exchanges-explained, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

Kripto para borsaları, kriptoloji yazılımlarına hakim, finansal teknoloji enstrümanlarını iyi kullanan, güvenlik prosedür ve teknolojilerini uygulayan, bunları sürekli geliştiren, yeni çıkan ve popüler olan kripto paraları değiş tokuş platformuna hızla entegre eden (‘trade in’ işlemine olanak tanıyan, yeni bir kripto para türünün alım satımına imkân tanıyan), son teknoloji sunucular kullanarak kaliteli, zamanında, hızlı müşteri hizmeti altyapısı hazırlanarak ve operasyonel hale getirilerek kurulan

piyasalardır (https://www.quora.com/How-does-a-Bitcoin-exchange-work-1, Erişim Tarihi: 14.3.2020).

Bu borsalar, diğer dijital platformlarda olduğu gibi tamamen çevrimiçi olarak hizmet verirler. Konvansiyonel borsa ve bankacılık sistemindeki zaman kısıtlarından bağımsız 7/24/365 hizmet prensibiyle çalışırlar. Kullanıcılar kimlik ve alım satım vekâlet dilekçeleriyle birer hesap açarlar. Her kullanıcı gerçek bir kişi olmak zorundadır. Bu prosedür, henüz düzenlenmemiş bir pazar olan kripto para borsacılığında kripto paraya yönelik en yoğun eleştirilerin konusu olan karanlık web, kara para aklamacılığı ve terörist faaliyetlerin finanse edilmesi ihtimaline karşın alınmış bir tedbirdir. Yasa koyucu, bu üyelik sisteminin varlığını henüz talep etmiş olmasa da bu çok popüler finansal hizmetin günün birinde yasal olarak denetlenmesi durumunda borsa işletmecisinin kamuya vereceği raporu kolaylaştıracaktır (https://exmo.com.tr/tr, Erişim Tarihi: 21.03.2020)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

RAPİDMİNER

RapidMiner'ın, sınıflandırma, regresyon analizi, kümeleme, ilişki madenciliği (birliktelik kuralları çıkarımı) ve diğer uygulamalar için oldukça zengin bir algoritma seti bulunmaktadır. Grafiksel programlama dili, hatasız çalışma, GUI, görselleştirme ve içerdiği algoritma sayısı açısından güçlüdür. İstatistiksel hesaplama açısından ise, diğer yazılımlara oranla zayıftır. MS SQL, Oracle vb. veritabanlarını ve metin dosyalarını desteklemekte ve Excel dosyalarından veri okuyabilmektedir (https://rapidminer.com/why-rapidminer/, Erişim Tarihi: 01.03.2020).

RapidMiner makine öğrenmesi ve veri madenciliği ihtiyaçlarına yönelik olarak yazılımla aynı ada sahip firma tarafından geliştirilen bir yazılım platformudur. Client/server mimarisini kullanabilir ve Software as a Service (SaaS) olarak bir bulut yapısı üzerinde çalışabilir. Genel olarak araştırma ve eğitim alanlarına odaklanmaktadır. Bu anlamda RapidMiner'ı bir topluluk yazılımı (community founded software) olarak nitelendirilebilir. Hızlı prototipleme ve uygulama geliştirme gibi amaçlarla da kullanılabilmesi nedeniyle ticari olarak da yaygın bir kullanıma sahiptir (https://ceaksan.com/tr/rapidminer-nedir/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

Rapidminer Java dilinde yazılmış açık kaynak kodlu bir program olup her işletim sisteminde çalışabilmektedir (Çelik vd., 2017, 1-2).

Rapidminer sürükle bırak operatör işlevleri sayesinde çalışan ve operatör işlevlerinin üstlerine tıklanarak gerekli parametrelerin kolayca belirlendiği bir yazılımdır. Bu sayede kodlama bilgisi gerektirmez. Bir veri seti dosyadan veya veri tabanından kolayca yüklenip çoğaltılabilir ve aynı anda farklı veri madenciliği analizi yapılabilir. Çapraz doğrulama ile veri seti parçalara ayrılıp bu setin her bir parçası ayrı ayrı test edilebilir. Döngüsel operatörleri sayesinde farklı parametrelerle tekrar tekrar analizi baştan sona çalıştırmak yerine bir analiz için birçok değişken tek işlemde denenebilir. İç içe operatörler kullanılarak analiz akış kontrolü daha rahat

gerçekleştirilir (Çelik vd., 2017: 2-3). Bu çalışmada Rapidminer programının kullanımı, bu avantajları sebebiyle uygun görülmüştür. Çalışmada kullanılan operatörler işlevleriyle beraber uygulamada yer almaktadır.

UYGULAMA

Bitcoin piyasası merkezsiz olması belirli bir para birimine endeksli olmaması sebebiyle öngörü yapılması zor bir piyasadır. Bu çalışmada bitcoin piyasası açılış değerini bulmak için https://finance.yahoo.com/ internet adresinden 22.03.2017-21.03.2018 tarihleri arasındaki 365 adet BTC –USD verilesi indirilmiştir. Bu verilerin içinde verilen tarihler arasında bitcoin açılış, kapanış, en yüksek değeri gibi günlük veriler bulunmaktadır. Açılış (Open) verilerinden bir kesite aşağıda yer verilmiştir.

Şekil 11: Orijinal Veri Kümesi

Number	Date	Açılış (Open)
1	22.03.2017	1121290039,00
2	23.03.2017	1044719971,00
3	24.03.2017	1035030029,00
4	25.03.2017	939700012,00
5	26.03.2017	966299988,00
6	26.03.2017	969440002,00
7	27.03.2017	1045140015,00
8	28.03.2017	1044420044,00
9	29.03.2017	1041900024,00
10	30.03.2017	1037910034,00
11	31.03.2017	1079109985,00
12	01.04.2017	1086119995,00

13	02.04.2017	1097400024,00
14	03.04.2017	1147560059,00
15	04.04.2017	1141770020,00
16	05.04.2017	1129869995,00
17	06.04.2017	1188699951,00
18	07.04.2017	1190489990,00
19	08.04.2017	1180780029,00
20	09.04.2017	1204339966,00
21	10.04.2017	1206709961,00
22	11.04.2017	1220739990,00
23	12.04.2017	1212530029,00
24	13.04.2017	1176199951,00
25	14.04.2017	1177329956,00
26	15.04.2017	1176989990,00
27	16.04.2017	1176800049,00
28	17.04.2017	1194010010,00
29	18.04.2017	1206089966,00
30	19.04.2017	1215199951,00
31	20.04.2017	1238089966,00
32	21.04.2017	1249640015,00
33	22.04.2017	1240890015,00

34	23.04.2017	1249140015,00
35	24.04.2017	1248180054,00
36	25.04.2017	1264310059,00
37	26.04.2017	1286630005,00
38	27.04.2017	1332910034,00
39	28.04.2017	1329619995,00
40	29.04.2017	1336280029,00
41	30.04.2017	1351910034,00
42	01.05.2017	1415810059,00
43	02.05.2017	1445930054,00
44	03.05.2017	1485550049,00
45	04.05.2017	1516760010,00
46	05.05.2017	1507770020,00
47	06.05.2017	1545290039,00
48	07.05.2017	1554449951,00
49	08.05.2017	1664469971,00
50	09.05.2017	1697500000,00
51	10.05.2017	1752310059,00
52	11.05.2017	1819290039,00
53	12.05.2017	1686390015,00
54	13.05.2017	1763739990,00

55	14.05.2017	1772550049,00
56	15.05.2017	1708920044,00
57	16.05.2017	1729339966,00
58	17.05.2017	1801300049,00
59	18.05.2017	1880989990,00
60	19.05.2017	1962000000,00
61	20.05.2017	2040180054,00
62	21.05.2017	2044189941,00
63	22.05.2017	2124409912,00
64	23.05.2017	2272580078,00
65	24.05.2017	2445280029,00
66	25.05.2017	2306959961,00
67	26.05.2017	2244889893,00
68	27.05.2017	2052429932,00
69	28.05.2017	2189020020,00
70	29.05.2017	2278209961,00
71	30.05.2017	2192550049,00
72	31.05.2017	2303340088,00
73	01.06.2017	2412649902,00
74	02.06.2017	2492600098,00
75	03.06.2017	2545429932,00

76	04.06.2017	2524060059,00
77	05.06.2017	2704959961,00
78	06.06.2017	2870500000,00
79	07.06.2017	2691510010,00
80	08.06.2017	2798780029,00
81	09.06.2017	2811429932,00
82	10.06.2017	2900250000,00
83	11.06.2017	2973449951,00
84	12.06.2017	2656770020,00
85	13.06.2017	2712989990,00
86	14.06.2017	2467270020,00
87	15.06.2017	2442459961,00
88	16.06.2017	2508580078,00
89	17.06.2017	2655100098,00
90	18.06.2017	2539560059,00
91	19.06.2017	2616820068,00
92	20.06.2017	2754379883,00
93	21.06.2017	2677620117,00
94	22.06.2017	2722840088,00
95	23.06.2017	2710370117,00
96	24.06.2017	2590050049,00

97	25.06.2017	2541620117,00
98	26.06.2017	2446050049,00
99	27.06.2017	2583750000,00
100	28.06.2017	2577739990,00
101	29.06.2017	2558370117,00
102	30.06.2017	2480610107,00
103	01.07.2017	2424610107,00
104	02.07.2017	2536459961,00
105	03.07.2017	2572469971,00
106	04.07.2017	2617320068,00
107	05.07.2017	2627860107,00
108	06.07.2017	2614239990,00
109	07.07.2017	2513879883,00
110	08.07.2017	2564860107,00
111	09.07.2017	2511429932,00
112	10.07.2017	2344020020,00
113	11.07.2017	2324290039,00
114	12.07.2017	2403090088,00
115	13.07.2017	2362439941,00
116	14.07.2017	2234169922,00
117	15.07.2017	1975079956,00

118	16.07.2017	1914089966,00
119	17.07.2017	2233389893,00
120	18.07.2017	2320229980,00
121	19.07.2017	2282580078,00
122	20.07.2017	2866020020,00
123	21.07.2017	2675080078,00
124	22.07.2017	2836530029,00
125	23.07.2017	2756610107,00
126	24.07.2017	2763419922,00
127	25.07.2017	2582580078,00
128	26.07.2017	2559209961,00
129	27.07.2017	2691879883,00
130	28.07.2017	2806750000,00
131	29.07.2017	2733500000,00
132	30.07.2017	2766489990,00
133	31.07.2017	2883270020,00
134	01.08.2017	2746989990,00
135	02.08.2017	2720530029,00
136	03.08.2017	2809989990,00
137	04.08.2017	2878489990,00
138	05.08.2017	3262800049,00

139	06.08.2017	3232030029,00
140	07.08.2017	3401909912,00
141	08.08.2017	3429379883,00
142	09.08.2017	3348790039,00
143	10.08.2017	3425669922,00
144	11.08.2017	3654370117,00
145	12.08.2017	3871620117,00
146	13.08.2017	4062600098,00
147	14.08.2017	4327939941,00
148	15.08.2017	4161660156,00
149	16.08.2017	4387399902,00
150	17.08.2017	4278919922,00
151	18.08.2017	4105370117,00
152	19.08.2017	4150450195,00
153	20.08.2017	4066600098,00
154	21.08.2017	4005100098,00
155	22.08.2017	4089699951,00
156	23.08.2017	4141089844,00
157	24.08.2017	4318350098,00
158	25.08.2017	4364410156,00
159	26.08.2017	4352299805,00

160	27.08.2017	4345750000,00
161	28.08.2017	4390310059,00
162	29.08.2017	4597310059,00
163	30.08.2017	4583020020,00
164	31.08.2017	4735109863,00
165	01.09.2017	4921850098,00
166	02.09.2017	4573799805,00
167	03.09.2017	4612919922,00
168	04.09.2017	4267450195,00
169	05.09.2017	4409080078,00
170	06.09.2017	4618709961,00
171	07.09.2017	4635600098,00
172	08.09.2017	4326450195,00
173	09.09.2017	4335129883,00
174	10.09.2017	4245890137,00
175	11.09.2017	4217899902,00
176	12.09.2017	4158919922,00
177	13.09.2017	3870290039,00
178	14.09.2017	3243080078,00
179	15.09.2017	3713760010,00
180	16.09.2017	3698919922,00

181	17.09.2017	3689610107,00
182	18.09.2017	4100279785,00
183	19.09.2017	3907959961,00
184	20.09.2017	3882159912,00
185	21.09.2017	3617270020,00
186	22.09.2017	3600830078,00
187	23.09.2017	3788020020,00
188	24.09.2017	3667520020,00
189	25.09.2017	3932830078,00
190	26.09.2017	3892699951,00
191	27.09.2017	4212200195,00
192	28.09.2017	4195649902,00
193	29.09.2017	4172790039,00
194	30.09.2017	4360620117,00
195	01.10.2017	4403089844,00
196	02.10.2017	4401319824,00
197	03.10.2017	4314180176,00
198	04.10.2017	4218660156,00
199	05.10.2017	4321439941,00
200	06.10.2017	4371939941,00
201	07.10.2017	4435810059,00

202	08.10.2017	4611700195,00
203	09.10.2017	4777490234,00
204	10.10.2017	4763359863,00
205	11.10.2017	4824200195,00
206	12.10.2017	5432620117,00
207	13.10.2017	5637259766,00
208	14.10.2017	5824709961,00
209	15.10.2017	5677350098,00
210	16.10.2017	5759250000,00
211	17.10.2017	5598580078,00
212	18.10.2017	5576709961,00
213	19.10.2017	5698620117,00
214	20.10.2017	5993109863,00
215	21.10.2017	6006649902,00
216	22.10.2017	5982859863,00
217	23.10.2017	5903609863,00
218	24.10.2017	5513080078,00
219	25.10.2017	5734000000,00
220	26.10.2017	5887620117,00
221	27.10.2017	5764560059,00
222	28.10.2017	5726609863,00

223	30.10.2017	6147700195,00
224	31.10.2017	6124279785,00
225	01.11.2017	6449100098,00
226	02.11.2017	6737779785,00
227	03.11.2017	7024810059,00
228	04.11.2017	7146979980,00
229	05.11.2017	7363799805,00
230	06.11.2017	7389549805,00
231	07.11.2017	6959270020,00
232	08.11.2017	7102229980,00
233	09.11.2017	7444359863,00
234	10.11.2017	7129589844,00
235	11.11.2017	6565799805,00
236	12.11.2017	6339870117,00
237	13.11.2017	5878089844,00
238	14.11.2017	6522450195,00
239	15.11.2017	6597060059,00
240	16.11.2017	7283020020,00
241	17.11.2017	7853680176,00
242	18.11.2017	7699950195,00
243	19.11.2017	7781020020,00

244	20.11.2017	8042640137,00
245	21.11.2017	8245870117,00
246	22.11.2017	8099919922,00
247	23.11.2017	8234500000,00
248	24.11.2017	8013379883,00
249	25.11.2017	8203450195,00
250	26.11.2017	8754620117,00
251	27.11.2017	9318419922,00
252	28.11.2017	9732629883,00
253	29.11.2017	9906040039,00
254	30.11.2017	9848049805,00
255	01.12.2017	9947080078,00
256	02.12.2017	10861469727,00
257	03.12.2017	10912719727,00
258	04.12.2017	11244200195,00
259	05.12.2017	11624370117,00
260	06.12.2017	11667129883,00
261	07.12.2017	13750089844,00
262	08.12.2017	16867980469,00
263	09.12.2017	16048179688,00
264	10.12.2017	14839980469,00

265	11.12.2017	15060450195,00
266	12.12.2017	16733289063,00
267	13.12.2017	17083900391,00
268	14.12.2017	16286820313,00
269	15.12.2017	16467910156,00
270	16.12.2017	17594080078,00
271	17.12.2017	19346599609,00
272	18.12.2017	19065710938,00
273	19.12.2017	18971189453,00
274	20.12.2017	17521730469,00
275	21.12.2017	16461089844,00
276	22.12.2017	15632120117,00
277	23.12.2017	13664969727,00
278	24.12.2017	14396629883,00
279	25.12.2017	13789950195,00
280	26.12.2017	13830190430,00
281	27.12.2017	15757019531,00
282	28.12.2017	15416339844,00
283	29.12.2017	14398450195,00
284	30.12.2017	14392139648,00
285	31.12.2017	12532379883,00

286	01.01.2018	13850490234,00
287	02.01.2018	13444879883,00
288	03.01.2018	14754089844,00
289	04.01.2018	15156490234,00
290	05.01.2018	15180080078,00
291	06.01.2018	16954759766,00
292	07.01.2018	17174500000,00
293	08.01.2018	16228259766,00
294	09.01.2018	14976169922,00
295	10.01.2018	14468089844,00
296	11.01.2018	14920360352,00
297	12.01.2018	13308059570,00
298	13.01.2018	13841190430,00
299	14.01.2018	14244120117,00
300	15.01.2018	13638629883,00
301	16.01.2018	13634599609,00
302	17.01.2018	11282490234,00
303	18.01.2018	11162700195,00
304	19.01.2018	11175519531,00
305	20.01.2018	11521820313,00
306	21.01.2018	12783540039,00

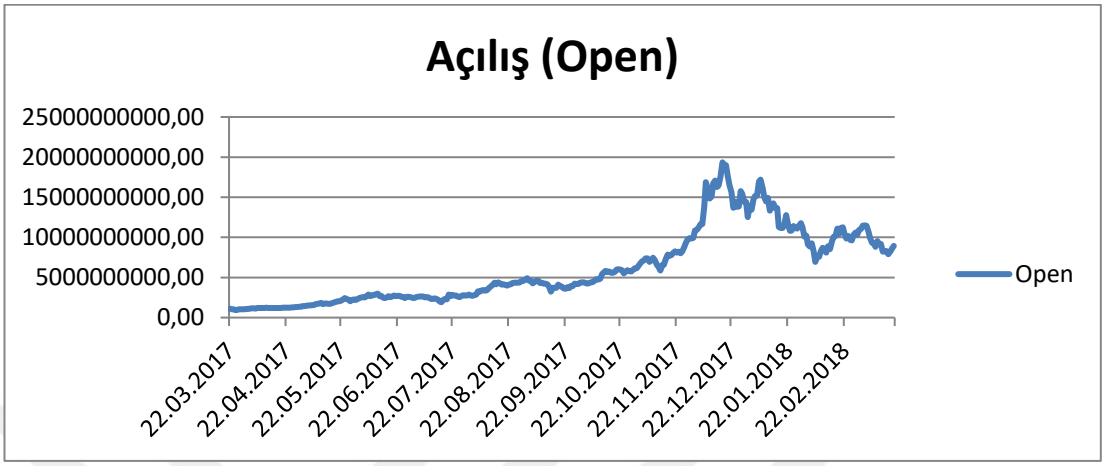
307	22.01.2018	11549980469,00
308	23.01.2018	10814519531,00
309	24.01.2018	10853780273,00
310	25.01.2018	11428110352,00
311	26.01.2018	11175870117,00
312	27.01.2018	11104339844,00
313	28.01.2018	11460389648,00
314	29.01.2018	11767740234,00
315	30.01.2018	11234320313,00
316	31.01.2018	10107400391,00
317	01.02.2018	10226860352,00
318	02.02.2018	9114730469,00
319	03.02.2018	8872870117,00
320	04.02.2018	9251269531,00
321	05.02.2018	8218049805,00
322	06.02.2018	6936430176,00
323	07.02.2018	7701250000,00
324	08.02.2018	7593779785,00
325	09.02.2018	8259259766,00
326	10.02.2018	8696830078,00
327	11.02.2018	8569320313,00

328	12.02.2018	8084609863,00
329	13.02.2018	8911169922,00
330	14.02.2018	8544690430,00
331	15.02.2018	9485639648,00
332	16.02.2018	10033750000,00
333	17.02.2018	10188730469,00
334	18.02.2018	11097209961,00
335	19.02.2018	10418120117,00
336	20.02.2018	11182280273,00
337	21.02.2018	11256780273,00
338	22.02.2018	10481660156,00
339	23.02.2018	9847959961,00
340	24.02.2018	10175509766,00
341	25.02.2018	9705730469,00
342	26.02.2018	9610110352,00
343	27.02.2018	10326500000,00
344	28.02.2018	10594759766,00
345	01.03.2018	10334440430,00
346	02.03.2018	10929370117,00
347	03.03.2018	11043120117,00
348	04.03.2018	11465360352,00

349	05.03.2018	11503940430,00
350	06.03.2018	11440330078,00
351	07.03.2018	10735450195,00
352	08.03.2018	9928559570,00
353	09.03.2018	9316769531,00
354	10.03.2018	9252759766,00
355	11.03.2018	8797269531,00
356	12.03.2018	9543980469,00
357	13.03.2018	9142269531,00
358	14.03.2018	9160120117,00
359	15.03.2018	8216219727,00
360	16.03.2018	8267950195,00
361	17.03.2018	8283230469,00
362	18.03.2018	7882669922,00
363	19.03.2018	8215500000,00
364	20.03.2018	8623139648,00
365	21.03.2018	8920530273,00

Kaynak: (https://finance.yahoo.com/, Erişim Tarihi: 01.11.2019)

Şekil 12: Açılış verileri salınım grafiği



Bu çalışmada bitcoin piyasasına ait açılış verileri Rapidminer Studio 7.6 programı kullanılarak günlük bazda tahmin edilmiştir. Çalışmada optimal sonucu elde edebilmek ve yöntemler arası sonuç farklarını görebilmek için 3 farklı veri madenciliği yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemler; yapay sinir ağları, destek vektör makineleri ve lineer regresyon yöntemidir. Aşağıda yöntemlerin sonuçları ve uygulama şekilleri ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır.

Her üç yöntemde de zaman serilerinden faydalanılmıştır. Verilerin zamana göre tahmini gerçekleştirilmiştir. Bunun için tarih verileri ID olarak seçilmiştir. Verilerimizin günlük veri olduğu için zaman serisinde günlük değer üzerinden işlem yapılmıştır. Model tahminlemesinin 5' er günlük veriyi baz alarak yapılabilmesi için window size 5 olarak alınmıştır ve open değeri tahmin edileceği için creat label open olarak seçilmiştir. Bu işlem sayesinde tüm öngörü yöntemlerinde 5 günlük veriler baz alınarak open değeri için open, high, low, close, adj close ve volume değerleri üzerinden öngörü yapılması sağlanmıştır.

Bitcoin piyasası açılış (open) verilerini validation yöntemiyle rastgele bir şekilde 0.7 oranıyla test ve 0.3 oranıyla eğitim verisi olarak ayırarak eğitim verileriyle bitcoin piyasası açılış değerlerinin değişim algoritmasını öğrenmiştir. Her bir yöntem için validation operatörünün içine yöntemle ilgili operatörler eklenmiştir. Uygulanacak yönteme ilişkin operatör validationun traning kısmında modelin % 70

inin eğitmiş ve testing kısmında eğitilen modeli apply model opratörüyle tüm verilere uygulayarak tahminleme yapmıştır. Modelin performansına ilişkin sonuçlar forecasting performance operatörüyle toplam örnek sayısı üzerinden doğru tahminlerin yüzdesi alınarak hesaplanır.

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

a: TP (True Pozitif) örnek sayısı

b: FN (False Negatif) örnek sayısı

c: FP (False Pozitif) örnek sayısı

d: TN (True Negatif) örnek sayısı

TP ve TN değerleri doğru sınıflandırılmış örnek sayısıdır. False Pozitif (FP), aslında 0 (negatif) sınıfındayken 1 (pozitif) olarak tahminlenmiş örneklerin sayısıdır. False Negative (FN) ise 1 (pozitif) sınıfındayken 0 (negatif) olarak tahminlenmiş örneklerin sayısını ifade eder. (Çoşkun ve Baykal, 2012: 3)

Model başarımının ölçülmesinde en çok kullanılan, basit ölçüt, modelin doğruluk değeridir. Doğruluk değeri, doğru sınıflandırılmış örnek sayısının (TP +TN), toplam örnek sayısına (TP+TN+FP+FN) oranı şeklinde ifade edilir.

$$\text{Doğruluk} = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad \text{Hata Oranı} = \frac{FP + FN}{TP + FP + FN + TN}$$

Model başarımının ölçülmesinde en çok kullanılan, basit ve belirleyici ölçüt, modelin doğruluk değeridir. Doğruluk değeri, doğru sınıflandırılmış örnek sayısının (TP +TN), toplam örnek sayısına (TP+TN+FP+FN) oranı şeklinde ifade edilir

Bu sonuçlar kullanılan yöntemlerle birlikte aşağıda yer almaktadır.

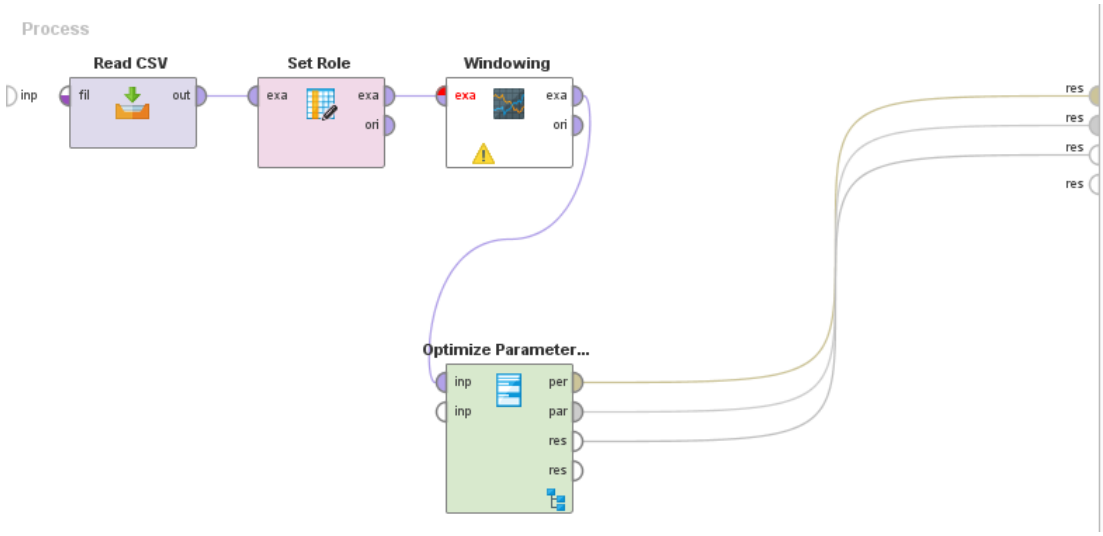
3.1.Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Yapay sinir ağlarının, insan beyninin bilgi işleme tekniğinden ilham alınarak geliştirildiğinden ve veri madenciliği içerisindeki uygulamalarından yukarıda bahsedilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan yapay sinir ağları geri yayılım algoritması (çok katmanlı algılayıcı) tarafından eğitilmiş ileri beslemeli bir sinir ağı vasıtasıyla modeli öğrenir. Geri yayılım algoritması, iki aşamaya ayrılabilen denetimli bir öğrenme yöntemidir: yayılma ve ağırlık güncelleme. İki faz, ağın performansı yeterince iyi olana kadar tekrar edilir. Geri yayılım algoritmalarında, çıkış değerleri önceden tanımlanmış bazı hata fonksiyonlarının değerini hesaplamak için doğru cevap ile karşılaştırılır. Çeşitli tekniklerle, hata ağdan geri beslenir. Bu bilgiyi kullanarak, algoritma, hata fonksiyonunun değerini küçük bir miktar azaltmak için her bağlantının ağırlığını ayarlar. Bu işlemi yeterince fazla sayıda eğitim döngüsü için tekrarladıktan sonra, ağ genellikle hesaplama hatasının küçük olduğu bir duruma dönüşür. Bu durumda, ağın belirli bir hedef işlevi öğrenmiş olur.

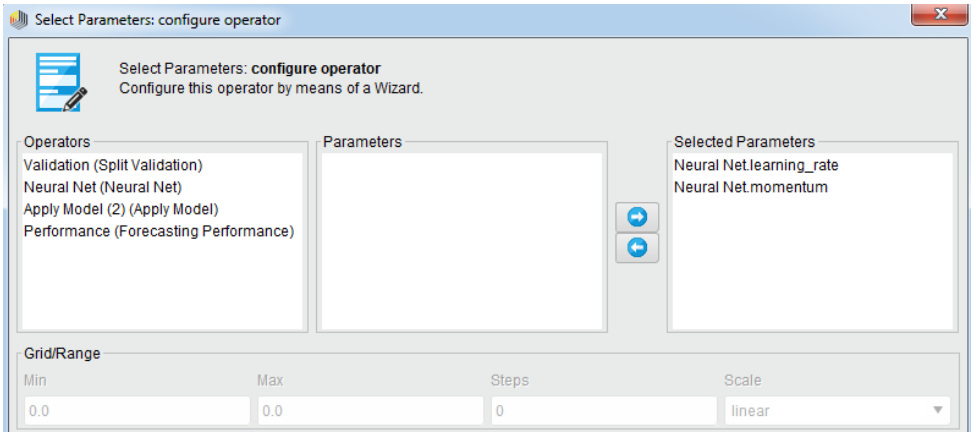
Yapay sinir ağları uygulamasından optimal sonucu almak için parametrelere doğru değerler vermek gerekmektedir. Bu çalışmada optimal değerlerin bulunabilmesi için optimize parameters grid operatörü kullanılmıştır.

Şekil 12: Yapay Sinir Ağları Optimize İşlemi



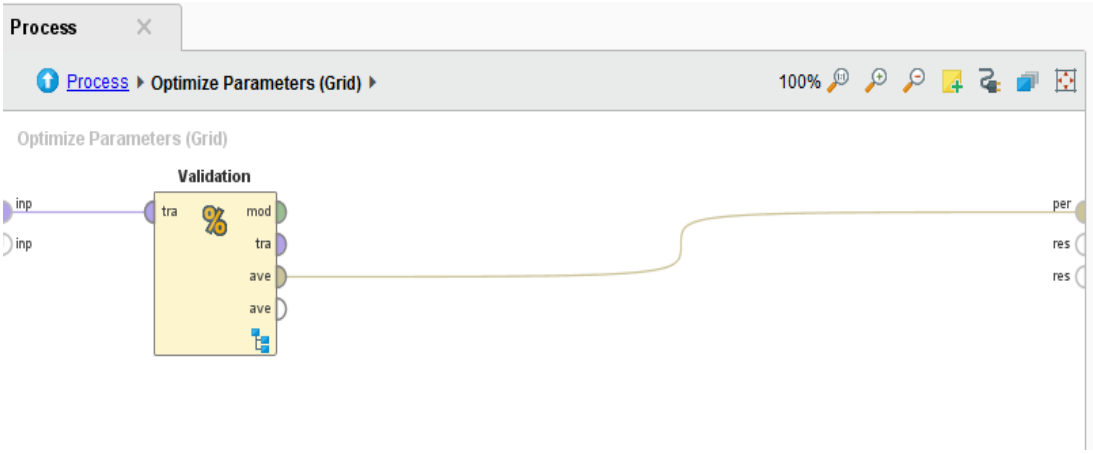
Optimize parameters grid operatöründe optimal değerlerin bulunabilmesi için learning rate ve momentum parametreleri seçilmiştir. Momentum katsayısı YSA'nın daha hızlı toparlanmasına yardım eden bir faktördür. Temel olarak daha önceki değişimin bir kısmını işlem gören değişime eklemeye dayanır. Momentum katsayısı ağın yerel gradiyentleri aşmasını sağladığı gibi aynı zamanda hatanın düşmesine de yardımcı olur (Bayındır ve Sesveren, 2008: 101-109). Öğrenme oranı (ŋ), bir öğrenme prosedürünün hızı ve doğruluğu ile orantılı olup bunları kontrol eden bir sabittir. Öğrenme oranı, YSA'nın ağırlıklarının değişiminde kullanılmaktadır. Öğrenme oranı çok büyük seçilirse hata yüzeyinde geniş atlamalar meydana gelir, öğrenmenin gerçekleşeceği dar alanlar atlanabilir. Ayrıca, hata yüzeyi boyunca hareketler çok kontrolsüz olur. Çok küçük seçilmesi durumunda ise öğrenme süresi çok zaman alabilir. Tecrübeler $0.01 \leq \eta \leq 0.9$ aralığında seçilen öğrenme oranını iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Büyük bir öğrenme oranı, başlangıçta iyi sonuçlara yol açar, ancak daha sonra yanlış sonuçlar verebilir. Daha küçük bir öğrenme oranı ile ise öğrenme daha zaman alıcıdır, ancak sonuç daha nettir (Kriesel, 2007: 92).

Şekil 13: Yapay Sinir Ağları Optimize İşlemi İçin Seçilen Parametreler

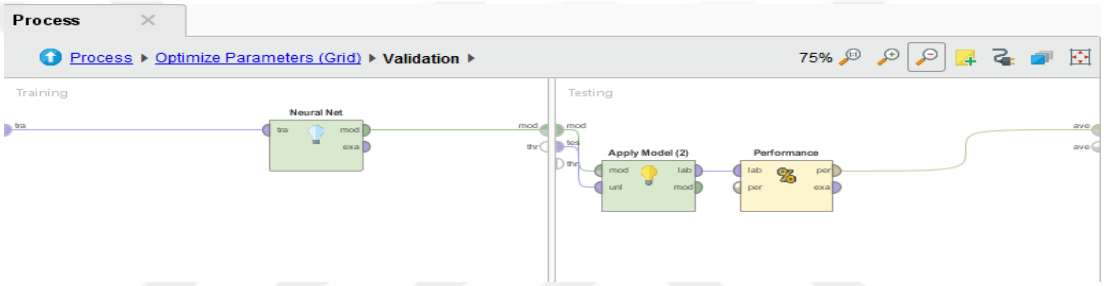


Optimize parameters grid operatörünün içine learning rate ve momentum parametrelerinin değerlerinin hesaplanabilmesi için validation operatörü içerisinde neural net operatörü eklenmiştir.

Şekil 14: Yapar Sinir Ağları Optimize İşlemi Validation Opreratörü

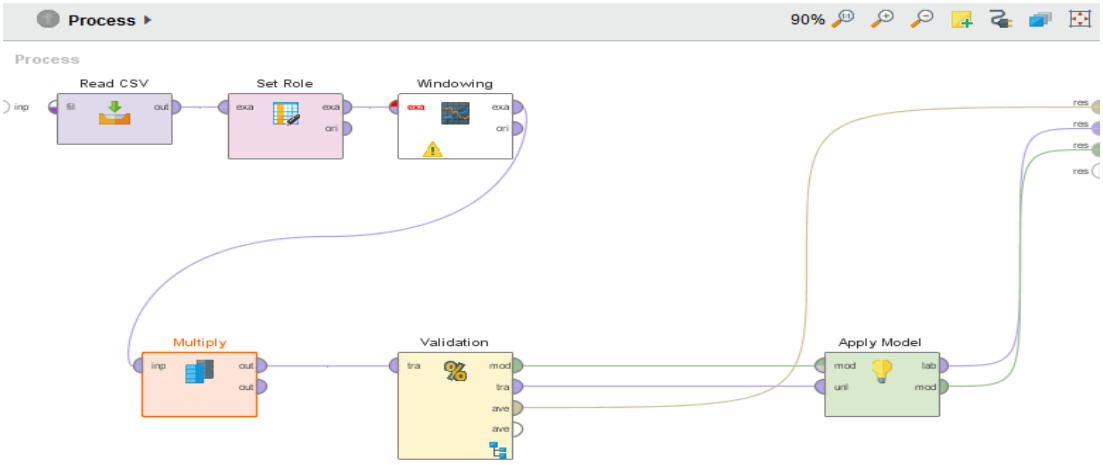


Şekil 15: Yapay Sinir Ağları Optimize İşlemi Neural Net Operatörü

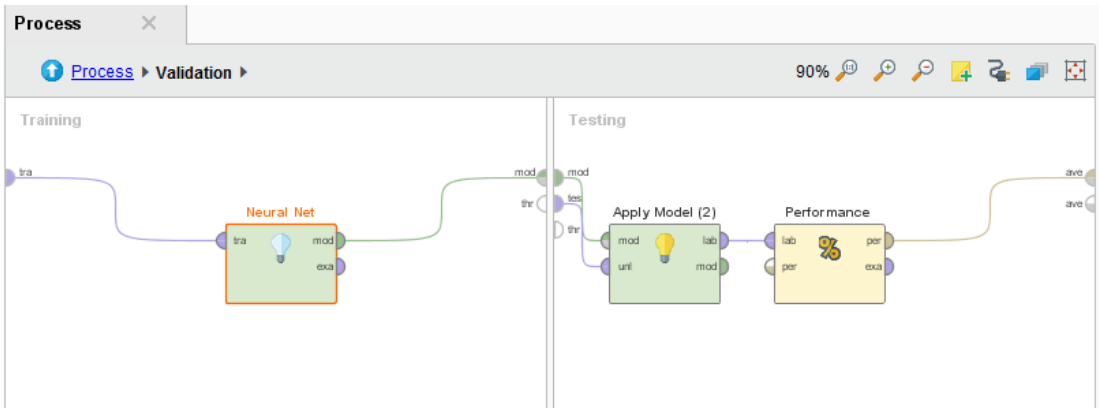


Optimize parameters grid operatörünün sonuçlarına göre learning rate 0.26 olarak, momentum 0.0 olarak, olarak belirlemiştir. Ağın optimal sonucu için gerekli parametre değerleri bulunduktan sonraaşağıdaki programda netural net learnin rate parametre değeri 0.26 ve momentum parametre değeri 0.0. olarak ayarlanmış ve 500 eğitim döngüsü ile çalıştırılmıştır.

Şekil 16: Yapay Sinir Ağları Uygulama Modellemesi

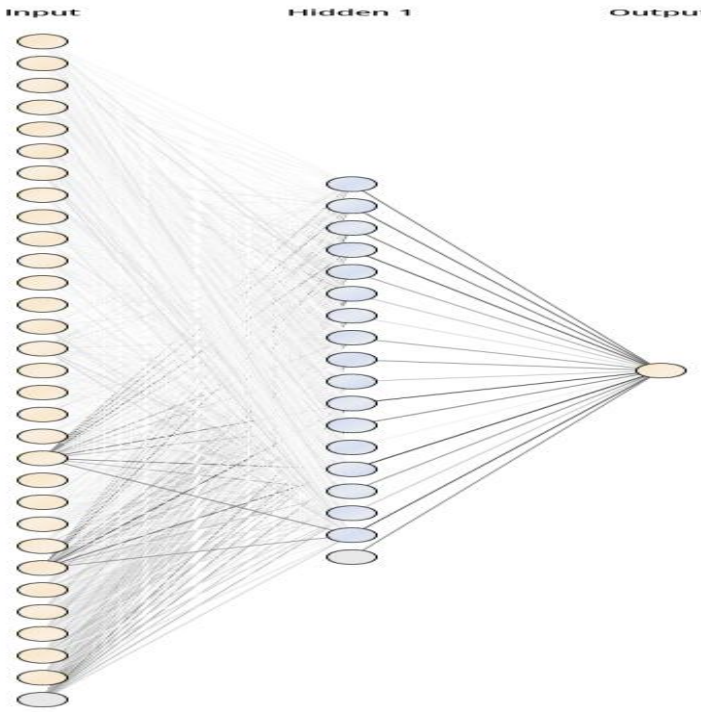


Şekil 17: Yapay Sinir Ağları Uygulama Modellemesi Neural Net Operatörü



Uygulama sonucu ortaya çıkan ağın yapısını girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanını göstermektedir.

Şekil 18: Yapay Sinir Ağlarının Yapısı



Gizli katman boyutu değeri -1 olarak ayarlanırsa, katman boyutu, girdi örnek kümesinin öznitelik sayısından hesaplanır. Bu durumda, katman boyutu *(nitelik sayısı + sınıf sayısı) / 2 + 1* olarak ayarlanır. Bu çalışmada 6 sınıf kullanılmış olup window

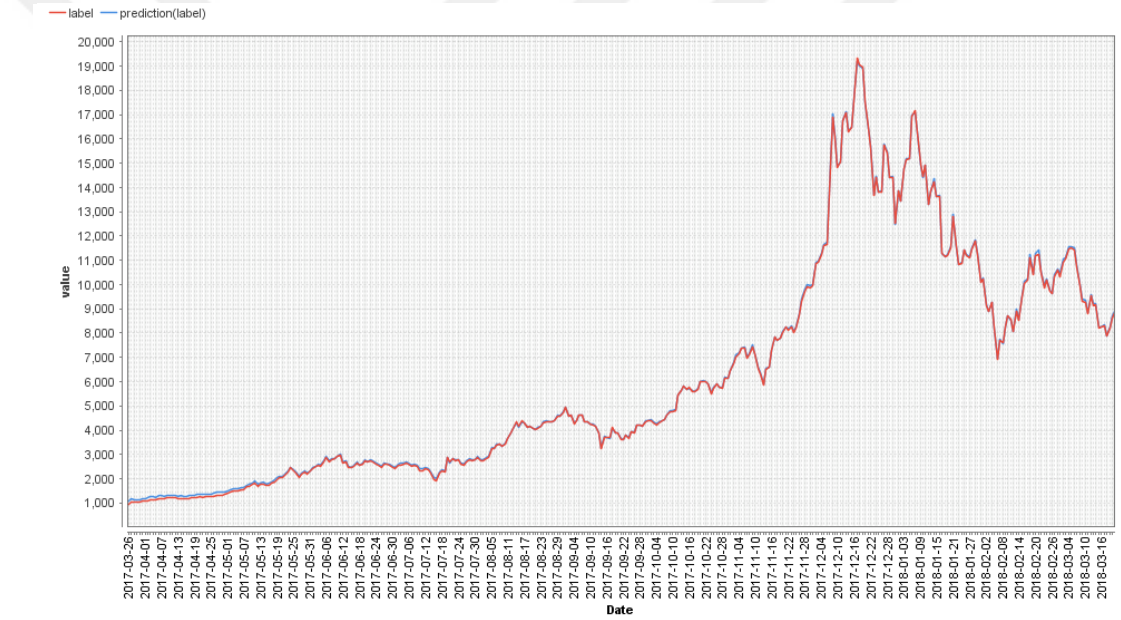
size 5 ayarlanarak 30 nitelikle ağ eğitilmiştir. Gizli katman sayısı (30+6)/2 +1 = 19 dur.

Şekil 19: Yapay Sinir Ağları Performans Tahmin Değeri

prediction_trend_accuracy

prediction_trend_accuracy: 0.916

Şekil 20: Yapay Sinir AğlarıGerçek Değerleri İle Tahmin Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği



Label gerçek verilerini prediction (label) tahmin verilerini göstermektedir. Tahmin eğilim değerindende anlaşıldığı üzere yapay sinir ağları modeli % 91,6 oranında doğru tahmin etmiştir.

3.2.Destek Vektör Makinesi Yöntemi

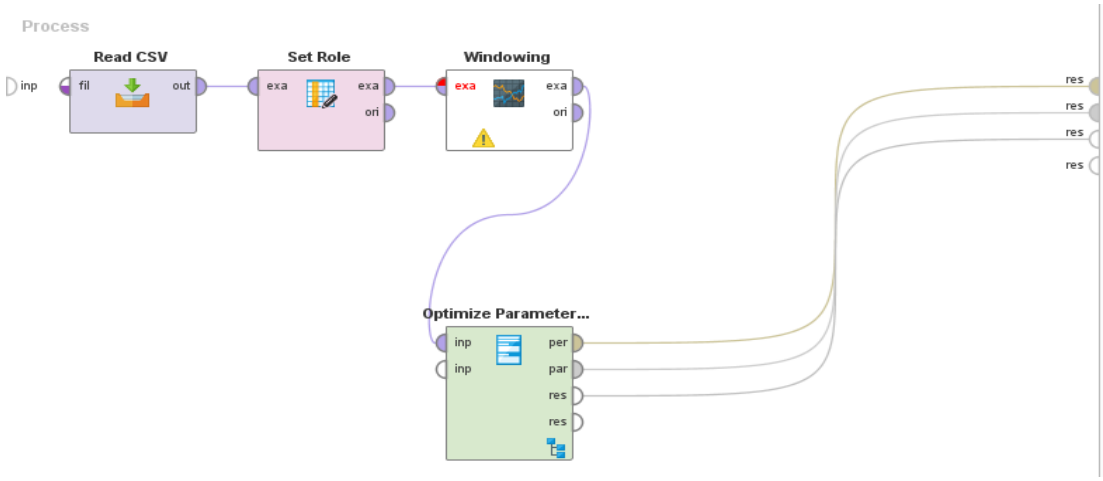
Standart DVM, bir girdi veri seti alır ve öngörülen her girdi için, iki olası sınıftan hangisinin girişi içerdiğini tahmin eder, bu da DVM'yi olasılıksal olmayan bir ikili doğrusal sınıflandırıcı yapar. Her biri iki kategoriden birine ait olarak işaretlenmiş

bir dizi eğitim örneği göz önüne alındığında, bir DVM eğitim algoritması, bir kategoriye veya diğerine yeni örnekler atanan bir model oluşturur. Bir DVM modeli, örneklerin uzayda nokta olarak gösterilip, ayrı kategorilere ait örneklerin mümkün olduğunca geniş açık bir aralıkla bölünmesi için eşlenen bir temsilidir. Yeni örnekler daha sonra aynı alana eşleştirilir ve aralarındaki farkın hangi tarafına dayandığını belirten bir kategoriye ait olduğu tahmin edilir.

Daha resmi olarak, bir destek vektörü makinesi, sınıflandırma, regresyon veya diğer görevler için kullanılabilen yüksek veya sonsuz boyutlu bir alanda bir hiper düzlem veya hiper düzlem seti oluşturur. Sezgisel olarak, herhangi bir sınıfın en yakın eğitim veri noktalarına (sözde fonksiyonel marj) en büyük mesafeye sahip olan hiper düzlem tarafından iyi bir ayrım elde edilir, çünkü genel olarak sınır marjı, sınıflandırıcının genelleme hatası azalır. Orijinal problem sonlu boyutlu bir uzayda belirtilebilse de, genellikle ayrımcılığa uğrayan kümelerin o uzayda doğrusal olarak ayrılmaması olur. Bu nedenle, orijinal sonlu boyutlu uzayın çok daha yüksek boyutlu bir uzaya haritalanması ve muhtemelen bu alanda ayrımı kolaylaştırması önerildi. Hesaplama yükünü makul tutmak, $K(x, y)$ soruna göre seçildi. Yüksek boyutlu uzaydaki hiper düzlemler, iç çarpımı o uzaydaki bir vektör ile sabit olan noktaların kümesi olarak tanımlanır.

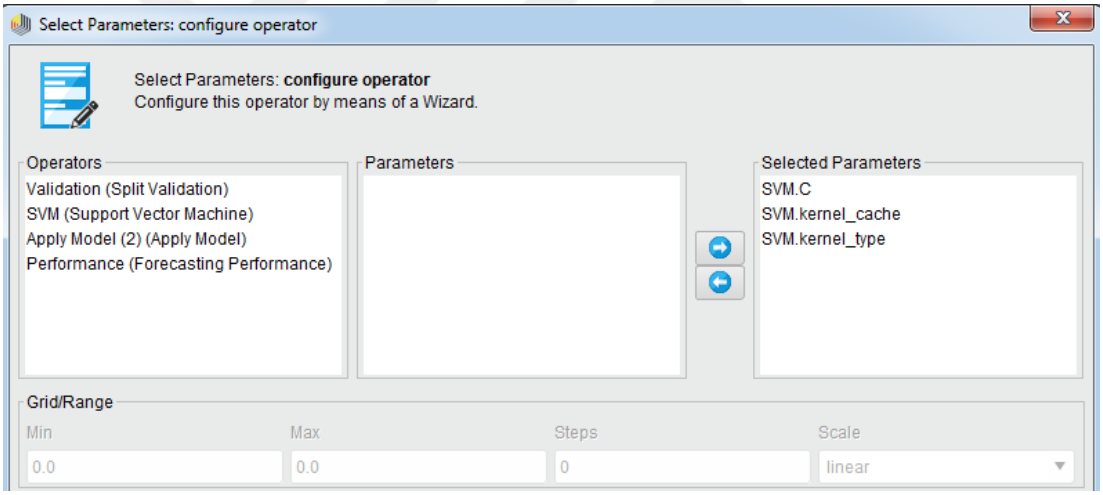
DMV uygulamasından optimal sonucu almak için parametrelere doğru değerler vermek gerekmektedir. Bu çalışmada optimal değerlerin bulunabilmesi için optimize parameters grid operatörü kullanılmıştır.

Şekil 21: Destek Vektör Makineleri Optimize İşlemi



Optimize parameters grid operatöründe optimal değerlerin bulunabilmesi için C, kernel cache ve kernel type parametreleri seçilmiştir.

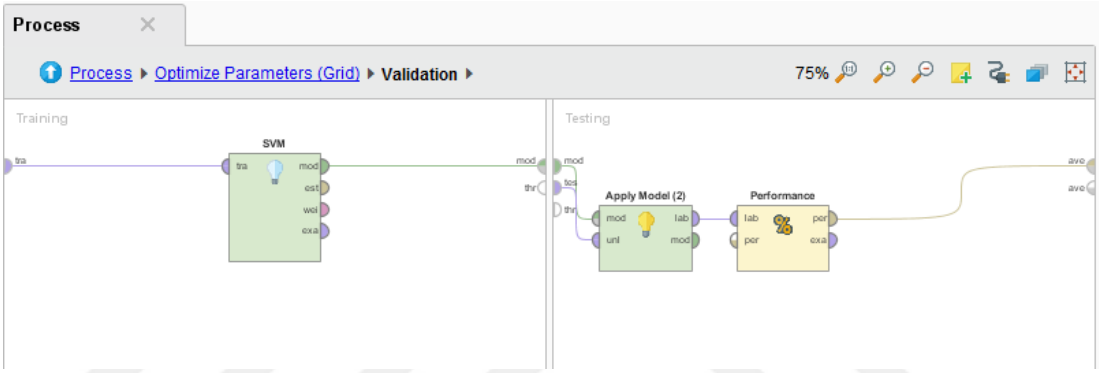
Şekil 22: Destek Vektör Makileri Optimize İşlemi İçin Seçilen Parametreler



Optimize parameters grid operatörünün içine C, kernel cache ve kernel type parametrelerinin değerlerinin hesaplanabilmesi için validation operatörü içerisinde DMV operatörü eklenmiştir.

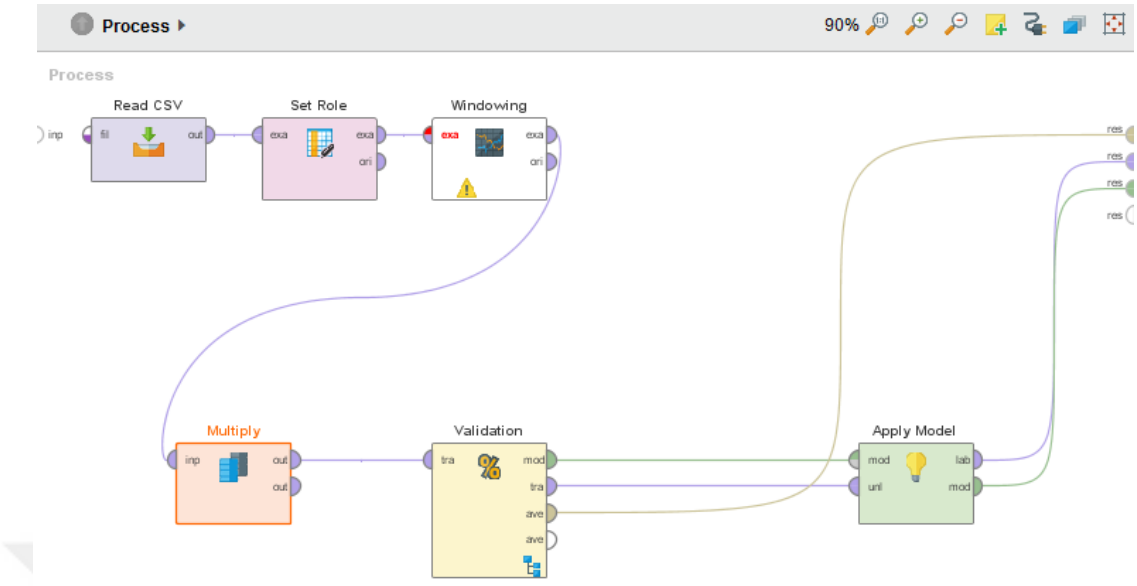
Şekil 23: Destek Vektör Makineleri Optimize İşlemi Validation Operatörü

Şekil 24: Destek Vektör Makineleri Optimize İşlemi SVM Operatörü

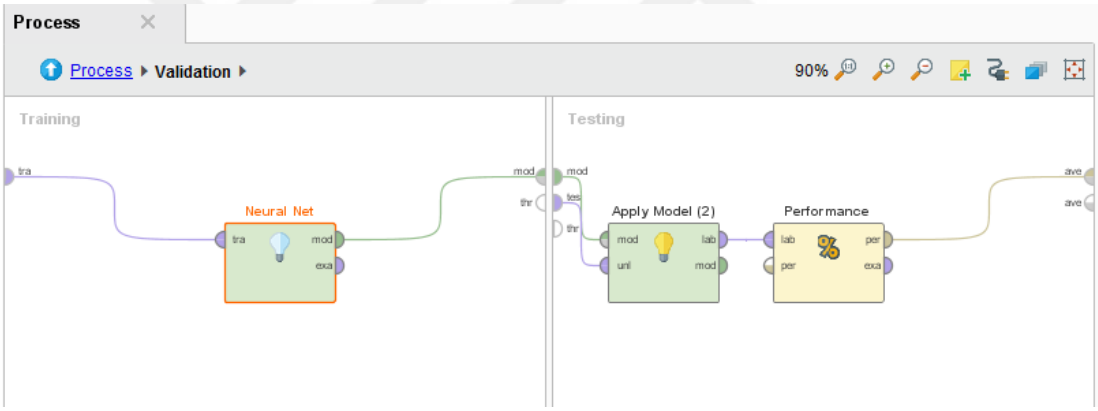


Optimize parameters grid operatörünün sonuçlarına göre C parametresinin değeri 120.0, kernel cache parametresinin değeri 80olarak, kernel type parametre türü dot, olarak belirlemiştir. Optimal sonucu için gerekli parametre değerleri bulunduktan sonra aşağıdaki programda DMV C parametresinin değeri 120.0, kernel cache parametresinin değeri 80 olarak, kernel type parametre türü dot olarak ayarlandıktan sonra program çalıştırılmıştır.

Şekil 25: Destek Vektör Makineleri Uygulama Modellemesi

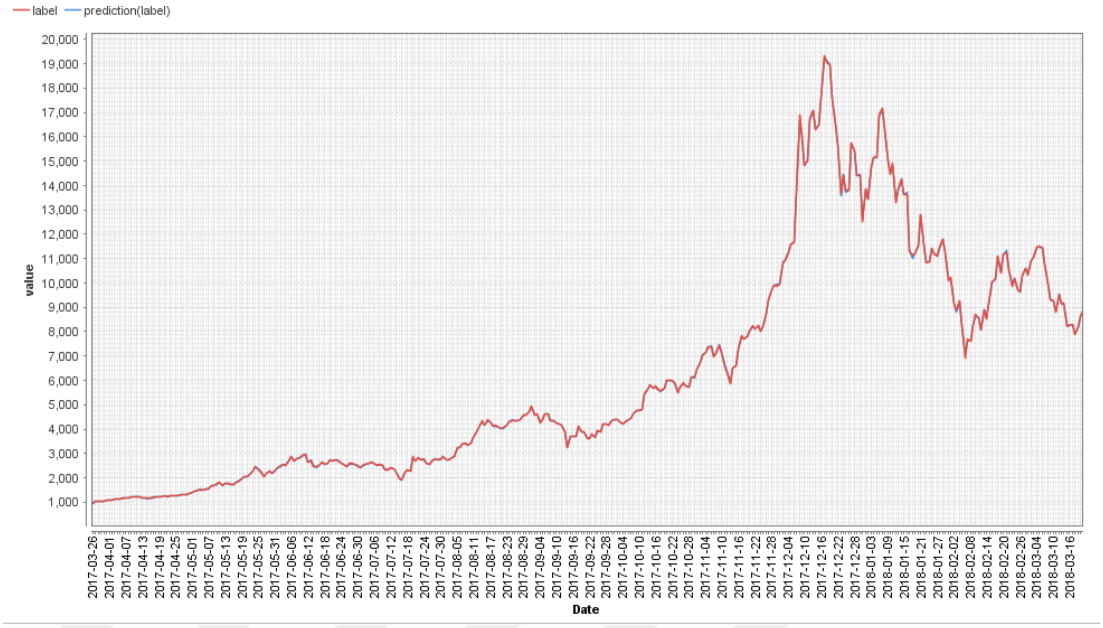


Şekil 26: Destek Vektör Makineleri Uygulama Modellemesi SVM Operatörü



Şekil 27: Destek Vektör Makineleri Performans Tahmin Değeri

Şekil 28: Destek Vektör Makineleri Gerçek Değerleri İle Tahmin Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği



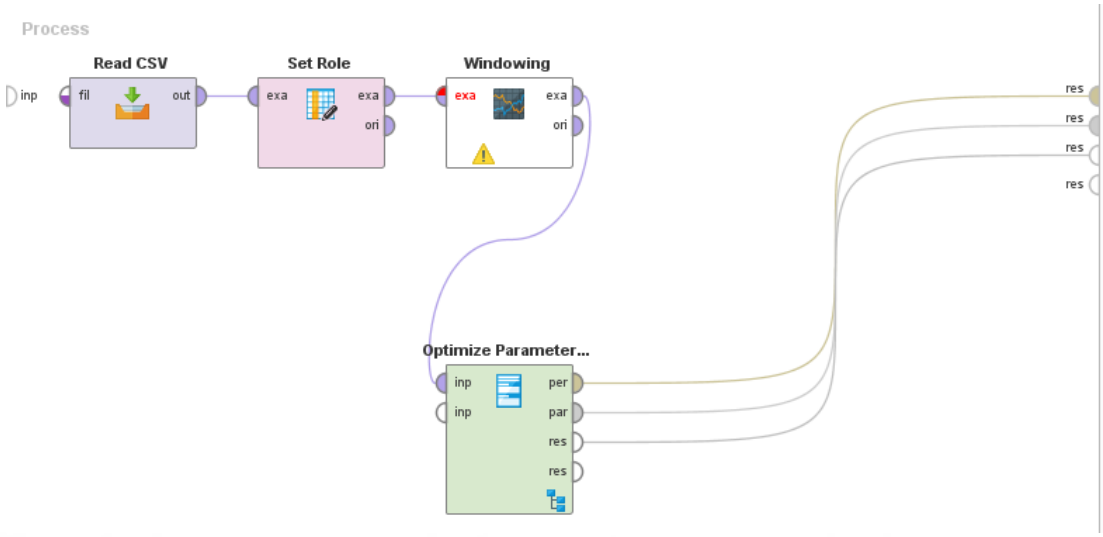
Label gerçek verilerini prediction (label) tahmin verilerini göstermektedir. Tahmin eğilim değerinden de anlaşıldığı üzere destek vektör makineleri modeli %97,2oranında doğru tahmin de bulunmuştur.

3.3.Lineer Regresyon Yöntemi

Regresyon, sayısal tahmin için kullanılan bir tekniktir. Regresyon, bir bağımlı değişken (yani etiket niteliği) ile bağımsız değişkenler (normal özellikler) olarak bilinen bir dizi değişken değişken arasındaki ilişkinin gücünü belirlemeye çalışan istatistiksel bir ölçüdür. Sınıflandırma, kategorik etiketleri tahmin etmek için kullanıldığında olduğu gibi, Regresyon da sürekli bir değeri tahmin etmek için kullanılır.

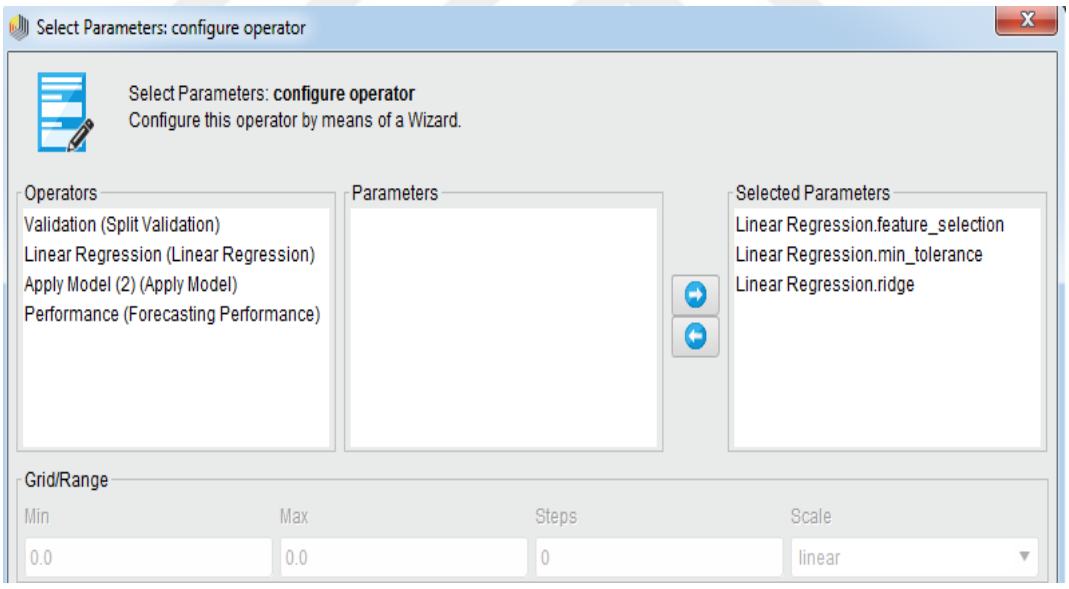
Linear regresyon uygulamasında optimal sonucu almak için parametrelere doğru değerler vermek gerekmektedir. Bu çalışmada optimal değerlerin bulunabilmesi için optimize parameters grid operatörü kullanılmıştır.

Şekil 29: Lineer Regresyon Optimize İşlemi



Optimize parameters grid operatöründe optimal değerlerin bulunabilmesi için feature selection, min tolerance ve ridgeparametreleri seçilmiştir.

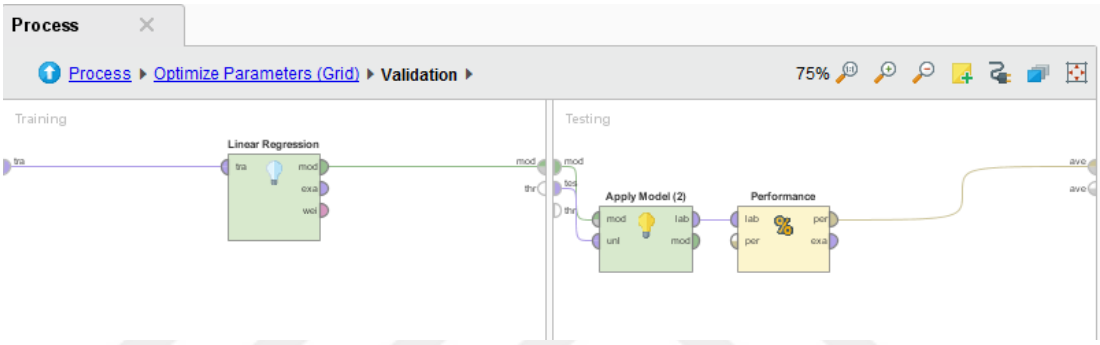
Şekil 30: Lineer Regresyon Optimize İşlemi İçin Seçilen Parametreler



Optimize parameters grid operatörünün içine feature selection, min tolarence ve ridge parametrelerinin değerlerinin hesaplanabilmesi için validation operatörü içerisinde Linear Regresyon operatörü eklenmiştir.

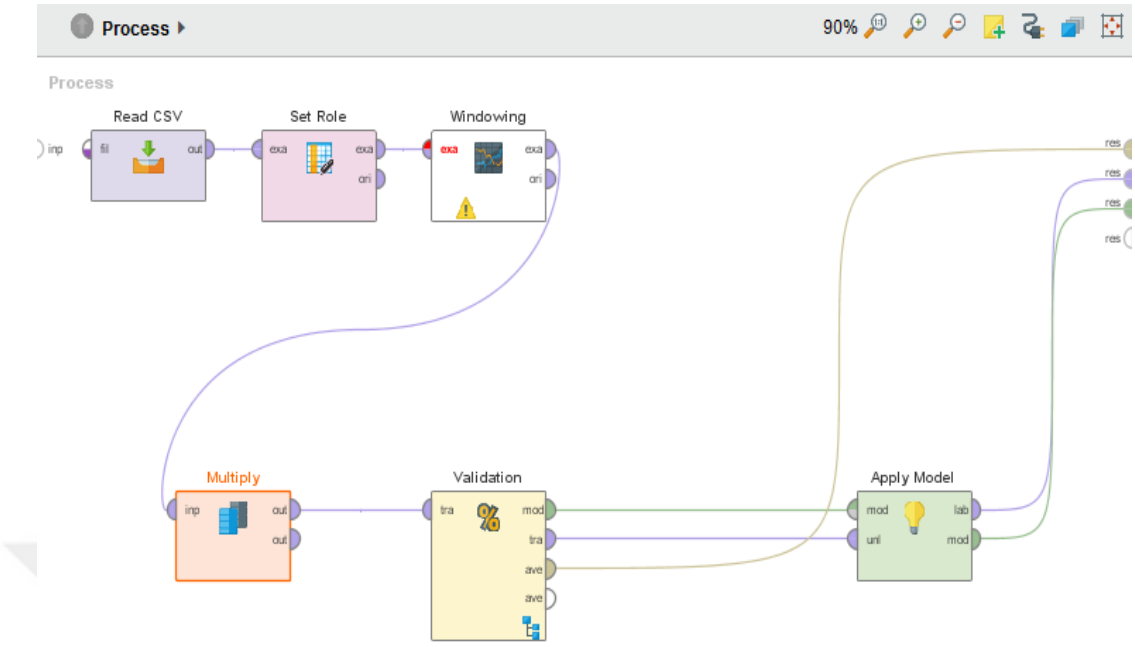
Şekil 31: Lineer Regresyon Optimize İşlemi Validation Opreratörü

Şekil 32: Liner Regresyon Optimize İşlemi Linear Regresyon Operatörü

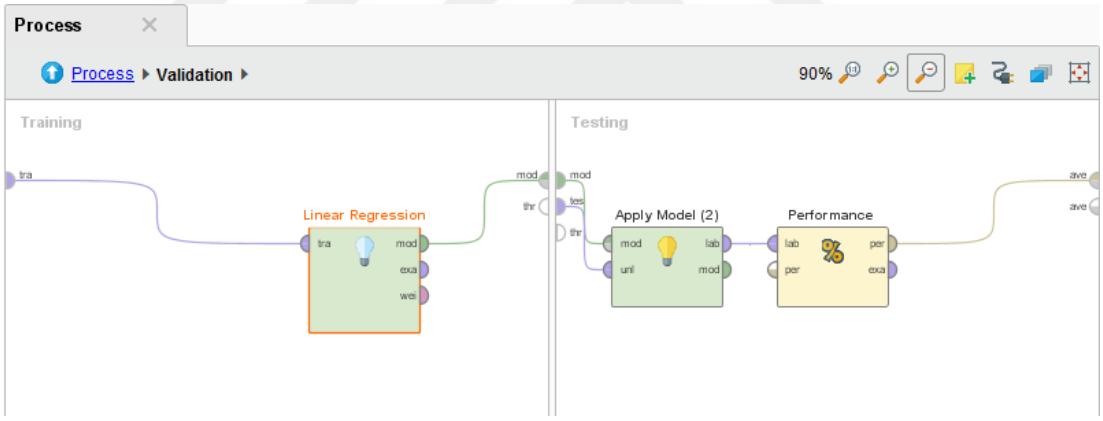


Optimize parameters grid operatörünün sonuçlarına göre feature selection parametresinin türünü M5 prime, min tolerance parametresinin değeri 0.01 olarak, ridge parametresinin değerini 0.01, olarak belirlemiştir. Optimal sonucu için gerekli parametre değerleri bulunduktan sonra aşağıdaki programda feature selection parametresinin türünü M5 prime, min tolerance parametresinin değeri 0.01 olarak, ridge parametresinin değerini 0.01, olarak ayarlandıktan sonra program çalıştırılmıştır.

Şekil 33: Lineer Regresyon Uygulama Modellemesi



Şekil 34: Lineer Regresyon Uygulama Modellemesi Linear Regresyon Operatörü



Şekil 35: Lineer Regresyon Performans Tahmin Değeri

prediction_trend_accuracy

```
prediction_trend_accuracy: 0.794
```

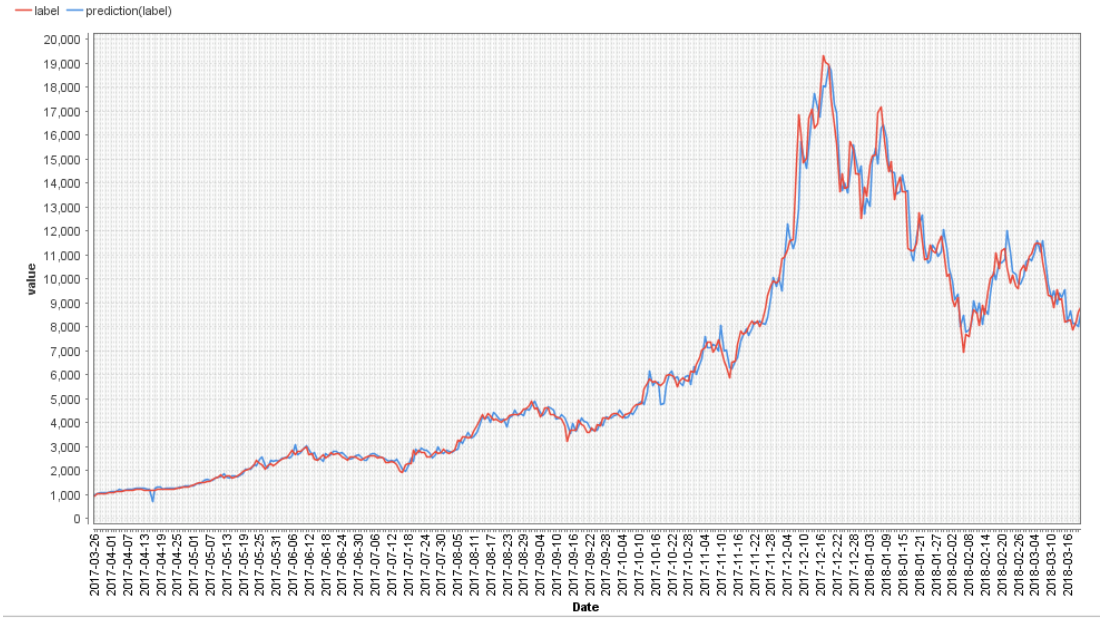
Regresyon modeli;

Prediction Open = - 0.0024*Open4 + 50.110*Open3 + 71.046*Open2 + 1.048*Open1 + 0.416*High4 + 0.135*High3 + 0.221*High2 – 0.153*Low4 –

0.19*Low3 – 0.110*Low2 +1.465*Low1 – 25.206*Close4 – 35.473*Close3 – 0.819*Close2 – 25.207*AdjClose4 – 35.473*AjcClose3 – 0.891*AdjClose2 + 65.875

ile ifade edilir.

Şekil 36: Lineer Regresyon Gerçek Değerleri İle Tahmin Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği



Label gerçek verilerini prediction (label) tahmin verilerini göstermektedir. Tahmin eğilim değerinden de anlaşıldığı üzere destek vektör makineleri modeli % 79,4oranında doğru tahmin de bulunmuştur.

SONUÇ

Bitcoin kripto paraların en çok bilineni ve popüler olanıdır. Kullanım alanları, arkasında kimin olduğunun bilinmemesi, merkezsiz olması, kullandığı teknoloji ve piyasasındaki volantilitesinden dolayı her zaman çok tartışılmıştır. Bitcoin zamanla piyasadan silinebilir ya da daha da güçlenebilir her iki durumda da ilk kripto para olarak hafızalardaki yerini koruyacaktır. Ve ardından ulusal ve uluslar arası kripto paralar gelmeye devam edecektir. Ayrıca gelişmeler göz önüne alındığında bitcoinin arkasındaki blockchain teknolojisinin kripto paraları gölgede bırakacak kadar hızla geliştiğini görmek mümkündür. Çağımızda teknoloji her gün kendini aşmaya devam ederken blockchain teknolojiside bundan payını alacakmış gibi görünüyor.

Bu çalışmada veri madenciliği yöntemlerinden Yapay Sinir Ağları, Destek Vektör Makineleri (DVM/SVM) ve Lineer Regresyon kullanılmıştır. Her üç uygulamada da zaman serileri yardımıyla öngörü işlemleri yapılmıştır. Buna göre en yüksek performans Destek Vektör Makineleri yöntemi ile de 0,972 performansı elde edilmiştir. Yapay Sinir Ağları Yönteminde ise 0,916 ile yine gayet başarılı bir sonuca ulaşılmıştır. Lineer Regresyon yönteminde 0,794 olarak elde edilmiştir. Yapılan uygulamaların tahmin değerleri karşılaştırıldığında en iyi tahminin Destek Vektör Makineleri ile yapıldığı görülmektedir. DVM'nin karesel eniyilemeye dayalı bir yöntem olması, çözüm uzayında yerel minimuma takılma sorununu ortadan kaldırmakta ve çözüm noktasının her zaman bütünsel minimuma ulaşmasını sağlamaktadır. Bu özellikleri başarı oranının diğer yöntemlere göre daha yüksek olmasını sağlamıştır. Burada görüldüğü üzere yöntemler arasında farklılıklar ile beraber yüksek tahmin başarısı elde edilmiştir.

Çalışma sonuçlarının makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak bitcoin piyasası modellendiği araştırmalar için en uygun yöntemin belirlenmesi konusunda ve her geçen gün etkinliğini arttıran bitcoin konusunda literatüre katkı sağlaması ümit edilmektedir.

KAYNAKÇA

ACAR, Çağıl, "*Böbrek Nakli Geçirmiş Hastalarda Akıllı Yöntem Tabanlı Yeni Öznitelik Seçme Algoritması Geliştirilmesi*", Yüksek Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.

ADRİAANS, Pieter-ZATİNGE, Dolf, **Data Mining,** USA Addison Wesley Longman Publishing, 1997.

AKÇAY, Ahmet, "*Bilgi ve Belge Yönetiminde Veri Madenciliği*", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2014.

AKIN, Yasemin, *"Veri Madenciliğinde Kümeleme Algoritmaları ve Kümeleme Analizi",* Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2008.

AKPINAR, Haldun, **Data: Veri Madenciliği Veri Analizi**, Papatya Yayıncılık Eğitim, İstanbul 2014.

AKPINAR, Haldun, "Veritabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, 2000, Sayı: 29, s. 1-22.

ALAGÖZ, Ali-ÖGE, Serdar, *"Bir Kurumsal Zekâ Teknolojisi Olarak Veri Madenciliği İle Muhasebe Bilgi Sistemi İlişkisi",* **Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Dr. Mehmet YILDIZ Özel Sayısı**, 2014, 31(1), s.1-21.

ALAN, Mehmet Ali, *"Veri Madenciliği Ve Lisansüstü Öğrenci Verileri Üzerine Bir Uygulama",* **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 2012, Sayı: 33, s.165.

ALBAYRAK, Ali Sait-YILMAZ, Şebnem, "Veri Madenciliği: Karar Ağacı Algoritmaları ve İMKB Verileri Üzerine Bir Uygulama", **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 2009, 14 (1), s.31-52.

ALDEMİR, Mahmut, *"Elektronik Para ve Blockchain'in Finansal Yönetim Üzerine Etkileri"*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, T.C. Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2008.

ALPAR, Reha, **Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş I**, Nobel Yayınevi, (2. Baskı), Ankara, 2003.

ANDERBERG, Michael, **Cluster Analysis for Applications**, Academic Press, New York. 1973.

ANTONOPOLOS, Andreas, **Mastering Bitcoin**, O'Reilly, USA, 2014.

ARABACIOĞLU, Taner-BÜLBÜL, Halil, **"Bilgisayar Programlama Öğretiminde Yeni Bir Yaklaşım**", IX. Akademik Bilişim Konferansı, 2007, s.193-197.

ARGÜDEN, Yılmaz-ERŞAHİN, Burak, "Veri Madenciliği: Veriden Bilgiye, Masraftan Değere", **Arge Danışmanlık Yayınları**, İstanbul, 2008, s.16-48.

ARMANO, Giuliano-MARCHESİ, Michele-MURRU, Andrea, "A Hybridgenetic-Neural Architecture for Stock Indexes Forecasting", **Information Sciences**, 2005, Sayı: 170, s. 3-33.

ATBAŞ, Azize, *"Kümeleme Analizinde Küme Sayısının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma",* Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.

ATİK, Murat –KÖSE, Yaşar-YILMAZ, Bülent, "Kripto Para: Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri", **Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, 2015, 6 (11), s. 247-262.

AYHAN, Sevgi - ERDOĞMUŞ, Şenol, "Destek Vektör Makineleriyle Sınıflandırma Problemlerinin Çözümü İçin Çekirdek Fonksiyonu Seçimi", **Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi İkdisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Eskişehir, 2014, Cilt: 9, Sayı: 1, s.185.

AYTAÇ, Muhammed Bilgehan, *"Doğrudan Pazarlama Aracı Olarak Tele Pazarlama İçin Veri Madenciliği Çözümleri: Banka Müşterileri Üzerine Bir Uygulama*", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara, 2013.

BALABAN, Mehmet Erdal - KARTAL, Elif, **R ile Veri Madenciliği Uygulamaları**, Çağlayan Kitapevi, İstanbul, 2016.

BAUR, Dirk-LEE, Adrian - HONG, Kihoon, "Bitcoin: Currency or Investment?", **Finance Discipline Group and University of Technology**, Sydney, 2015.

BARAN, Paul, "On Distributed Communications Networks*",* **The Rand Corporation**, Santa Monica, California, 1962, s. 2.

BARSKİ, Conrad-WİLMER, Chris, **Bitcoin For The Befuddled**, San Francisco, 2015.

BAXTER, Cw, "Modelling Heuristics from Literature", **CIV E 729 Course Notes, Dept. of Civil and Environmental Engineering**, University of Alberta, 2001, 12-21.

BAYINDIR, Ramazan - SESVEREN, Ömer, "Ysa Tabanlı Sistemler İçin Görsel Bir Arayüz Tasarımı", **Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Denizli, 2008, 14(1), s. 101–109.

BAYKAL, Abdullah, "Veri Madenciliği Uygulama Alanları", Dicle Üniversitesi, **Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi**, Diyarbakır, 2006, 7, 96.

BEASLEY, David-BULL, David-MARTIN, "Ralph, An Overview of Genetic Algorithms: Part 2", **Research Topics University Computing**, 1993, 15(4), s. 170-181.

BERRY, Michael - LİNOFF, **Data Mining Techniques: For Marketing, Sales, and Customer Relationship Management Second Edition,** Wiley Publishing, Indianapolis, 2011.

BİÇKİN, İnci, "Elektronik İmza ve Elektronik İmza ile İlgili Yasal Düzenlemeler", **TBB Dergisi**, 2006, Sayı: 63, s.110-114.

BİRCAN, Hüdaverdi, "Lojistik Regresyon Analizi: Tıp Verileri Üzerine Bir Uygulama", **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2014, 8, s. 185-208.

BİSHOP, Chistopher, **Neural Networks for Pattern Recognition**, Oxford Univ Press, New York, 1996.

BOLAT, Suna-KALENDERLİ, Özcan-ÖNAL, Emel, "Yapay Sinir Ağı İle Gaz Karışımında Elektrot Açıklığına Ve Karışım Yüzdelerine Bağlı Olarak Delinme Gerilimlerinin Belirlenmesi", **Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu,** 2014, s. 215-218.

BOUCHER, Phillip-NASCİMENTO, Susana-KRİTİKOS, Mihalis, "How Blockchain Technology Could Change Our Lives", **Brussels: European Parliamentary Research Service**, 2017, s. 5-7.

BRANDVOL, Morten-MOLNAR, Peter-VAGSTAD, Kristian-VAGSTAD, Christian, "Price Discovery on Bitcoin Exchanges", **Journal of International Financial Markets Institutions and Money**, 2015, Sayı: 36, 18-35.

CHAKRABARTİ, Soumen-COX, Earl-FRANK, Eibe-GÜTİNG, Ralf-HAN, Jiawei-KAMBER, Micheline, **Data Mining Know It All**, Morgan Kaufmann, Massachusetts, 2008.

CHEAH, Tuck - FRY, Jonh, "Speculative Bubbles in Bitcoin Markets? An Empirical Investigation into the Fundamental Value of Bitcoin", **Economics Letters**, 2015, 130, s. 32-36.

CHERKASSKY, Vladimir - MULİER, Filip, **Learning from Data: Concepts, Theory, and Methods**, Second edition, John Wiley & Sons, 2007.

CHEUNG, Adrian-ROCA, Eduardo-SU, Jen, *"Crypto-Currency Bubbles: An application of the Phillips-Shi–Yu (2013) Methodology on Mt. Gox Bitcoin Prices",* Department of Finance and Banking, School of Economics and Finance, Curtin University, Australia, 2015.

CHİEN, Chen-CHEN, Fei , “Data Mining to Improve Personnel Selection and Enhance Human Capital: A Case Study in High-Technology Industry’’, **Expert Systems with Applications**, 2008, Sayı: 34, s. 280-290.

CHİU, Jonathan-KOEPPLE, Thorsten, “The Economics of Cryptocurrencies Bitcoin and Beyond”, **Queen's University Department of Economics**, 2017, s. 7.

CHRİSTOPHER, Catherina, “Whack-A-Mole: Why Prosecuting Digital Currency Exchanges Won’t Stop Online Money Laundering”, **Social Science Research Network**, 2013, s. 19-23.

CİHAN, Pınar - KALIPSIZ, Oya - GÖKÇE, Erhan, "Hayvan Hastalığı Teşhisinde Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağı ve Özellik Seçim Performansına Etkisi", **Turkish Studies**, 2017, Sayı:12, s.59-70.

CORMEN, Thomas - LEİSERSON, Charles - RIVEST, Ronald - STEIN, Clifford, **Introduction to Algorithms**, MIT Press, A.B.D, 2009.

CORTES, Corrina - VAPNIK, Vlademir, “Support-Vector Network”, **Machine Learning**, 1995, 20(3), s. 273–297.

COŞKUN, Sibel - COŞKUN, Akın - KARTAL, Mahmut - BİRCAN, Hüdaverdi, “Lojistik Regresyon Analizinin İncelenmesi ve Diş Hekimliğinde Bir Uygulaması’’, **Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi**, 2004, 7(1), s. 41-50.

COŞKUN, Cengiz - BAYKAL, Abdullah, “Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması”, **Akademik Bilişim’11 - XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri 2 - 4 Şubat 2011 İnönü Üniversitesi**, Malatya, 2012, s. 55-62.

COVER, Thomas - HART, Peter “Nearest Neighbor Pattern Classification”, **IEEE Transactions on Information Theory**, IT1, 1967, 3(1), s.21–27.

CZEPLUCH, Jacop - LOLLİKE, Nikolaj - BECK, Roman - MALONE, Simon, "Blockchain – the Gateway To Trust-Free Cryptographıc Transactıons", **Twenty-Fourth European Conference on Information Systems (ECIS),** 2016, s. 0–14.

ÇAĞLAR, Ünal, "Elektronik Para: Enformasyon Teknolojisindeki Gelişmeler ve Yeni Ödeme Sistemleri", **Sosyal Bilimler Dergisi**, 2007, 17, s. 177-186.

ÇAKMAK, Zeki-UZGÖREN, Nevin-KEÇEK, Gülnur, "Kümeleme Analizi Teknikleri ile İllerin Kültürel Yapılarına Göre Sınıflandırılması ve Değişimlerinin İncelenmesi", **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 2005, Sayı: 12, s.15-36.

ÇALIŞ, Aslı-BAYNAL, Kasım, "Kümeleme Analizi ile Bankacılık Sektöründe Satış Stratejilerinin Belirlenmesi", **Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 2016, Sayı: 9, s. 13-41.

ÇALIŞKAN, Sibel - SOĞUKPINAR, İbrahim, "KxKNN: K-means ve K En Yakın Komşu Yöntemleri ile Ağlarda Nüfuz Tespiti'', **2. Ağ ve Bilgi Güvenliği Sempozyumu**, Girne, KKTC, 2008, s.120-124.

ÇANKIRI, Süreyya - KARTAL, Elif - YILDIRIM, Kemal - GÜLSEÇEN, Sevinç, "Organizasyonlarda Bilgi Yönetim Sürecinde Veri Madenciliği*",* **ÜNAK 2009 Bilgi Çağında Varoluş: "Fırsatlar ve Tehditler" Sempozyumu,** Yeditepe Üniversitesi, İstanbul - TÜRKİYE, Bildiriler Kitabı, 2009, s. 150-151.

ÇARKACIOĞLU, Abdurrahman, "Kripto-Para Bitcoin", **Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi Araştırma Raporu**, Ankara, 2016, s.8-22.

ÇELİK, Ufuk-AKÇETİN, Eyüp-GÖK, Murat, **Rapidminer İle Uygulamalı Veri Madenciliği**, Pusula Yayıncılık, İstanbul, 2017.

ÇETİNYOKUŞ, Tahsin, *"Veri Küplerinin Bütünleşik Kullanımına Yönelik Yeni Bir OLAP Mimarisi*", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.

ÇİTFCİ, Bora Berkay, "*Ilgaz Orman İşletme Müdürlüğü Bölgesinde Kar Örtüsü Haritalaması İçin Destek Vektör Makineleri Tasarımının Değerlendirilmesi*", Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2017.

DE MAURO, Andrea-GRECO, Marco-GRİLMALDİ, Michele, "What is Big Data? A Consensual Definition and a Review of Key Research Topics", **AIP Conference Proceedings**, 2015, s. 97-104.

DEROSA, Mary, "Data mining and data analysis for counterterrorism", **Center for Strategic and International Studies (CSIS),** 2004.

DİLEK, Şerif, "Blokchain Teknolojisi ve Bitcoin", **SETA Analiz Dergisi**, Sayı: 231, 2018, s. 11,

DİNU, Andrei, **The Scarity Of Money: The Case Of Cryptocurrencies**, Central European University, Departman Of Economy, Hungary, 2014.

DODD, Nigel, "The social life of Bitcoin. Theory", **Theory, Culture and Society**, 2017, Sayı: 3, s. 1-3.

DOĞAN, Şengül - TÜRKOĞLU, İbrahim, "Hypothyroidi and Hyperthyroidi Detection from Thyroid Hormone Parameters by Using Decision Trees", **Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi**, 2007, Cilt 5, Sayı: 2, s. 163-169

DONDURMACI, Gülser - ÇINAR, Ayşe, "Finans Sektöründe Veri Madenciliği Uygulaması", **Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 2014, 2(1) , s. 258-271.

DWYER, Geral, "The Economics of Private Digital Currency", **MPRA Paper 55824**, University Library of Munich, 2014, s. 2.

ELMAS, Çetin, **Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama)**, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2003.

ELMAS, Çetin, **Yapay Zeka Uygulamaları, Yapay Sinir Ağı, Bulanık Mantık, Sinirsel Bulanık Mantık, Genetik Algoritma**, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2016.

EMEL, Gül Gökay - TAŞKIN, Çağatay, ‘’Genetik Algoritmalar ve Uygulama Alanları’’, **Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, 2002, Sayı: 21, s. 129–152.

EMEL, Gül Gökay-TAŞKIN, Çağatay, ‘’Veri Madenciliğinde Karar Ağaçları ve Bir Satış Analizi Uygulaması”, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 2005, Sayı: 6, s. 221-239.

ERDEM, Ekrem, **Para Banka ve Finansal Sistem**, 2. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara, 2008.

FAKI, Betül Merve, *“Veri Madenciliği Yöntemlerini Kullanarak Anemi Sınıflandırılmasına Yönelik Bir Uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015.

FAMİLİ, Fazel-SHEN, Wei Min-WEBER, Richard-SİMOUDİS, Evangelos, “Data Preprocessing and Intelligent Data Analysis”, **Intelligent Data Analysis**, ABD, 1997, s. 3-23.

FARELL, Ryan, “An Analysis of the Cryptocurrency Industry”, **Wharton Research Scholars,** 2015, 130, s. 3.

FAUSETT, Laurene, **Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications**, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1994.

FAYYAD, Usama - SHAPIRO, Gragory-SMYTH, Pathraic, “From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases”, **AI Magazine**, 1996, 17(3), s. 17-104.

FATF, “Virtual Currencies - Key Definitions and Potential AML/CFT Risks”, **Financial Action Task Force**, Haziran, 2014, s. 4,

FRANCO, Pedro, **Understanding Bitcoin Cryptograpy, Engineering, and Economics**, İngiltere: Wiley, 2015.

GAMGAM, Hamza - ALTUNKAYNAK, Bülent, **Regresyon Analizi; En Küçük Kareler - Değişen Seçme - Regresyon Tanıları**, Seçkin Yayıncılık, İstanbul, 2015.

GÖNÜL, Yücel - ULU, Şahin - BUCAK, Abdulkadir - BİLİR, Abdulkadir, "Yapay Sinir Ağları ve Klinik Araştırmalarda Kullanımı", **Genel Tıp Dergisi**, 2015, Sayı: 25, 104-111.

GUPTA, Manav, **Blockchain for Dummies**, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2017.

GÜRİNG, Plilipp - GRİGG, Lan, *"Bitcoin & Gresham's Law - The Economic Inevitability of Collapse",* 2011, s. 6, https://iang.org/papers/BitcoinBreachesGreshamsLaw.pdf adresinden 17 Mart 2020'de alınmıştır.

HAN, Jiewei - KAMBER, Micheline, **Data Mining Concepts and Techniques; Third Edition,** Morgan Kaufman Elsevier Inc, ABD, 2001.

HAND, David-MANNİLA, Heikki-SMYTH, Pahhraic, **Principles of Data Mining**, The Mit Press, England, 2001.

HAND, David, "Data mining: Statistics and more?", **The American Statistician**, 1998, Sayı: 52, s.112–118.

HAYKİN, Simon, **Neural Networks and Learning Machines (3rd ed.)**, New Jersey: Prentice Hall, Pearson Education, 2009.

HERPEL, Mark, "2011 Observations on the Digital Currency Industry", **DGCmagazine**, 2011, s. 5.

HUANG, Chenn Jung-YANG, Dian Xiu–CHUANG, Yi-Ta,"Application of Wrapper Approach and Composite Classifier to the Stock Trend Prediction", **Expert Systems with Applications**, 2008, Sayı: 34, s. 2870- 2878.

HUDAİRY, Hazem, *"Data mining and decision making support in the governmental sector"*, Yüksek Lisans Tezi, Faculty of Graduate School of The University of Louisville, Kentucky, 2004.

JACOPS, Peter, "Data mining: What general managers need to know", **Harvard Management Update 4**, 1999, s. 8.

KALAYCI, Şeref, **SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri**, 3.Baskı, Asil Yayınevi, Ankara, 2010.

KALİKOV, Anarberk, *"Veri Madenciliği ve Bir E-Ticaret Uygulaması"*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.

KANTARDZİC, Mehmed, **Data Mining: Concepts Models, Methots, and Algorithms**, New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

KAPANOĞLU, Muzaffer-ABDALLA, Sevgi GÜLTEKİN, Özgör-SÖNMEZ, Harun, **İşletme Analitiği**, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2019.

KARACAN, Hacer-YEŞİLBUDAK, Mehmet, "Kullanıcı Merkezli İnteraktif Veri Madenciligi: Bir Literatür Taraması", **Bilişim Teknolojileri Dergisi**, 2010, 3(1), s.17-22.

KARAGÜLLE, Fatih, *"Destek Vektör Makinelerini Kullanarak Yüz Bulma"*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.

KARLIK, Bekir, "Neural Network Image Recognition for Control of Manufacturing Plant", **Mathematical & Computational Applications**, 2003, Sayı: 2, s. 181- 189.

KAYA, Halil-KÖYMEN, Kemal, "Veri Madenciliği Kavramı ve Uygulama Alanları", **Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları,** Kocaeli-İstanbul, 2008, s. 1.

KEİTH, Martin, **Everyday Cryptography**, Baskı, İngiltere: Oxford University Press, 2017.

KHEMKA, Alok, *"A Colloborative Predictive Data Mining Model",* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Faculty of University of Missouri-Kansas City, Missouri, 2003.

KÖKTÜRK, Fürüzan - ANKARALI, Handan-SÜMBÜLOĞLU, Vildan, ''Veri Madenciliği Yöntemlerine Genel Bakış'', **Türkiye Klinikleri J Biostat**, 2009, 1(1), s. 20-25.

KRİESEL, David, **A Brief Introduction to Neural Networks**, ZETA 2-EN 2007,

KRİSTOUFEK, Ladislav, "What are the Main Drivers of the Bitcoin Price? Evidence from Wavelet Coherence Analysis", **PloS one**, 2015, 10(4), s. 1-15.

KRUGMAN, Paul-WELLS, Robin, **Macroeconomic**, Worth Puplishers, 2013.

KUMAR, Santhosh-RAMULU, Sitha-REDDY, Sudheer-KOTHA, Sures-KUMAR, Mohan, "Spatial Data Mining using Cluster Analysis", **IJCSIT**, 2012, 4 (4), s.71-77.

KUMBHARE, Trumpti-CHOBE, Santosh, "An Overview of Association Rule Mining Algorithms", **International Journal of Computer Science and Information Technologies**, 2014, Cilt: 5, Sayı: 1, s. 927-930

KUYDBA, Stephen, **Big Data, Mining, and, Analytics**, CRC Press, 2014,

KÜÇÜKSİLLE, Engin, *"Veri Madenciliği Süreci Kullanılarak Portföy Performansının Değerlendirilmesi ve İMKB Hisse Senetleri Piyasasında Bir Uygulama"*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ispart, 2009.

LANSKY, Jan, "Possible State Approaches to Cryptocurrencies", **Journal of Systems Integration**, 2018, 9(1), s.19–31.

LAMPORT, Leslie - SHOSTAK, Robert - PEASE, Marshall, "The Byzantine Generals Problem", **ACM Transactions on Programming Languages and Systems (TOPLAS),**1982, s. 383,

Lİ, Jin- WANG, Chong, "The Technology and Economic Determinants of Cryptocurrency Exchange Rates: The case of Bitcoin", **Decision Support Systems,** 2017, Sayı: 95, s. 49-60.

MADHULATHA, Soni, "An Overview on Clustering Methods", **IOSR Journal of Engineering**, 2012, 2(4), s. 721.

MAİMO, Oded-ROKACH, Lior, **Data Minining And Knowledge Discovery Handbook**, Springer Science Business Media Inc., New York, 2007.

MANKİW, Gregory, **Principles of Macroeconomics**, Harcourt Brace College Publishers, San Diago, 2012.

MCDONNEL, Patrick, "What Is The Difference Between Bitcoin, Forex, and Gold", **NewsBTC**, 2015, s. 1.

MCMİLLAN, Rober, "Silicon Valley VC Thinks a Single Bitcoin Will Be Worth $100,000", **Wired Magazine**, 2015, s. 1-2.

MCMİLLAN, Rober, "Who Owns the World"s Biggest Bitcoin Wallet? The FBI." **Wired Magazine**, 2013, s. 1-2.

MELANİE, Mitchell, **An Introduction To Genetic Algorithms**, A Bradford Book The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, 1999.

MİCHALEWİCZ, Zbigniew, **Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs**, Department Of Computer Science University Of North Carolina Charlotte, USA, 1992.

MİNSKY, Marvin-PAPERT, Seymour, "A Review of "Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry", **The M.I.T. Press**, Cambridge, Mass., 1969, s. 518-519.

MİTCHELL, Tom, **Machine Learning**, McGraw-Hill Science Engineering Math, California, 1997.

MONİNO, Jean Louis-SEDKAOUİ, Soraya, "Big Data, Open Data and Data Development", **ISTE Ltd, s. XIII**, London, 2016, s. 13.

MOUNTRAKİS, Giorgos-Im, Joungho-OGOLE, Caesar, "Support vector machines in remote sensing, A review", **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 2011, 66(3), s. 247- 259.

MÖSER, Malte, "Anonymity of Bitcoin Transactions, An Analysis of Mixing Services", **Münster Bitcoin Conference**, Germany, 2013. s. 1.

MURAT, Mehmet, *"Blockchain ile Güvenli Elektronik Sağlık Sistemi"*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, 2018.

MÜLLER, Adolf-LEMKE, Frank, **Self-Organising Data Mining,** Libri Books on Demand, 2000.

NABİYEV, Vasif, **Yapay Zeka**, Seçkin Yayınları, Ankara, 2003.

NAKAMOTO, Satoshi, Bitcoin: "A Peer-to-Peer Electronic Cash System", **Journal for General Philosophy of Science**, 2008, s. 1-9.

NAKAMOTO, Satoshi, *"Bitcoin v0.1 Released"*, 2009, s. 1. http://www.mailarchive.com/cryptography@metzdowd.com/msg10142.html adresinden 18 Mart 2020'de alınmıştır.

NARAYANAN, Bonneau, Felten, Miller, Goldfeder, **Bitcoin and Cryptocurrency Technologies**, Princeton University. Princeton: Princeton University, 2011.

NEWBOLD, Paul, **İşletme ve İktisat için İstatistik**, (Çev. Ümit Şenesen), Literatür Yayınları, İstanbul, 2000.

ODABAŞ, Özlem, *"Veri Madenciliği Teknikleri ile Telekom Sektöründe Ayrılan Müşteri Analizi",* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2017.

OHLHORST, Frank, **Big Data Analytics Turning Big Data into Big Money**, SAS Institute, USA, 2013.

OĞUZLAR, Ayşe, "Veri Ön İşleme", **Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Sayı: 21, 2003, s. 67- 76.

OKUR, Mehmet Emin-CANKIR, Bilal-ŞEKER, Sadi Evren, "Strategic Competition of Internet Interfaces for XU30 Quoted Companies", **International Journal of Computer and Communication Engineering**, 2014, 3 (6), s. 464-468.

OLGUN, Mehmet Onur-ÖZDEMİR, Gültekin, ''İstatistiksel Özellik Temelli Bayes Sınıflandırıcı Kullanarak Kontrol Grafiklerinde Örüntü Tanıma'', **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 2012, Sayı: 27, s. 303-311.

OSUNA, Edgar - FREUND, Robert - GİROS, Federico, "Support Vector Machines: Training and Applications", **Massachusetts Institute of Technology and Artificial Intelligence Laboratory**, Massachusetts, 1997, s. 42.

ÖĞÜT, Sertaç, "Veri Madenciliği Kavramı ve Gelişim Süreci", **Yeditepe Üniversitesi Görsel İletişim Tasarımı Bölümü**, İletişim Fakültesi, 2009, s. 8.

ÖZATAY, Fatih, **Parasal İktisat Kuram ve Politika**, Efil Yayınevi, Ankara, 2011.

ÖZÇAKIR, Cemal - ÇAMURCU, Yılmaz, "Birliktelik Kuralı Yöntemi İçin Bir Veri Madenciliği Yazılımı Tasarımı Ve Uygulaması", **İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 2007, Sayı: 12, s. 21-37.

ÖZDAMAR, Kazım, **Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-1**, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 2004.

ÖZEKES, Serhat - ÇAMURCU, Yılmaz ''Veri Madenciliğinde Sınıflama ve Kestirim Uygulaması'', **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 2002, Sayı: 8, s. 1-17.

ÖZKAN, Yalçın, **Veri Madenciliği Yöntemleri**, 3. Baskı, Papatya Bilim Yayıncılık, İstanbul, 2016.

ÖZTEMEL, Ercan, **Yapay Sinir Ağları**, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2003.

ÖZTÜRK, Nazım, **Para Banka Kredi**, Ekin Yayınları, Bursa, 2014.

PAL, Mahesh-MATHER, Paul, "Support Vector Machines for Classification in Remote Sensing", **International Journal of Remote Sensing**, 2005, 26(5), s. 1007-1011.

PALİT, Ajoy-POPOVİC, Dobrivoje, **Computational Intelligence in Time Series Forecasting: Theory and Engineering Applications**, Springer Verlag, London, 2005.

PARK, Sang - PİRAMİTHU, Selwyn - SHAW, *Michael*, "Dynamic Rule Refinement in Knowledge-Based Data Mining Systems", **Decision Support Systems**, 2001, 31, s. 205-222.

PETERSON, Andrea, "Hal Finney Received the First Bitcoin Transaction Here"s How He Describes It", **The Washington Post**, 2014, s. 1.

PİSCİNİ, Eric - HYMAN, Gys - HENRY, Wendy, "Blockchain: Trust Economy in Tech Trends", **Deloitte University Press**, 2017, s. 93.

PİRAMUTHU, Selywn, "Evaluating Feature Selection Methods For Learning in Data Mining Applications", **Thirty-First Annual Hawai International Conference on System Sciences,** IEEE Computer Society, USA, 1998, 294.

PLASSARAS, Nicholos, "Regulating Digital Currencies: Bringing Bitcoin within the Reach of the IMF", **Chicago Journal of International Law**, 2013, 14(1), s. 376- 407.

PRYTHERCH, Ray, **Harrod's Librarians' Glossary and Reference Book : A Dictionary of Over 10,200 Terms,** Ashgate Publishing Limited, Hampshire, 2005.

RICCI, Alice - KALYVA, Foteini, *"Unlocking the Potential of Big Data"*, Yüksek Lisans Tezi, Lund University, Management, 2015.

RICHARDS, Jong-JİA, Xiuping, **"Remote sensing digital image analysis: An introduction (4th ed.)",** Germany, Springer, 2006.

ROİGER, Richard-GEATZ, Michael, **Data Mining: A Tutorial-Based Primer**, Boston MA: Addision Wesley, 2003.

ROTMAN, Sarah, "Bitcoin Versus Electronic Money", **World Bank**, Washington, 2014, s. 1-2.

SAGONA, Stophel, "How to Get Started With The New Trend in Virtual Currencies", **Bitcoin 101 white paper,** 2004 s.1.

SANKUR, Bülent, **İngilizce Türkçe Ansiklopedik Bilişim Sözlüğü**, Pusula Yayınları, İstanbul, 2004.

SAVAŞ, Serkan - TOPALOĞLU, Nurettin - YILMAZ, Mithat, "Veri Madenciliği ve Türkiye'deki Uygulama Örnekleri", **İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, Sayı: 21, 2012, s. 1-7.

SCAİLLET, Oliver-TRECCANİ, Andrei-TREVİSİAN, Cristopher, "High Frequency Jump Analysis of the Bitcoin Market", **Swiss Finance Institute Research**, 2017, s. 17-19.

SCHMİD, Helmut, "Probalistic Part- Speech Tagging Using Desicion Tree", **D.B. Jones & H. L. Somers**, 2013, s. 154- 164.

SCHUEFFEL, Patrick, **The Concise Fintech Compendium,** Fribourg: School of Management Fribourg, Switzerland, 2017.

SHAPİRO, Gregory Piatetsky, "Knowledge Discovery in Real Databases, A Report on the IJCAI- 89 Workshop*",* **Al Magazine**, 1989, Sayı: 5, s. 68-70,

SHARMA, Arvind - GUPTA, Kumar - TİWARİ, Akhileshe, "Improved Density Based Spatial Clustering of Applications of Noise Clustering Algorithm for Knowledge Discovery in Spatial Data", **Mathematical Problems In Engineering, Hindawi Puplishing**, 2016, 81, s. 1-9.

SHAW, Michael - SUBRAMANİAM, Chandrasekar - WOO, Gek - WELGE, Michael, "Knowledge Management and Data Mining for Marketing", **Decision Support Systems**, 2011, 31, s. 127- 137.

SİLAHTAROĞLU, Gökhan, **Kavram ve Algoritmalarıyla Temel Veri Madenciliği,** Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2008.

SİMONTE, Tom, "Meet Gavin Andresen The Most Powerful Person in The World of Bitcoin", **MIT Technology Review**, 2014, s. 1.

SİNGH, Mohini - ZOPPOS, Betty, **E-Business Innovation and Change Management: From Cash to E-Money: Payment System Innovations in Australia,** İdea Group, Puplishing, 2003,

SMİTH, Kate-Gupta, Jatinder, "Neural Networks in Business: Techniques and Applications for the Operations Researcher", **Computers & Operation Research,** Kluwer Academic Publishers, Netherlands 2000, Sayı: 27, s. 1023-1044.

SÖNMEZ, Asuman, "Sanal Para Bitcoin", **TheTurkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAC**, July, 2014, 4(3), s. 1-14.

SUND, Reijo, "Utilization of Administrative Registers using Statistical Knowledge Discovery", **International Workshop on "Mining Official Data, National Research and Development Centre for Welfare and Health**, August 20, Helsinki, Finland, 2002, s. 501-519.

SUTTON, Richard, "Generalization in Reinforcement Learning: Successful Examples Using Sparse Coarse Coding", **Advances in Neural Information Processing Systems**, MIT Press, 1996, s. 1038- 1044.

STEPANİUK, Jereslaw, **Rough-Granular Computing in Knowledge Discovery and Data Mining**, Springer Puplishing, Poland, 2008.

ŞEKER, Muzaffer, "Elektronik Ödeme Sistemleri", **İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 2011, Sayı: 10, s. 55–73.

ŞEKER, Sadi Evren, **İş Zekası ve Veri Madenciliği (Weka ile)**,Cinus Yayınları, 2013.

ŞEKER, Sadi Evren, "Sosyal Ağlarda Akan Veri Madenciliği", **YBS Ansiklopedi,** Sayı: 2, 2015, s. 1-10.

ŞEKER, Sadi Evren, "Zaman Serisi Analizi (Time Series Analysis)", **YBS Ansiklopedi**, Sayı: 2, 2015, s. 1-9.

TABACHNİCK, Barbara - FİDEL, Linda, **Using Multivariate Statistics, Fourth Edition**, MA: Allyn & Bacon, Inc, 2011.

TAN, Pang Ning - STEİNBACH, Michael - KUMAR, Vipin - KARPATNE, Anuj, **Introduction to Data Mining**, Pearson Education Inc., Boston, 2006.

TANG, Zhi hang-WEİ, Jian hui, "Investigation and Application of İmproved Association Rules Mining in Rapidminer", **International Journal Of Simulation Systems**, 2016, 17(29), s. 1.

TAŞ, Oğuzhan - KİANİ, Farzad, "Blok Zinciri Teknolojisine Yapılan Saldırılar Üzerine bir İnceleme", **Bilişim Teknolojileri Dergisi**, 2018, 11(4), s. 372.

TAŞ, Yusuf, *"Birliktelik Kuralları Madenciliği ve Bil Uygulama"*, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstütüsü, Sivas, 2018.

TEİGLAND, Robin - YETİS, Zeynep - LATSSON, Tomas, "Breaking Out of the Bank in Europe Exploring Collective Emergent Institutional Entrepreneurship through Bitcoin", **15th Annual (SNEE) Conference**, 2013, s. 4.

TEZCANLAR, Pelin, *"Müşteri İlişkileri Yönetimi Veri Madenciliği ve Bir Uygulama"*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2007.

THEARLİNG, Kurt, "*An İntroduction Datamining"*, 2009, s. 1. http://akira.ruc.dk/~bulskov/undervisning/E2003/data_mining.pdf adresinden 18 Mart 2020'de alınmıştır.

TSCHORCH, Florian-SCEHUERMANN, Bjorn, "Bitcoin and Beyond: A Technical Survey on Decentralized Digital Currencies", **IEEE Communications Surveys&Tutorials**, 2016, 18(3), s. 2084-2120.

TURBAN, Efraim - SHARDA, Ramesh - DELEN, Dursun, **Decision Support and Business Intelligence Systems**, Pearson Education Inc., New Jersey, 2011.

UYGUNOĞLU, Şaban - YURTCU, Tayfun, "Yapay Zekâ Tekniklerinin İnşaat Mühendisliği Problemlerinde Kullanımı", **Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi**. 2006, Sayı: 1, s. 61-70.

UYUMAZ, Özge, *"Bankacılık Sektöründe Pazarlama Stratejilerinin Belirlenmesinde Sınıflandırma ve Veri Madenciliği"*, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü 2017.

VAPNİK, Vilademir, **The Nature of Statistical Learning Theory**, Springer Puplishing, Heidelberg, 1995.

VAPNİK, Vilademir-Cortes, Corrine, "Suport Vector Network", **Lab Reseach**, USA, 1995, s. 273-297.

VLASOV, Andrei, "The Evolution of E-Money", **European Research Studies**, 2017, Cilt: 20, Sayı: 1, s. 215-224.

WAGNER, Andrew, ″Digital vs. Virtual Currencies″, **Bitcoin Magazine**, 2014, Sayı: 22, s. 1.

WANG, Junhui-SUN, Wei-FANG, Yixin, "Regularized K-Means Clustering of High-Dimensional Data and Its Asymptotic Consistency", **Electronic Journal of Statistic**, 2012, Sayı: 6, s. 149.

WALLACE, Benjamin, "The Rise and Fall of Bitcoin", **Wired Magazine**, 2011, s. 1.

WARNER, Brad-MISRA, Manavendra, "Understanding Neural Networks as Statistical Tools", **The American Statistician**, 1996, 50 (4), s. 284-293.

WEBB, Andrew, **Statistical Pattern Recognition, second edition,** Wiley Online Book, 2002.

WEF, "Deep Shift: Technology Tipping Points and Societal Impact, WEF Survey Report, **World Economic Forum**, 2015, s. 5.

WESTPTAL, Cristopher-BLAXTON, Teresa, **Data Mining Solutions: Methods and Tools for Solving Real-World Problems**, Wiley Puplishing, 1998,

WİTTEN, Lan-FRANK, Eibe-HALL, Mark, **Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 3rd edition**, Morgan Kaufmann, San Francisco, 2011.

WU, Xindong-ZHU, Xingquan-WU, Gongqinq, "Data mining with big data" **İEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, 2014, 26(1), s. 97-107.

YAGA, Dyelan-MELL, Peter-ROBY, Nik-SCARFONE, Karen, "Blockchain Technology Overview", **Nistir 8202**, USA Depermant of Commerce**,** 2018. s. 9.

YEGNANARAYANA, Bayya, **Artificial Neural Networks**, PHI Learning Pvt. Ltd, Ned Delhi, 2006.

YOUNG, Robekah-JOHNSON, David, "Imputing the Missing Y's: Implications for Survey Producers and Survey Users", **64th Annual Conference of the American Association for Public Opinion Research**, Pennsylvania, 2010 s. 6229-6294.

Elektronik Kaynaklar

(https://www.bddk.org.tr/Kuruluslar-Kategori/Elektronik-Para-Kuruluslari/7, Erişim Tarihi: 12.12.2019).

(http://repository.upenn.edu/wharton_research_scholars/130, Erişim Tarihi: 17.12.2019).

(http://en.bitcoinwiki.org/ Bitcoin_history, Erişim Tarihi: 24.12.2019).

(https://www.coinhills.com/statistics/volume-cnystrength/, Erişim Tarihi: 02.01.2020).

(https://ekblc.files.wordpress.com/2013/09/ysa.pdf, Erişim Tarihi: 12.01.2020)

(http://www.ibrahimcayiroglu.com/dokumanlar/ilerialgoritmaanalizi/ilerialgoritma analizi-5.hafta-yapaysiniraglari.pdf, Erişim Tarihi: 18.1.2020).

(https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section4/pmc41.htm, Erişim Tarihi: 20.1.2020).

(https://vizyonergenc.com/icerik/5-temel-soruda-veri-madenciligi-data-mining-nedir Erişim Tarihi: 28.01.2020).

(http://www.statslab.cam.ac.uk/~rrw1/timeseries/t.pdf, Erişim Tarihi: 22.02.2020).

(https://www.aa.com.tr/tr/sirkethaberleri/finans/blockchain-teknolojisi-akbankta/637793, Erişim Tarihi: 28.02.2020).

(https://rapidminer.com/why-rapidminer/, Erişim Tarihi: 01.03.2020).

(http://www.bbc.co.uk/turkce/ekonomi/2013/07/130702_winklevoss_bitcoin.shtml, Erişim Tarihi: 3.3.2020).

(http://www.aladdin.cs.cmu.edu/workshops/privacy/slides/pdf/linell_pinkas.pdf, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

(http://www.bitcoinhaber.net/2014/12/bitcoin-cizgi-roman-oldu.html, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

(https://bitcoinlerim.com/blockchain-uygulamalari-kullanim-alanlari/, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

(http://bitcoin.org/en/vocabulary#wallet, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

(http://www.blockchain.info/charts, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

(https://www.bloomberght.com/finansal-teknoloji/haber/2153926-iste-dikkat-ceken-sekiz-blockchain-uygulamasi, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

(https://cointelegraph.com/explained/p2p-cryptocurrency-exchanges-explained, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

(http://data.bitcoinity.org/markets/volume/5y?c=e&t=b, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

(https://www.hmb.gov.tr/mali-eylem-gorev-gucu, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

(https://www.btcturk.com/bilgi-platformu/10-yilda-bitcoin, Erişim Tarihi: 12.3.2020).

(https://bitcoin.org/tr/bilmeniz-gerekenler, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(http://blog.isyatirim.com.tr/sanal-para-bitcoin, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://www.bitcoinfiyati.com/2019-yilinda-btc-fiyati-ne-kadardi.html, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://ceaksan.com/tr/rapidminer-nedir/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://cointelegraph.com/news/bitcoin-question-should-be-at-g20-says-france-finance-minister, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://www.cnnturk.com/ekonomi/kripto-para/imf-baskani-lagardeden-kripto-paralara-denetim-aciklamasi, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://www.doviz.com/kripto-paralar/bitcoin, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(http://en. Bitcoin wiki.org/ Bitcoin_address, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://www.economist.com/taxonomy/term/23/0?page=48&page%5Cu003d57=, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(http://www.hashcash.org/papers/announce.txt, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/25151295.asp, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://kriptokoin.com/fransiz-otoriteler-bitcoin-icin-yuzde-30-vergi-oranini-zorluyorlar/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://kriptokoin.com/proof-of-work-pow-nedir-nasil-calisir/, Erişim Tarihi: 15.3.2020).

(http://www.mademir.com/2010/12/k-nn-algoritmas.html, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://medium.com/money-banking/2b5ef79482cb, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://koinbulteni.com/turkiye-merkez-bankasi-spkdan-bitcoin-vergilendirme-calismasi-5430.html, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://koinbulteni.com/rapor-ruslar-venezuelaya-petro-konusunda-yardim-etti-10639.html, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/bitcoin?q=bitcoin, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://www.quora.com/How-does-one-start-a-cryptocurrency-exchange, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://veribilimcisi.com/2017/07/20/naive-bayes-siniflandiricisi-naive-bayes/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(http://pazarlamavizyonu.com/turkiyeden-blockchain-uygulamalari-uygulamalari/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://uzmancoin.com/g20-bitcoin-deklarasyon/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://qz.com/681580/the-latest-customers-for-the-technology-behind-bitcoin-are-nato-and-the-us-military/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(http://www.sistemon.com.tr/blog/kriptografi-nedir/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(http://www.sabah.com.tr/NewYorkTimes/2011/08/15/bankalari-es-gecen-bir-sanal-para-birimi, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(https://www.weusecoins.com/what-is-cryptocurrency/, Erişim Tarihi: 13.3.2020).

(http://www.nkariyer.com/eticaret/2017/11/18/iste-dunya-ulkelerinin-dijital-paraya-bakis-acisi-infokrafik, Erişim Tarihi: 14.3.2020).

(https://www.ntv.com.tr/ekonomi/turkiyenin-ilk-finansal-blockchain-projesi-hayata-gecti,e1ARJIWkM0WFg_1a4wq6HQ, Erişim Tarihi: 14.3.2020).

(https://www.quora.com/How-does-a-Bitcoin-exchange-work-1, Erişim Tarihi: 14.3.2020).

(https://medium.com/@yasinaktimur/ethereum-erush-c1d53d71e06e, Erişim Tarihi: 14.3.2020).

(http://webrazzi.com/2015/12/08/blockchain-nedir-bankacilik-icin-neler-getirecek, Erişim Tarihi: 14.3.2020)

(https://uzmancoin.com/blockchain-turkcell-cozum/, Erişim Tarihi: 14.3.2020).

(http://www.forbes.com/sites/investopedia/2013/08/01/how-bitcoin-works/, Erişim Tarihi: 15.3.2020).

(http://w3.balikesir.edu.tr/~bsentuna/wp-content/uploads/2013/03/Regresyon-Analizi.pdf, Erişim Tarihi: 15.3.2020).

(https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6493.pdf, Erişim Tarihi: 15.3.2020).

(https://www.btcturk.com/bilgi-platformu/blockchain-blokzinciri-teknolojisi-nedir/, Erişim Tarihi: 16.3.2020).

(https://www.cnbc.com/2016/10/24/major-banks-blockchain-trade-cotton-in-a-move-that-could-transform-a-major-industry.html, Erişim Tarihi: 18.03.2020).

(https://koinbulteni.com/g20de-yasananlar-ve-ulkelerin-kripto-paralara-bakis-acilari-10658.html, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

(https://tr.wikipedia.org/wiki/Hash_fonksiyonu, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

(https://fortune.com/2018/02/08/jim-yong-kim-cryptocurrency/, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

(https://www.entrepreneur.com/article/232118, Erişim Tarihi: 20.03.2020

(https://doi.org/https://www.coindesk.com/information/how-bitcoin-mining-works/ , Erişim Tarihi: 20.03.2020)

(http://www.coindaily.co/bitcoin-mining-operations-legalized-in-russia-followingthe-launch-of-a-minery-in-russia/, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

(https://www.mahfiegilmez.com/2013/11/bitcoin.html, Erişim Tarihi: 20.03.2020).

(https://doi.org/https://www.coindesk.com/information/how-bitcoin-mining-works/ , Erişim Tarihi: 20.03.2020).

(https://www.economist.com/technology-quarterly/2013/11/28/bitcoin-under-pressure, Erişim ;Tarihi: 20.03.2020).

(https://www.thestreet.com/opinion/could-bitcoin-hit-1-000-000-in-the-long-run-13390174, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/kripto-para-borsalari/9703, Erişim Tarihi: 21.03.2020)

(https://sametgurgen.com/yapay-sinir-aglari/, Erişim Tarihi: 21.03.2020)

(https://exmo.com.tr/tr, Erişim Tarihi: 21.03.2020)

(https://qz.com/search/blokchain/, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(https://docplayer.biz.tr/3314169-Ileri-algoritma-analizi-5-yapay-sinir-aglari.html, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(https://www.businessinsider.com/bitcoin-history-cryptocurrency-satoshi-nakamoto-2017-12, Erişim Tarihi: 21.03.2021).

(https://bitcoin.org/tr/kelime-haznesi#adres, Erişim Tarihi: 21.03.2020)

(https://sarkac.org/2018/01/bilisim-devrimi-isiginda-kripto-para-2-mehmet-inhan/, Erişim Tarihi: 28.03.2020).

(https://machinelearningmastery.com/a-tour-of-machine-learning-algorithms/, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(https://medium.com/machine-learning-bites/machinelearning-reinforcement-learning-markov-decision-processes-431762c7515b, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(https://www.reuters.com/article/us-usa-blockchain-ibm/ibm-maersk-in-blockchain-tie-up-for-shipping-industry-idUSKBN16D26Q?il=0, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(http://www.ecb.int/pub/pdf/other/emoneyen.pdf, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(https://www.nytimes.com/2013/12/15/sunday-review/the-bitcoin-ideology.html, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(https://www.twobirds.com/en/news/articles/2016/uk/blockchain-2-0--smartcontracts-and-challenges, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(https://www.forbes.com/forbes/2011/0509/technology-psilocybin-bitcoins-gavinandresen-crypto-currency.html, Erişim Tarihi: 21.03.2020)

(https://bitcoinmagazine.com/articles/quick-history-cryptocurrencies-bbtc-bitcoin-1397682630, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(http://www.hkma.gov.hk/media/eng/doc/-key-functions/finanicalinfrastructure/- Whitepaper_On_Distributed_Ledger_-Technology.pdf, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(http://www.ninova.itu.edu.tr/tr/dersler/bilisim-enstitusu/195/bbl606/ekkaynaklar?g8 396, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(http://akira.ruc.dk/~bulskov/undervisning/E2003/data_mining.pdf, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(https://www.coincenter.org/education/advanced-topics/open-source/, Erişim Tarihi: 21.03.2020).

(http://www.bankalar.org/bankacilik-terimleri, Erişim Tarihi: 12.08.2020)

(https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf, Erişim Tarihi: 29.08.2020).

(https://studylibtr.com/doc/3670931/i%C3%A7indekiler---gen%C3%A7-klavyeler Erişim Tarihi: 28.09.2020).

ÖZ GEÇMİŞ

Ad Soyad: Sabriye TOPAL

İlkokul/ortaokul: Beyazsu İlköğretim Okulu/ Büyükçiflik İlköğretim Okulu

Lise: Rize Tevfik İleri Anadolu Lisesi

Lisans: Karadeniz Teknik Üniversitesi – Fen Fakültesi - İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri

Yüksek Lisans: Giresun Üniversitesi - İşletme Ana Bilim Dalı- İşletme Tezli Yüksek Lisans

İş Tecrübeleri: Kredi Yurtlar Kurumu – Yurt Yönetim Personeli (2015-2018)

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu – İstatistikçi (2018- 2020)

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu – Bankacılık Uzman Yardımcısı (2020-halen)