T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KRİPTO PARALARIN FİYAT MODELLEMESİ

Berkehan ÖMRÜUZUN

2501160428

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Arif SALDANLI

İSTANBUL - 2019

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS
TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN;

Adı ve Soyadı	:	BERKEHAN ÖMRÜUZUN	**Numarası**	: 2501160428
Anabilim Dalı / Anasanat Dalı / Programı	:	İŞLETME (İKTİSAT)	**Danışmanı**	: DR. ÖĞR. ÜYESİ ARİF SALDANLI
Tez Savunma Tarihi	:	15.05.2019	**Saati**	: 16.00
Tez Başlığı	:	YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KRİPTO PARALARIN FİYAT MODELLEMESİ		

TEZ SAVUNMA SINAVI, İÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin **36. Maddesi** uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **KABULÜNE** OYBİRLİĞİ / ~~OYÇOKLUĞUYLA~~ karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- DR. ÖĞR. ÜYESİ ARİF SALDANLI		KABUL
2- DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET SABRİ TOPAK		KABUL
3- DR. ÖĞR. ÜYESİ ALİ KABLAN		KABUL

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- DOÇ. DR. VELİ YILANCI		
2- DR. ÖĞR. ÜYESİ BURÇAY YAŞAR AKÇALI		

ÖZET

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KRİPTO PARALARIN FİYAT MODELLEMESİ

BERKEHAN ÖMRÜUZUN

Teknolojinin gelişimiyle birlikte birçok alanda insan hayatını kolaylaştıran icatlar ya da gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Bu gelişmelerden ödeme araçları da olumlu şekilde etkilenmiştir. Para ve diğer ödeme araçları günümüze kadar birçok değişikliğe uğramıştır. Bugüne gelindiğinde ise, kripto paralar bu görevi üstlenmektedir. Kripto paralar sadece ödeme aracı olarak değil birçok alanda farklı kolaylıklar sağlayan varlıklardır. Bu tezde yapılan uygulamada, kripto paraların daha çok ödeme aracı olmasına değinilmiştir.

Kripto paraların günümüzdeki popülerliğinin başlıca sebeplerinden biri de blok zincir teknolojisidir. Blok zincir ile bankacılık, seçim, sağlık hizmetleri, kimlik yönetim sistemleri, telif hakları ve nesnelerin interneti gibi birçok alanda önemli gelişmeler sağlanmıştır. Belki de kripto paraların arkasında böyle bir teknoloji olmasaydı bitcoin gibi bazı kripto paralar bu kadar yüksek değerlere ve bunun sonucunda da bu kadar çok popülerliğe ulaşamayacaktı. Şuan daha günlük hayatın her alanına girmemiş olsa da önümüzdeki yıllarda blok zincirin adının daha fazla duyulacağı aşikardır.

Fiyat modellemesi, fiyat tahmin modeli olan yapay sinir ağlarıyla Keras kütüphanesinde yapılmıştır. Çalışmada 2017-2019 yılı arasındaki yıllık, aylık ve günlük veriler kullanılarak yapılan bu uygulamada hata payı oldukça düşüktür. Bu tezin amacı; yapay sinir ağları ile kripto paraların uzun dönemli fiyat tahminin yapılabilirliğidir. Tezin sonucunda; yapay sinir ağlarına öğretilen verilerin çokluğu tahminin doğruluğuyla doğru orantılıdır. Yapay sinir ağlarına ne kadar fazla veri verilirse fiyat tahminindeki hata o

kadar düşük çıkmaktadır. Bu tez kapsamında elde edilen sonuçlarla, yapay sinir ağları ile kripto paraların fiyat tahmini yapılabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kripto para, Yapay Sinir Ağları, Blok zincir, Fiyat, Bitcoin, Teknoloji

ABSTRACT

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KRİPTO PARALARIN FİYAT MODELLEMESİ

BERKEHAN ÖMRÜUZUN

In the last decades, a technology that makes human life easier has been an indispensable part of daily life. The instruments of payment have been affected positively by these developments. Money and other instruments of payment have undergone many changes. Today, cryptocurrencies undertake this task. Cryptocurrencies are assets that provide different conveniences in many areas, not only as an instrument of payment. In this thesis, it is mentioned that cryptocurrencies the instruments of payment.

Blockchain technology is one of the main reasons for the popularity of cryptocurrencies. Significant developments have been achieved in many fields such as banking, election, health services, identity management systems, copyright and the internet of technologies with blockchain. Perhaps without such technology behind cryptocurrencies, some cryptocurrencies, such as bitcoin, would not have reached such high values and popularity. Although it has not entered every field of daily life now, it is clear that the name of the blockchain will be heard in the coming years.

The Price estimation modeling was performed in Keras library with artificial neural networks. In this thesis, annual, monthly and daily data were used between 2017-2019 and the margin of error is very low. The aim of this thesis; long-term price estimation of cryptocurrencies with artificial neural networks. As a result of the thesis; the multiplicity of data taught to artificial neural networks is directly proportional to the accuracy of the estimation. The more data is given to artificial neural networks, the lower the price estimate. With the results obtained within the scope of this thesis, it has been shown that artificial neural networks and cryptocurrencies can be estimated price.

Anahtar Kelimeler: Cryptocurrency, artificial neural networks, blockchain, price, bitcoin, technology

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, günümüz teknolojilerinin yeniliklerinden biri olan kripto para birimlerinin yapay sinir ağları ile fiyat modellemesi yapılmaya çalışılmıştır. Kripto paralar çok kısa zamanda ortaya çıkmasına rağmen blok zincir teknolojisi ile birçok ülkenin dikkatini çekmiştir. Bu yüzden de popülerliği ve kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Kripto paralardan daha önemli olan blok zincir teknolojisi şuan bile birçok alanda kullanılmaktadır ve bu kullanımın gün geçtikçe günlük hayata daha çok dahil olacağını düşünüyorum.

Yüksek Lisans öğrenimim sırasında ve tez aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen, beni doğru yönlendiren, tezin yazımında ve uygulanmasında emeğini esirgemeyen tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Arif SALDANLI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında benim yanımda olan ve beni sonsuz destekleyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Berkehan Ömrüuzun,

İstanbul, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ii

ABSTRACT v

ÖNSÖZ vii

TABLOLAR LİSTESİ xiii

ŞEKİLLER LİSTESİ xiv

KISALTMALAR LİSTESİ xvi

GİRİŞ 1

BİRİNCİ BÖLÜM 4

ÖDEME ARAÇLARI 4

1. Para Tanımları ve Türleri 4

1.1. Uluslararası Para Sisteminin Gelişimi 6

1.1.1. Altın Standardı 6

1.1.2. Bretton Woods Sistemi 6

1.1.3. Güdümlü Dalgalanma 7

1.1.4. Avrupa Para Sistemi 7

1.2. Nakit Ödeme Araçları 7

1.2.1. Kağıt para 8

1.2.2. Madeni para 8

1.3. Nakit Dışı Ödeme Araçları 9

1.3.1. Çek 9

1.3.2. Kredi Kartı 9

1.3.3. Mobil Ödemeler 12

1.3.4. Çevrimiçi Ödemeler 12
1.3.5. Near Field Communication(NFC) 13
1.3.6. Elektronik Para 13
1.3.6.1. Elektronik Paranın Tarihçesi ve Gelişimi 15
1.4. Uluslararası Ödeme Sistemleri 16
1.4.1. Trans-European Automated Real-time Gross Settlement Express Transfer System (TARGET) 16
1.4.2. The Clearing House Interbank Payments System (CHIPS) 17
1.4.3. The Bank of Japan Financial Network System (BOJ-NET) 18
1.4.4. The Swiss Interbank Clearing (SIC) 19
1.4.5. Federal Reserve Wire Network (FEDWIRE) 19
1.4.6. The Clearing House Automated Payment System (CHAPS) 20
1.5. Finansal Teknoloji 20
İKİNCİ BÖLÜM 22
KRİPTO PARALAR 22
2. Kripto paralar 22
2.1. Kripto Paralar Nasıl Çalışır 24
2.1.2. Kripto Paraların Doğuşu ve Gelişimi 25
2.1.3. Kripto Para Yapıları 26
2.1.4. Kripto Paraların Teknolojik Arka Planı 30
2.1.4.1. Kriptolojik Özet Fonksiyonu (Hash Function) 30
2.1.4.2. Dijital İmza 31
2.1.4.3. Bitcoin Adresi 33
2.1.4.4. İş İspatı (Proof of Work) 34

2.1.5. Kripto Paraların Değer Belirleyicileri 34
2.2. Kripto Paranın Avantajları ve Dezavantajları 35
2.3. Sanal Paraların Sınıflandırılması 36
2.3.1. Tek Yönlü Sistemler 36
2.3.2. Çift Yönlü Sistemler 36
2.3.3. Kapalı Sistemler 36
2.4. Kripto Para Örnekleri 37
2.4.1. Bitcoin 37
2.4.2. Ethereum 38
2.4.3. Ripple 38
2.4.4. IOTA 39
2.4.5. Litecoin 40
2.5. Kripto paraların Uluslararası Piyasalarda yıllık, aylık ve günlük volatilitesi 40
2.5.1. Kripto paraların Network Effect (Değer-Bilinirlik) Açısından İncelenmesi 45
2.6. Blok zincir'in kullanım alanları ve günlük hayata etkisi 46
2.7. Kripto paralar ve Finansal Piyasalar Arasındaki İlişki 49
2.7.1. Kripto Paranın Geleceği 49
2.8. Kripto paralara Devlet etkileri ve Hukuki Bakış 51
2.9. Kripto para madenciliği 53
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 55
FİYAT TAHMİN MODELLERİ 55
3.1. Zaman Serileri Analizi 55
3.1.1. Trend Analizi 55
3.1.2. Basit Ortalamalar Yöntemi 56

3.1.2. Hareketli Ortalamalar Yöntemi 56
3.1.3. Üstel Düzeltme Yöntemi 56
3.2. Regresyon Analizi 56
3.3. Korelasyon Analizi 56
3.4. Temel ve Teknik Analiz Yöntemleri 57
3.5. Yapay Zeka ve Sezgisel Algoritmalar 57
3.5.1. Yapay Sinir Ağları 57
3.5.1.1. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Temel Elemanları 62
3.5.1.2. Biyolojik Sinirler ile Yapay Sinirlerin Karşılaştırılması 64
3.5.1.3 Yapay Sinir Ağlarının Geleneksel Sistemlerden Farkları 65
3.5.2. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması 65
3.5.2.1. Yapay Sinir Ağlarının Yapılarına Göre Sınıflandırılması 65
3.5.2.1.1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları 66
3.5.2.1.2. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları 66
3.5.2.1.3. Geri Beslemeli Geri Yayılmalı Yapay Sinir Ağları 67
3.5.2.2. Yapay Sinir Ağlarının Öğrenme Algoritmalarına Göre Sınıflandırılması 68
3.5.2.1.1. Danışmanlı Öğrenme 68
3.5.2.1.2. Danışmansız Öğrenme 69
3.5.2.1.3. Destekli Öğrenme 70
3.5.2.3. Yapay Sinir Ağlarının Uygulamaya Göre Öğrenme Algoritmaları 70
3.5.2.3.1. Çevrimiçi Öğrenme 70
3.5.2.3.2. Çevrimdışı Öğrenme 70
3.5.2.4. Yapay Sinir Ağlarının Katman Sayısına Göre Sınıflandırılması 71
3.5.2.4.1. Tek Katmanlı Yapay Sinir Ağları 71

3.5.2.4.2. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları 72
3.5.3. Yapay Sinir Ağlarının Temel Öğrenme Kuralları 73
3.5.3.1. Hebb Kuralı 74
3.5.3.2. Hopfield Kuralı 74
3.5.3.3. Delta Kuralı 75
3.5.3.4. Kohonen Kuralı 76
3.5.4. Yapay Sinir Ağlarının Öğrenme Süreci 76
3.5.5. Yapay Sinir Ağları Modellerinde Kullanılan Yazılımlar 80
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM 81
UYGULAMA 81
4.1. Literatür Çalışması 81
4.2. Yöntem 84
4.3. Bulgular 85
4.3.1. Bitcoin Yıllık Model Tahmini 85
4.3.2. Ethereum Yıllık Model Tahmini 86
4.3.3. Ripple Yıllık Model Tahmini 87
4.3.4. Bitcoin Aylık Model Tahmini 88
4.3.5. Ethereum Aylık Model Tahmini 89
4.3.6. Ripple Aylık Model Tahmini 90
4.3.7. Bitcoin Günlük Model Tahmini 91
4.3.8. Ethereum Günlük Model Tahmini 92
4.3.9. Ripple Günlük Model Tahmini 93
4.4. Sonuç 94
Kaynakça 97

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: Son 5 yılın POS ve ATM sayıları 11
Tablo 2.1: Blok yapısı 30
Tablo 3.1: Biyolojik sinirler ile yapay sinirlerin karşılaştırılması 64
Tablo 3.2: Geleneksel hesaplama yöntemleri ile YSA'ların karşılaştırılması 65
Tablo 4.1: Bitcoin yıllık tahmin için oluşturulan YSA Modeli 85
Tablo 4.2: Ethereum yıllık tahmin için oluşturulan YSA Modeli 86
Tablo 4.3: Ripple yıllık tahmin için oluşturulan YSA Modeli 87
Tablo 4.4: Bitcoin aylık tahmin için oluşturulan YSA Modeli 88
Tablo 4.5: Ethereum aylık tahmin için oluşturulan YSA Modeli 89
Tablo 4.6: Ripple aylık tahmin için oluşturulan YSA Modeli 90
Tablo 4.7: Bitcoin günlük tahmin için oluşturulan YSA Modeli 91
Tablo 4.8: Ethereum günlük tahmin için oluşturulan YSA Modeli 92
Tablo 4.9: Ripple günlük tahmin için oluşturulan YSA Modeli 93

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Ödeme aracı olarak kredi kartının işleyişi 10
Şekil 1.2: Dünyadaki nakit dışı ödeme yapılma oranları 16
Şekil 1.3: CHIPS nasıl çalışır 18
Şekil 2.1: Kripto paralar nasıl çalışır 24
Şekil 2.2: Kripto paraların 2013'ten bugüne gelişimi 26
Şekil 2.3: Merkezi, çok merkezli ve dağınık ağ yapıları 27
Şekil 2.4: Geleneksel veri tabanları 28
Şekil 2.5: Blok zincir veri tabanları 29
Şekil 2.6: Örnek SHA_256 fonksiyonu 31
Şekil 2.7: İmzalama örneği 32
Şekil 2.8: İmza doğrulama 33
Şekil 2.9: Bitcoin, Ethereum ve Ripple'ın 1 yıllık fiyat grafiği (Haziran 2017-Haziran 2018) 41
Şekil 2.10: Bitcoin, Ethereum ve Ripple'ın 1 aylık fiyat grafiği (Mayıs 7- Haziran 7)... 43
Şekil 2.11: Bitcoin, Ethereum ve Ripple'ın 1 günlük fiyat grafiği (Haziran 6- Haziran 7) 45
Şekil 2.12: Bitcoin'in popülaritesi ile fiyatı arasındaki ilişki (2010-2017) 46
Şekil 2.13: Blok zincir geçmişten geleceğe bulunduğu aşamalar 48
Şekil 2.14: 2017-2018 yılları arası toplam market hacmi 50
Şekil 2.15: Bitcoin zorluk derecesi 54
Şekil 3.1: Nöron modeli 63
Şekil 3.2: İleri beslemeli ağ yapısı 66
Şekil 3.3: Geri beslemeli ağ yapısı 67
Şekil 3.4: Geri beslemeli geri yayılmalı sinir ağı modeli mimarisi 68
Şekil 3.5: Danışmanlı öğrenme blok diyagramı 69
Şekil 3.6: Tek katmanlı yapay sinir ağı yapısı 71
Şekil 3.7: Çok katmanlı yapay sinir ağı yapısı 73

Şekil 3.8: Delta öğrenme kuralı 76
Şekil 3.9: İleri beslemeli bir sinir ağının eğitim ve test aşamaları 79
Şekil 3.10: Yapay sinir ağlarının öğrenme eğrisi 80
Şekil 4.1: Bitcoin Yıllık Tahmin 86
Şekil 4.2: Ethereum Yıllık Tahmin 87
Şekil 4.3: Ripple Yıllık Tahmin 88
Şekil 4.4: Bitcoin Aylık Tahmin 89
Şekil 4.5: Ethereum Aylık Tahmin 90
Şekil 4.6: Ripple Aylık Tahmin 91
Şekil 4.7: Bitcoin Günlük Tahmin 92
Şekil 4.8: Ethereum Günlük Tahmin 93
Şekil 4.9: Ripple Günlük Tahmin 94

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ASIC	: Application-Specific Integrated Circuit
ATM	: Automated Teller Machine
BIS	: Bank for International Settlement
BOJ-NET	: The Bank of Japan Financial Network System
BTC	: Bitcoin
CHAPS	: The Clearing House Automated Payment System
CHIPS	: The Clearing House Interbank Payments System
DOS	: Disk Operating System
ECMA	: European Computer Manufacturers Association
EFT	: Elektronik Fon Transferi
ETH	: Ethereum
ETSI	: European Telecommunications Standards Institut
FEDWIRE	: Federal Reserve Wire Network
GPU	: Graphics Processing Unit
HKOK	: Hata Karelerinin Ortalamasının Karekökü
ICO	: Initial Coin Offering
IOT	: Internet of things
ISO	: International Organization for Standardization

M.Ö. : Milattan Önce

M.S. : Milattan sonra

NFC : Near-field Communication

QR : Quick Response

POS : Proof of Stake

POW : Proof of Work

RAM : Random Access Memory

SHA : Secure Hash Algorithm

SIC : The Swiss Interbank Clearing

TARGET : Trans-European Automated Real-time Gross Settlement Express Transfer System

UBS : Union Bank of Switzerland

XRP : Ripple

YSA : Yapay Sinir Ağları

GİRİŞ

Dünyada her geçen gün yeni bir inovasyon, yeni bir teknolojik gelişme yaşanmaktadır. Bu gelişmeler bilişim teknolojilerini de olumlu yönde, insanların günlük hayatına kolaylık ve hız katarak etkilemektedir. Bu gelişmeleri günlük hayata geçirmek belli bir zaman alsa da, kolaylıkları daha net anlaşılınca adaptasyonu oldukça hızlanmaktadır. Dünyadaki her devletin ve her kişinin kullandığı ödeme sistemi bankalar gün geçtikçe popülerliğini yitirmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden biri de, kripto paralardır.

İlk olarak 2009 yılında hayatımıza giren bitcoin'den sonra binlerce kripto para ortaya çıkmıştır. Birçok kripto para insan hayatını kolaylaştırıcı özelliklere sahiptir. Bazı kripto paralar ücretsiz para transferi sağlarken, bazıları çok kısa sürede bu işlemi düşük bir komisyona yapmaktadır. Bunların yanında tamamen insanları kandırmaya yönelik, ponzi yani saadet zinciri sistemleri de ortaya çıkmıştır. Ponzi sistemi kullanan kripto paralar, insanları yüksek kar oranıyla sisteme çekip bir süre sonra tamamen ortadan kaybolmaktadır. Bu yüzden hala kripto paralara olan güven ne devletler tarafından ne de insanlar tarafından tamamen oluşmamıştır.

Özellikle 2017 yılının sonunda gerçekleşen kripto paraların sükse yaptığı dönemde, devletlerin kripto paralara olan bakış açısı değişmiştir. Bazı devletler daha detaylı çalışmalar yapmış bazıları ise kendi sistemlerine entregre etmiştir. Diğer bir taraftan bazı devletler ise tamamen çekimser yaklaşımını devam ettirip kripto paraların tamamen saadet zinciri olduğunu ileri sürmüştür. Bugüne bakıldığında çekimser kalan devletler haklı çıkmıştır. 2017 yılında tavan yapan kripto para fiyatları 2019 yılının başında yaklaşık 4-5 kat düşmüştür.

Kripto paraların en önemli özellikleri merkezi bir sistemi olmaması ve blok zincir sistemini kullanmasıdır. Merkezi sisteminin olmaması, hiçbir kişiye ya da devlete ait olmaması demektir. İşleyişleri tamamen kriptografiyle sağlanmaktadır. Kişi tamamen

kimliğini gizli tutarak dünyanın öbür ucuna para transferi gerçekleştirebilir. Bu yüzden de günümüz hukuk düzenlerine uygun değildir. Kanun dışı yapılan işlemler yada vergi kaçırma işlemleri kripto para sisteminde tamamen gizlidir çünkü bunu kontrol eden bir merkezi yapı bulunmamaktadır.

Türkiye'nin kripto paralara bakışı incelendiğinde, dünyadaki diğer devletlere oranla kullanımı oldukça yüksektir. İnsanların aksine devletin bakış açısı ise şuan çekimserdir. Ama diğer ülkelerle birlikte yakın bir zamanda kripto paralarla olan ilişkinin düzeleceği ve hukuksal uyuşmazlıkların zaman içinde çözüleceği kuşkusuzdur.

Kripto paraların diğer bir özelliği ise blok zincir sistemini kullanmalarıdır. Blok zincir sistemi kripto paralarla hayatımıza giren bir sistemdir. Blok zinciri üçüncü bir aracıya ihtiyaç duymadan transferi gerçekleştiren ve bu işlemleri kaydeden defterdir. Aynı anda yapılan her işlem birleşerek bir blok oluşturur, bu bloklar birbirlerine zincirler ile bağlı halde bulunmaktadır ve yapılan her işlem bir önceki işlemin üstüne yapıldığı için bu bloklar hiçbir şekilde değiştirilemez. Blok zincir sisteminin adı kripto paralarla duyulsa da, bu sistem gelecek yıllarda birçok yerde kullanılacaktır. Şuan bile veri tabanı sistemlerinde, seçimlerde, para transferlerinde kullanılmaktadır.

Kripto paraların fiyat tahmini ise fiyat tahmin modellerinden yapay sinir ağları kullanılarak yapılmıştır. Yapay sinir ağları yönelimi değişecek olan desenleri tanımak ve finansal varlıkların gelecekteki değerinin tahmini için kullanılır. Yapay sinir ağları gelecekteki olayları tahmin etmede başarılı olduğundan, fiyat ve zaman hedeflerini tahmin için de kullanılabilir. (Gately E. , 1998)

Yapay sinir ağları fiyat tahminini öğrenme metoduyla yapmaktadır. Öncelikle belli bir süre tahmin edilmesi istenen varlık gözlemlenir. Bu gözlem varlığın geçmiş verilerinden faydalanılarak sağlanır. Daha sonra ise geçmiş verilerden yola çıkarak yapay sinir ağları öğrenme gerçekleştirir ve gelecekteki fiyat tahmininde bulunabilir.

Yapılan bu çalışmada öncelikle, paranın ortaya çıkışı ele alınmış, paranın tanımlarından bahsedilmiştir. Daha sonra günümüze kadar nasıl evrimleştiği detaylı şekilde açıklanmıştır. Para yerine geçebilen diğer ödeme araçları tanıtılmış ve ülkeler arasında bir kıyaslama yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, kripto paraların nasıl ortaya çıktığı ve ilk kripto para olan Bitcoin'in nasıl doğduğundan bahsedilmiştir. Kripto paraların avantajları ve dezavantajları belirtilmiş, uluslararası piyasalardaki yıllık, aylık ve günlük değerleri incelenmiş, finansal piyasalarla arasında nasıl bir korelasyon olduğu açıklanmış, devletleri kripto paralara karşı tutumu detaylı olarak incelenmiştir. Kripto paranın teknolojisi olan blok zincirin ne gibi kolaylıklar sağladığı belirtilmiş ve hayatımızda nasıl etki edeceği açıkça belirtilmiştir.

Tezin üçüncü bölümünde, fiyat tahmin modelleri incelenmiş ve bunların arasından yapay sinir ağları ile uygulama yapılmıştır. Yapay sinir ağlarının çeşitleri, özellikleri ve öğrenme süreci detaylı şekilde anlatılmıştır. Sonuç bölümünde ise, alınan geçmiş veriler ile yapay sinir ağlarına öğretilen modelle kripto paraların fiyat modellemesi yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÖDEME ARAÇLARI

1. Para Tanımları ve Türleri

Para yüzyıllardır var olan bir değiş tokuş aracıdır. Yıllar boyunca çok fazla değişikliğe maruz kalmış ve her geçen gün yeni bir para şekli veya ödeme aracı olarak karşımıza çıkmıştır. Buna rağmen günümüzde önemini korumaktadır.

Geçmişte insanlar hayatlarını devam ettirmek için bazı ihtiyaçlarını üreterek bazılarını çalışarak karşılamaktaydı. Karşılayamadıkları ihtiyaçları içinse takas yöntemini kullanıyordu. Ama takas yöntemi üretim ve ticaretin gelişmesine katkı sağlamamaktaydı. Milattan önce 7. Yüzyılda Şimdiki Türkiye'nin batısında Lidya adında bir devlet bulunmaktaydı. Lidya devletinin içinden geçen ünlü ticaret yolu kral yolu ile ülke çok zenginleşmişti. Zenginleşen Lidyalılar komşu devletlerle ticari faaliyetlerde bulunmaya başlamıştı. Bu ticari faaliyetlerle mal takasını kullanan Lidyalılar bir süre sonra artık aşırı maldan dolayı bu yöntemden tatmin olmamaya başlamıştı. O dönemde Lidyalılar bu duruma çözüm bulmak amacıyla tarihte ilk olan parayı icat etmiştir.

Para hakkında yüzyıllar boyunca birçok tanım yapılmıştır ama paranın en meşhur tanımı John K. Galbraith tarafından 1975 yılında yapılmış olup, para, "insanların para olarak kullanmak üzere kabul edeceği her şey" olarak tanımlanmıştır. Türk Dil Kurumu (TDK)'ya göre, 'Para, devletçe bastırılan, üzerinde değeri yazılı kâğıt veya metalden ödeme aracıdır' (TDK, 2018). Günümüzde mal veya hizmet alırken ödenen bedel veya değiş tokuş aracı olarak kullanılan şey para olarak adlandırılmaktadır (Develioğlu, 2018). Paranın 3 temel işlevi vardır. Malların değiş tokuşuna aracılık etmek, değer ölçüsü görevi görmek, değer saklama görevi yapmak (Ekodialog, 2018).

Bunların yanında birbirinden farklı tanımlamalar da mevcuttur. Teorik Tanımlar genellikle paranın bir değiş tokuş aracı olduğunu savunurken, Ampirik Tanımlar paranın

sadece değiş tokuş aracı değil aynı zamanda parayla açıklanmak istenen değişkenleri de dikkate alır. Paranın ekonomi ile bağlantılı olması üç fonksiyonla ilgilidir. Bunlar; paranın değiş tokuş aracı olma fonksiyonu, hesap birimi olma fonksiyonu ve değer saklama aracı olma fonksiyonudur (GROS, D., THYGESEN, N., 1992). Paranın sahip olduğu bu üç fonksiyon genellikle ödeme aracı olarak hizmet eden aynı araca bağlıdır. Paranın birincil görevi hesap birimi olmasıdır. Bunun yanında değer saklama aracı, değişim aracı olma da önemli varlık sebeplerindendir. Paranın tamamlayıcılığının olmadığı zamanlar da vardır. Bunlar; hiper enflasyon, malların tayınlanması ve finansal kriz zamanlarıdır.

Para teorisi hakkında geçmişten günümüze birçok dönemde farklı yaklaşımlar olmuştur. 1929 öncesi yıllarda klasik düşünce, Say Kanunu ve paranın miktar kuramını temel almıştır. Say, üretilen mal ve hizmetlerin hepsine gerekli talep oluşacağı için, ekonominin tam, istihdam düzeyinde olacağını savunmuştur. Piyasa tabanlı bu düşünceye Adam Smith "görünmeyen el" adını vermektedir. Büyük buhran dönemine kadar istihdam ve büyüme sıkıntıları olmadığı için, klasik yaklaşımda temel amaç fiyat devamlılığıdır. (Orhan ve Erdoğan, 2008, s. 168)

Büyük buhrandan sonra ortaya çıkan Keynesyen yaklaşım, klasik yaklaşıma karşı çıkmış ve toplam talep unsurlarıyla ancak ekonomideki dengesizliğin çözülebileceğini öne sürmüştür. Keynesyen teoriye göre, toplam talebi doğru şekilde ortaya koymanın yolu, paranın miktar teorisinden değil, ekonominin farklı sektörlerinin tek tek planladıkları harcamaların tespit edilmesi ve bunların bütünleştirilmesinden geçer.

1960'lı yıllardan sonra Monetarist yaklaşımın öncülerinden Milton Friedman, Keynesyen yaklaşımda para politikasına dolaylı ve faiz oranı kanalıyla yatırım harcamaları üzerinden ekonomik aktiviteyi etkilediği görüşüne karşı çıkmış ve para politikasının reel değişkenleri etkilemesi için faiz oranına ihtiyaç olmadığı öne sürmüştür. Monetaristlere göre Adam Smith'in görünmeyen el mekanizması ekonomiyi tam istihdama yönlendirmektedir.

Yeni klasik yaklaşımda ise, Klasik ve Monetariste benzer şekilde, bütün ücret ve fiyatların esnek olduğu ve piyasaların sürekli temizlendiğini varsayımını ile para politikalarının uzun dönemde sadece fiyatlar genel düzeyini arttırdığı görüşü savunulmaktadır. Bu yaklaşımın altında J.R. Muth tarafından geliştirilen rasyonel bekleyişler hipotezi yatmaktadır. Rasyonel bekleyişler hipotezine göre, bekleyişler somut bir şey olmadan yalnız geçmişteki tecrübelere göre oluştuğunu kabul eden uyumcu bekleyişlere ilişkin alternatif bir teori ile ortaya çıkmıştır. Bu teoride, bekleyişler olan tüm bilgilerin kullanılmasıyla gerçekleştirilecek optimal tahminlerden farklı olmayacaktır.

1.1. Uluslararası Para Sisteminin Gelişimi

Uluslararası paraların çevrilmesini ve ülkeler arasındaki ödemelerin yapılmasını sağlayan sisteme Uluslararası Para Sistemi denir. (İktisatokulu, 2005) Uluslararası Para Sistemi dört başlık altında incelenmektedir.

1.1.1. Altın Standardı

Yaklaşık 1876 yılında başlayan ve 1914 yılına kadar süren döneme klasik altın standardı denir. Adından da anlaşılacağı gibi gerçekten altın bir dönemdir. Ülkelerin hızla büyümesi ve fiyat kararlılıkları bu dönemde gerçekleşmiştir. Bu dönemde her ülke hazinesini ve parasını altınla tanımlamakta ve altın ulusal para olarak kabul edilmektedir. Ama ülkeler arasında resmi bir antlaşma bulunmamaktadır. Birinci Dünya Savaşı öncesi dönemde başarılı şekilde kullanılan bu sistem bazı ülkelerin ödemeyi düzgün yapamamasından dolayı savaş başlayınca sona ermiştir. Çünkü savaş sırasında ülkeler arasındaki ilişkiler bozulmuş ve altın rezervi konusunda düzgün bir yol haritası çizilememiştir ve altın bir değişim aracı olmaktan çıkmıştır.

1.1.2. Bretton Woods Sistemi

İkinci Dünya Savaşı sonrası ülkeler, savaş kayıplarını kapatmak ve ekonomiyi düzeltmek için uluslararası ticareti serbestleştirecek bir düzene ihtiyaç duymuştur. Bu

yüzden uluslararası para sistemi inşa etmek için, savaşın son zamanlarında 1944'te Amerika'da Bretton Woods kentinde bir toplantı düzenlenmiştir. Bretton Woods ismini alan bu sistem Amerikan dolarına ve onun aracılığıyla, altına bağlı olan bir para sistemidir. Bretton Woods sisteminin amacı, kısa dönemde oluşabilecek dalgalı piyasalarda kuru sabitlemektir. Sistem 1950 yılına kadar güzel bir şekilde işlemiş ama bu tarihte dolar kıtlığından dolayı sıkıntılar başlamış ve dolara güven azalmıştır. Spekülasyonlarla beraber 1946 yılında uygulanmaya başlanan Bretton Woods sistemi yıkılmıştır.

1.1.3. Güdümlü Dalgalanma

Bretton Woods sisteminin bitişiyle döviz kuru iyice dalgalı hale gelmiştir. Ama bu dalgalanmadan bütün ülkeler etkilenmemiştir, bu yüzden de adına güdümlü dalgalanma denmektedir. Ülkelerin merkez bankaları döviz kurundaki dalgalanmalara müdahale edebilmiştir. Tabii bu çözüm genelde geçici olarak görülmüştür.

1.1.4. Avrupa Para Sistemi

Avrupa ülkeleri tarafından yapılan para sistemidir. 1979 yılında kurulan bu sisteme İngiltere dışında bütün Avrupa topluluğu katılmıştır. 1979-1999 arasında üye ülkeler arasında enflasyon farkından dolayı birçok kez ayarlamalar yapılmış, bu yüzden sistemin döviz kuru dalgalanmalarını azaltma ve istikrarı hakkında şüpheler uyandırmıştır ancak genel olarak başarılı bir politika izlemiştir. (Ekodialog.com, t.y.)

1.2. Nakit Ödeme Araçları

Nakit ödeme araçları kağıt para ve bozuk para olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir.

1.2.1. Kağıt para

Geçmişten günümüze değerli taşlar, metaller ve deniz kabukları gibi birçok nesne para yerine kullanılmıştır. M.Ö. 118'de deri para kullanan Çinliler, M.S. 806'da şuan kullanılan kağıt paraya geçiş yapmışlardır. Batıya kağıt paraların gelmesi ve basılması 17'nci yüzyılı bulmuştur. Amerika Birleşik Devletleri'nde Massachusetts Hükümeti, İngiltere'de ise ileri gelen kuyumcularla daha sonra ise İngiliz Merkez Bankası ve daha sonra bütün dünyaya yayılarak ülke merkez bankalarının kurulması ile kağıt paranın basıldığı ve dolaşıma çıkarıldığı 17.yüzyılın sonlarında gerçekleşmiştir (TCMB, 2018).

1.2.2. Madeni para

Madeni para ise, genellikle küçük ve küsuratlı alışverişlerde kullanılan halk diliyle bozuk paradır. Madeni para ilk olarak Lidyalılar tarafından M.Ö. 7. yüzyılda kullanılmıştır.

Madeni paralar tarih boyunca değerli taş ve metallerden yapılmıştır. Bu yüzden paranın değeri kadar yapıldığı taşın veya metalin de önemi olduğu vurgulanmaktadır. Genellikle paranın bir yüzünde paranın basıldığı topluluk veya kişi, diğer tarafında ise paranın değeri vardır. Örneğin; altından yapılan bir parayla normal metalden yapılan bir paranın miktarı aynı olsa bile altın olan her zaman daha değerlidir. Tabi bu altın veya gümüş gibi değerli elementlerden yapılan madeni paralar devlet içinde bazen sıkıntı yaratabilmektedir devletin savaş veya maddi zorluk içinde olduğu zamanlarda bu paraların saflığı azalmakta ve değeri düşmektedir. Böyle durumlarda para, üzerinde yazan miktar yerine saflık derecesine göre değer biçilmiş ve kullanılmıştır. Bu durum da hem paranın hem de otoritenin zayıflamasına yol açmıştır (Chown, 1984).

1.3. Nakit Dışı Ödeme Araçları

Nakit dışı ödeme araçları çek, kredi kartı, mobil ödemeler, çevrimiçi ödemeler, Near Fiel Communication ve elektronik ödeme olmak üzere altı başlık altında incelenmektedir.

1.3.1. Çek

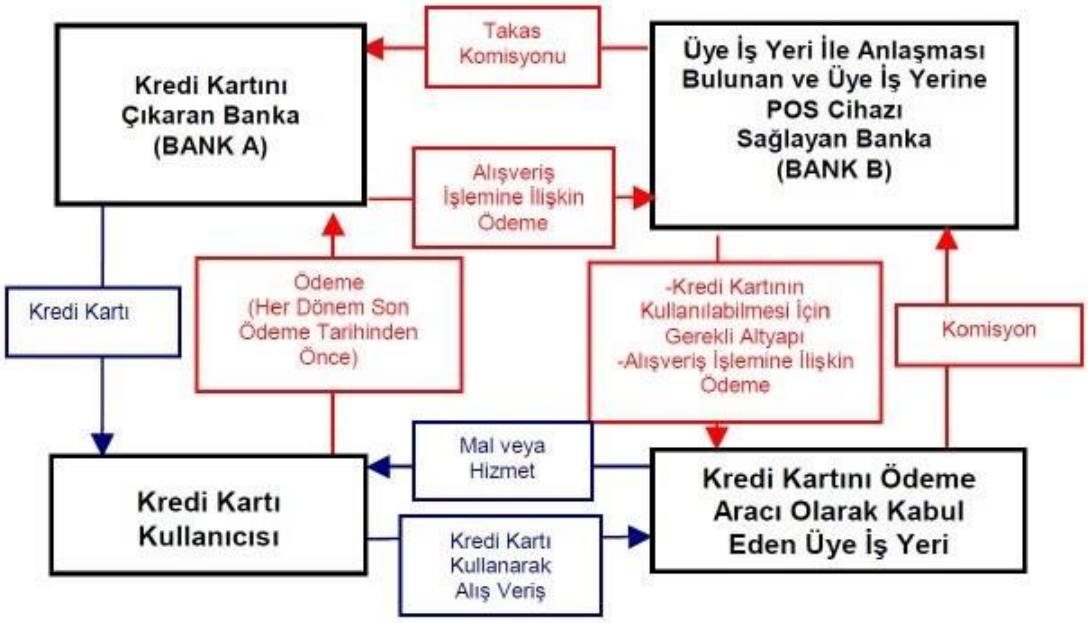
Çek; kağıda dayalı nakit dışı bir ödeme aracıdır ve kıymetli evraklar arasında yer alır. Bankaya hitap edilerek yazılan Türk Ticaret Kanunu'nda belirtilen hükümlere göre düzenlenen kıymetli evraka çek denir. Çek'te üç taraf bulunmaktadır; çeki düzenleyen kişiye keşide,çeki ödeyecek olan banka şubesine muhatap ,çekin muhatabı ve meblağı alacak kişiye lehdar denir. (Muhasebe Dersleri, 2019) Çek 19.yüzyılda ticari hayata girmiş ve gün geçtikçe kullanımı artmıştır. Çek genelde Türkiye'de vadeli alışverişlerde kullanılan bir ödeme aracıdır. Çekin kullanım süreci şöyledir; önce yapılan harcama miktarında düzenlenen çek bankaya gönderilir. Banka vade süresini kontrol eder ve vakti geldiğinde borçlu olan tarafın hesabını sorgular. Eğer bakiye yeterli ise çek miktarı kadarını alır ve çek ödenmiş olur eğer hesapta yeterli bakiye yok ise karşılıksız çek olarak geri döner ve hukuki süreç başlar. 20.yüzyılda ticarette kullanımı yüksek noktalara ulaşmıştır. Ama son 10 yıla bakarsak gün geçtikçe kullanımı azalan bir ödeme aracı olması kaçınılmazdır. Kullanımının azalmasının en büyük nedenlerinden biri de elektronik ödeme yöntemlerinin gün geçtikçe daha da gelişmesi ve güvenilir hale gelmesidir.

1.3.2. Kredi Kartı

Kredi kartı; bankaların müşterilerine sunduğu, pos cihazına sahip olan her yerde alışveriş için kullanılabilen veya ATM'lerden çekilebilen nakit kredi amacıyla kullanılan bir araçtır. Günümüzde kağıt paradan sonra kullanılan en yaygın ödeme aracıdır. Her kart sahibinin belli bir limiti vardır ve bu limite kadar kredi kartında ödeme yapabilir veya bankamatiklerden kağıt para çekebilir.

Kartla alışveriş fikri ilk kez 1887 yılında Edward Bellamy tarafından 'Looking Backward Or Life In The Year 2000' isimli romanında dile getirilmiştir. Roman 2000'li yıllarda yapılacak alışverişlerin kendi kartlarından koparılan küçük parçalar ile yapılabileceğini konu edinmektedir (Piloh.de, t.y.).

Şekil 1.1: Ödeme aracı olarak kredi kartının işleyişi



Kaynak: (Karpuz, 2012)

Şekil 1.1'de kredi kartı ile nasıl alışveriş yapıldığı gösterilmiştir. Şekil 1.1'e göre kullanıcı kartı kullandığı zaman kağıt para olmadan alışverişini yapmaktadır. Kartın kullanıldığı işyeri ise, sattığı mal ya da hizmet bedeli kadar bedeli Bank B'den tahsil etmektedir. Bank B, sunduğu altyapı, avantaj ve pos cihazı için üye işyerinden bedeli Bank A'dan talep etmektedir. Bank A ise yapılan harcamayı kart kullanıcısından tahsil etmektedir. (Karpuz, 2012)

Günümüzde birçok banka farklı türlerde, farklı avantajlar, farklı kampanyalar ile müşterileri kazanmaya çalışmaktadır. Bazı bankalar fazla taksit imkanı, bazıları taksit erteleme imkanı bazıları ise düşük faizli kartlarla kendilerini seçmeleri için çeşitli kampanyalar yapmaktadır.

İnsanların nakit para yerine kredi kartı tercih etmesinin en büyük sebebi ise taşıma kolaylığıdır. Bu yüzden her geçen gün kredi kartının kullanım oranı artmaktadır.

Tablo 1.1: Son 5 yılın POS ve ATM sayıları

			Kart Sayısı	
Dönem	**POS Sayısı**	**ATM Sayısı**	**Toplam Kredi Kartı**	**Toplam Banka Kartı**
2017	1.656.999	49.847	62.453.610	131.593.443
2016	1.746.220	48.421	58.795.476	117.011.685
2015	2.158.328	48.277	58.215.318	112.383.854
2014	2.191.382	45.576	57.005.902	105.513.424
2013	2.293.695	42.011	56.835.221	100.164.954

Kaynak: (Bkm.com.tr/, 2018)

Tablo 1.1'de görüldüğü gibi her yıl kredi kartı kullanımı hızlı bir şekilde artış göstermiştir. 2013'ten 2017 yılına kadar pos sayısına bakıldığında ciddi bir azalma meydana gelmiştir. Bunun sebebi pos cihazlarının daha gelişerek daha fazla kredi kartını desteklemesi ve fazlalıkların azalmasıdır. 2016 ve 2017 yılına bakıldığında ise kredi kartı ve banka kartı toplam sayısı diğer yıllara göre daha büyük bir artış sağlamıştır. Bunun sebepleri de teknolojinin daha hızlı gelişmesiyle nakit kullanımına oranla kredi kartı kullanma isteğinin artışıdır. Elektronik paraların kredi kartlarının yerini alması için gerçekten zamana ve kullanım kolaylığına ihtiyaçları vardır.

1.3.3. Mobil Ödemeler

Hızlı teknolojik gelişmelere GSM şirketleri de kayıtsız kalmamaktadır. Kağıt paraların, kredi kartlarının, çeklerin ve senetlerin hepsi cüzdanlarda yer kaplayan ödeme araçlarıdır. Ama bunların dışında günümüzde kişilerin yanından ayırmadığı tek şey cep telefonlarıdır. Bu nedenle mobil ödemenin en avantajlı yanı kişilerin yanında para taşıma zorunluluğunun olmamasıdır. Çünkü paranın rolünü cep telefonu üstlenmektedir. Herhangi bir GSM operatörüne üye olan ve faturasız ya da faturalı bir hatta sahip olan kişi sadece telefon numarası ya da bir mesaj ile sisteme üye olan her yere anında ödeme yapabilmektedir. Bir nevi cep telefonunun içinde banka kartı varmış gibi düşünülebilir. Faturalı hat kullanılıyorsa ay sonu faturaya yapılan ödeme yansıtılmakta, faturasız hat kullanılıyorsa ödeme mevcut bakiyeden düşmektedir. Özellikle Türkiye'de 4.5 G hizmeti başladığından beri mobil ödeme sistemleri daha hızlı ve aktif bir rol almaya başlamıştır.

1.3.4. Çevrimiçi Ödemeler

Internet ortamında yapılan alışverişlerin çevrimiçi ödeme araçlarıyla ya da sanal kredi kartlarıyla ödenmesine çevrimiçi ödeme denir. Teknolojinin gelişmesiyle internet ortamında yapılan alışverişler, hem daha kolay hem daha güvenilir olmaya başlamıştır, artık alışverişler, kredi kartı bilgilerinin her siteye verilmesi zorunluluğu olmadan çevrimiçi araçlarla yapılabilmektedir. Dünyada bu alanda PayPal, Visa ve Mastercard liderliği elinde bulundururken, Türkiye'de PayPal'ın çekilmesiyle çevrimiçi ödeme pazarında rekabet çok yükselmiştir. BKM Express, ininal, iyzico, payu, Payoneer pazarın başını çeken firmalardır. Bu sistemlerin çalışması; sisteme girip mail adresi ile üye olduktan sonra sisteme ister para yükleyerek, ister kredi kartı tanımlayarak, bu sistemi destekleyen internet sitelerinden kolaylıkla ve güvenli bir şekilde alışveriş yapılması şeklindedir. Çevrimiçi ödemeler teknolojiyle birlikte gün geçtikçe büyümekte ve farklı avantajlarla en güvenilir şekilde alışveriş yapılabilmektedir.

1.3.5. Near Field Communication(NFC)

Near Field Communication, yakın alan haberleşmesi olarak bilinen bilgi alışverişi yapmayı sağlayan teknolojidir. Yakındaki cihazla kablosuz bağlantı kurarak basit ve güvenli haberleşme sağlamaktadır. Yaklaşık 5 cm civarında etkileşime geçmektedir.. NFC'nin çalışma frekansı 13.56 Mhz'dir. Online ve mobil ödemelerde kullanılan NFC, Sony ve Philips tarafından 2012'de geliştirilmiştir. (Wikipedia.org/NFC, t.y.)

NFC birçok sektörde kullanılmaktadır. Toplu ulaşım araçlarında, turnike geçişlerinde, otomatlarda, parkmetrelerde, akıllı telefonlarda, mobil ödemelerde ya da veri aktarımında, sağlık hizmetlerinde ve kupon, bilet gibi birçok alanda faaliyet göstermektedir. Hayatı oldukça kolaylaştırmaktadır. Marketten alışveriş yaparken kredi kartı ya da kâğıt para yerine telefonu pos cihazına yaklaştırmak yeterli olmaktadır. Ya da toplu taşımaya binildiğinde cep telefonuna eklenmiş olan kart ile sadece telefonu cihaza göstererek istenilen yere gidilebilmektedir.. Maça ya da konsere giderken bileti elektronik olarak telefonda saklayarak NFC ile giriş yapılabilmektedir.

Altyapısı itibariyle International Organization for Standardization (ISO), European Computer Manufacturers Association (ECMA), European Telecommunications Standard Institute (ETSI) standartları ile global olarak hazırlanmıştır. Yerleşik bir güvenlik ağı bulunmaktadır.

1.3.6. Elektronik Para

Elektronik paralar daha yeni yeni kişilerin hayatına girdiği için şimdiye kadar yapılan çalışmalar çok yeterli değildir. Elektronik para genel anlamda, banka aracı olmadan paranın bir cihaz üzerine depolanması aracı ya da alışveriş aracı olarak

kullanılmaktadır. Basel Bankacılık Gözetim ve Denetim Komitesi elektronik parayı, " bir değerin satış noktası terminalleri vasıtasıyla, iki cihaz arasında doğrudan transferi veya internet gibi açık bilgisayar ağları üzerinden ödemelerde bulunmak için değeri önceden ödenmiş ödeme mekanizmaları " şeklinde tanımlamıştır (Basel Bankacılık Gözetim ve Denetim Komitesi , 1998, s. 4).

BIS raporuna göre (BIS-Bank for International Settlement, 2000) elektronik para, bir fon veya değerlerin bir alette tüketicilerin isteklerine bakılarak kullanıma hazır olduğu, stoklanmış değer, önceden ödenmiş kartlar şeklinde tanımlanmıştır. 2001 raporunda ise (BIS-Bank for International Settlement, 2001) elektronik para " çip kart veya kişisel bilgisayarların sabit sürücülerinde elektronik olarak saklanabilen değer " olarak tanımlanmıştır. Raporlardaki tanımlar farklılıklar göstermektedir çünkü her gün değişen teknolojiyle elektronik para da dinamik hareketler sergilemektedir.

Alman Merkez Bankası elektronik parayı: "Kural olarak bankalar tarafından önceden yapılan ödeme karşılığında dijital değer birimleri seklinde, ya bir ödeme kartı üzerinde yer alan bir çip üzerine veya bir bilgisayarın hard diskine kopyalayan ve internetteki olası bir kullanım için hazır bulunduran ödeme vasıtası" olarak ifade etmiştir. (Berber, 2002)

Turk ise elektronik paranın nakdin dijital alandaki simgesi olarak görmekte: "Elektronik para temelde bir ödeme ya da fon transferidir. Bu transfer elektronik olarak bankalar arası ödeme sistemleri içinde başlatılır ve işletilir. En son çıkan bilgisayarlar, modemler ve modern iletişim bağlantıları, piyasada e-para ürünlerinin çok fazlalaşmasına neden olmuştur. E-para, paranın dijital temsilcisidir ya da daha çok doğrulayıcısıdır. Nakdin dijital tanıtımıdır. Para ve currency kelimeleri eşanlamlı olmalarına rağmen gerçekte farklı şeyleri ifade ederler. Para basitçe iletişimin değeri anlamındayken, currency paranın fiziksel olarak ortaya koyulmasıdır. Elektronik genelde bilgisayar ağları boyunca olan parasal hareketliliği anlatmak için kullanılmasına rağmen, dijital, teorik

olarak yaratılması mümkün olan elektronik paradan onu ayırmak için kullanılan bir terimdir.” şeklinde ifade etmektedir (Turk, 1997).

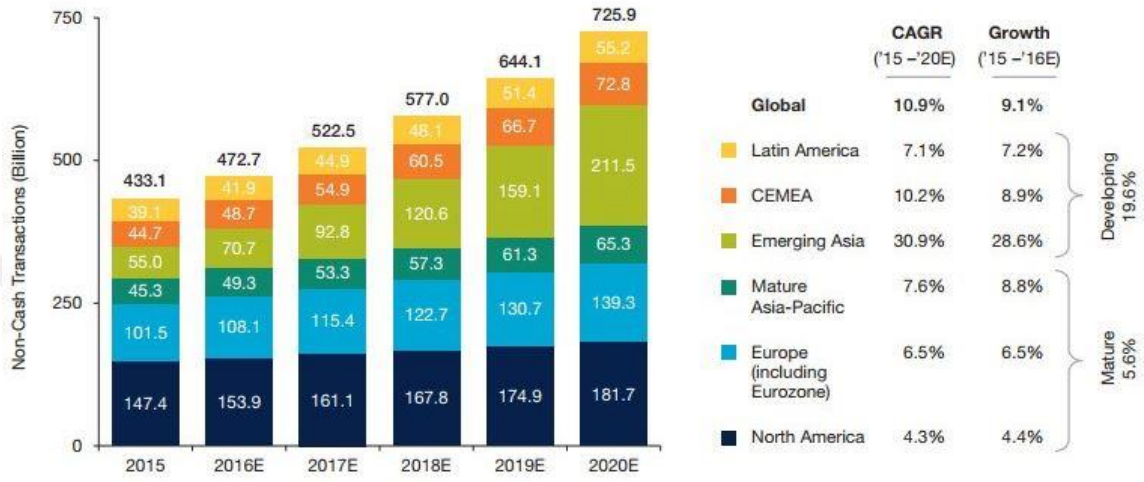
Günlük hayatta elektronik paralar birçok alanda kullanılmaktadır. Yemek kartları en bilindik örneklerdendir veya otobüslerde kullanılan akıllı biletler de buna örnek verilebilir. Her geçen gün elektronik paranın kullanım alanları artmaktadır, kişilerin günlük hayatta daha çok karşısına çıkmaktadır. İnsanların hayatı da elektronik para gibi, NFC gibi, çevrimiçi ödemeler gibi araçlarla daha da kolaylaşmaktadır.

1.3.6.1. Elektronik Paranın Tarihçesi ve Gelişimi

Elektronik para, nakit paradan sonra kredi kartına alışmak yıllar sürse de şimdi belki onu bile tahtından edebilecek yeni bir ödeme türüdür. Banka aracılığıyla ve ya telefondan belki de her kişinin en az bir kere dahi olsa gerçekleştirdiği işlem elektronik fon transferi yani EFT, 1860 yılında Western Union tarafından geliştirilmiştir. EFT tarihteki ilk elektronik ödeme sistemidir. Yıllar geçtikçe kapsamı ve tanımında değişiklikler olmuştur. EFT tanımlarından biri; paranın bilgisayarlar aracılığıyla farklı kurumlara ya da aynı kurum içindeki transferidir. Elektrobik para; Gelişmiş Araştırma Projeleri Dairesi Ağı (Arpanet Network) 1992’de Gelişmiş Araştırma Projeleri Kuruluşu tarafından başlatılmıştır. Bu ağın avantajından yararlanılarak America Online, kredi kartları vasıtasıyla online hizmet vermeye başlamıştır. Bundan altı yıl sonra Paypal kullanılmaya başlanmış ve güvenli bir elektronik ödeme sistemi sunmuştur. (E-currency, 2018)

İnternetin gelişmesiyle de ödeme kolaylığı bakımından birçok girişimci buna benzer fikirlerle elektronik ödeme pazarının daha da gelişmesini sağlamıştır.

Şekil 1.2: Dünyadaki nakit dışı ödeme yapılma oranları



Kaynak: (Number of Worldwide Non-Cash Transactions, 2017)

Şekil 1.2'de görüldüğü üzere elektronik ödeme araçlarının kullanımının dünya üzerinde hızla yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Şekle göre en büyük artış Asya kıtasında olarak öngörülmektedir. Bu artışın en büyük sebebi ise nüfus olarak ifade edilmektedir.

1.4. Uluslararası Ödeme Sistemleri

Türkiye'de olduğu gibi dünyada da çeşitli ödeme sistemleri mevcuttur. Bu bölümde bunlardan birkaç tanesi incelenmiştir.

1.4.1. Trans-European Automated Real-time Gross Settlement Express Transfer System (TARGET)

TARGET, Avrupa Birliği üyelerinin kendi arasında Euro ödemelerini yapmak için gerçek zamanlı toptan mutabakat sistemlerine uygun olan ödeme sistemidir.

TARGET sistemi ile yapılan ödemeler, tüm gerçek zamanlı toptan mutabakat sistemlerinde olduğu gibi geri alınamaz. Sadece Euro cinsinden olan ödemeler ile yapılır ve ortalama işlem süresi 30 dakikadır. Alt ya da üst limit olmaksızın bütün Avrupa Birliği üye ülkelerin kullandığı ödeme sistemidir ve yılda sadece Noel ve yılbaşı olmak üzere iki gün kapalıdır. TARGET sisteminin kurulmasının amaçlarını Avrupa Merkez Bankası şöyle sıralamaktadır (European Central Bank, 2012):

- Euro ödemelerinin gerçek zamanlı mutabakat sistemiyle güvenli biçimde sağlanması
- Euro alanında, üye ülkelerin ödemelerinin etkinliğini artırmak ve en önemli amaç
- Avrupa Merkez Bankasının para politikasının gereksinimlerini sağlamaktır.

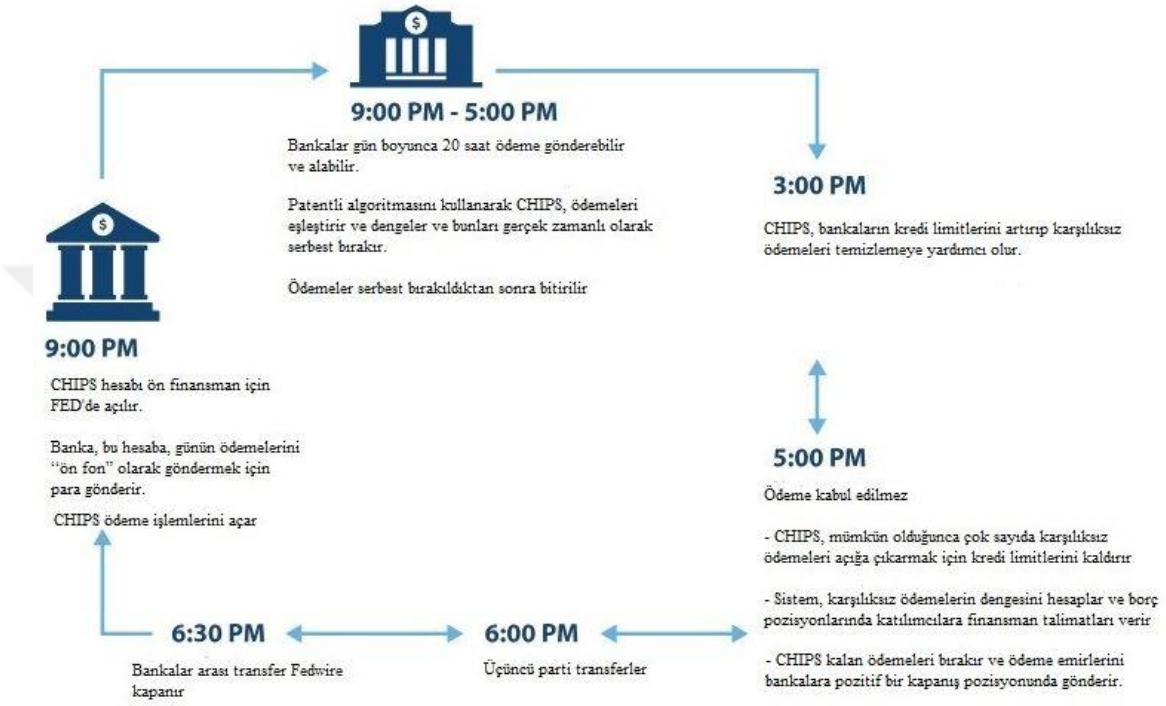
TARGET da yeni nesil teknolojilerle birlikte değişime uğramıştır. 2007 yılında yeni sistem TARGET2 olarak adlandırılmıştır. Yeni nesildeki fark güvenliğin ve etkinliğinin artmasıdır. TARGET2'de bankalar arası borçlar doğrudan işlenir ve gece işlemlerinde yardımcı sistemlerin finansal olarak işlenmesine olanak sağlar. Şuan ise TARGET3 sistemiyle ilgili çalışmalar sürmektedir.

1.4.2. The Clearing House Interbank Payments System (CHIPS)

CHIPS, ABD doları bazlı ödeme sistemidir. İlk yıllarında gecikmeli net mutabakat sistemini esas olarak kabul ederken 2001 yılından itibaren gerçek zamanlı net mutabakat sistemini baz alarak faaliyet göstermektedir. (Öz, 2011)

Fedwire ile birlikte, yaklaşık pazarın %96'sı gibi çok yüksek bir yüzdesini elinde bulunduran CHIPS, yurtiçi ve uluslararası USD ödemelerinde birinci sırada bulunmaktadır. (Wikizero, t.y.) CHIPS, düzenleyici bir kurumun parçası değildir, tamamen finans kurumlarına aittir. Geri dönüşsüz bir sistemdir yani ödeme yapıldıktan sonra herhangi bir iptal veya iade söz konusu değildir.

Şekil 1.3: CHIPS nasıl çalışır



Kaynak: (Theclearinghouse.org/, t.y.)

Şekil 1.3'te CHIPS sisteminin nasıl çalıştığı gösterilmiştir. Saat 21:00'da CHIPS hesabı ön finansman için FED'de açılır. Saat 17:00'a kadar 20 saat boyunca bankalar ödeme gönderip alabilmektedir. Saat 18:00'da üçüncü parti transferler gerçekleşmektedir ve daha sonra 18:30'da bankalar arası transfer Fedwire kanamaktadır.

1.4.3. The Bank of Japan Financial Network System (BOJ-NET)

Japon bazlı ödeme sistemidir ve Japon Merkez Bankası tarafından yönetilmektedir. BOJ-NET bankanın bilgisayar merkezini merkez ofis, diğer şubeler ve ağa katılan diğer finansal kurumlarla bir araya getirir. (boj.or.jp, 2019) Ertelenmiş net mutabakat esasına göre kurulmuş olan BOJ-NET 2001 yılında gerçek zamanlı net mutabakat sistemine geçmiştir. Çeşitli mutabakat sistemlerinde netleştirilen meblağların

BOJ-NET ile mutabakatı sağlanmaktadır. (Rumellili, 2006, s. 46) Ödemeler bazen iki taraflı netleştirmeye göre katılımcılar ve merkez bankası arasında gerçekleşmektedir.. Mutabakatlar gün içinde belli saatlerde eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir. (Iivarinen, 2004, s. 33)

1.4.4. The Swiss Interbank Clearing (SIC)

SIC, İsviçre tabanlı bir sistemdir ve 1987 yılında başlamıştır. SIC en eski gerçek zamanlı net mutabakat sistemlerinden biridir. Bu sistemde belli başlı üç temel özellik vardır:

- gün içi kredi kullanılmamaktadır

- kuyruklama mekanizması kullanılmaktadır

- ödeme işleme ve mutabakatında ilk giren ilk çıkar yaklaşımı mevcuttur.

Ödemelerde iptal ve iade yoktur. Ödeme yapacak kişi veya kurumda bakiye yok ise ödeme otomatik beklemeye düşer, kuyruğa eklenir ve bakiye olduğunda ödeme alınır. Kullanımı diğer ödeme yöntemlerine göre daha yüksektir bunun da sebebi işlemlerin çok hızlı ve güvenilir şekilde olmasıdır. Bunun dışında küçük ve büyük ödemeler için farklı fiyat politikası izlenmektedir. (Iivarinen, 2004, s. 34-35)

1.4.5. Federal Reserve Wire Network (FEDWIRE)

Amerika Merkez Bankası tarafından kullanılan elektronik ödeme sistemidir. Sadece USD bazlı para transferi yapılabilir, Fedwire transferi nihaidir ve geri döndürülemez. Amerika'daki bütün Fedwire fon transferi çoğunlukla Federal Reserve'in iletişim ağı vasıtasıyla bilgisayar ile yapılmaktadır. (Federal Reserve, 2004, s. 2-3)

Yaklaşık 9500 katılımcı Fedwire ile ödeme yapıp alabilmektedir. Tatil günleri dışında 00.30 ile 18.30 arasında işlem yapmaktadır. Son transfer saati ise 18.00'dır. (Federal Reserve, 2004)

1.4.6. The Clearing House Automated Payment System (CHAPS)

İngiltere tarafından kullanılan ödeme sistemidir ve 1984 yılında kurulmuştur. Gerçek zamanlı net mutabakat sistemiyle faaliyet gösterir. 1999 yılına kadar sadece sterlin ödemeleri kabul eden CHAPS sonra Euro ödemeleri de almaya başladı. Günümüze kadar birçok kez yenilenmiştir. CHAPS_EURO TARGET sistemine bağlı olarak faaliyet göstermektedir. 2001 yılında ise bunları tek çatı altında birleştiren NEWCHAPS geliştirilmiştir.

1.5. Finansal Teknoloji

Teknoloji sektörünün gelişmesiyle beraber finans sektörü de gelişmeleri pozitif yönde takip etmektedir. Finansal teknoloji, finansal hizmetlerin teknolojiyle birleşerek daha verimli çalışmasıdır. Başlarda tüketici ve ticaret finans kurumlarının teknolojik altyapılarını geliştirmek için kullanılmıştır. (Hepsipay.com/, 2017) Yatırım, kripto paralar, finansal okuryazarlık gibi birçok alanda faaliyet göstermiştir. Mobil alanda yaşanan gelişmeler ile finans sektöründe büyüme oldukça artmıştır ve artmaya devam edecektir.

Bazı kaynaklarda fintek olarak da geçen finansal teknoloji kavramı, teknolojinin finansa değdiği her noktada kişilerin karşısına çıkmaktadır. Kişilerin günlük hayatında da kullandığı mobil ödemeler, QR okuyucu ile para çekme, EFT, online birikim araçları finansal teknolojiye örnek olarak örnek verilebilir. McKinsey'e göre, müşterilerin bankayla iletişim kurma nedenlerinin %80'i bir mal veya hizmetin ödemesinden dolayı olmaktadır. Fintek daha çok günlük hayata entegre olduğunda bankalar basit işlemlerde önemini yitirecektir (Techcrunch.com, 2015).

Finansal Teknolojilerin pazarda kendilerine bu kadar hızlı yer bulmasının başlıca nedenleri ise mobil internetin hızlıca yayılması, önemli yasal düzenlemeler ve güncellemelerin finansal pazarlara giriş engellerini azaltmasıdır. İngiltere'deki Mondo Bank ya da Amerika'daki Apple ve Google finansala pazarlara özgürce girebilmektedir. Bunlar devam ettikçe, bankaların ve sigorta şirketlerinin pazardaki dominant pozisyonlarının günden güne kaybetme riskleri bulunmaktadır. (Thefinancialbrand.com/, 2016)

İKİNCİ BÖLÜM

KRİPTO PARALAR

2. Kripto paralar

Kripto para aslında bir elektronik paradır. Geleneksel ödeme yöntemlerine kıyasla daha hızlı oluşu ve herhangi bir banka veya hükümet tarafından yönetilememesi popülerliğinin artmasındaki en önemli sebeplerden biridir. Kanada Merkez Bankası 2014 yılında kripto para üzerine bir çalışma yapmış ve kripto parayı merkezi olmayan elektronik para şeklinde tanımlamıştır. Bu tanım tamamen elektronik ortamda üretilen, diğer para birimlerinden farklı olarak basımı olmayan ve kimin tarafından ihraç edildiği bilinmeyen para birimi şeklinde nitelendirilebilir. Yine aynı banka bu para birimini, merkezi ve merkezi olmayan şeklinde sınıflandırmıştır (Bank of Canada, 2014).

Kripto paralar ile günümüzün yaygın elektronik ödeme servisleri arasında büyük farklar bulunmaktadır. Herhangi bir sorun olması durumunda kullanıcılar ödeme hizmeti sağlayıcısına başvurabilir ama kripto paralar da bu durum söz konusu değildir. Örneğin, Avrupa Birliği kuralları gereği, 100.000 €'u aşmayan mevduatlar garanti altındadır. Kripto para kullanıcıları ise hiçbir kurumun garantisi altına girmeden karşı kullanıcıyla alışveriş içindedirler (Ecb.europa.eu, 2017).

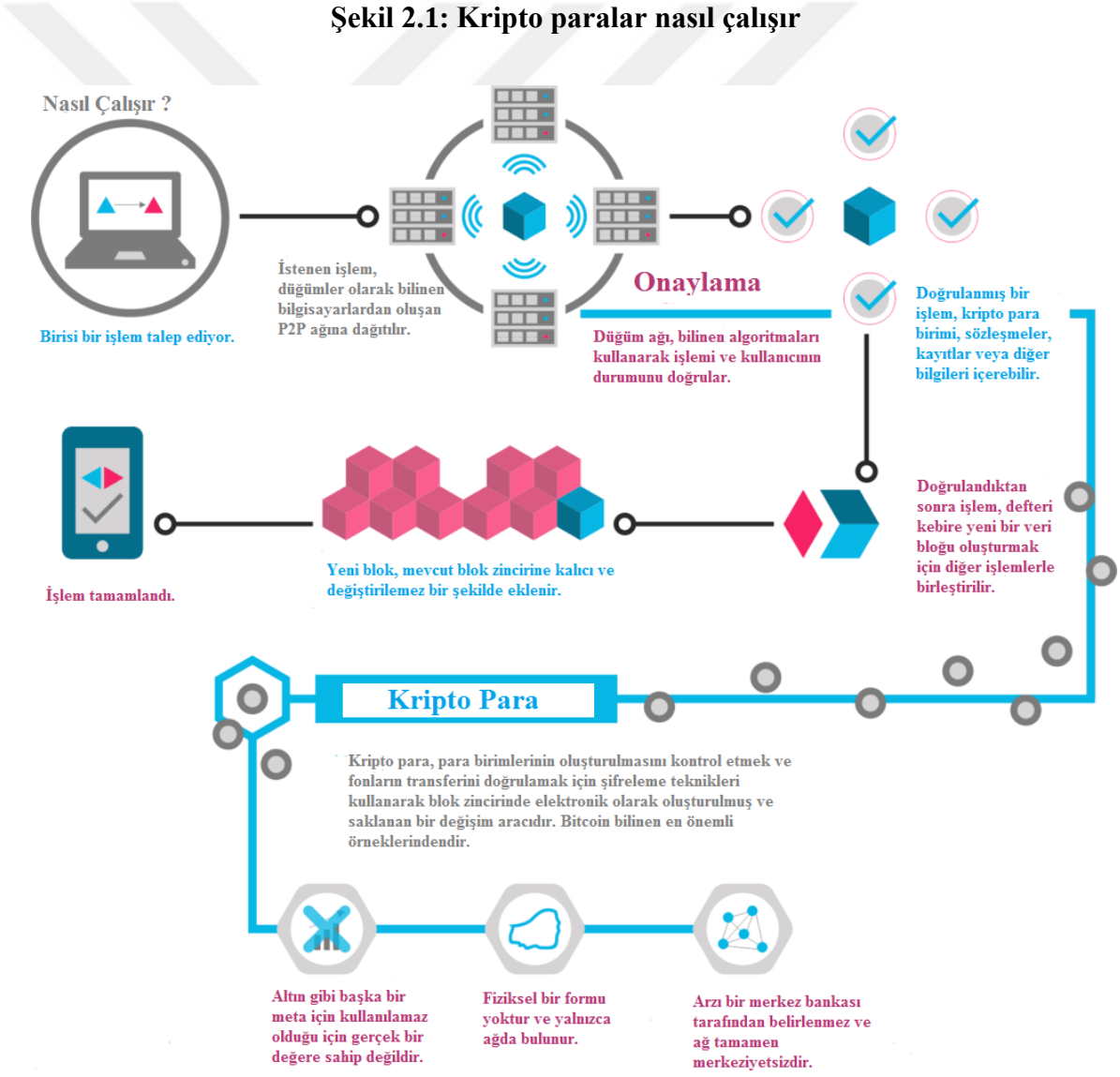
Avrupa Merkez Bankası sanal parayı, piyasaya sürümü ve denetimi yalnız bu para birimini ortaya çıkaranlar tarafından yapılan, herhangi devlet kurumuna ya da kurala bağlı olmayan, sadece bu para birimini kullananlar arasında internet ortamında alışveriş yapmak üzere kullandığı sayısal para birimi olarak tanımlamaktadır (European Central Bank, 2012).

Kripto paraların en popüleri Bitcoin 2009 yılında ortaya çıkmıştır. Genel anlamda sayısal emtia olarak adlandırılır. Kripto paralar elektronik para yerine genelde elektronik emtia olarak tanımlanmaktadır. Bunun nedeni ise kripto paraların da emtia gibi sınırlı olması ve parasal bir değerin sadece sayısal olarak saklanmasından kaynaklanmaktadır. Sınırlı olmasının nedeni ise fiyatının daha kontrol edilebilir olmasıdır. Açık kaynak olarak herkesin ulaşabileceği kütüphanelerde vardır. Bu tür yazılımlarla kullanıcı, kodları inceleyebilir. Günümüzde kullanılan birçok program kapalı kaynak olduğundan kripto paraların açık kaynak kodlu olması popülerliğindeki bir diğer neden olarak sıralanabilir.

2.1. Kripto Paralar Nasıl Çalışır

Aşağıda olan şekil 2.1'de kripto paraların nasıl çalıştığı gösterilmiştir. Öncelikle kişi karşı tarafa bir miktar kripto para yollamak istemektedir, sonra sistem bu kişinin varlığını doğrulayıp yeni bir veri bloğu oluşturmak için diğer işlemlerle birleştirilir. Daha sonra yeni blok, mevcut blok zincirine kalıcı ve değiştirilemez bir şekilde eklenir.

Şekil 2.1: Kripto paralar nasıl çalışır



Kaynak: (Blockgeeks, 2016)

2.1.2. Kripto Paraların Doğuşu ve Gelişimi

İlk kripto para olan Bitcoin 2009 yılında ortaya çıkmıştır. 2009 yılında ortaya çıkmasının en büyük sebeplerinden biri de 2008 yılındaki küresel krizin etkileriyle bankalara ve finansal kuruluşlara olan güvenin azalmış olmasıdır. Kimliği hala netleşmeyen Satoshi Nakamoto isimli kişi ya da kişiler tarafından geliştirilmiştir. Bitcoin, blok zinciri teknolojisine sahip ilk kripto paradır ve merkeziyetsiz sistemdir. Transfer işleminin kısa sürmesi, diğer sistemlere göre daha uygun fiyatlı olması, şeffaf bir yapıya sahip olması ve herhangi bir aracı yapıya sahip olmaması popülerliğinin başlıca sebeplerindendir. İlerleyen yıllarda benzer ve farklı yapılarda kripto paralar çıkmıştır. Bunlardan bazıları gizlilik politikasına, bazıları işlem süresini kısaltmaya, bazıları ise kayıt sistemine odaklanmıştır. Kripto paralar, kendi aralarında değiştirilebilirliği olmadığı için kripto para borsalarında Bitcoin cinsinden fiyatlanmaktadır.

Günlük hayatta ilk gerçekleşen Bitcoin alışverişi bir pizza siparişi olmuştur. Floridalı bir programcı 10.000 BTC ile 2 adet pizza almıştır. (Bitcointalk, 2010) Haziran 2018'deki Bitcoin değeriyle bu pizza yaklaşık $70.000.000 değerindedir. 12 Temmuz 2018'de yaklaşık 10 kat artarak dikkatleri üzerine çekmeyi başaran Bitcoin artık bütün piyasanın bildiği bir para birimi haline gelmiştir. Bununla birlikte en büyük Bitcoin borsası olan MT Gox açılmıştır. 2011 yılında MT Gox'a göre Bitcoin'in piyasa değeri $1.000.000'a ulaşmıştır. Aynı yıl Bitcoin'in takip edilemez özelliğinden dolayı yasadışı alışverişlerde kullanıldığının duyulması piyasayı olumsuz etkilemiştir. 2015 yılına kadar devam eden bu süreç son bulmuş ve yaklaşık bu işlemlerden 29.000 BTC ele geçirilmiş ve sonra açık artırmayla satılmıştır. 2016 yılında Japonya hükümetinin kripto paraları tanıdığını açıklamasının ardından diğer ülkeler de bazı somut adımlar atmış ama hiçbir zaman ödeme yöntemi olarak kabul edilmemiştir. Kanada, Amerika gibi birçok ülkede Bitcoin ATM'leri popülerliği daha da artmıştır. 2016 yılında büyük borsaların güvenlik açıklarının ortaya çıkması Bitcoin değerini etkilese de çok büyük bir dibe vurma gerçekleşmemiştir. 2017 Temmuz ayında kripto paraların piyasa değeri $100.000.000.000'a ulaşmıştır.

2018 yılına gelindiğinde yaklaşık 1600 tane kripto para mevcuttur. Hepsi farklı bir teknolojiyle, farklı amaçlara hizmet etmektedir. Goldman Sachs gibi dev yatırım bankalarının müşteri portföylerine Bitcoin ve seçilmiş kripto paraları açması işin rengini iyice değiştirmeye başlamıştır. Bu kadar yüksek yatırım sermayesinin pazara girmesiyle Bitcoin volatilitesinin azalması öngörülmektedir.

Şekil 2.2: Kripto paraların 2013'ten bugüne gelişimi



Kaynak: (Coin Market Cap)

Şekil 2.2'de de görüldüğü gibi 2013 yılından 2017 yılına kadar sabit bir market hacmi varken, 2017'den sonra keskin bir yükseliş söz konusudur. Bunun sebebi, Bitcoin'in yükselişi ile kripto paralara popülaritenin artması ve büyük finans şirketlerinin de kripto para piyasasına yatırım yapmasıdır.

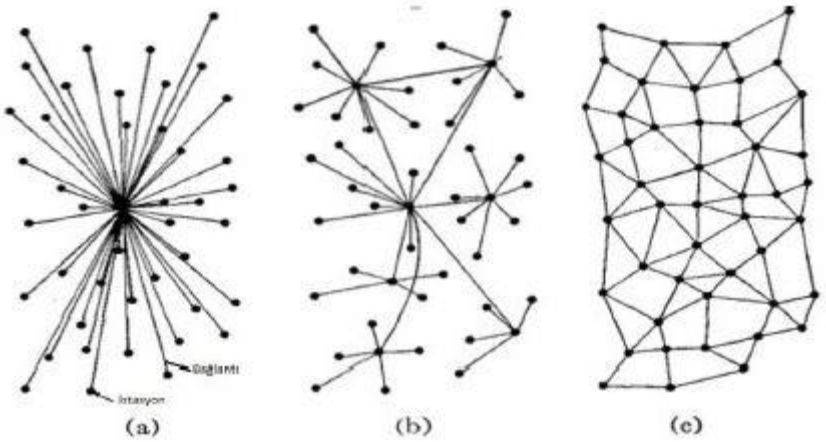
2.1.3. Kripto Para Yapıları

Her kripto paranın bir değeri vardır, bu değer arz/talep dengesiyle oluşmaktadır. Birçok kripto para fiyatının kontrol edilebilir olması için belli miktarla sınırlandırılmıştır. Örneğin Bitcoin 21 milyon adet ile, Ethereum ise 72 milyon adet ile sınırlandırılmıştır. Ama dolaşımda olan miktarları daha düşüktür. Kripto paraların kişilerin hayatına kattığı ve çağın teknolojisi denilen en önemli yapı Blockchain yapısı yani Türkçe adıyla blok zinciridir. Blok zinciri üçüncü bir aracıya gerek duymadan değer transferini yapan ve bunun gibi işlemleri kaydeden defterdir.

Sayısal değerlerden oluşan bloklar birbirine zincirler ile bağlı halde bulunur ve bu bloklar asla değiştirilemez ve hep üstüne kaydeder ve işlemcide saklanır. Blok zinciri, tüm taraflar arasında yapılan tüm işlemlerin global bazda herkese ulaşmasına ve olduğu yerden yönetilmesine izin vermektedir. (Swan, Blockchain Blueprınt For A New Economy., 2015, s. 5)

Bir verinin nasıl depolanacağıyla ilgili farklı yöntemler vardır. Bunlar merkezi, çok merkezli ve dağınık ağ yapılarıdır.

Şekil 2.3: Merkezi, çok merkezli ve dağınık ağ yapıları



Kaynak: (Baran, 1962)

Şekil 2.3'te merkezi, çok merkezli ve dağınık ağ yapıları gösterilmektedir.

- Merkezi: Adından da anlaşılacağı gibi, bütün veriler tek merkezde toplanır ve bu verileri tutan merkez bunları silme ve değiştirme hakkına sahiptir. Tek merkez olduğu için yönetimi en kolay ağ sistemidir. Ama merkezde oluşacak bir hata tüm kullanıcıları etkileyebilir.
- Çok merkezli: Bu sistemde birçok merkez vardır, tek bir merkez tarafından yönetilmez. Her kullanıcı birbiriyle iletişim kurarak düğümlerdeki bağlantıları yönetebilir.

- Dağınık: Her işlem ortak bir hedef için etkileşime girer. Merkeze uğramadan direk diğer birilerle etkileşime girebilir. Kontrolü ve güvenliği ağdaki birimler üzerinde dağıtılmaktadır.

Geleneksel veri tabanları kopya çoğaltma mantığıyla çalışır, ana kopyayı güvenilir taraf tek başına güncelleyebilir. İşlem kontrolü ve çalışması daha zordur.

Şekil 2.4'te örnek bir geleneksel veri tabanı gösterilmektedir.

Şekil 2.4: Geleneksel veri tabanları

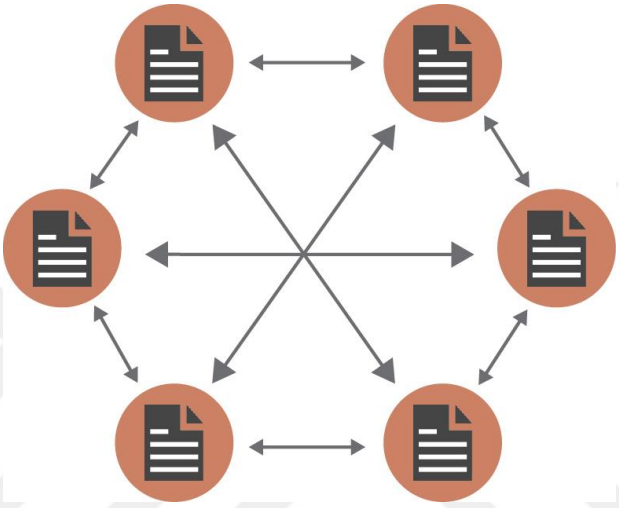


Kaynak: (UBS, 2017)

Dağıtılmış veri tabanları ise blok zinciri altında, sistemde yapılan her işlemin ve kullanıcının veri tabanının bir kopyasına sahiptir. Daha güvenli ve az masraflı bir yapıdır ve kontrolü daha kolay yapılır. Kullanıcı üçüncü bir aracıya gerek duymadan işlemini gerçekleştirebilir. Veri tabanındaki herhangi bir değişiklik kullanıcıların çoğunluğu tarafından doğrulanmak zorundadır, böylece sistem kırılamaz bir yapıya dönüşür. Bloklar kronolojik sıraya göre oluşur ve geriye dönülemez, oluşan blok değiştirilemez.

Şekil 2.5'te blok zincir veri tabanları gösterilmektedir.

Şekil 2.5: Blok zincir veri tabanları



Kaynak: (UBS, 2017)

Blok zincirinin avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Arabuluculuk: Blok zincir, merkezi sunucunun daha az alakalı olmasını sağlar. Bu sayede daha az denetim ile işlemler yapılabilir ve sistemi karşı taraf risklerinden korur.
- Güvenlik: Blok zincir yapısı geleneksel sistemlere göre daha güvenlidir. Karma değerler kötü amaçlı kullanıcıları ve yazılımları engeller bu sayede işlemler değiştirilemez.
- Direnç: Herhangi bir sorun ya da arıza anında blok zincirleri dirençlidir. Veri tabanına verilen bir hasar olsa bile, eski kaydedilen tamamlanmış blokları etkilemez.
- Düşük Ücret: Aracıların ve denetim maliyetlerinin daha az olmasından dolayı blok zincir ile daha düşük maliyetler elde edilmektedir. (UBS, 2017)

Tablo 2.1: Blok yapısı

nVersion	nVersion
HashPrevBlock	HashPrevBlock
HashMerkleRoot	HashMerkleRoot
nTime	nTime
nBits	nBits
nNonce	nNonce
#vtx	#vtx
Vtx[]	Vtx[]

Kaynak: (Yakupoğlu, 2016, s. 12)

Tablo 2.1'deki blokta önceki bloğa ait bir sayı bulunur. Bu sayılar farklı algoritmik işlemler bittikten sonra ortaya çıkar. HashPrevBlock bu yapının temsilcisidir ve içerisinde bu sayısal değerler bulunur. Bu sayılar 64 hanelidir. (Yakupoğlu, 2016)

Açık kaynak kodlu olan blok zinciri herkes okuyabilir ve hatalarını kontrol edebilir. Yapılan tüm eski işlemleri kontrol edebilir, bu da blok zincirinin şeffaflık ilkesini ne kadar önemsediğinin bir örneğidir.

2.1.4. Kripto Paraların Teknolojik Arka Planı

Kripto paraların arka planında ise daha teknolojik bir yapı bulunmaktadır. Kriptolojik özet fonksiyonu, dijital imza, bitcoin adresi ve iş ispatı bunlara örnek verilebilir.

2.1.4.1. Kriptolojik Özet Fonksiyonu (Hash Function)

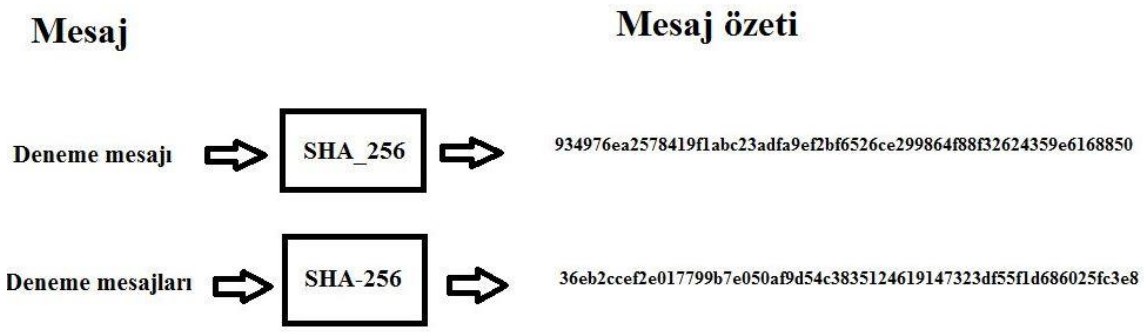
Bitcoin, kripto parayı bir dijital imza zinciri olarak tanımlamaktadır. Parayla işlem yapıldığında her kullanıcı kendi dijital imzasıyla parayı diğer kullanıcıya gönderirken bir önceki işlem özetinin (hash), bir sonraki sahibinin açık anahtarı ile imzalar ve bu imzayı paranın sonuna ekler. Ödemeyi alan kişi ise zincirin doğruluğunu kanıtlamak için dijital imzaları doğrulayabilmektedir. (Nakamoto, 2008)

Özet fonksiyonu, bir uzunluktaki girdiden, sabit uzunlukta özet üreten fonksiyondur. Tek yönlü şifreleme yöntemidir. Bütün girdiler için aynı uzunlukta özet değeri üretilir. Hızlı çalışmalı ve farklı girdilerden farklı sonuçlar üretilmelidir. İki farklı değerden aynı çıktı üretilirse buna çatışma denir. Bu yüzden çatışmaya olanak verilmemesi gerekir. Mesajdaki tek bir değişiklik bütün çıktıyı değiştirir.

Blok zincir işlemlerinde SHA_256 özet fonksiyonu sıklıkla kullanılmaktadır. Güvenli Hash Algoritması (SHA- Secure Hash Algorithm) olarak adlandırılmaktadır ve 2008 yılında doğan bu şifreleme sistemi TBS Internet tarafından yapılmıştır. SHA_256'da girilen mesajın uzunluğunun önemi yoktur çünkü ne olursa olsun 32 baytlık özet oluşturur. SHA_256 şu an en güvenilir özet fonksiyonudur.

Şekil 2.6'da örnek bir SHA_256 fonksiyonu gösterilmiştir.

Şekil 2.6: Örnek SHA_256 fonksiyonu



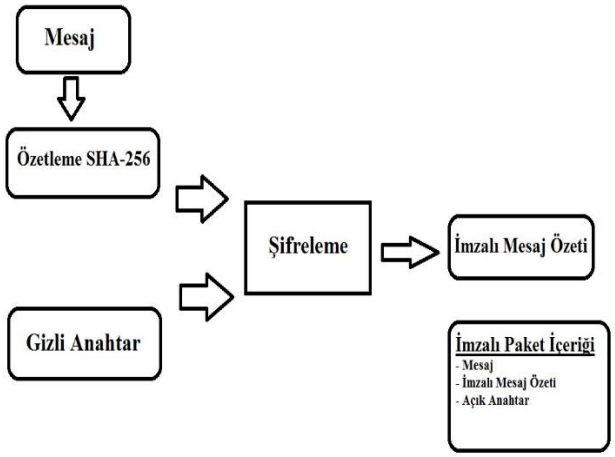
2.1.4.2. Dijital İmza

Günlük yapılan işlerde bankaya gidildiğinde veya herhangi bir devlet kurumuna gidildiğinde kişilerin kendilerini ispatlaması için gereken şey imzadır. Elektronik ortamdaysa bir eposta yollarken kişilerin kendilerini ispatlamak zorunda oldukları durumlarda dijital imza kullanılmaktadır.

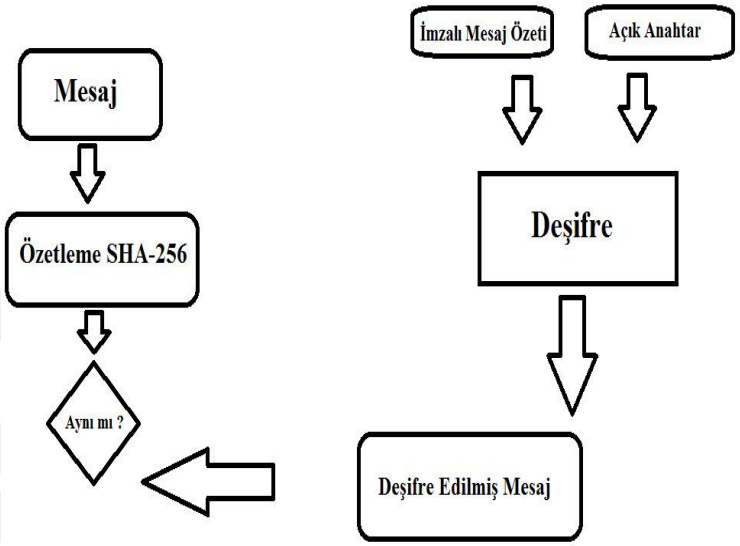
Kripto para işlemlerinde ise buna benzer bir kontrol vardır. Dijital imza ile kimlik doğrulama yapılmaktadır. Dijital imza ile bankaya ihtiyaç duyulmadan ne zaman istenirse saat ve gün sıkıntısı olmadan işlemler gerçekleşmektedir. Gizli ve açık anahtarla beraber çalışan dijital imza, gücünü matematiksel testlerden almaktadır. Eğer bir kullanıcı gizli anahtarla bir mesaj sakladıysa, bunu sadece açık anahtar ile açabilmektedir. Bunlar zaten ikili olduğundan gizli imza ve açık imza aynı kişide bulunmaktadır. Gizli imza sadece kişinin kendisinin bildiği paylaşılmaması gereken imzadır, açık anahtar ise paylaşılabilmektedir. Gizli anahtardan açık anahtar üretilebilir ama açık anahtardan gizli anahtarı üretilemez. (Antonopoulos, 2014, s. 330) Bu sonuçla da güvenilirlik bakımından ne kadar yüksek seviyede olduğu görülmektedir.

Şekil 2.7'de bir imzalama örneği gösterilmiştir.

Şekil 2.7: İmzalama örneği



Şekil 2.8: İmza doğrulama



Şekil 2.8'de de göründüğü gibi önce transferi yapmak isteyen kişi, mesajı ve açık imzalı mesaj özetini karşıya gönderir daha sonra alıcı göndericinin açık anahtarı ile imzalı mesaj özetini deşifre eder. Bu mesaj özeti, alınan mesajın özetiyle aynıysa, mesaj gönderici tarafından imzalanmış demektir ama bu mesajlar arasında tek bir virgül farkı bile işlem başarısızlıkla sonuçlanacaktır.

2.1.4.3. Bitcoin Adresi

Bitcoin adresi, bitcoinlerin saklandığı 26-35 arası alfanümerik karakterden oluşan bir dizidir. Harflerin büyük ve küçük harf duyarlılığı vardır. Bitcoin adresleri genelde 1 veya 3 ile başlar. İşlemler bu adresten yapılır, bitcoin gönderip alırken bu adres kullanılır. Akılda tutulması zor olduğundan QR kod ile de kullanılabilmektedir.

Örnek Bitcoin Adresi: 1NiucupKeYutPzvHtFVCK8nsZXMgrRvfPt

2.1.4.4. İş İspatı (Proof of Work)

Blok zincir ağında fikir birliği algoritmasıdır. PoW, Cynthia Dwork ve Moni Naor tarafından ortaya atılmıştır ama Hal Finney Ruesable Proof of Work sistemini geliştirmiş ve bunu Bitcoin'e uygulanmasında yardımcı olmuştur. Hal Finney ilk bitcoin alan kişidir ve bu bitcoini Satashi Nakamoto göndermiştir. PoW bir konsensus algoritmasıdır. Amaç belirli kurallar içinde yapılabilecek en çok işlem ile blok oluşturmaktır. Kurallara uygun bloğu üretmek ise Bitcoin ile ödüllendirilir. Bu uygun bloğu bulmak için yapılan çalışmaya İş ispatı denir. Bu işlemi yapan kişilere ise madenci denir. Birçok kripto para biriminde kullanılan bu sistemin en ünlüsü Bitcoin'dir. Bir blok oluşumunun süresi yaklaşık 19 dakikadır. Litecoin, monero, ethereum da bunlara örnek verilebilir.

Bu algoritmanın en büyük avantajı DoS saldırılarına karşı dayanıklı olmasıdır çünkü durmadan üzerine blok ekleyerek güncelleme yapılmaktadır. Saniyede en fazla 7 işlem yapabilmektedir. Madencilik yapabilmek için çok yüksek elektrik sarfiyatı gereklidir. Blok üretiminin gün geçtikçe zorlaşması bu sistemin negatif yönlerinden biridir.

2.1.5. Kripto Paraların Değer Belirleyicileri

Kripto paralar dijital bir para birimidir, piyasada belirli bir miktarda bulunur ve belirli bir değere sahiptir. Herhangi bir merkez bankasına bağlı olmadığından değeri tamamen bankalardan bağımsız olarak hareket etmektedir. Kısaca genel bir açıklama yapılırsa, değeri arz ve talebe göre belirlenmektedir. Her kripto paranın belli sayıda üretilecek olması veya piyasaya belli kısmının sürülmüş olması da fiyatı etkilemektedir. Bitcoin fiyatı incelendiğinde, 2009'dan bu yana var olan bu kripto para biriminin asıl yükselişini 2017 yılının sonunda yaptığı görülmektedir. Bu yükselişin sebeplerinden biri de 2017 yılında popülaritesinin oldukça artmasından dolayı daha çok yatırım yapılmasıdır.

Bazı ülkelerin de Bitcoin gibi kripto paralara destek vermesi, fiyatların artmasında bir etken olarak görülmektedir. Bazı internet sitelerinden yapılan ödemelerin kripto paralar ile olması da artışa sebep gösterilmektedir. Ülkelerin para birimlerinin yükselmesi ya da düşmesi kripto paraları olumlu ya da olumsuz etkilememektedir. Bazı kişiler kripto paraların üretim maliyetlerine göre değerlendiklerini iddia etse de bu tamamen gerçek dışıdır. Asıl gerçek tamamen arz ve talep dengesidir. Bu da piyasadaki popülerlikle ve güvenilirlikte olmaktadır.

2.2. Kripto Paranın Avantajları ve Dezavantajları

Kripto paraların birçok avantajı olduğu gibi ve dezavantajı da bulunmaktadır. Kripto paralar merkezi olmayan kendi ağı tarafından üretildiği için manipülasyona veya üçüncü kişilere bağımlı değildir. Tamamen elektronik cüzdan ya da borsalarda tutulduğundan çalınma veya kopyalanma ihtimali yoktur. Vergi gibi hukuksal yaptırımları yoktur. Bankalar gibi resmî tatilleri olmadığından istenilen gün ve saatte işlem yapılabilir, buna yurtdışı da dahildir. Gizlilik önemlidir, bu yüzden kimsenin transferi gözükmez. Fiziksel olarak taşınmadığından herhangi bir yük teşkil etmez. Diğer elektronik ödeme sistemlerine göre çok daha hızlı bir şekilde para transferleri yapılabilir. Her kripto para belli miktarla sınırlandırıldığı için enflasyon yoktur (Ccoingossip.com, 2018).

Bu avantajların yanı sıra birçok dezavantajı da mevcuttur. Daha tamamen günlük hayata entegre olmadığı için ödemeler sadece kısıtlı yerlerde yapılabilmektedir. Yatırım alanında bazı kripto paraların hacminin düşük olması nedeniyle dalgalanmalar yüksektir. Hiçbir hükümet tarafından desteklenmemektedir. Transferde herhangi bir sorun olduğunda veya yanlış adrese transfer olduğunda geri dönüşü olmamakta ve itiraz edilecek herhangi bir kurum bulunmamaktadır. Kripto para alırken iyi araştırma yapmak gerekmektedir, scam projeler ile dolandırıcılık yapılan birçok örnek bulunmaktadır (Ccoingossip.com, 2018).

2.3. Sanal Paraların Sınıflandırılması

Sanal paralar tek yönlü, çift yönlü ve kapalı sistemler olarak üç kategoriye ayrılmaktadır.

2.3.1. Tek Yönlü Sistemler

Belirli bir kur üzerinden gerçek para birimi olarak kullanılabilir ve satın alınabilir, fakat orijinal para birimine döndürülemez. Tek yönlü sistemlerde geriye dönüş yoktur. Tek yönlü sistemlere Facebook'un "Facebook Credit" sistemini, Nintendo'nun "Nintendo Points" sistemi ya da "Amazon Coins" sistemi örnek verilebilir. Bu sistemde gerçek parayla sistemlere para yüklenir ve kendi içinde alışveriş veya hizmet olarak kullanılabilir ancak geri dönüşümü yoktur.

2.3.2. Çift Yönlü Sistemler

Kullanıcılar bu sistemde gerçek parayla sanal parayı satın alabilir ve satabilirler. İki yönlü bir ilişki vardır. Kripto paralar bu sistemlerin en güzel örneğidir. Bitcoin, Ethereum, Ripple en bilinen kripto paralardır.

2.3.3. Kapalı Sistemler

Bu sistemleri daha çok oyun platformları kullanır. Gerçek hayatla bir bağlantısı yoktur. Sadece oyun içinde geçerlidir başka bir yerde kullanılamaz. Kapalı sistemlerde oyun içi kazanılan paralar ile oyun içindeki karakter geliştirilebilir veya daha farklı şekilde kullanılabilir. League of Legends, World of Warcraft kapalı sistemlere örnek olarak verilebilir.

2.4. Kripto Para Örnekleri

2019 yılına bakıldığında piyasada yaklaşık 2000 adet kripto para bulunmaktadır. Bitcoin, ethereum, litecoin, ripple ve IOTA en çok işlem gören kripto paralardır.

2.4.1. Bitcoin

İlk ve en popüler kripto para birimi Bitcoin 2008 yılında Satoshi Nakamoto adında kişi ya da kişiler tarafından geliştirilmiştir. İlk kripto para birimi Satoshi Nakamoto tarafından ve "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" yani kullanıcıdan kullanıcıya elektronik nakit sistemi başlıklı makale ile yapılmıştır. (Nakamoto, 2008, s. 1) İlk bitcoin 2009 yılında üretilmiştir. Açık kaynak kodlu bu sistem ile yazılımcılar sistemi okuyabilmekte ve gelişimine yardımcı olabilmektedir. Bitcoin ile üçüncü bir aracıya gerek duymadan direk kullanıcıdan kullanıcıya transfer yapılabilmektedir. Bitcoin ağı, merkeziyetsiz bir yapıya sahiptir, herhangi bir aracı veya denetleyici yoktur. Bu yüzden yapılan işlemler geri alınamamaktadır.

Bitcoin'in bir merkezi olmadığı gibi değer belirleyicisi de yoktur. Bu yüzden değeri arz talep dengesiyle olmaktadır. Toplamda 21 milyon adet ile sınırlandırılan Bitcoin Haziran 2018 itibariyle 17 milyon adet üretilmiştir. 21 milyona yaklaşık 2140 yılında ulaşması beklenmektedir. Blok zinciri kişilerin hayatına katan ilk sistem Bitcoin'dir. Bu sayede blok zincirini geleceğin teknolojisinde çok daha fazla duymak mümkündür. En küçük birimi satoshi olarak adlandırılır ve 100 milyon satoshi 1 Bitcoin değerindedir. Bitcoin, madenciliği yapılabilen bir kripto para birimidir. İşlemci gücüne dayalı bir madencilik sistemi vardır. İlk başlarda yapılan blok başına doğrulama karşılığında 50 bitcoin ödül verilirken, şu an madenciler 12,5 Bitcoin ile ödüllendirilmektedir. Bu ödül sistemi 4 yılda bir yarıya indirilmektedir. (Nakamoto, 2008, s. 10)

2.4.2. Ethereum

Ethereum 2015 yılındaki Bitcoin konferansında Vitalik Buterin tarafından tanıtılmıştır. İlk adımlarını aynı yılın ağustos ayında atan ethereum projesi, bitcoin'den daha gelişmiş ve özgün olduğunu iddia etmektedir. Ethereum'un kurucusu Vitalik Buterin kripto para birimlerini dünyadaki değerli kaynaklara benzetmiştir. Bu benzetmede bitcoini altın, litecoini gümüş, ethereumu ise petrol olarak tanımlamıştır. Çoğu kripto para birimi gibi blok zinciri altyapısını kullanmaktadır. Ethereum Turning adında bir programlama dilini kullanmakta ve yaklaşık işlem süresi 10 saniye sürmektedir. Merkezi olmayan bir sisteme sahiptir. (Ethereum.org)

Ethereum'un asıl amacı doğrudan bir mal veya hizmet satın alırken kullanılmasıdır. Madencilik normal bilgisayarlarda dahi yapılabilir, yani kısaca Graphics Processing Unit (GPU) ile üretilmektedir. Ethereum'da işlem maliyeti depolama ihtiyaçlarına, karmaşıklığına ve bant genişliğine kullanımına bağlıdır (Odabaş, 2017). Üçüncü kişiler ethereum platformunda yer alan herhangi bir veriyi değiştiremez. İlk kurulduğunda 60 milyon ether piyasaya sürülürken, 12 milyon ether ise geliştiricilere ve Ethereum Vakfına paylaştırılmıştır. Ether üretimi yılda 18 milyon ile sınırlandırılmıştır. Bitcoin madencilik ödülleri ise her 12 saniyede 5 Ether olarak geliştirilmiştir. Vitalik Buterin ile görüşme yapan Rusya Devlet Başkanı Vladimir Putin, Ethereum'un Rusya'da yerel partnerler tarafından kullanılmasını desteklediğini dile getirmiştir (Coin, 2017).

2.4.3. Ripple

Ripple, ödeme ağı ve krito para birimi olarak 2012 yılında hayatına başlamıştır. Blok zincir ile geliştirilen bu kripto para birimi minimum ücretlerle hızlı para transferini hedef edinmektedir. Ripple toplam 100 milyar adet üretilmiştir ve madenciliği yapılamamaktadır. Ripple transferi yapıldığında alınan komisyon ücreti kadar piyasadan ripple silinmektedir. Asıl amacı bankacılık sektörüne girerek işlemleri kolaylaştırmaktır

bunu da daha hızlı ve daha düşük işlem maliyetleriyle yapmayı hedeflemektedir. Saniyede yaklaşık 1500 işlem yapabilmektedir. (Ripple.com)

Ripple merkeziyetçi bir ağa sahiptir ve işlem değişimi yapılamamaktadır. Ripple ile yapılan işlemler yaklaşık 5-10 saniye gibi çok kısa bir sürede gerçekleşirken bitcoin ile yapılan işlemler saatler alabilmektedir.

2.4.4. IOTA

IOTA, David Sonstebo,Sergey Ivancheglo, Dominik Schiener ve Dr. Serguei Popov tarafından 2015 yılında Berlin'de hayata geçmiştir. IOTA nesnelerin interneti (IoT) ile ortaya çıkan, ölçeklenebilir, merkezi olmayan, işlem ücreti olmayan modüler bir kripto para birimidir. Blok zinciri kullanmayan ilk kripto para birimidir. Toplam 2,7 milyar adet üretilmiştir. Asıl hedefi "Makinelerin Ekonomisi" olma vizyonu ile, akıllı cihazların birbirleri arasında kolay, hızlı ve en güvenilir şekilde işlem yapmasıdır. (Iotaturkiye.com) IOTA sunduğu bu hizmetlerin altyapısını ''Tangle '' denilen bir teknoloji ile sağlamaktadır. Tangle hedefe yönelik, ölçeklenebilir bloğu olmayan dağıtımlı kimliktir. Tangle ile ücretsiz para transferi yapılabilmektedir. (InvestAZ, 2018)

Bu teknoloji ile hiçbir işlem ücreti ödemeden işlem gerçekleştirilmekte, yapılan transferler doğrulanmakta ve saldırılardan korunmaktadır. Madenciliğin olmadığı bu kripto para birimi saniyede 30 işleme kadar onay verebilen bir teknolojiye sahiptir. Bu işlem sayısı bazı testlerde 500'e kadar ulaşabilmiştir. Herhangi bir işlemin onaylanması istendiğinde, kullanıcının daha önceki herhangi iki işlemi onaylaması yeterlidir. Madenciliğin bu kadar zorlaştığı ve elektrik tüketiminin tavan yaptığı zamanlarda bu teknoloji farkını ortaya koymaktadır. IOTA'da işlem sayısı ne kadar artarsa ağ kapasitesi de o derece büyür ve herhangi bir yavaşlama sorunu olmaz. (Iota.org)

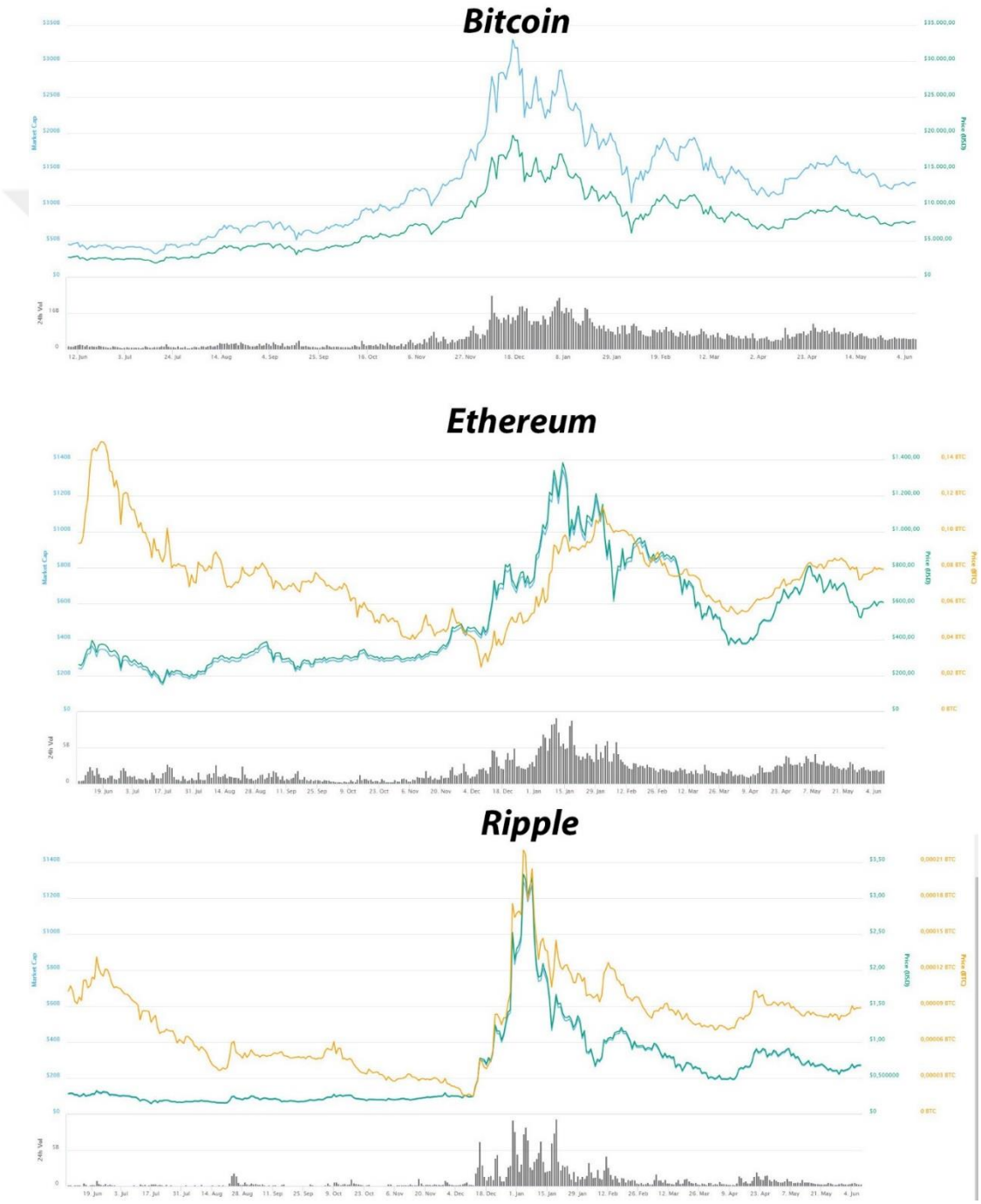
2.4.5. Litecoin

Litecoin 2011 yılında Google eski çalışanı Charlie Lee tarafından açık kaynak koduyla GitHub üzerinden yayınlanmıştır. Litecoin, para transferi yapmayı sağlayan P2P (kişiden kişiye) kripto para birimidir. Litecoin Bitcoin'in çatallanması sonucu ortaya çıkmıştır. 84 milyon ile sınırlandırılan Litecoin scrypt tabanlı olduğu için madenciliği normal bilgisayarlarla bile mümkündür. Litecoin blok zinciri, bitcoin'e göre daha yüksek işlem hacimlerini gerçekleştirebilmektedir. Ağın daha sık blok oluşturması çok büyük avantaj olduğundan, her türlü yüksek hacimli işlemler daha hızlı onay almaktadır. Litecoin madencileri blok başına 25 litecoin ile ödüllendirilmektedir. Bu ödül değişken olmakla beraber belli zamanlarda ödül miktarı düşürülmektedir. (Litecoin.org)

2.5. Kripto paraların Uluslararası Piyasalarda yıllık, aylık ve günlük volatilitesi

Aşağıda görülen şekil 2.9'da Bitcoin, Ethereum ve Ripple'ın 1 yıllık fiyat grafiği verilmiştir. Dolar cinsinden bu üç kripto para birimini incelendiğinde benzer dönemlerde artış gösterdiği görülmektedir. Eylül ayında başlayan yükseliş Aralık ayında üç kripto paranın da en yüksek değerine ulaşmasını sağlamıştır. Daha sonra Ocak ayından itibaren sert bir şekilde düşüşe başlayan Bitcoin diğer kripto paraları da aşağı çekmiştir. Sonra dalgalanmalar olsa da haziran ayına gelindiğinde Bitcoin ve diğer kripto paraların tam bir yıl önceki fiyatına kıyasla hala oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Ama Aralık ayıyla Haziran ayı arası kıyaslandığında yaklaşık %70 değer kaybı söz konusudur.

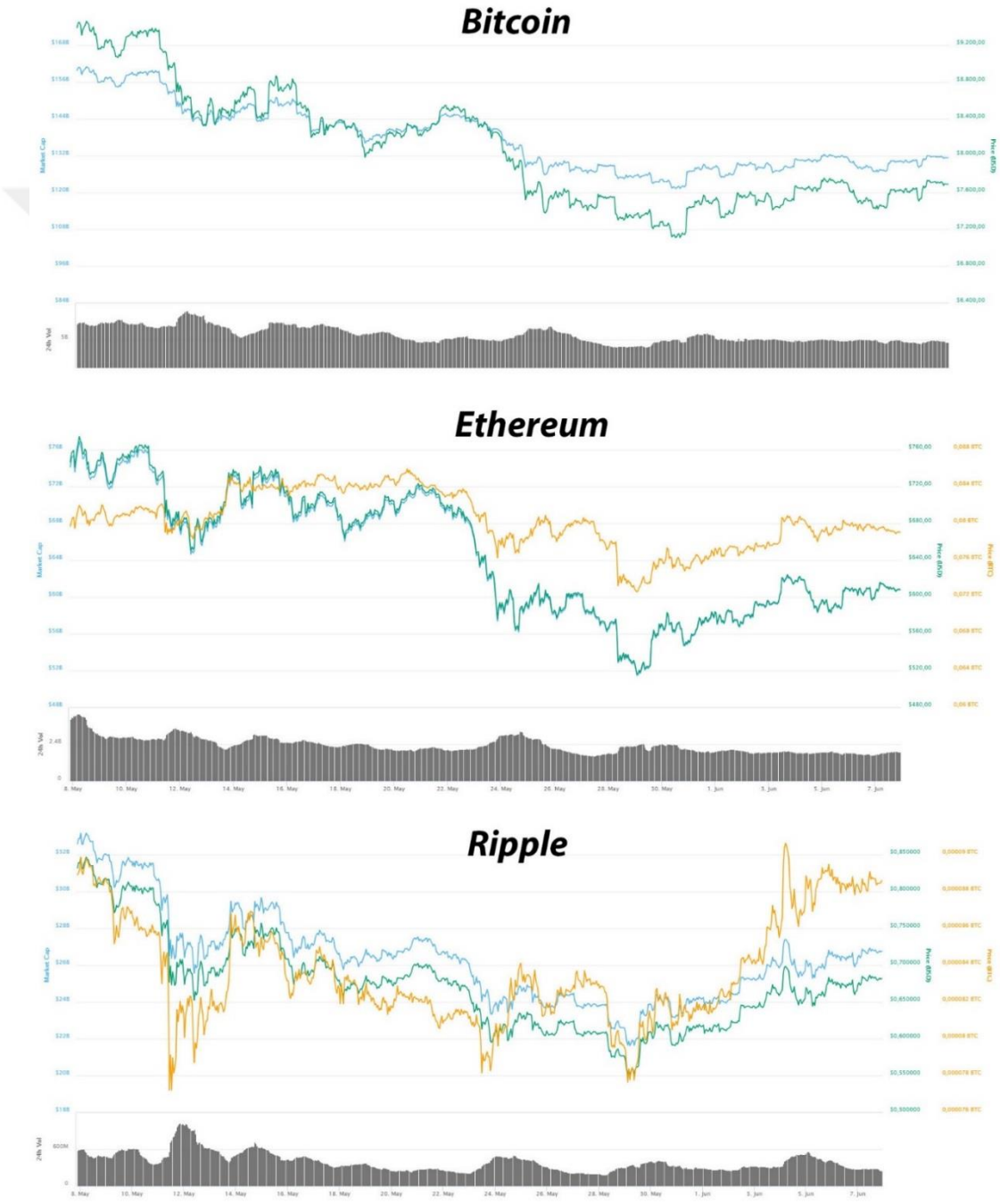
Şekil 2.9: Bitcoin, Ethereum ve Ripple'ın 1 yıllık fiyat grafiği (Haziran 17-Haziran 18)



Kaynak: (CoinMarketCap)

Aşağıdaki şekil 2.10'de Bitcoin, Ethereum ve Ripple'ın son bir aydaki fiyat grafiği görülmektedir. Öncelikle Bitcoin'e bakıldığında Mayıs ayında yaklaşık $9000 seviyelerinde iken Haziranda $7.500 seviyelerinde fiyatlandığı görülmektedir. Son altı aydaki düşüş trendi hala kırılmış değildir. Ethereum'a bakıldığında Mayıs ayında yaklaşık $750 seviyelerindeyken Haziran ayında yaklaşık $600 seviyelerinde fiyatlandığı görülmektedir. Özellikle 30 Mayıs tarihinde sert bir düşüş yaşayan ethereum son altı ayın en düşük değerine kadar gerilemiştir. Ripple'a bakıldığında Mayıs ayında yaklaşık $0,85 iken Haziran ayında $0,65 seviyelerindedir. Ripple da ethereum gibi Mayısın son günü büyük bir düşüş yaşamıştır. Bu üç kripto para da fiyatlama konusunda birbirine benzer görüntü çizmiştir. İlk ve en büyük hacme sahip olan Bitcoin'in hareketlerinin diğer kripto paraları da etkilediği gözlemlenmiştir.

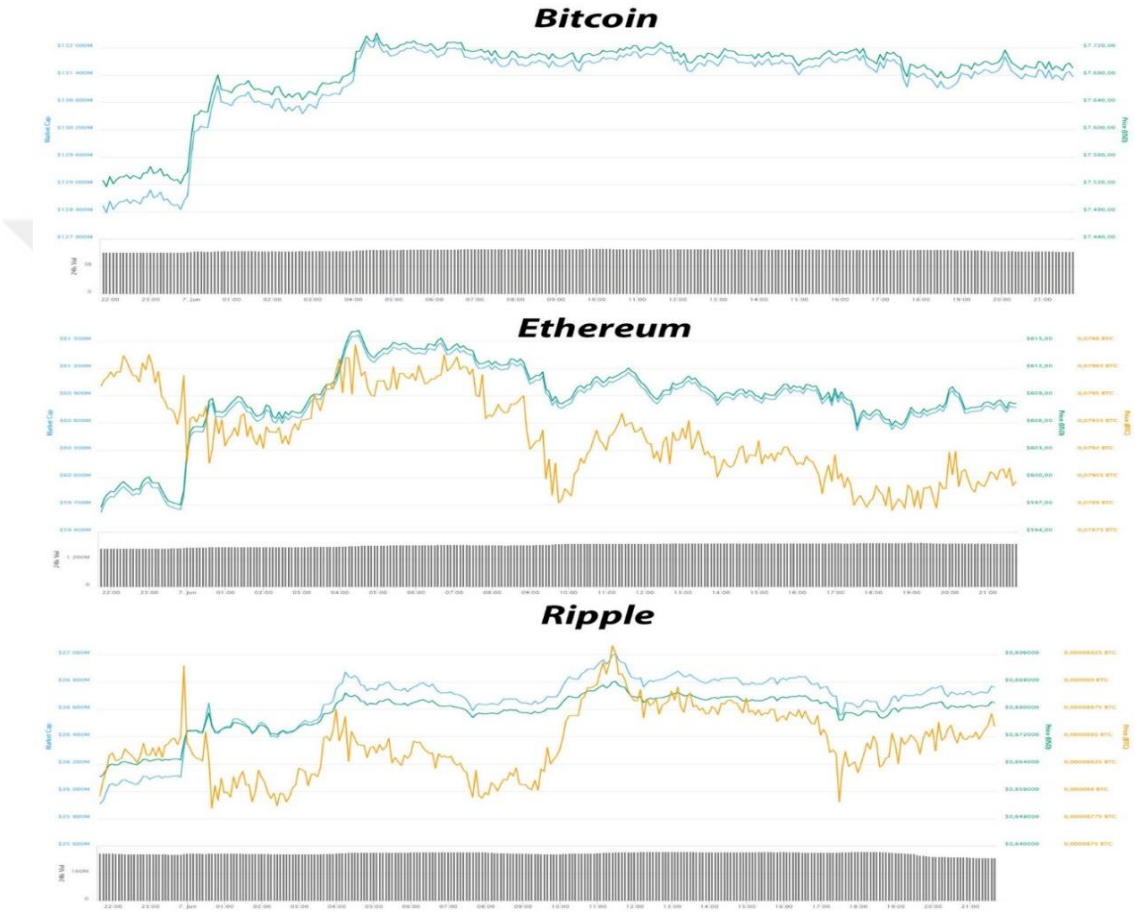
Şekil 2.10: Bitcoin, Ethereum ve Ripple'ın 1 aylık fiyat grafiği (7 Mayıs 18-7 Haziran 18)



Kaynak: (CoinMarketCap)

Aşağıdaki şekil 2.11'de Bitcoin, Ethereum ve Ripple'ın günlük fiyat grafiği gösterilmektedir. 6 Haziran saat 22.00 tarihinde başlayan grafikte, 7 Haziranın ilk saatlerinde sert bir yükseliş meydana gelmiştir. Bitcoin ile beraber ethereum ve ripple da sert bir yükseliş yaşamıştır. Ondan sonraki saatlerde ise Bitcoin ile ripple, ethereuma göre daha stabil bir görüntü sergilemiştir. Ethereum ve ripple'ın bitcoine karşı fiyatını incelendiğinde ise, ethereumun gün içinde bitcoine karşı değer kaybı ripple'a göre daha fazla olmuştur.

Şekil 2.11: Bitcoin, Ethereum ve Ripple'ın 1 günlük fiyat grafiği (6 Haziran 18-7 Haziran 18)



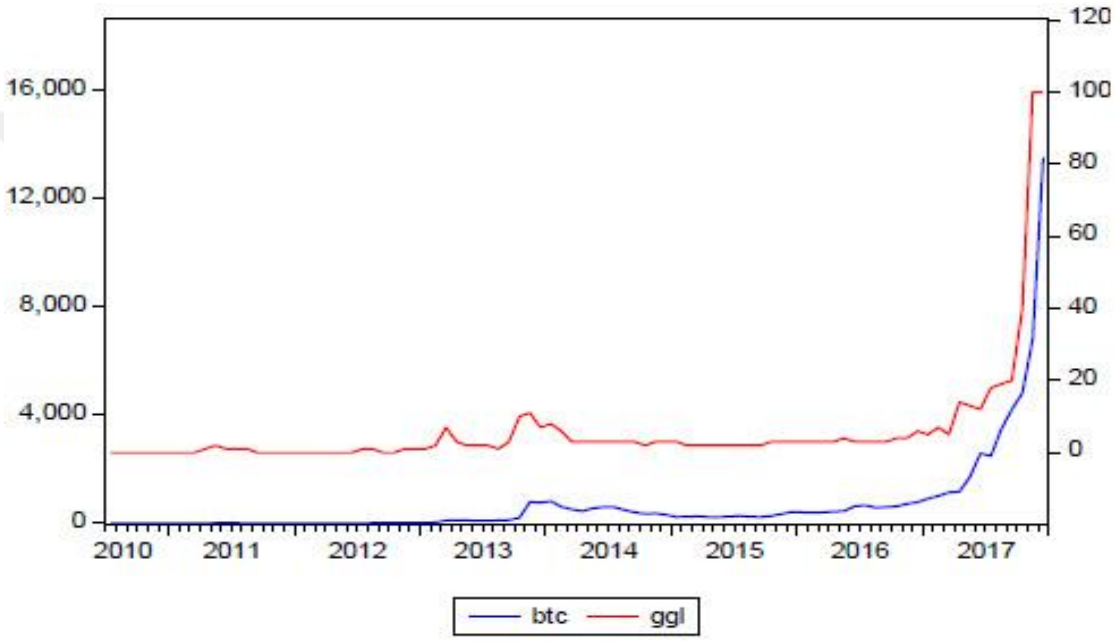
Kaynak: (CoinMarketCap)

2.5.1. Kripto paraların Network Effect (Değer-Bilinirlik) Açısından İncelenmesi

Bitcoin ve kripto paraların network effect ile daha yüksek değerlere ulaşılacağı fikri oldukça artmış durumdadır. Network effect, kullanıcı sayısının artmasına bağlı olarak değerin de üssel olarak artmasıdır. Yani bitcoin ve kripto paralar ne kadar çok konuşulur

ve insanlar tarafından duyulursa, kripto paralar daha çok insan tarafından kullanır ve buna bağlı olarak kripto paraların değeri artar.

Şekil 2.12: Bitcoin'in popülaritesi ile fiyatı arasındaki ilişki (2010-2017)



Kaynak: (Dulupçu, Yiyit, & Genç, 2017)

Şekil 2.12'deki grafik Bitcoin ile Google'da "bitcoin" kelimesinin geçtiği aramalar arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Şekilde de görüldüğü gibi Bitcoin ile Google aramaları arasında tamamen doğrusal bir grafik söz konusudur. Yani bitcoin kelimesinin Google aramalarının artmasına bağlı olarak değerinin de aynı oranda arttığı görülmüştür.

2.6. Blok zincir'in kullanım alanları ve günlük hayata etkisi

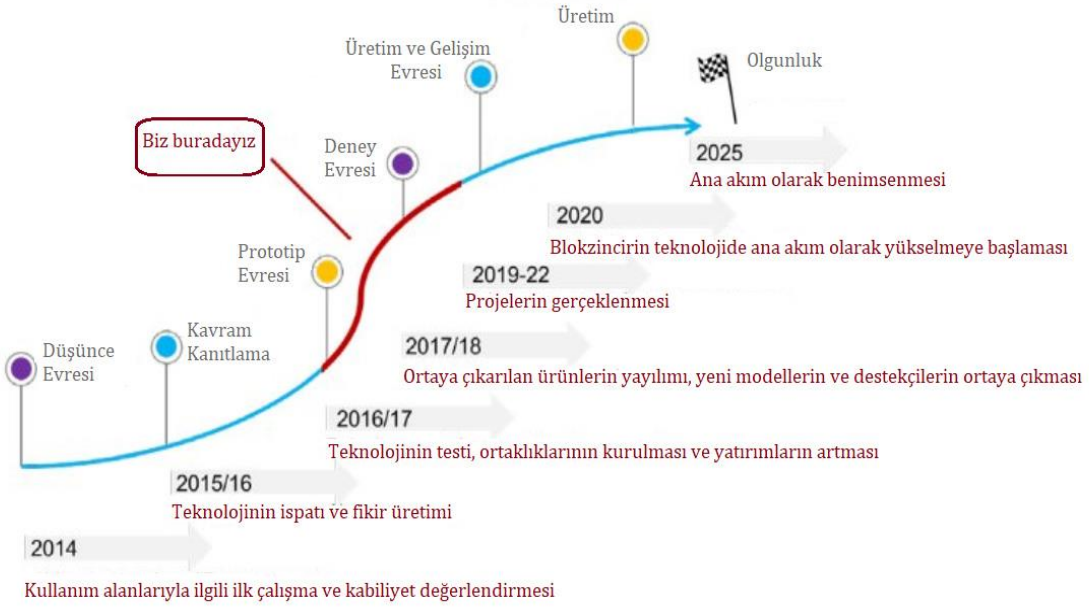
Blok zinciri teknolojisi sadece kripto para sisteminde var olan bir teknoloji değildir. Yakında belki birçok alanda görülebilecek bu teknoloji ile günlük yapılan işler blok zinciri ile daha hızlı bir şekilde gerçekleşebilecek. Blok zincirin kullanılabileceği birçok alan bulunmaktadır. Bunlar;

- Patent İşlemleri: Herhangi bir buluş ya da proje için patent sistemine girebilir hiçbir yere gitmeden çalışmanın patenti alınabilir. Çoğu kişinin telefonunda bulunan Spotify uygulaması, şarkıların teliflerini kontrol etmek için blok zincir teknolojisi sunan bir partner ile çalışmaktadır.
- Seçimler: Seçim zamanında belki de en zor olan şey oy verme işlemi için bağlı olunan sandığa gitmek, varsa sıra beklemek ya da şehir dışında olma sebebiyle oy kullanamamaktır. Buna çözüm de blok zincir teknolojiyle çözülebilir. Kırılması zor olan bu sistem ile oy verme işlemi çok rahat yapılabilmektedir. Bu sayede oy sayımı gibi uzun ve meşakkatli işler de tamamen ortadan kalkmış olur. Estonya yaptığı son seçimi internet üzerinden yapmış ve bunun güvenliğini de tamamen blok zincire emanet etmiştir. Rusya da son yaptığı başkanlık seçiminde, seçimleri blok zincir yardımıyla takip etmiştir (Ertan, 2018).
- Ticaret ve stok takibi: Malların güvenli şekilde yurtiçi veya yurtdışı aktarımı, stok kontrolü, alıcı şeffaflık içinde blok zinciri ile gerçekleşebilir. Kayıtlar tamamen bu sistemde tutulur ve hata ihtimalini minimuma indirir.
- Sigorta: Sigorta formları ve raporları genellikle elle doldurulmakta bu nedenle zaman kaybına yol açmakta ve hata ihtimalini yükseltmektedir. Blok zincir ile sigorta sektöründe risksiz ve daha şeffaf işlem yapılabilmektedir. Evraklar iki tarafta da bulunur ve herhangi bir sahtecilik veya dolandırıcılık yapılmasının önüne geçer.
- Kişisel Veriler: Devlet işleri belki de en çok zaman alan ve uğraştıran işlerdir. Blok zincir ile bir kuruluşa gönderilmesi gereken belgeler veya veriler bu veri tabanında depolanabilir ve kuruluşlarla veya bireylerle paylaşılabilir.
- Devlet işleri: Vize, göçmenlik, araç kayıt, tapu alım ya da satım, belediyecilik veya sağlık hizmetleri blok zincir ile kontrol edilebilir. Bunların geçerlilik süreleri, verilerin güvenliği, üretim veya kişisel sağlık kayıtları bu sistemde tutulabilir.

- Finansal Hizmetler: Ağır ve hata payı yüksek olan bir diğer sektör ise finans sektörüdür. Sorunların çözülmesi ise ekstra maliyetli ve stres içeren bir süreçtir. Blok zinciri ile daha az maliyetli ve daha şeffaf bir yapıya kavuşabilir.

Blok zincir sadece kripto paralar için yapılmış bir sistem değildir. Blok zinciri ile birçok alanda gelişme yaşanmaktadır ve bunların bazıları hayata geçmiştir, bazıları ise geliştirilme aşamasındadır. Her türlü verinin böyle bir veri tabanında depolanması hem daha güvenilir hem de daha pratiktir ve bunu yaparken hiçbir merkezi yapıya ihtiyaç duyulmamaktadır.

Şekil 2.13: Blok zincir geçmişten geleceğe bulunduğu aşamalar



Kaynak: (Blokzincir Araştırma Laboratuvarı)

Yukarıdaki şekil 2.13'e bakıldığında hangi aşamada olunduğu görülmektedir. 2019 yılında ülkeler projelerin geliştirilmesi aşamasındadır ve blok zincir kullanılarak hangi alanlarda daha güvenli, daha şeffaf ve daha etkin bir proje yapılabileceği bulunmalı

ve bunun ne şekilde hayata geçirebileceği düşünülmelidir. Daha sonraki yıllarda ise projenin tamamlanması ile bu akımın herkes tarafından benimsenmesi öngörülmektedir.

2.7. Kripto paralar ve Finansal Piyasalar Arasındaki İlişki

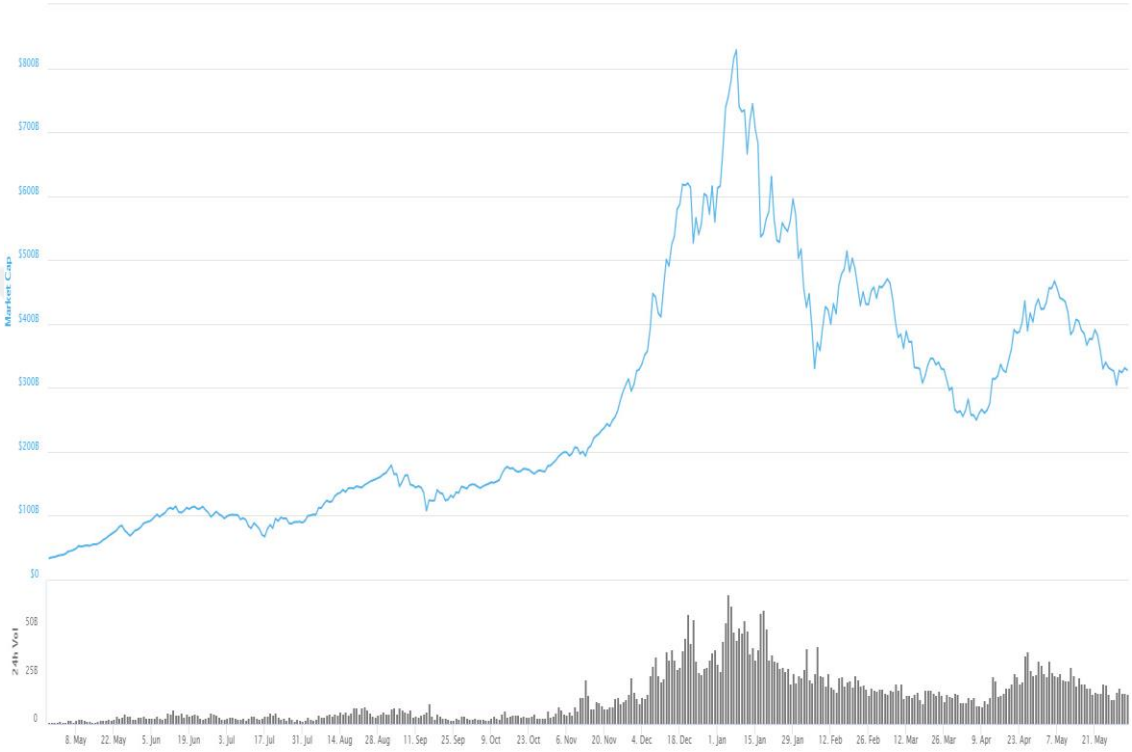
Kripto paraları tamamen bir finansal varlıkla karşılaştırmak veya ilişkilendirmek somut sonuçlar çıkarmamaktadır. Kripto para birimlerinin parasal otoriteyi etkileyeceği fikri tartışılmaktadır. Bu, ancak kripto paraların genelinin çok yüksek hacimlere ve değerlere ulaşmasıyla mümkün olabilir. Kripto paraları diğer finansal varlıklardan ayıran en büyük özellik vergi cenneti olmasıdır. Bu da hükümeti zor duruma sokan en önemli etkenlerden biridir. Finansal piyasalardaki varlıkların çoğunun volatilitesinin kripto paralara göre çok daha düşük olması kripto paraları daha güvenilir bir liman yapmaktadır. Sosyal medyadan bir haberin yada sistemdeki teknik bir sorunun spekülatif şekilde kripto paraları etkilediği ortamda güvenilir olması beklenemez.

Eğer bitcoin üretmek çok kolay olursa, herkes kolayca bitcoin üretir bu da bitcoin fiyatının düşmesine neden olabilmektedir. Bu yüzden bitcoin'i üretme zorluğu fiyatla ters orantılıdır. Kripto paraların ilk yıllarında üretilen her bir blok için verilen ödül yüksekken, 2019 yılının başlarında kripto para fiyatlarının düşüşüyle verilen ödül miktarında az da olsa artış gözlemlenmiştir. Altın, petrol yada para birimlerinin üretimi sınırlı değildir ama kripto paralardan örnek vermek gerekirse Bitcoin 21 milyon adet üretildikten sonra duracak, bundan sonra üretilemeyecektir. Bitcoin'in fiyatının ne olacağı merak konusudur.

2.7.1. Kripto Paranın Geleceği

2008 yılında başlayan kripto para endüstrisi Bitcoin önderliğinde popülerliğini artırmış ve yüksek market hacimlerine ulaşmıştır.

Şekil 2.14: 2017-2018 yılları arası toplam market hacmi



Kaynak: (Coin Market Cap)

Şekil 2.14'te de görüldüğü gibi gün geçtikçe daha büyük yatırım kuruluşları ve finansal firmalar bu endüstriye bakış açılarını değiştirmiş ve market hacminde büyük bir yükseliş olmuştur. Çok geriye gitmeden incelemek gerekirse market hacminin en çok 2017 yılında artış gösterdiği görülmektedir. 2017 mayıstan itibaren başlayan artış 2017 aralık ve 2018 ocak aylarında en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Şubattan itibaren ise keskin bir düşüş söz konusudur.

2017 yılı popülerliğin tavan yaptığı ve çoğu kripto paranın en yüksek değerlerine ulaştığı bir yıl olmuştur. Ancak 2018 yılı kripto paralar için parlak geçmemiştir. Asya'da uygulanan regülasyonlar diğer ülkelere örnek teşkil etmektedir. 2017 ve 2018 yılı tamamen birbirine zıt bir görüntü çizerken gelecekle ilgili net bir yaklaşım söz konusu değildir. Kripto paralar varlıklarını, yaptığı projelerle gösterecektir. Ama kesin olan şey

blok zincir sisteminin kişilerin hayatının her alanında kullanılacak olmasıdır. Günümüzde daha çok finans sektöründe kullanılsa da ilerleyen yıllarda birçok alanda kişilerin karşısına çıkacaktır. 2019 yılında yaklaşık 2500 tane kripto para vardır ve sayısı her geçen gün artış göstermektedir. Yakın gelecekte kripto paraların sayısında artış öngörülse de, uzun dönemde bu kadar fazla kripto paranın varlığının söz konusu olmayacağı gerçeği bulunmaktadır.

BIS'in 'Digital Currencies 2015' raporuna göre, kripto paranın ilk günden Kasım 2015'e kadar olan yükseliş seyrine dayanılarak bu paranın gelecek senelerde gerçek ekonomi diye tabir edilen ve hükümet tarafından kontrol edilip itibari para ile alışveriş yapılan sisteme etkisi kaçınılmaz olacaktır. (BIS, 2015)

Kripto paralar için; devlet tarafından kontrol edilebilir ve vergilendirilebilir olması, dalgalanmalarının en aza indirgenmesi ve kripto para madenciliği yapanların elektrik tüketimini göz önünde bulundurması gibi üç önemli başlık üzerinde durulmasında fayda vardır. Bu sorunlar çözüldüğü takdirde kripto paralar daha kontrollü ve güvenilir hale gelebilir.

2.8. Kripto paralara Devlet etkileri ve Hukuki Bakış

Kripto paraların kullanımında hukuki bakımdan bir engel yoktur ama devletlerin kripto paralara bakış açısı genelde olumlu değildir. Hatta çoğu banka düzenleme kurulu kripto para kullanımını yasaklamıştır. Bunun en büyük sebeplerinden biri kripto paraların merkezi bir otorite tarafından denetlenmemesi ve yeni teknolojiyle ortaya çıktığı için bilinmeyen yönlerinin çok fazla olmasıdır. Bazı hükümetler yasaklar getirirken bazıları ise halkı kripto paralar hakkında uyarmış, kripto paraları bir yatırım aracı olarak görmemeleri konusunda uyarmıştır.

Bir diğer sebep ise kripto paraların vergilendirilmemesidir. İnsanlar yatırım aracı olarak gördüğü kripto paralardan gelir elde ediyorsa vergisini de vermek zorundadır görüşü hükümetlerin en büyük argümanıdır. Bazı ülkeler bu konuda somut adımlar

atmıştır. Brezilya, Kanada, Finlandiya, Bulgaristan kripto paraların denetimi ve vergilendirilmesi konusunda regülasyonlar yapmışlardır. Singapur ise Bitcoin'i bir varlık olarak görmüş ve onu vergilendirmiştir ve yapılan alışverişlerde katma değer vergisi bile almıştır. Ülkeler arası kripto paralara bakış açısı farklılık göstermektedir.

Ülke bazında inceleme yapılırsa:

- Ekvator, Kırgızistan, Bangladeş ve Bolivya hükümetleri Bitcoin kullanımının yasa dışı olduğuyla ilgili düzenlemeler yapmıştır.
- Japonya 2017 yılında yaptığı bankacılık alanındaki yasal değişiklik ile, Bitcoin'i yasal para birimi olarak kabul etmiştir. Bu sayede resmi kurumlar dahil kullanımı oldukça artmıştır.
- Rusya hükümeti; 2018 yılında kripto paraları yasal finansal araç olarak kabul edeceğini duyurmuştur ve bu sayede kripto para trafiğini daha rahat izleme imkanı olacağını düşünmektedir.
- Çin ilk başta kripto paralara çok katı bir yaklaşım edinirken şuan daha ılımlı bakmaktadır. Bu katı kuralların uygulanması 2017 yılının sonunda Initial Coin Offering (ICO) yasaklanmasıyla başlamıştır. Daha sonra büyük kripto para borsaları kapatılmış ve son olarak da yabancı borsalardan kripto para alımı yasaklanmıştır. 2019 yılı Çin Halk Bankası Başkanı kripto paralara daha ılımlı yaklaşmaktadır.
- Suudi Arabistan diğer ülkelere göre daha çekimser davranmaktadır. Ancak Suudi Arabistan'daki uzmanlar Bitcoin'i para aklama aracı olarak gördüğünden yetkililer şüpheci bakış açısını sürdürmektedir.
- Birleşik Krallık'ta kripto paralar hakkında somut adım atılmamış ama yetkililer halka kripto paraların riskleri hakkında uyarılarda bulunmuştur.
- Amerika Birleşik Devletleri ICO'ları daha yakından takip ederek şuan kripto paraları izlemeyi tercih etmiştir. Genel olarak bakış açısı ise olumludur.
- Türkiye ise somut bir adım atılmaması ile birlikte özel araştırmalar yaparak kripto paralar hakkında çalışmalara devam edeceklerini açıklamıştır.

2.9. Kripto para madenciliği

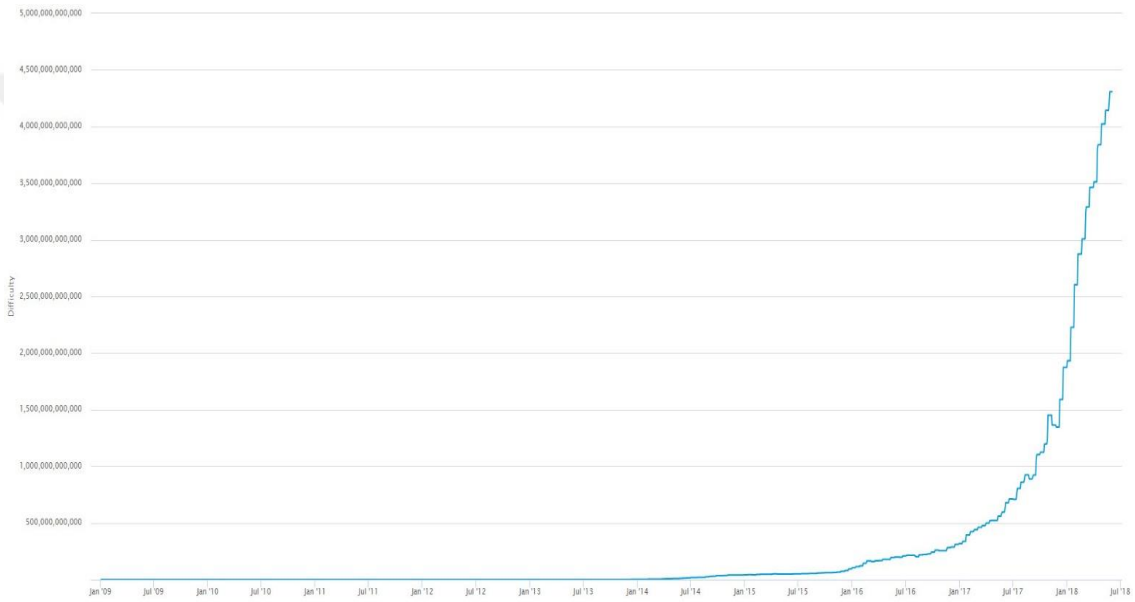
Kripto para elde etmenin borsalar dışında diğer bir yolu da madenciliktir. Çeşitli cihazlarla elektriği kullanarak yapılan bu işleme madencilik denmektedir. Bu işlem bir kaç aşamadan oluşmaktadır. Yeni onaylanmış kripto para transfer işleminin, blok zincire eklenmesine madencilik denmektedir. Bunları yapanlara ise kripto para madencileri denmektedir. Bunları yapabilmek için işlemcisi kuvvetli bir bilgisayar ve ağa ihtiyaç vardır. Eğer madenci blok zincirine en çok işlemli bloğu oluşturursa ödül kazanır. Zincire eklenen her blok diğer kullanıcılar tarafından tutulan veri tabanının güncellenmesi anlamına gelmektedir bu da aynı anda bir kaç kullanıcının aynı bloğu oluşturmasını engeller. Bu doğrulanan blok kalıcı şekilde veri tabanına eklenmiş olur ve asla değiştirilemez. Bunun değiştirilebilmesi için aynı anda bütün kopyaların saldırıya uğraması gerekir bu da oldukça zor bir girişimdir. Burada madencileri bir yarışma gibi zorlayan şey, çözüme ilk ulaşabilme çabasıdır. Her 10 dakikada bir işlem onaylanır ve bunun karşılığında da bir dizi bitcoin ödül olarak dağıtılır.

Bitcoin örneğinde düşünmek gerekirse, bu matematiksel problemleri çözmek gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Sebebi ise gün geçtikçe birçok kişinin madencilik için daha fazla işlemci gücü kullanmasıdır. Sistem piyasaya çok fazla bitcoin sürülmesini engellemek için kendi içindeki zorluk derecesini otomatik olarak ayarlamaktadır. Problem süresi 10 dakikadan az olursa problem otomatik olarak zorlaşmakta, eğer 10 dakikayı aşarsa problem kolaylaşmaktadır. (Ankalkoti & Santhosh, 2017, s. 1757) Üretilebilecek toplam bitcoin 21 milyona ulaştığında ise artık yeni bitcoin üretilemeyecek madenciler yalnız yapılan işlem onaylamaları karşılığında çok küçük işlem ücretleri alabileceklerdir. (Ankalkoti & Santhosh, 2017, s. 1758) 2019 yılında bitcoin üretmek için en uygun cihazlar ASIC'lerdir. Minimal donanımdan oluşmaktadırlar ve diğer işlemci türlerinden hem daha hızlı hem de daha verimli çalışmaktadırlar.

Madencilik bireysel olarak yapıldığında kar edilmesi oldukça zordur. Hem cihazın hem de elektrik sarfiyatının yüksek olmasından dolayı maliyeti oldukça yüksektir. Zorluk

derecesi son derece artmış olan bitcoin madenciliğine 2019 yılında başlamak pek mantıklı gözükmemektedir. Aşağıdaki şekil 2.15'de de görüldüğü gibi 2014'ten 2018'e kadar bitcoin üretme zorluğu değeriyle doğru orantılı şekilde artmıştır.

Şekil 2.15: Bitcoin zorluk derecesi



Kaynak: (Blockchain.info)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

FİYAT TAHMİN MODELLERİ

Her alanda olduğu gibi işletmecilik alanında da belirsizlikleri azaltmak için yöntemler kullanılmaktadır. Bu tahmin yöntemlerinin işletmeler açısından önemi yadsınamaz bir gerçektir ve bu tahminlerin somut temellere dayandırılması gerekmektedir. (Üreten, 2005, s. 122) İşletmenin sürdürülebilirliği için tahminler çok önemlidir. Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle bazı tahmin analizleri de işletmenin işini daha da kolaylaştırmaktadır. Tahmin birçok operasyonel faaliyetin ilk koşuludur. Gerçekleşecek faaliyet seviyesini tahmin etmeden planlamak söz konusu değildir. (Lewis, 1997)

3.1. Zaman Serileri Analizi

Zaman serileri analizi belirli aralıklarla gözlemlenen, takip edilen ve kaydedilerek bu verilerden ileriye dönük tahmin yapmayı sağlayan analiz yöntemidir. Bir firmanın önceki yıllardaki satışlarına bakılarak, bu satışların herhangi bir düzen içinde olup olmadığının belirlenerek, ileriki dönemdeki talep tahminlerinin yapılmasına zaman serileri analizi denir (Tekin, Üretim Yönetimi Cilt 1, 2009). Zaman serileri analizi nicel yöntemlerle yapılır. Zaman serileri farklı durumda oluşabilmektedir.

3.1.1. Trend Analizi

Finansal tablolarda yer alan kalemlerin zaman içerisindeki eğilimine trend analizi denir. Temel bir yıl bazı alınarak yapılan bu analiz işletmenin finansal durumunun nasıl olduğunu gösterir. Trend analizinin doğru şekilde yapılabilmesi için en önemli etken verilerin uzun bir süreyi kapsamasıdır.

3.1.2. Basit Ortalamalar Yöntemi

Basit ortalamalar yöntemi, hareketli ortalamalar yönteminin en basit halidir. Veri toplamının veri sayısına oranıyla bulunmaktadır.

3.1.2. Hareketli Ortalamalar Yöntemi

Teknik analizde çok kullanılan hareketli ortalamalar yöntemi, fiyatın ileriye dönük tahmininden çok anlık fiyatı gecikmeli olarak göstermektedir. (QNBFinans, t.y.) Hareketli ortalamalar, verilerdeki dalgalanmayı çözebilmektedir. Ama ileriye dönük bir tahmin algoritması oluşturmazlar ve data dizilerinin son hareketlerine bağlı tahminini sağlamazlar. (Monks, 1996, s. 42)

3.1.3. Üstel Düzeltme Yöntemi

Hareketli ortalamalar tahmin yöntemiyle benzer amacı vardır. Üsse düzeltme yönteminin farkı tüm tarihi verileri kullanır ama güncel veriler daha ağırlıklı olur.

3.2. Regresyon Analizi

Regresyon analizi iki veya daha fazla değişkenin aralarındaki ilişkinin matematiksel olarak gösterilmesidir. Bu denkleme ise regresyon denklemi denilmektedir. Regresyon analizi nedensellik ilkesini inceler. Bağımlı değişken ve bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen regresyon analizi, bağımlı değişkeni etkileyen bağımsız değişkenlerin tahmin edilmesi, bu değişken üzerinde uygulanabilecek planlarda hangi değişkenlerin önemli olduğunun belirlenmesine yardımcı olabilmektedir. (Çaglar, 2007)

3.3. Korelasyon Analizi

İki değişken arasındaki ilişkinin derecesini gösteren analize korelasyon analizi denir. Amaç, bağımsız değişken değişirse, bağımlı değişkenin ne yönde değişeceğini

göstermektir. İlişkinin doğruluğunu ölçen bu analiz, ilişki ne kadar sağlam ise o kadar doğru bir analiz gerçekleştirir. (Üreten, 2005)

3.4. Temel ve Teknik Analiz Yöntemleri

Temel analiz, teknik analizler yerine politik, ekonomik ve sosyal etkenlerle finansal enstrümanların fiyat tahminidir. Teknik analize göre daha geleneksel bir araçtır ve teknik analize göre daha esaslı ve daha geniş kapsamlı bir araştırma gerektirir.

Teknik analiz, finansal enstrümanların fiyat hareketinin, alım satım hacminin ya da geçmiş piyasa hareketlerine göre tahmin etme yöntemidir. Temel analize göre daha bilimsel verilere ulaşılır. Güncel teknoloji sayesinde karmaşık grafikleri basite indirger ve daha anlaşılır verilere ulaşmayı sağlar.

3.5. Yapay Zeka ve Sezgisel Algoritmalar

Sezgisel algoritmalar, sonucun doğruluğunun kanıtlanabilirliğini önemsemez, önemli olan çözüm süresini azaltmaktır. Matematiksel işlemler ile yapılan bu yöntemde çoğunlukla kısıtlamalar ihmal edilir. Yapay zeka tekniklerinin sağladığı en önemli fayda kısa sürede doğruya ulaşılmasıdır. Yapay sinir ağları ise yönü değişecek olan desenleri tanımak ve finansal varlıkların ilerideki değerinin tahmini için kullanılmaktadır. Sinir ağları ileriki dönemdeki vakaları öngörmede başarılı olduğundan, fiyat ve zaman hedeflerini öngörmek için de kullanılmaktadır (Gately E. , 1998).

3.5.1. Yapay Sinir Ağları

İnsan beyni hem mükemmel organize edilmesi, hem karmaşıklığı hem de yapay olarak taklit edilemediği için bilim insanlarının çok dikkatini çekmiştir. Beynin işleme felsefesini araştırmak ve bunu tamamen imite ederek klonlamak, son yıllarda bilim insanlarının en çok istediği araştırmalardan birisidir (Arena vd. 1998).

Yapay sinir ağları, biyolojik merkezi sinir sisteminin sinir hücresi ağlarını tamamen taklit etmeye çalışan hesaplama ağlarıdır. Biyolojik nöronların nörofizyolojik bilgisinden ve böyle biyolojik nöronların ağlarından örnek alır. (Graupe, 1997, s. 1) Yapay sinir ağlarına yapılan diğer bir tanım, insan beyninin özelliklerinden olan, öğrenerek yeni şeyler üretebilme, keşfetme gibi becerileri yardıma ihtiyaç duymadan kendiliğinden gerçekleştirmek amacıyla geliştirilen bilgisayar modelleridir (Tekin, 2009, s. 229) .Yapay sinir ağları beynin kontrol edilebilen özelliklerini taklit eden, ilişkilendirme ve sınıflandırma yapabilen bir modeldir.

Yapay sinir ağları, beynin kognitif prosesine benzer şekilde, biyolojik nöron hücresinin yapısı ve öğrenme özelliklerinden ilham alarak geliştirilen, beraber çalışan birçok işlem ögesinden oluşan bir hesaplama modelidir (Efendigil, 2008). Yapay sinir ağları da insanlar gibi tecrübe kazanır, onu hafızaya kaydeder ve bunu ileride kullanır.

Yapay sinir ağları, beynin öğrenme yolu ve bununla beraber yeni şeyler üretebilme, keşfetme gibi becerileri yardımsız şekilde gerçekleştiren bilgisayar modelidir. Bilgisayarların öğrenebileceği ve olaylarla ilgili bilgileri olmadığında ya da yetersiz olduğunda kullanılan yapay sinir ağları, etkili bir hesaplama yöntemidir. (Öztemel E. , 2012)

1800'lü yılların sonunda ve 1900'lü yılların başında insan beyninin bilim insanları tarafından detaylı şekilde incelenmesi ve yapılan çalışmalarla sinir hücrelerinin varlığının benimsenmesiyle başlamıştır. İlk yapay sinir ağı modeli 1943 yılında, Warren McCulloch ve Walter Pitts tarafından ortaya çıkmıştır. (Elmas, 2003) McCulloch ve Pitts, elektrik devreleriyle insan beyninin hesap ve analiz yeteneğini örnek alarak yapay sinir hücresini geliştirmiştir. Daha sonra 1949 yılında nörolog olan Hebb, beynin nasıl öğrendiği ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Çalışmalarına sinir hücresinden başlayan Hebb, bu sinir hücrelerinin aralarındaki korelasyonu incelemiştir ve sinir ağı teorisini bu temel üzerine kurmuştur. 1959 yılında Adaline ve Madaline diye isimlendirilen yapay sinir ağı, Bernard Widrow ve Marcian Hoff tarafından geliştirilmiştir. Bu model yapay sinir ağlarının mühendislik

alanındaki ilk denemeleridir. Adaline modeli sonraki çalışmalar için temel oluşturan bir model olmuştur. Madaline ise telefon hatlarında oluşan ses yankılarını yok eden bir filtre olarak kullanmıştır. Bu model gerçek problemlere uygulanan ilk sinir ağı modelidir ve hala kullanılmaktadır. 1970'li yılların başlarında Teuvo Kohonen yaptığı çalışmada öğrenme ve birleşik hafızalar üzerine odaklanmış ve danışmansız öğrenme metotlarının gelişimine büyük katkı sağlamıştır. 1982 yılında Hopfield moleküler biyolojiden beyin kuramcılığına geçiş yapan bir model geliştirmiştir. 1986 yılında Rummelhart, Hinton, Williams ve McClelland geri yayılım algoritmasını geliştirmiştir ve bu teknikle, tek katmanlı ağların çözemediği problemlerin, çok katmanlı ağlar ile çözülebildiği ortaya çıkmıştır. 1987 yılında Elektrik Elektronik Mühendisliği Enstitüsü yaklaşık 2000 kişilik yapay sinir ağları konulu bir konferans gerçekleştirmiştir. 90'lı yıllardan sonra ise bilgisayar donanımlarının gelişmesiyle yapay sinir ağları alanında yapılan çalışmalar artmıştır. Günümüzde yapay sinir ağları ile ilgili gelişmeler sürmektedir.

Yapay sinir ağları, çözümü zor ya da uzun olan birçok problemin çözümünde kullanılmaktadır. Günümüzde sadece laboratuvarlarda değil aynı zamanda evdeki aletlerden, bilgisayarlardan ya da cep telefonlarından bile yapay sinir ağları uygulamalarına ulaşılabilmektedir. Yapay sinir ağları; endüstriyel uygulamalar, finansal uygulamalar, askeri ve savunma, sağlık alanı, madencilik, sesli tanıma ve mühendislik gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Sağlık; kanserli hücrelerin belirlenmesi, protez tasarımı, tıbbi sinyallerin analizi, erken teşhis ve tedavisi, kan analizi ve sınıflandırma

Savunma Sanayi; silahların otomasyonu ve hedef izleme, sensör ve radar sistemleri

Eğlence; animasyonlar, özel efektler

Uzay; Uçuş simülasyonları, otomatik pilot

Otomasyon ve Kontrol; doğrusal olmayan sistem modelleme ve kontrol, elektrikli sürücü sistemleri kontrolü, robot sistemler, navigasyon

Üretim; ürün analizi ve tasarımı, kalite kontrol ve analizi, planlama, yönetim, iş çizelgeleri

Finans; enflasyon ve borsa tahmini, finansal tablolar, kredi uygulamaları, bütçe tahminleri

Yukarıdaki alanlar gibi daha birçok örnek verilebilir. Bilgisayarların yapamadığı mantıksal ve matematiksel karmaşık işlemleri yapmada kullanılan yapay sinir ağlarının kullanım alanları gün geçtikçe daha da artmaktadır.

Yapay sinir ağları kullanılarak yapılan analizlerin birçok avantajı vardır, bunlara; yapay sinir ağlarını diğer sistemlere kıyasla doğrusal olmama, örneklerden öğrenme kabiliyeti, genelleme yapabilme, birleşik hafıza, paralel işlem yapabilme, hata ayıklama, verilerin kolay elde edilmesi, hızlı analiz yapması, uyarlanabilme, analiz ve dizayn kolaylığı ile hazır paket programlarının bulunması örnek gösterilebilir. (Ermis, 2005; Gürbüz, 2008)

1- Doğrusal Olmama: Doğrusal olmayan nöronların birbirine bağlanarak oluşturduğu ağ yapısıdır. Günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çoğu, doğrusal olmadığından dolayı, yapay sinir ağları doğrusal olmayan problemleri çözmede oldukça başarılıdır. (Haykin, Neural Network, 1994)

2- Genelleme: Oluşan verilerden genel bilgi çıkarma kabiliyetidir. Bu özellik geliştirilebilir.

3- Öğrenme: Yapay sinir ağları da insan beyni gibi öğrenebilir. Yapay sinir ağları mevcut probleme ait verileri kullanarak veri yapısındaki ilişkileri ortaya çıkarmaya çalışır. (Hamzaçebi, 2011)

4- Uyarlama: Sinir ağları çevredeki değişiklikleri uyarlamaya yönelik yeteneğe sahiptir. Bu değişimlere göre tekrar eğitilebilir ve değişimler devamlı ise gerçek zamanda denetim gibi alanlarda kullanılabilirler. (Ergezer vd., 2003)

5- Hata Toleransı: Bir sinir ağı olumsuz çalışma koşullarından etkilenirse ve performansı azalırsa, bu ağın doğru bilgi üretmesini önemli seviyede etkilemez. Geleneksel sistemlere göre daha dayanıklıdır.

6- Paralellik: Yapay sinir hücreleri birçok hücreden oluştuklarından ve bunlar eş zamanlı çalıştıklarından karmaşık işlevleri yerine getirirler. Yapay sinir ağlarında aynı katmanda zamana bağımlılık yoktur bu yüzden de tüm sistem eş zamanlı ve hızlı çalışır. (Temür, 2013)

7- Analiz ve Dizayn Kolaylığı: Bilgi işlemcilerin en çok kullandığı sistemlerden biridir.

Yapay sinir ağlarının birçok avantajı olduğu kadar dezavantajı da vardır.

1- Donanım bağımlıdırlar. Bu yüzden gerekli donanım olmadan optimum performansta çalışamazlar.

2- Yalnızca bilgisayar ortamında eğitilebilen yapay sinir ağları çok karmaşık yapıdadır.

3- Uygun ağ yapısının belli bir kuralı yoktur. Uygun ağ yapısı tamamen deneme yanılma yöntemiyle belirlenmektedir. Bu yüzden bazı problemler hiçbir zaman bulunamayabilir.

4- Yapay sinir ağları probleme çözüm üretebilir ama bunu nasıl yaptığını söylemez.

5- Ağın eğitiminin ne zaman bitirileceği ile ilgili belli bir yöntem yoktur. En uygun sonucun verileceği belirsizdir.

Yapay sinir ağları algoritmalarına ve ağ modeline göre değişik karakteristik özellikler göstermelerine rağmen ortak özellikleri aşağıda mevcuttur. (Öztemel E. , 2006, s. 31-33)

- Yapay sinir ağları sadece rakamsal bilgilerle çalışabilmektedir. Kullanılan sembolik ifadeler sayısal değerlere çevrilmek zorundadır.

- Algılama yöntemlerinde kullanılabilir, şekil ilişkilendirme ve sınıflandırma yapabilir.
- Makine öğrenmesi gerçekleştiren yapay sinir ağlarının asıl görevi bilgisayarların öğrenmesini sağlamaktır. Geçmiş yıllardaki bilgi işleme sistemlerinden daha farklıdır.
- Dağıtık belleğe sahiptir, bilgi ağa yayılmış durumda olarak durur.
- Kendi kendine öğrenme yeteneği vardır, yapay sinir ağlarının örnekler ile gösterilen yeni koşullara adapte olması ve bunları öğrenmesi mümkündür.
- Eksik bilgi ile çalışabilirler, eksik bilgi olsa bile sonuç üretebilirler.
- Hataya dayanıklıdır, eksik bilgiler ağın bozulmasını etkilemez.

3.5.1.1. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Temel Elemanları

Yapay sinir ağları kompleks bir yapıdan oluşmaktadır. Girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılar'dan oluşmaktadır.

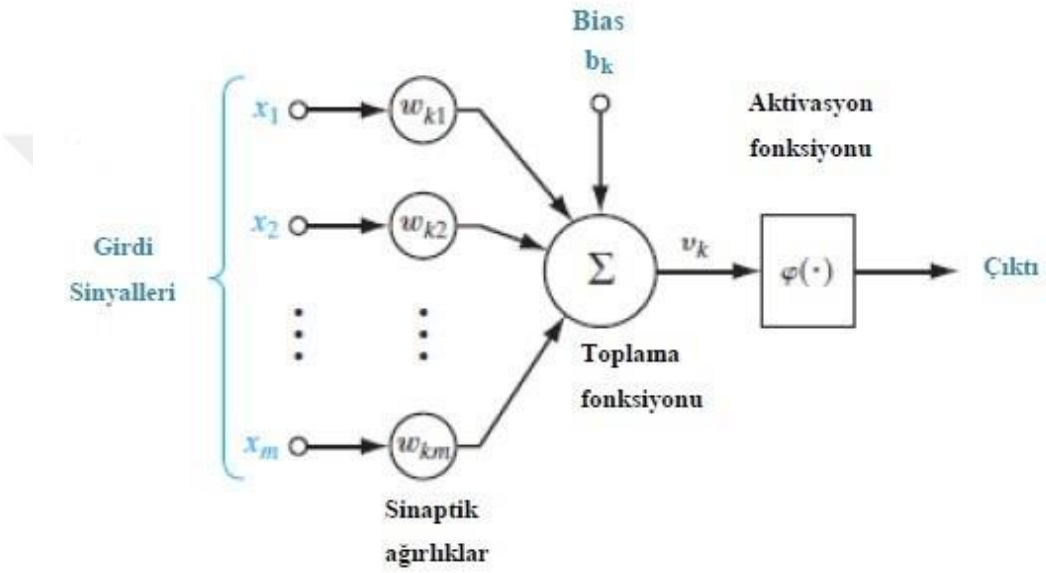
Biyolojik sinir ağları, beyinde bulunan milyarlarca sinir hücresinden oluşmaktadır. Biyolojik sinir sistemi, veriyi alan, değerlendiren ve uygun kararlar üreten bir merkezdir. Temel elemanı nörondur. Beş fonksiyonu bulunan nöronlar: komşu nöronlardan gelen sinyalleri alır, sonra bu sinyalleri birleştirir, sinir titreşimlerinin oluşmasını sağlar, bu titreşimi alır ve diğer nöronlara yollarlar. (Davalo ve Naim, 1991)

Biyolojik sinir ağları performansları oldukça başarılı ve karmaşık olayları çözebilecek kadar yeteneklidir. Yapay sinir ağları, bu yeteneğin bilgisayarlara kazandırılmasını hedeflemektedir. (Bayır, 2006)

Yapay sinir ağlarının da biyolojik sinir ağları gibi hücreleri bulunmaktadır. Mühendislikte süreç elemanları denir. Bunların da 5 temel öğesi bulunmaktadır. Girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılardır. (Öztemel E. , 2012)

Aşağıdaki şekil 3.1'de örnek bir nöron modeli gösterilmiştir.

Şekil 3.1: Nöron modeli



Kaynak: (Haykin, 2008)

Girdiler nöronlara gelen verilerdir. Girdiler yapay sinir hücresine dışarıdan da gelebilir başka bir hücreden de gelebilir. (Öztemel E. , 2006)

Ağırlıklar, yapay sinir hücresine gelen verinin o hücre üzerindeki etkisini gösterir. Ağırlıkların büyüklüğü ya da küçüklüğü verinin önemini belirtmez. Bir ağırlık değerinin sıfır olması ya da eksi olması o verinin önemsiz olduğunu göstermez. Ağırlığın artı ya da eksi olması yalnız pozitif veya negatif etkiyi işaret etmektedir. Sıfır olması ise o olayın etkisiz olduğunu göstermektedir. Ağırlıklar değişken ya da sabit değerler alabilirler. (Öztemel E. , 2012, s. 49)

Birleştirme fonksiyonunun en çok kullanılan türü toplama fonksiyonudur. Toplama fonksiyonu hücreye gelen girdileri hesaplar ve çoğunlukla girdilerin ilgili ağırlıkla çarpımının toplamı şeklinde ifade edilir. (Öztemel E. , 2006) Toplama

fonksiyonun birçok örneği vardır. Çarpım, maksimum, minimum, çoğunluk ve kümülatif toplam bunlara örnektir. Bir problemle karşılaşıldığında uygun toplama fonksiyonunun bir yolu yoktur ancak uygun toplama fonksiyonu deneme yanılma yoluyla belirlenir.

Aktivasyon fonksiyonu, hücreye gelen girdiyi işler ve hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirler. Çıktıyı bulmak için farklı yöntemler bulunmaktadır. Bazı modellerde bu fonksiyonun türevinin alınabilir bir fonksiyon olması zorunludur. Doğrusal, parçalı-doğrusal, işaret, log sigmoid, basamak ve hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonları gibi birçok aktivasyon fonksiyonu örneği bulunmaktadır. Bir probleme en uygun aktivasyon fonksiyonunu bulmak araştırmacının deneyim ve öngörüsüne bağlıdır.

Her girdi kendi ağırlık değerleri ile çarpıldıktan sonra uygun toplama fonksiyonu kullanılarak net girdiye dönüşür. Sonra net girdi uygun bir aktivasyon fonksiyonuna aktarılarak net çıktı hesaplanır. Bu çıktı, yapay sinir ağlarındaki problemin çözümüdür. Üretilen çıktı dış dünyaya gönderilir. (Alan, 2013)

3.5.1.2. Biyolojik Sinirler ile Yapay Sinirlerin Karşılaştırılması

Tablo 3.1'de de görüldüğü gibi yapay sinir ağlarının insan sinir sisteminde bulunan mekanizmayla benzer görevleri olduğunu söylenebilir.

Tablo 3.1: Biyolojik sinirler ile yapay sinirlerin karşılaştırılması

İşlem Birimi

Biyolojik Sinir Ağı	Yapay Sinir Ağı	Görevi
Dendrit	Alıcı ve Toplayıcı	Çevreden gelen veriyi alır
Akson	Verici	Gövdenin oluşturduğu veriyi iletir
Hücre Gövdesi	Aktivasyon Fonksiyonu	Gelen veriyi toplayarak yorumlar ve çıktıyı oluşturur
Sinaptik Ağırlıklar	Bağlantı Ağırlıkları	Öğrenilenleri hafızada saklar

Kaynak: (Çelik, 2008, s. 11)

3.5.1.3 Yapay Sinir Ağlarının Geleneksel Sistemlerden Farkları

Yapay sinir ağları, verilerin tahmini ve analizi ya da aralarındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasında geleneksel hesaplama yöntemlerine göre farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar Anderson ve McNeill'e göre aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 3.2'de geleneksel hesaplama yöntemleri ile yapay sinir ağlarının karşılaştırılması gösterilmiştir.

Tablo 3.2: Geleneksel hesaplama yöntemleri ile YSA'ların karşılaştırılması

Karakteristik	Geleneksel hesaplama	Yapay sinir ağları
İşlem Stili	Sıralı	Paralel
Fonksiyonlar	Kurallar, kavramlar ve hesaplama yoluyla, mantıksal (sol beyin)	Resimler, görüntüler, kontroller yoluyla (sağ beyin)
Öğrenme metodu	Kurallarla	Örneklerle
Uygulamalar	Muhasebe, kelime işlem, matematik, stok, dijital işlem	Sensör işleme, ses tanıma, desen tanıma, karakter tanıma, sınıflandırma

Kaynak: (Anderson ve McNeill, 1992)

3.5.2. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması

Yapay sinir ağları yapılarına, öğrenme algoritmalarına, uygulamaya Göre Öğrenme Algoritmalarına ve katman sayısına göre sınıflandırılır.

3.5.2.1. Yapay Sinir Ağlarının Yapılarına Göre Sınıflandırılması

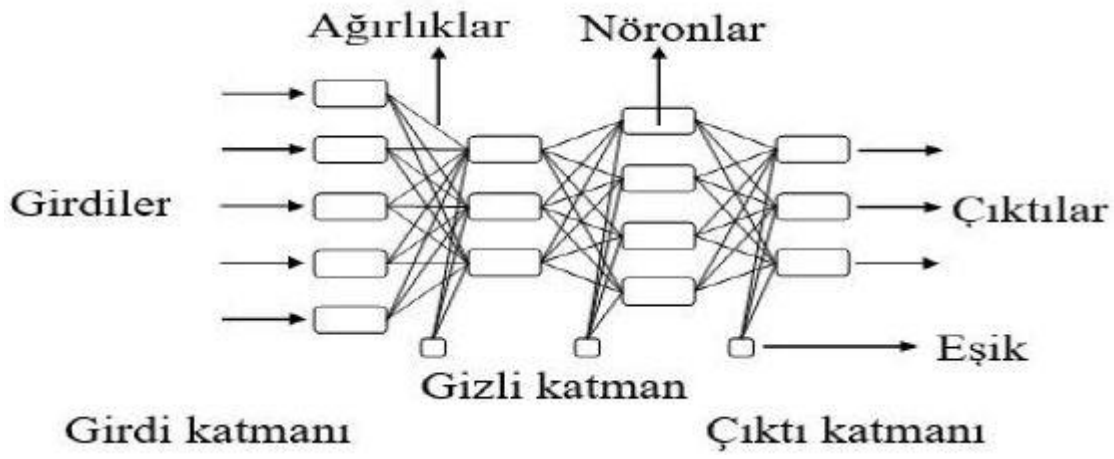
Yapay sinir ağları yapılarına göre üçe ayrılır. İleri beslemeli ağlar, geri beslemeli ağlar ve geri beslemeli geri yayılmalı ağlardır.

3.5.2.1.1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları

İleri beslemeli yapay sinir ağları veri akışının girdi katmanından çıktı katmanına doğru tek yönlü gerçekleştiği ağdır. Bu tip ağlarda nöronlar yalnız bir diğer katmanda bulunan nöronlarla ilişki içindedirler. İleri beslemeli ağ modellerinde, ağın çıktısı ağa giren girdilere bağlıdır. (Tolon ve Tosunoğlu, 2008) İleri beslemeli ağlarda geri besleme özelliği yoktur.

Şekil 3.2'de ileri beslemeli bir ağ gösterilmiştir.

Şekil 3.2: İleri beslemeli ağ yapısı



Kaynak: (Özşahin, 2013)

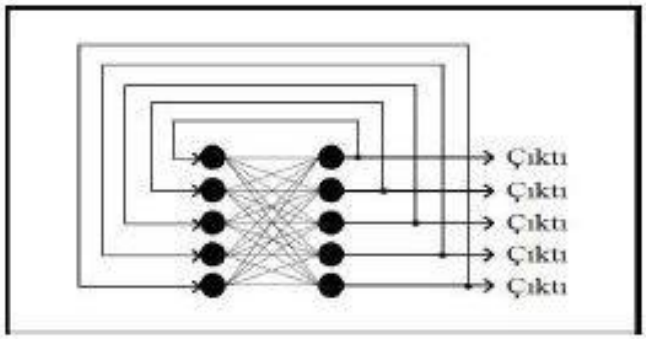
3.5.2.1.2. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları

İleri beslemeli yapay sinir ağlarının tam tersi, çıktı yalnız kendinden sonraki hücreye girdi olarak gönderilmez bunun yanında kendinden önceki tabakada veya kendi tabakasındaki bir hücreye de girdi olarak bağlanabilir. Bu yapısı ile dinamik bir davranış sergilemektedir. Geri beslemeli ağlarda da nöronlar katmanlarda bulunur ve bu katmanlar arası bağlantılar çift yönlüdür. Geri beslemeli ağların eğitimi ileri beslemeli ağlara göre

daha uzun sürmektedir. Bu yüzden, karmaşık ve uzun zaman serilerinden oluşan problemler genellikle ileri beslemeli ağ ile yapılmaktadır.

Şekil 3.3'te geri beslemeli bir ağ gösterilmiştir.

Şekil 3.3: Geri beslemeli ağ yapısı



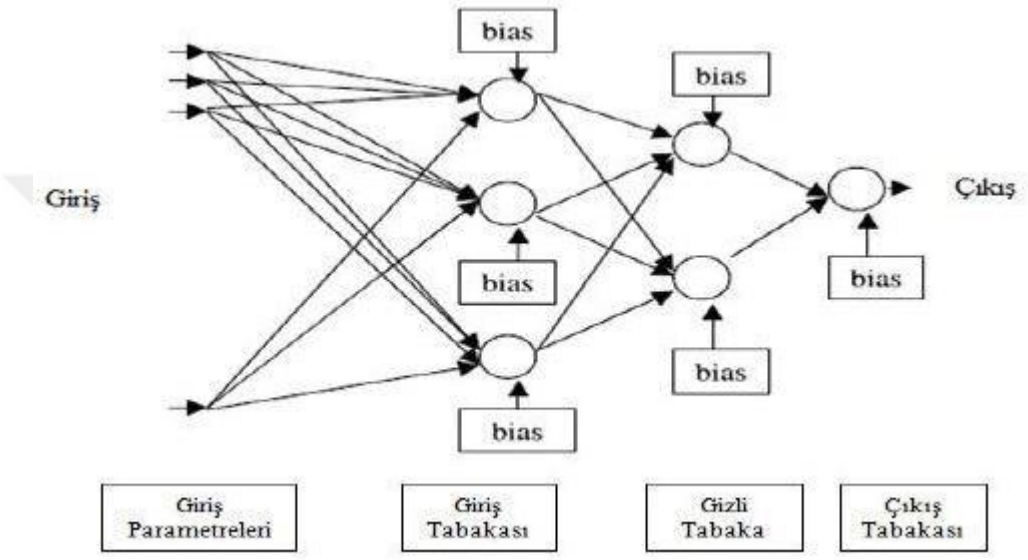
Kaynak: (Bahadır, 2013)

3.5.2.1.3. Geri Beslemeli Geri Yayılmalı Yapay Sinir Ağları

Bu tip ağlarda veri aktarımındaki elemanlar birbirleriyle etkileşim içindedir. Bu tip ağlarda bilgi dağıtımı geriye doğrudur ve bir geri besleme düğüm noktası bulunmamaktadır. Hatalar, ağın öğrenme aşamasında geriye doğru yayılarak öğrenilir ve çözülür. (Rao ve Srinivas, 2003)

Şekil 3.4'te geri beslemeli geri yayılmalı sinir ağının mimarisi gösterilmiştir.

Şekil 3.4: Geri beslemeli geri yayılmalı sinir ağı modeli mimarisi



Kaynak: (Rajpal vd, 2006, s. 810)

3.5.2.2. Yapay Sinir Ağlarının Öğrenme Algoritmalarına Göre Sınıflandırılması

Yapay sinir ağlarının çalışması öğrenme süreci ile başlar. Ağın ağırlıklarının probleme göre değiştirilmesi öğrenme süreciyle sağlanır. Öğrenme yöntemi yapay sinir ağlarında üç metottan oluşur. Bu öğrenme metotları danışmanlı, danışmansız ve destekleyici öğrenme yöntemleridir.

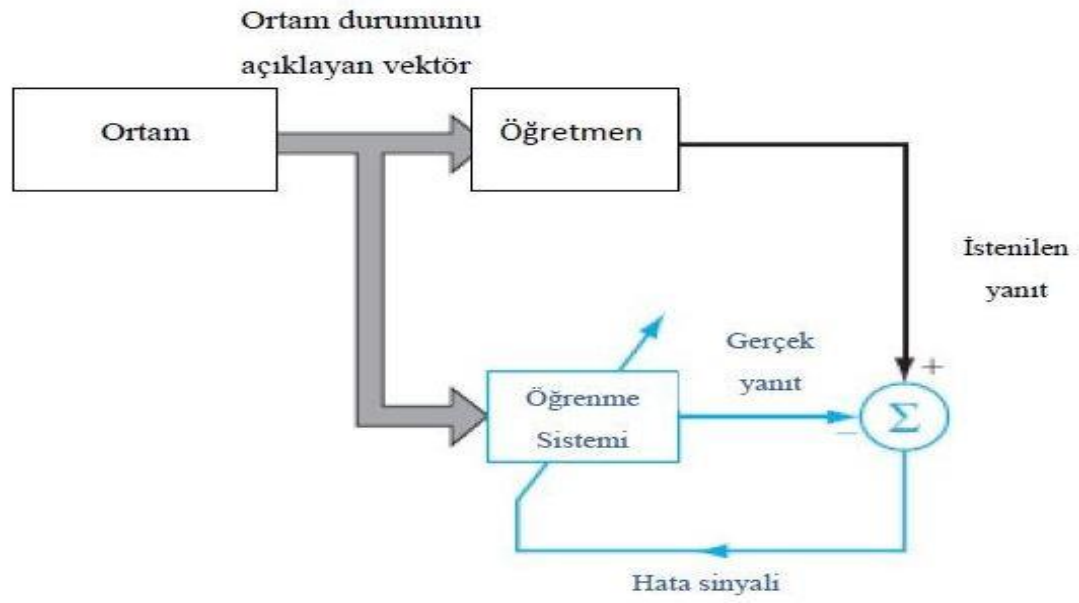
3.5.2.1.1. Danışmanlı Öğrenme

Danışmanlı öğrenme yönteminde, sistemin bir olayı öğrenebilmesi için bir danışmana ihtiyacı vardır. Bu danışman öğrenmeye yardımcı olur, sisteme öğrenilmesi gereken olayla ilgili örnekleri girdi/çıktı olarak verir. Ağa örnek olarak sunulan çıktı ile ağın ürettiği çıktı arasındaki ilişki incelenir. Bunların arasındaki farklar bulunur ve bu fark

hatayı gösterir. İlk olarak rastgele verilen ağırlıklar, ağ hatayı minimum seviyeye düşürene kadar tekrarlar. Danışmanlı öğrenme metoduna genelleştirilmiş delta kuralı ve geri besleme algoritması örnek verilebilir. (Anderson ve McNeill, 1992)

Şekil 3.5'te danışmanlı öğrenme blok diyagramı gösterilmiştir.

Şekil 3.5: Danışmanlı öğrenme blok diyagramı



Kaynak: (Haykin, 2008)

3.5.2.1.2. Danışmansız Öğrenme

Bu öğrenme yönteminde herhangi bir danışman veya öğretmen bulunmamaktadır. Danışmanlı öğrenmeye göre daha hızlı ve daha kolaydır. Danışmansız öğrenme yönteminde çıktılar ağa verilmez. Öğrenme metotları önceki veri kümesindeki istatiksel bilgilerin alınmasını hedefler. Bu yüzden, girdiler aynı zamanda çıktı görevi de görebilir, hem girdi hem de çıktı olan bilgiler arasındaki kaide ve bağlantılar incelenerek arasından en elverişli olanı seçilir. Adaptif Rezonans Teorisi, Hopfield Ağı ve Kohonen Ağı danışmansız öğrenmeye örnek verilebilir.

3.5.2.1.3. Destekli Öğrenme

Bu öğrenme türünde, danışmanlı öğrenmede olduğu gibi ağa yardımcı olur. Ama ağa çıktı değerleri verilmez, ağa oluşturulan çıktının doğru ya da yanlış olduğuna dair yönlendirme yapılır ve ağın ağırlıkları böyle belirlenir. Doğrusal Vektör Parçalama, destekleyici öğrenmeye örnek gösterilebilir.

3.5.2.3. Yapay Sinir Ağlarının Uygulamaya Göre Öğrenme Algoritmaları

Yapay sinir ağları öğrenme kuralları açısından ikiye ayrılır. Bunlar, çevrimiçi öğrenme ve çevrimdışı öğrenmedir.

3.5.2.3.1. Çevrimiçi Öğrenme

Çevrimiçi öğrenme ile öğrenen sistemler, gerçek zamanlı çalışırken bir taraftan fonksiyonlarını yerine getirip, diğer taraftan da öğrenme işlemini yapmaktadırlar. Değişkenler bilginin sunulmasından sonra yenilenirse, çevrimiçi öğrenme elde edilmiş olur. ART ve Kohonen çevrimiçi öğrenme kuralına örnek verilebilir. (Öztemel E. , 2012)

3.5.2.3.2. Çevrimdışı Öğrenme

Çevrimdışı öğrenmede ise ağ öğrendikten sonra gerçek zamanlı kullanımda öğrenme devam etmez. Önce örnek üzerinden eğitilirler daha sonra gerçek hayatta kullanıma geçerler. Eğer sistemin öğrenmesi gereken yeni bilgi mevcut ise sistem kullanımdan çıkar ve çevrimdışı olarak eğitilir (Öztemel E. , 2012). Delta öğrenme kuralı çevrimdışı öğrenme kuralına örnek verilebilir.

Çevrimiçi eğitim, bütün örnekler eğitim başlamadan önceden varsa bile yapılabilir, ama bütün örnekler yoksa uygunsuz bir yöntem uygulanamaz (Dreyfus, 2005). İki yöntemde yaygın olarak kullanılmakta olup öğrenme süreci hata payı minimuma düşene kadar devam etmektedir.

3.5.2.4. Yapay Sinir Ağlarının Katman Sayısına Göre Sınıflandırılması

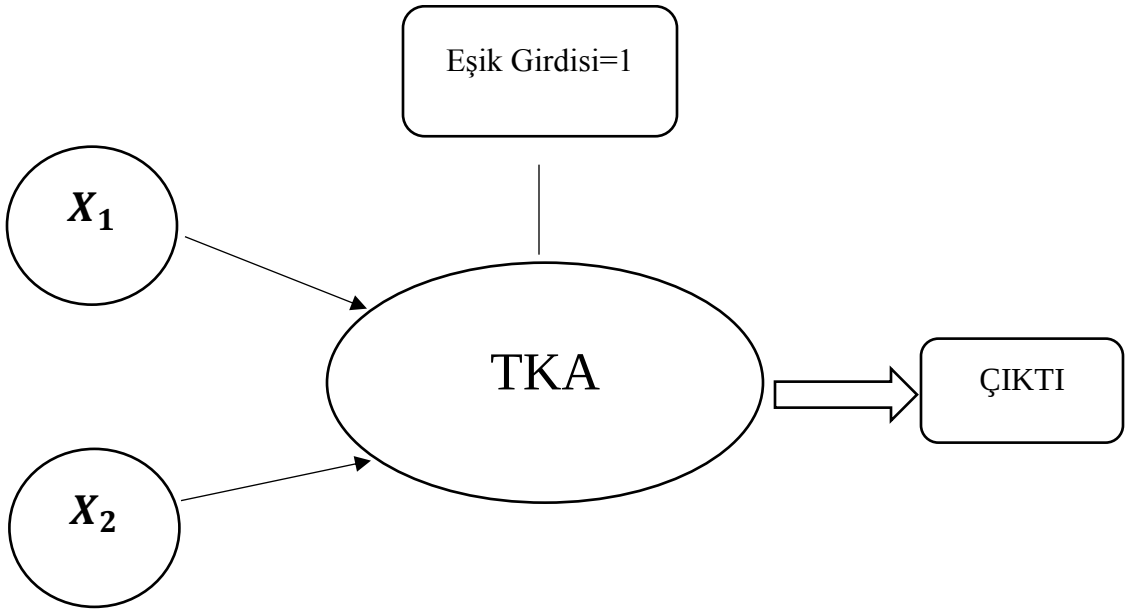
Yapay sinir ağları katman sayısına göre tek katmanlı ve çok katmanlı olmak üzere ikiye ayrılırlar.

3.5.2.4.1. Tek Katmanlı Yapay Sinir Ağları

Tek katmanlı yapay sinir ağları yalnız girdi ve çıktı katmanından oluşmaktadır. Her ağın bir veya daha fazla girdisi veya çıktısı olabilir. Çıktı üniteleri bütün girdi verileriyle etkileşim halindedir. Bütün bağlantıların kendine özgü bir ağırlığı mevcuttur. Bu ağlarda da nöronların değerlerinin ve ağın çıktısının sıfır olmasını engelleyen başlangıç değeri vardır. Bu başlangıç değerinin girdisi her zaman +1 olmaktadır. Tek katmanlı algılayıcılarda çıktısı doğrusal fonksiyondur. Basit Algılayıcı Model, Adaptif Doğrusal Eleman Model, Çoklu Adaptif Doğrusal Eleman Model tek katmanlı yapay sinir ağlarına örnektir.

Şekil 3.6'da tek katmanlı yapay sinir ağlarının yapısı gösterilmiştir.

Şekil 3.6: Tek katmanlı yapay sinir ağı yapısı

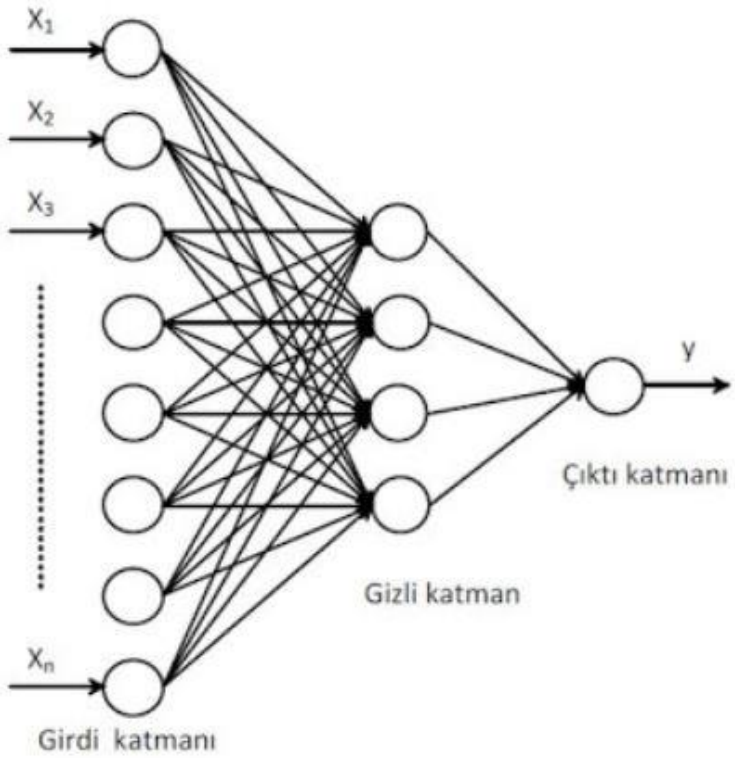


3.5.2.4.2. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları

Çok katmanlı yapay sinir ağları, nöronların bağlanarak oluşturduğu birkaç katmanından oluşmaktadır. Çok katmanlı ağlarda girdi katmanı, çıktı katmanı ve bu iki katman arasında da bir ya da birden fazla gizli katman bulunmaktadır. Bu özellik de tek katmanlı ağlardan farklılığını kanıtlamaktadır. Rumelhart ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Daha çok tahminlerde kullanılan çok katmanlı yapay sinir ağları, karmaşık problemleri çözmede de oldukça başarılıdır. Temel hedefi, ağın beklenen çıktısı ile ürettiği çıktı ile arasındaki hata payını minimuma düşürmektir. (Öztemel E. , 2006) Doğrusal Vektör Parçalama Modeli ve Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli bu ağlara örnek verilebilir.

Şekil 3.7’de Çok katmanlı yapay sinir ağlarının yapısı gösterilmiştir.

Şekil 3.7: Çok katmanlı yapay sinir ağı yapısı



Kaynak: (Esen, 2017)

3.5.3. Yapay Sinir Ağlarının Temel Öğrenme Kuralları

Yapay sinir ağlarının en belirgin özelliklerinden biri öğrenme yeteneğidir. Yapay sinir ağlarında öğrenme, beklenen çıktıları alabilmek için ağırlıkları belirlemektir. Öğrenme, modeller arasındaki strüktürün uygun muamele yapmasını sağlayacak bağlantı ağırlıklarının hesaplanmasıdır. Yapay sinir ağlarının öğrenme sonucunda elde ettiği veriler, sinir hücrelerindeki bağlantı ağırlıkları olarak tutulur. Bu ağırlık verileri, sinir

ağlarının verileri işleyebilmesi için olmazsa olmaz bilgilerdir. (Rao ve Srivinas, 2003, s. 17) Öğrenme, örneklerden öğrenme yoluyla yapılmaktadır.

Bugüne kadar tasarlanan yapay sinir ağı modelleri, birbirleriyle değişik şekilde bağlantı kurabilmektedir ve hepsinin birbirinden farklı bir öğrenme süreci vardır. Öğrenme süreci, sinir ağlarında da insanlara benzer şekilde birbirinden olabilmektedir. (Kartalopoulos, 1996, s. 43) Yapay sinir ağları, alışılmış programlamalar gibi bir algoritmaya bağlı olarak programlanmamaktadır. Sinir ağları da insanlar gibi örneklerle öğrenmektedir. Yapay sinir ağlarında öğrenme sürecin, kompleks ve matematiksel olarak tanımlamak zordur. Günümüzde kullanılan öğrenme kuralları, bu sürecin daha basitleştirilmiş halidir. Hebb Kuralı, Hopfield Kuralı, Delta Kuralı, Kohonen Kuralı ve Blotzmann kuralı bunlara örnek verilebilir.

3.5.3.1. Hebb Kuralı

Bu kural 1949 yılında Kanadalı psikolog Donald Hebb tarafından biyolojik temele dayalı olarak geliştirilmiş en eski öğrenme kuralıdır. Bu kural Hebb'in yazmış olduğu "The Organization of Behaviour" kitabında yer almaktadır. Kural şöyledir "Eğer sinyal alan ile gönderen nöronlar arasındaki sinaptik ağırlıkların ikisi de matematiksel olarak aynı işarete sahip ise, bu iki nöron arasındaki bağ kuvvetlendirilmelidir. Aksi halde bağın kuvveti azaltılmalıdır." (Çelik, 2008, s. 48) Bir hücrenin kendisi aktifse bağlı olduğu hücreyi aktif yapmaya, pasif ise pasif yapmaya çalışmaktadır. (Adıyaman, 2007, s. 12)

3.5.3.2. Hopfield Kuralı

Hebb kuralıyla benzer özellikler taşır. Bu kurala göre istenilen çıkış ve girişin her ikisi de pasif ya da her ikisi de aktif ise, bağlantı kapsamları da öğrenme oranı kadar artar, tersinde ise kapsamı öğrenme oranı kadar azalır. Hopfield kuralı, yapay sinir ağı elemanlarının bağlantısının ne kadar kuvvetlendirilmesi ya da güçsüzleştirilmesi gerektiğini belirlemektedir. Hebb kuralına göre farklılığı bağlantı ağırlığında yapılacak değişikliğin büyüklüğünü belirlemektir. Ağırlıkların kuvvetlendirilmesi ya da

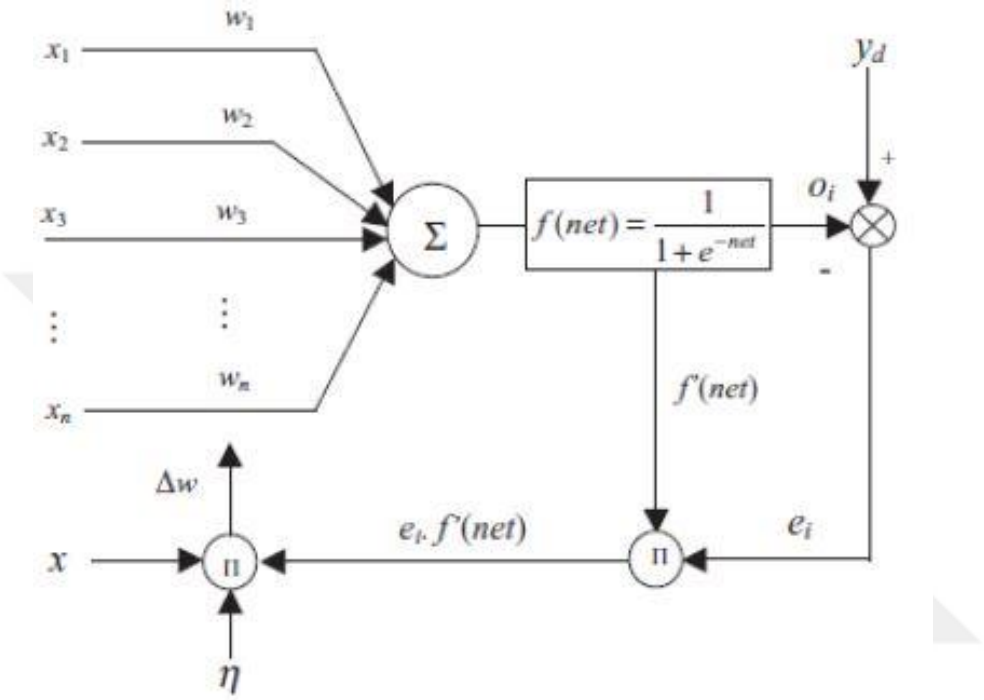
güçsüzleştirilmesi öğrenme oranı ile yapılmaktadır. Öğrenme katsayısı genelde 0-1 arasında değer alır, kullanıcı tarafından atanır ve sabit pozitif değerdir. (Öztemel E. , 2006, s. 26)

3.5.3.3. Delta Kuralı

Hebb kuralının gelişmişi olan Delta kuralı Widrow ve Hoff tarafından geliştirilmiştir. Günümüzde en çok kullanılan kurallardan biridir. Bu kuralda amaç, ağın istenen çıktı ile gerçek çıktısı arasındaki farkı azaltmak için girdi bağlantı ağırlıklarının devamlı değiştirilmesidir. Delta kuralı ile gerçek çıktı ile beklenen çıktı arasındaki farkı (delta) en aza indirmektir. (Saygılı, 2008, s. 47) Bu kural ile ağ hatasının karesini minimuma getirmek için bağlantı kapsamlarını değiştirir.

Delta kuralı şekil 3.8'de gösterilmiştir. Burada x_n girdileri, w_n ağırlıkları, Σ toplam fonksiyonu, f(net) aktivasyon fonksiyonunu, o_i gerçek çıktı, y_d istenilen çıktı, η öğrenme oranını, e_i hatayı, f'(net) aktivasyon fonksiyonunun türevini temsil etmektedir.

Şekil 3.8: Delta öğrenme kuralı



Kaynak: (Siddique ve Adeli, 2013)

3.5.3.4. Kohonen Kuralı

Tuevo Kohonen tarafından 1982'de geliştirilen bu kural, biyolojik sistemlerdeki öğrenmeden ilham alınarak yapılmıştır. Kohonen kuralına göre, ağın elemanları ağırlıklarını değiştirmek için birbirleriyle yarış içindedirler. En büyük çıktıyı üreten hücre kazanan olur. Kohonen kuralında hedef çıkışına gerek duyulmaz. Bu yüzden danışmansız öğrenme metodudur.

3.5.4. Yapay Sinir Ağlarının Öğrenme Süreci

Yapay sinir ağlarındaki elemanların bağlantı ağırlık değerlerinin belirlenmesine, ağın öğrenmesi denir. Yapay sinir ağlarının öğrenmedeki amacı minimum seviyede hata olan ağırlıkların bulunmasıdır. Belli bir uygulamaya yönelik tasarlanan sinir ağı,

uygulanmadan önce eğitilmelidir. Bu süreç, tecrübe ile öğrenme niteliği için önemlidir. Çoğunlukla başlangıç ağırlıkları bir kurala göre seçilmez ve öğrenme bu aşamadan sonra başlar. (Yılmaz, 2012) Ağın en uygun ağırlık derecesine ulaşması, örneklerin olay hakkında genelleme yapabilme yeteneğine kavuşması anlamına gelmektedir. Yapay sinir ağlarının eğitilmesinin iki aşaması vardır. Ağa sunulan örnek için ağın üreteceği çıkışın belirlenmesi ve bu çıkış değerinin doğruluğuna göre ağın bağlantısının sahip olduğu ağırlıkların değiştirilmesidir. (Öztemel E. , 2006, s. 56)

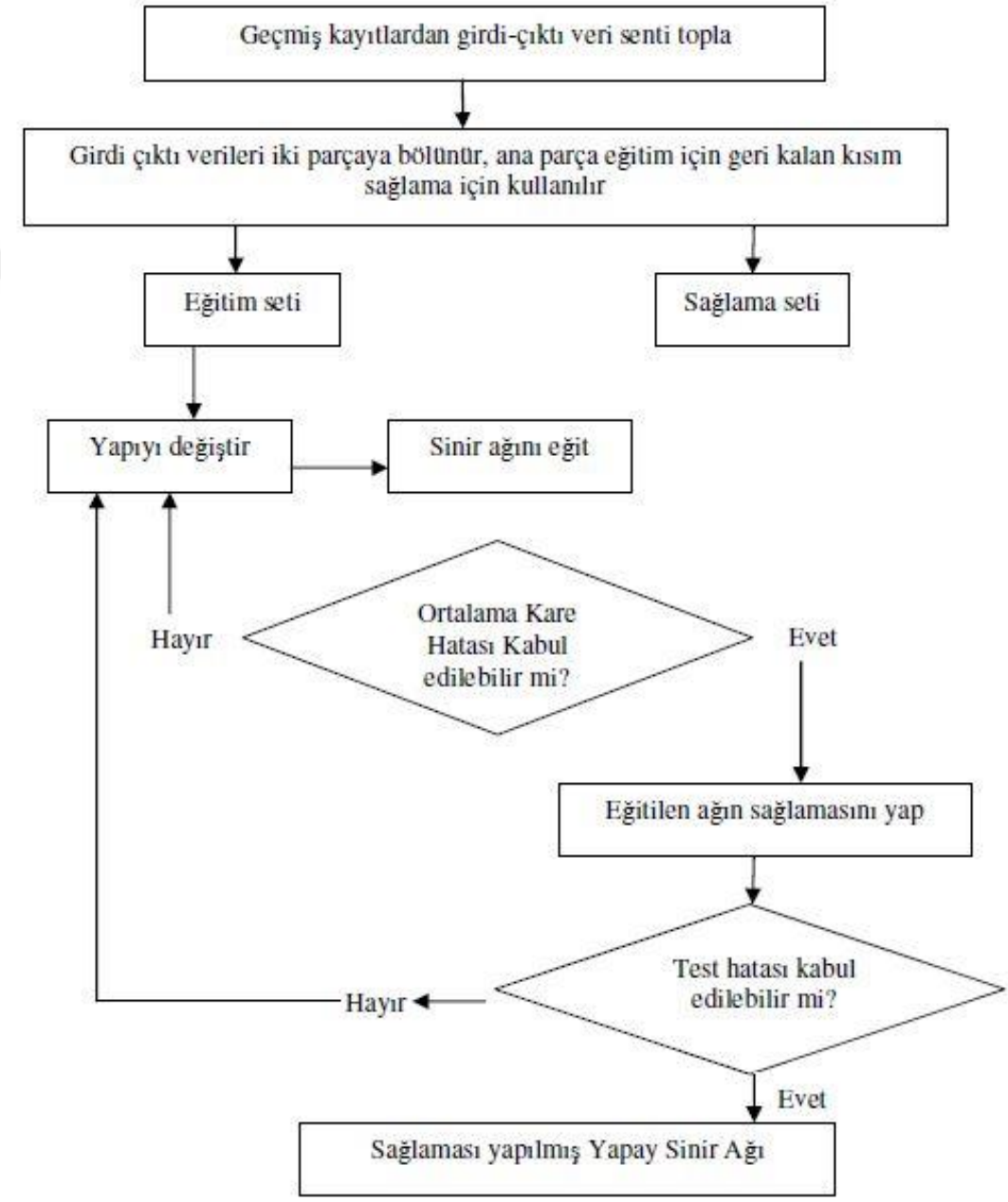
Yapay sinir ağlarının öğrenme süreci aşağıdaki sırayla olmaktadır. (Rajpal vd,, 2006; Güngör, 2007)

- Sistemin ihtiyaç duyduğu girdi parametreleri tanımlanır. Bu parametreler operasyonel parametreleri içermelidir.
- Güvenirlik, dayanıklılık, kullanılabilirlik gibi faktörler açısından sistem performansını ölçebilecek çıktı parametreleri tanımlanmalıdır.
- Bu parametreler, çıktının basit bir ölçümü içinde birleştirilmelidir.
- Girdi ve çıktı çiftlerinden çok sayıda eğitim ve mizan data kümesi hazırlanmalıdır.
- Gizli katman sayısı ve gizli hücrelerin sayısının doğru olarak belirlenmesi deneme yanılma ile sağlandığı için ilk olarak gizli katman ve gizli hücre ile başlanmalı daha sonra bu sayı uygun değere ulaşıncaya kadar artırılmalıdır.
- Eğitilen ve kontrolü yapılan yapay sinir ağı modelinin her koşuldaki davranışlarını test etmek için simülasyonu yapılmalıdır.
- Uygun sonuçlar elde edebilmek için yukarıdaki adımlar yapılmalı, bu adımlar yapıldıktan sonra hala sonuçlar uygun değilse, bu adımlar tekrarlanmalıdır.

Aşağıdaki şekil 3.9'da yapay sinir ağlarının eğitim sürecinde gerçekleşen işlemler ve eğitimin tamamlanan sinir ağının hata düzeyinin uygun seviyede olup olmadığının test edilmesi işlemleri gösterilmiştir. Bu öğrenme sürecinde karşılaşılan en önemli problem

öğrenme süresinin fazla olmasıdır. Ağırlıkların en başta yüksek olması, ağın lokal sonuçlara düşmesi ve bir lokal sonuçtan başkasına sıçramasına sebep olmaktadır. İşlemci elemanların ağırlıkları büyük seçilmelidir yoksa ağırlıkların doğru değerleri bulması normalden daha fazla zaman alabilir. Bir problemin çözümü 200 iterasyon sürerken, başka problem 5-10 milyon iterasyon sürebilir. İlk başta rastgele şekilde belirlenmesi, daha sonra deneyerek doğru başlangıç koşullarının bulunması gereklidir (Öztemel E. , 2006, s. 84).

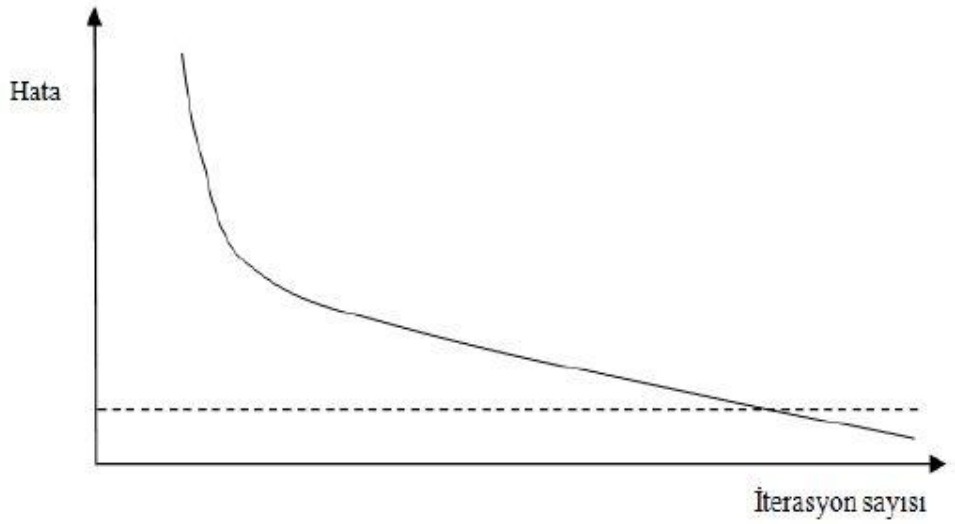
Şekil 3.9: İleri beslemeli bir sinir ağının eğitim ve test aşamaları



Kaynak: (Rajpal vd, 2006, s. 812) kaynaga bak

Aşağıdaki şekil 3.10'da yapay görüldüğü gibi, iterasyon arttıkça ağın öğrenmesi de ona doğru orantılı şekilde artmakta ve bu öğrenme zamanıyla hata oranı da düşmektedir. İterasyon sayısı belli noktaya geldikten sonra hata oranında artık daha fazla azalma olmadığı görülmektedir. Bu durum, ağın öğrenmesinin bittiğini ve artık daha iyi bir noktaya ulaşamayacağını göstermektedir.

Şekil 3.10: Yapay sinir ağlarının öğrenme eğrisi



Kaynak: (Öztemel E. , 2006, s. 84)

3.5.5. Yapay Sinir Ağları Modellerinde Kullanılan Yazılımlar

Yapay sinir ağlarının kullanıldığı birçok yazılım programı vardır. Neural Network Toolbox for MATLAB, Neural Works, Python, NeuroSolutions ve NeuroXL Predictor for Excel bunlara örnek verilebilir. Yapay sinir ağlarındaki tüm gelişmeler teknoloji alanındaki gelişmelerle paralel şekilde ilerlemektedir. Geri yayılmalı öğrenme algoritması ya da gözetimsiz öğrenme algoritmasının bilgisayarsız yapılmamaktadır. Bu yüzden yapay sinir ağları uygulamalarında bilgisayar mutlaka olmalıdır. (Gately E. , 1996)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

4.1. Literatür Çalışması

Blok zincirinin ve Bitcoin'in temelinin açıklandığı ilk makale "Eşler Arası Elektronik Nakit Sistemi" adlı makaledir. Satoshi Nakamoto tarafından yazıldığı iddia edilse de resmi bir kanıtı halen yoktur. Bu makale diğer bütün kripto paralara ve blok zincir teknolojisine öncü olmuştur. Bir kripto para birimi olan Bitcoin ile dağıtık veri tabanı ile çoklu para harcanma problemine çözüm olabileceği fikri öne sürülmüştür. (Nakamoto, 2008)

Kripto paralar üzerine yapılan çalışmaların çoğunluğu bilgisayar uzmanları tarafından blok zinciri teknolojisinin anlaşılması ve daha iyiye ulaşması amacıyla yapılmıştır. Bitcoin protokolünün merkeziyetsiz yapısını kaybetmesine neden olacak bir teşvik yapısına sahip olduğu ifade edilmiştir. (Eyal, 2014)

Global dünyanın finansal sisteminde e-ticaret ile birlikte finansal pazarlar da farklılaşmakta, pazarların performansı üzerinde etkin olan fiziksel sınırlandırmalar kaldırılmakta ve bu sayede katılımcı sayısının artırılması hedeflenmektedir. Bitcoin'in de bu sistem içinde olduğu düşünülürse, gelişen elektronik ödeme sistemlerinin ekonomiye olan etkisi; para politikası, finansal yönetim, pazarlama yönetimi gibi konularda görülmektedir. Bu konuları inceleyen finans araçlarının da efektif ve maliyeti düşük bir şekilde işlevlerini yerine getirmeleri sayesinde nakit yönetiminde pozitif bir etki yaratacağı, ayrıca likidite ve finansal riski azaltması yönüyle de risk yönetimi açısından olumlu bir etki oluşturacağı ve bankacılık, sigortacılık, perakendecilik vb. sektörlerindeki alışveriş oranını artıracağı düşünülmektedir. (Zengin, B., & Güngördü, A., 2013)

Grinberg (2011), yaygınlaşan ve herhangi bir kurumun desteklemediği Bitcoin para biriminin yaygınlaşma olasılığını kullanıcılar ve yatırımcıların belirleyebileceğine işaret etmiştir. (Grinberg, 2011, s. 206-207)

(Karame, Androulaki ve Capkun, 2012); Kötü niyetli bir kullanıcının bitcoinlerini iki veya daha fazla kişiye aynı anda göndermeye çalışması durumunda sistemde sıkıntı yarattığından bahsetmiştir. Bu sıkıntıların bertaraf edilmesi ile ilgili görüşleri tartışmışlardır.

Plohmann ve Padilla, bitcoin madenciliği hakkında bir bakış sağlamışlardır. Bitcoin madenciliğinin yazılımlar ile nasıl elde edilebileceği konuları ile ilgili bilgi vermektedirler. (Plohmann ve Padilla, 2012)

Avrupa Merkez Bankası, hazırladığı sanal para birimleri konulu raporda, Bitcoin ve Linden doları ile, kripto para birimlerinin fiat paranın kullanımı üzerindeki etkisine odaklanmıştır. (European Central Bank, 2012)

(Atik vd., 2015) Bitcoin'in döviz kurlarına uyguladığı etkiyi incelemiştir. 2009-2015 yılları arasındaki günlük fiyat verilerinden faydalanarak yapılan çalışmalarında, Bitcoin ile Japon Yen'i arasında olan korelasyondan dolayı birbirlerini etkilediğini ve Japon Yen'inden Bitcoin'e doğru tek taraflı bir nedensellik ilişkisinin varlığı görülmüştür.

(Hepkorucu ve Genç, 2017) Bitcoin değerinin stabilitesi hakkında çalışmalar yapmış ve Bitcoin değerinin piyasaya giren şoklar tarafından belirlendiğini belirtmişlerdir.

Bitcoin fiyat oluşumu ve farklı borsalar arasında fiyat oluşumunun hızlı tepki verebilme kabiliyeti kripto para borsaları üzerinde yapılan çalışmada, yüksek işlem hacmi olan Bitfinex, Bitstamp, Btce, BTC China, ve Mt.Gox; ve kısmen daha düşük işlem hacmine sahip, Bitcurex ve Virtex araştırmanın veri tabanını oluşturmuştur. Yüksek işlem hacmi olan borsaların fiyat oluşumunda piyasa yapıcı rol oynadığı ve daha küçük

borsaların ise piyasa izleyicisi olarak faaliyette bulunduğu görülmüştür. (Brandvold, Molnar, Vagstad, & Valstad, 2015)

Bitcoin'in hukuksal boyutunu inceleyen bir araştırmada ise (Low ve Teo, 2017), kripto paraların bir varlık olup olmadığı hukuksal anlamda incelenmiştir (Sontakke ve Ghaisas, 2017). Kripto paraların devletler tarafından yasallığı tanımlandıkça fiyatlardaki volatilitenin azalacağını ve bu yüzden de kısa zamanda kripto paraların bir varlık sınıfına dönüşeceği belirtilmiştir.

Yüksel, 2015 yılında bitcoinin hukuki boyutunu ele almıştır. Elektronik paranın, geleneksel anlamda değişim aracı olduğunu belirtmiştir ayrıca bu paranın en önemli avantajlarından birisinin maliyetsiz olması ve sonuç olarak kanun düzenleyicilerin teknik yenilikleri takip etmesi ve gerekli önlemlerin alınmasının önemini vurgulamıştır. (Yüksel Bozkurt, 2015)

Walch, blok zincirinin, önemli finansal piyasa altyapılarını sağlayan teknoloji olarak hizmet ettiği vurgusu ile finansal piyasa altyapısının küresel mali istikrar için hayati önemi üzerinde durmuştur. Bu düzenleyicilerin istikrarın korunmasına yardımcı olmak için benimsedikleri ilkeleri açıklamaktadır, özellikle de yönetim, risk yönetimi ve operasyonel risk üzerinde durmuştur. (Walch, 2015)

Swan, blok zincirlerin çok büyük ve karmaşık bilgi işlem projelerini basitleştirebilen yeni nesil bir teknoloji olduğunu ve yeni bir blokaj olabileceğini savunmuştur. Blok zincirler, Bitcoin ve kripto para birimlerinin altında yatan dağıtık defterin kayıt teknolojisidir; blok zinciri akıllı sözleşme özelliği bakımından daha sağlam düzenlenmesini sağladığını göstermektedir. (Swan, 2016)

Çarkacıoğlu, yazdığı araştırma raporunda, Blok zincirin, Bitcoin olmasa bile, evrakın, dijital ve fiziki varlıkların sahipliğinin izlenmesi veya oy kullanılması gibi çok geniş bir kullanım alanı olduğuna değinmiştir. (Çarkacıoğlu, 2016, s. 67)

McKenzie, blok zinciri sisteminin finansal kurumların ihtiyacına uygun ve fayda sağlayan bir yapı olduğunu halihazırda sistemin anlaşılmaya ihtiyacı olduğunu belirterek gelişen teknolojiyle birlikte gizlilik ve veri koruma kanunlarında gelişmeye ihtiyaç duyulduğunu vurgulamıştır. (McKenzie, 2017)

4.2. Yöntem

Yapılan bu çalışmada üç tane kripto paranın yapay sinir ağları ile fiyat modellemesi yapılmıştır. Kısa vadeli tahminler için günlük, orta vadeli tahminler için aylık ve uzun vadeli tahminler için ise yıllık incelemeler yapılmıştır. YSA ile modelleme ve öğrenme yapılırken ne kadar çok veri kullanılırsa o kadar doğru bir model geliştirilir. Bu yüzden dakikalık ya da saatlik veriler kullanılmamıştır.

Çalışma kapsamı Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH) ve Ripple (XRP) kripto para birimleriyle yapılmıştır. Çalışma, Python programında Keras kütüphanesinde yapılmıştır. Keras kütüphanesi düşük seviyedeki kütüphanelerin karmaşıklığından kurtararak ve basite indirgeyerek YSA modellerinin oluşturulmasını ve eğitilmesini sağlamıştır. Sembolik işlem temelli ve derin öğrenme için kullanılan bu kütüphane Theano yada Tensorflow kütüphaneleri üzerinden çalışır. Keras modeli içinde kullanılan model ise katmanlar yığınından oluşan Sequential modeldir. Sequential modelde modeller katmanlar şeklinden tasarlanmaktadır. Epoch sayısı yeterli olacağından 100 kullanılmıştır. Epoch sayısı; bütün veri setinin kaç kez eğitileceğini gösterir, ne kadar yüksek olursa modelin doğruluğu da o kadar artar ama öğrenme süresi de o kadar uzamış olur. Batch size, tek seferde ne kadar verinin ağdan geçeceğini belirtir, eğer RAM yüksekse yüksek bir değer seçilebilir böylece daha hızlı bir öğrenme olur, yapılan çalışmada batch size 32 alınmıştır.

Çalışmada kullanılan YSA modellerinde tüm katmanlar için Keras'ın temel YSA katmanı olan ''Dense'' seçilmiştir. Optimizasyon motoru olarak hızından dolayı ''adam'' tercih edilmiştir.

Yapılan çalışmada mevcut verinin ilk %67'si öğrenme için yapılmış, geriye kalan %33'lük kısım ise test için ayrılmıştır. Model oluşturmada kullanılmayan bu %33'lük kısım, modelin başarılı olup olmadığını sınamak için kullanılmıştır. Bütün modellerde tek kayıp fonksiyonu olarak Hata Karelerinin Ortalamasının Karekökü kullanılmıştır. Çalışmanın daha doğru sonuçlar vermesi için veri sayısı yüksek tutularak 05-2013 ile 01-2019 tarihi arasındaki değerler kullanılmıştır. Bu tarihler arasından belirlenen tarih aralıkları ve kripto para birimleriyle yıllık, aylık ve günlük olarak incelenmiştir.

4.3. Bulgular

Grafiklerde mavi gerçek değer, turuncu öğrenilen değer, yeşil ise tahmin edilen değeri göstermektedir.

Çalışmada öncelikle Bitcoin, Ethereum ve Ripple'ın yıllık değerleri gözlenmiş ve tahmin edilmiştir.

4.3.1. Bitcoin Yıllık Model Tahmini

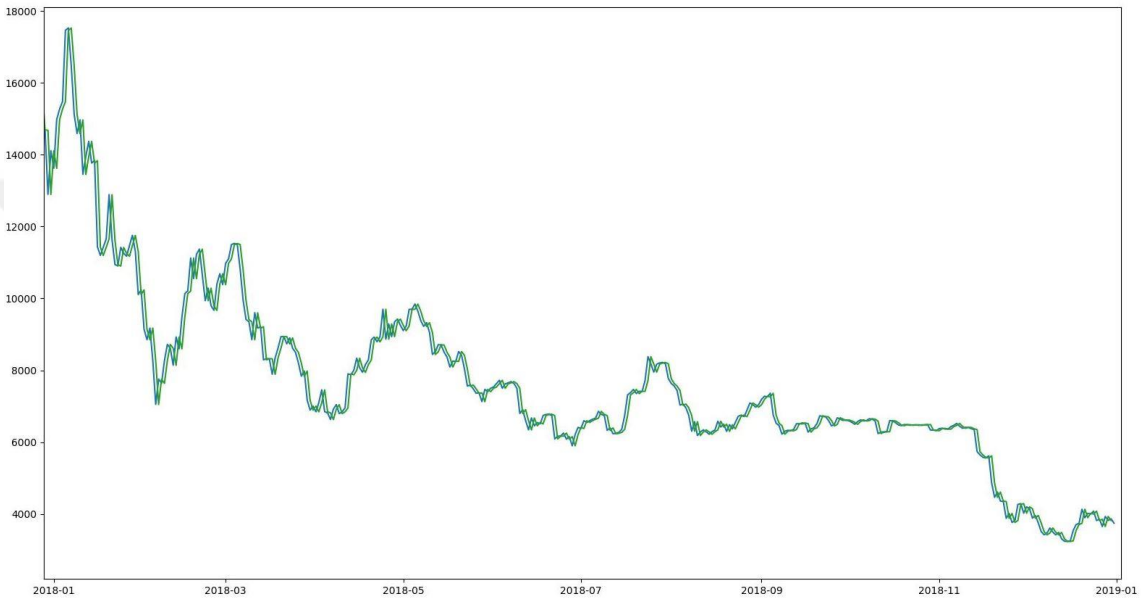
Bitcoin için oluşturulan modele ilişkin bilgiler Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1: Bitcoin yıllık tahmin için oluşturulan YSA Modeli

		Nöron Sayısı						
Model Adı	Katman Sayısı	Giriş	Gizli 1	Çıkış	Girdi	Süre	HKOK Öğrenme	HKOK Test
Bitcoin Yıllık	3	2	1	1	1	1 Yıl	23,82	406

Bu model kullanılarak gerçekleştirilen tahmin ise aşağıdaki şekil 4.1'de çizilmiştir.

Şekil 4.1: Bitcoin Yıllık Tahmin



Çalışmada Bitcoin'in yıllık grafiği, günlük gözlem değerleri kullanılarak tahmin edilmiştir. 01.2018'den 01.2019'a kadar toplam 365 günlük veri kullanılmıştır. Tüm çalışmalarda girdi değişken olarak önceki günün verisi baz alınmıştır. Öğrenmeden uzun süre sonraki dönemler grafikte gösterildiği için hata payı çok düşüktür.

4.3.2. Ethereum Yıllık Model Tahmini

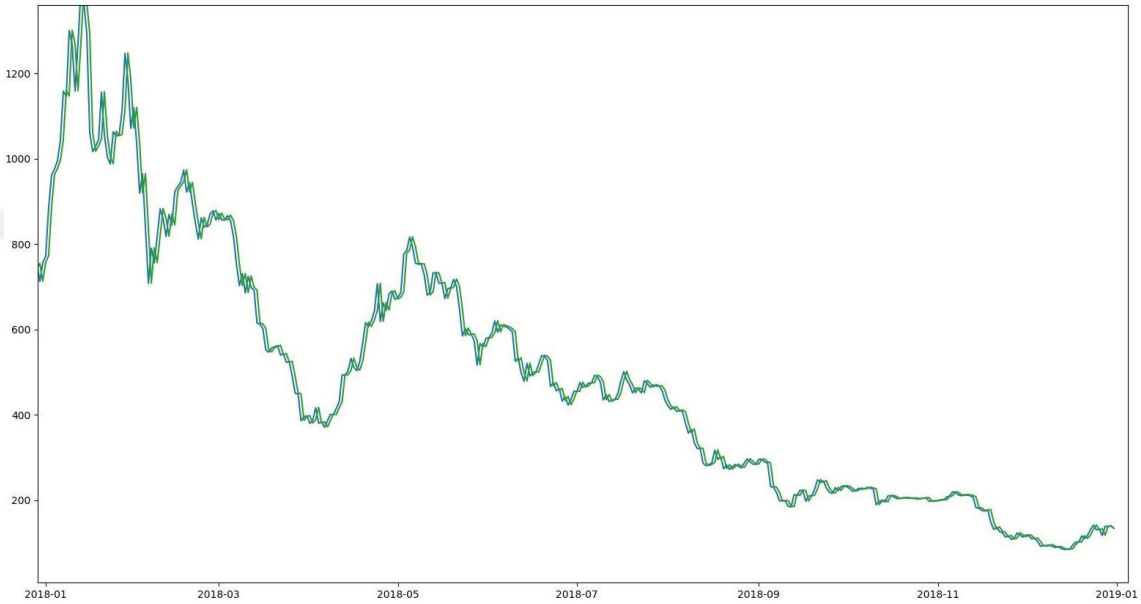
Ethereum için oluşturulan modele ilişkin bilgiler Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.2: Ethereum yıllık tahmin için oluşturulan YSA Modeli

			Nöron Sayısı					
Model Adı	Katman Sayısı	Giriş	Gizli 1	Çıkış	Girdi	Süre	HKOK Öğrenme	HKOK Test
Ethereum Yıllık	3	2	1	1	1	1 Yıl	8,12	36,59

Bu model kullanılarak gerçekleştirilen tahmin ise aşağıdaki şekil 4.2'de çizilmiştir.

Şekil 4.2: Ethereum Yıllık Tahmin



Çalışmada Ethereum'un yıllık grafiği, günlük gözlem değerleri kullanılarak tahmin edilmiştir. 01.2018'den 01.2019'a kadar toplam 365 günlük veri kullanılmıştır. Öğrenmeden uzun süre sonraki dönemler grafikte gösterildiği için hata payı çok düşüktür.

4.3.3. Ripple Yıllık Model Tahmini

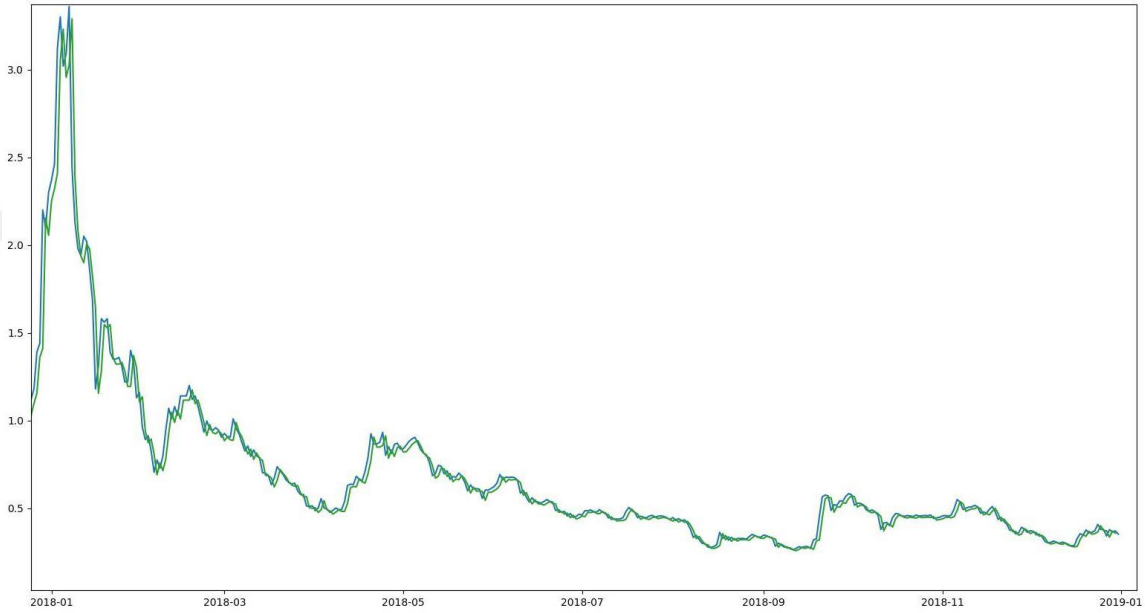
Ripple için oluşturulan modele ilişkin bilgiler Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3: Ripple yıllık tahmin için oluşturulan YSA Modeli

			Nöron Sayısı					
Model Adı	Katman Sayısı	Giriş	Gizli 1	Çıkış	Girdi	Süre	HKOK Öğrenme	HKOK Test
Ripple Yıllık	3	2	1	1	1	1 Yıl	0	0,08

Bu model kullanılarak gerçekleştirilen tahmin ise aşağıdaki şekil 4.3'te çizilmiştir.

Şekil 4.3: Ripple Yıllık Tahmin



Çalışmada Ripple'ın yıllık grafiği, günlük gözlem değerleri kullanılarak tahmin edilmiştir. 01.2018'den 01.2019'a kadar toplam 365 günlük veri kullanılmıştır. Öğrenmeden uzun süre sonraki dönemler grafikte gösterildiği için hata payı çok düşüktür.

4.3.4. Bitcoin Aylık Model Tahmini

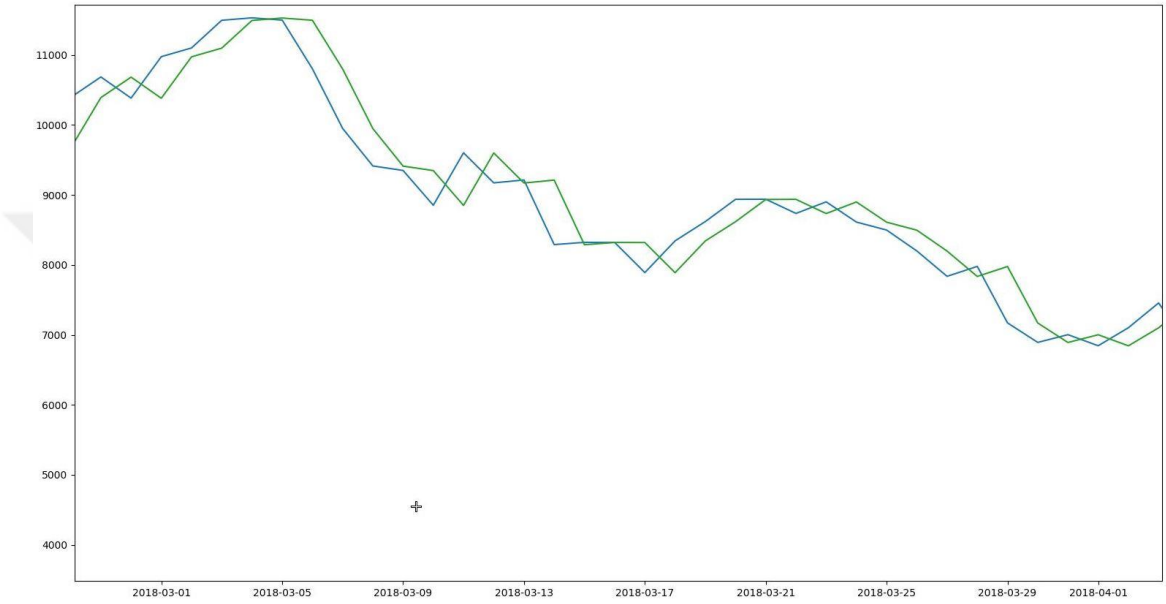
Bitcoin için oluşturulan modele ilişkin bilgiler Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4: Bitcoin aylık tahmin için oluşturulan YSA Modeli

		Nöron Sayısı						
Model Adı	Katman Sayısı	Giriş	Gizli 1	Çıkış	Girdi	Süre	HKOK Öğrenme	HKOK Test
Bitcoin Aylık	3	2	1	1	1	1 Ay	23,82	406

Bu model kullanılarak gerçekleştirilen tahmin ise aşağıdaki şekil 4.4'te çizilmiştir.

Şekil 4.4: Bitcoin Aylık Tahmin



Çalışmada Bitcoin'in aylık grafiği, günlük gözlem değerleri kullanılarak tahmin edilmiştir. 03.2018'den 04.2018'a kadar toplam 31 günlük veri kullanılmıştır.

4.3.5. Ethereum Aylık Model Tahmini

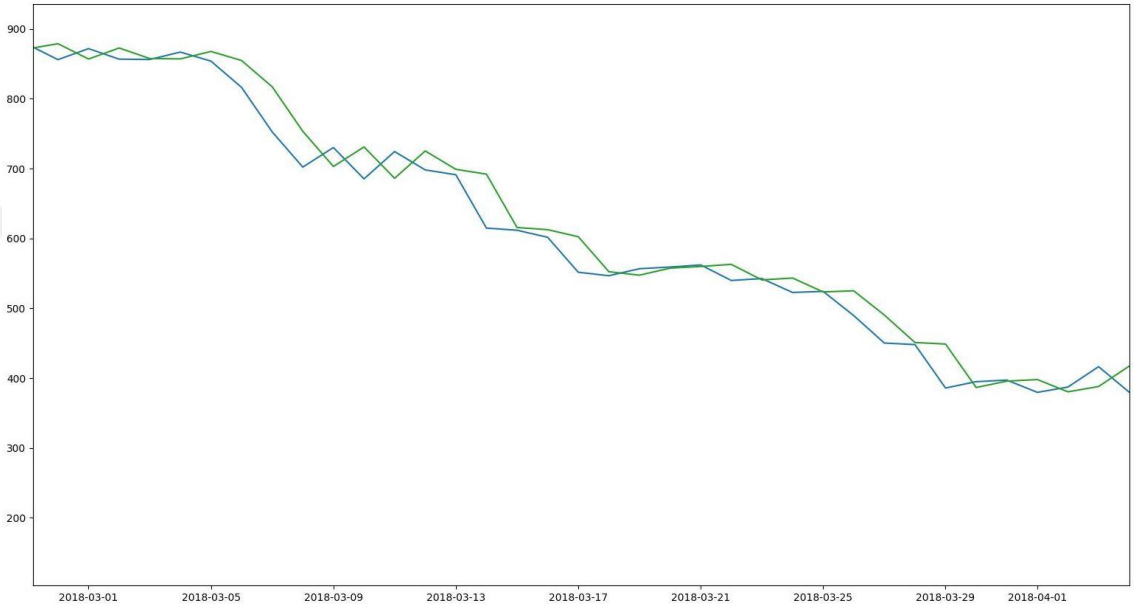
Ethereum için oluşturulan modele ilişkin bilgiler Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5: Ethereum aylık tahmin için oluşturulan YSA Modeli

		Nöron Sayısı						
Model Adı	Katman Sayısı	Giriş	Gizli 1	Çıkış	Girdi	Süre	HKOK Öğrenme	HKOK Test
Ethereum Aylık	3	2	1	1	1	1 Ay	8,12	36,59

Bu model kullanılarak gerçekleştirilen tahmin ise aşağıdaki şekil 4.5'te çizilmiştir.

Şekil 4.5: Ethereum Aylık Tahmin



Çalışmada Ethereum'un aylık grafiği, günlük gözlem değerleri kullanılarak tahmin edilmiştir. 03.2018'den 04.2018'a kadar toplam 31 günlük veri kullanılmıştır.

4.3.6. Ripple Aylık Model Tahmini

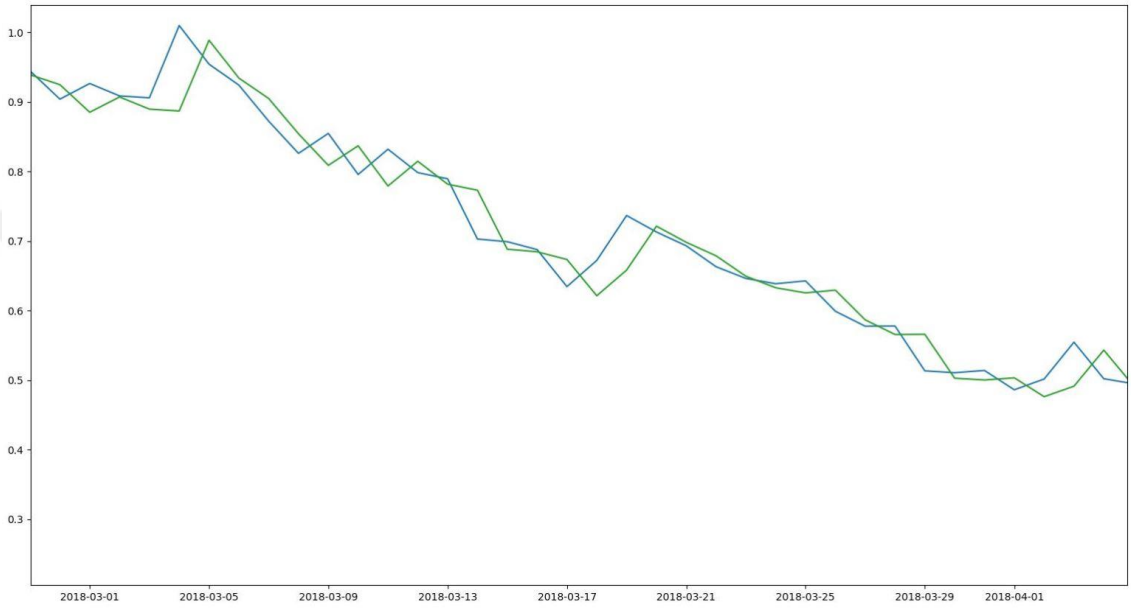
Ripple için oluşturulan modele ilişkin bilgiler Tablo 4.6'da sunulmuştur.

Tablo 4.6: Ripple aylık tahmin için oluşturulan YSA Modeli

		Nöron Sayısı						
Model Adı	Katman Sayısı	Giriş	Gizli 1	Çıkış	Girdi	Süre	HKOK Öğrenme	HKOK Test
Ripple Aylık	3	2	1	1	1	1 Ay	0	0,08

Bu model kullanılarak gerçekleştirilen tahmin ise aşağıdaki şekil 4.6'da çizilmiştir.

Şekil 4.6: Ripple Aylık Tahmin



Çalışmada Ripple'ın aylık grafiği, günlük gözlem değerleri kullanılarak tahmin edilmiştir. 03.2018'den 04.2018'a kadar toplam 31 günlük veri kullanılmıştır.

4.3.7. Bitcoin Günlük Model Tahmini

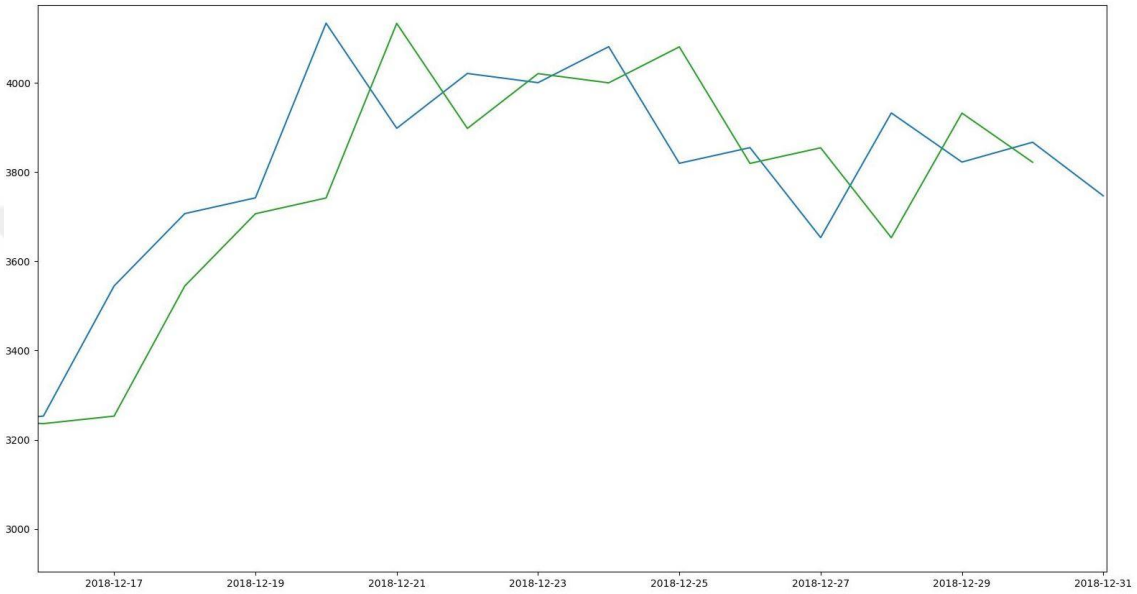
Bitcoin için oluşturulan modele ilişkin bilgiler Tablo 4.7'de sunulmuştur.

Tablo 4.7: Bitcoin günlük tahmin için oluşturulan YSA Modeli

			Nöron Sayısı					
Model Adı	Katman Sayısı	Giriş	Gizli 1	Çıkış	Girdi	Süre	HKOK Öğrenme	HKOK Test
Bitcoin Günlük	3	2	1	1	1	1 Gün	23,82	406

Bu model kullanılarak gerçekleştirilen tahmin ise aşağıdaki şekil 4.7'de çizilmiştir.

Şekil 4.7: Bitcoin Günlük Tahmin



Çalışmada Bitcoin'in günlük grafiği, günlük gözlem değerleri kullanılarak tahmin edilmiştir. 17.12.2018'den 31.12.2018'a kadar toplam 15 günlük veri kullanılmıştır. Günlük grafik olduğu için hatalar daha net gözükmektedir.

4.3.8. Ethereum Günlük Model Tahmini

Ethereum için oluşturulan modele ilişkin bilgiler Tablo 4.8'de sunulmuştur.

Tablo 4.8: Ethereum günlük tahmin için oluşturulan YSA Modeli

		Nöron Sayısı						
Model Adı	Katman Sayısı	Giriş	Gizli 1	Çıkış	Girdi	Süre	HKOK Öğrenme	HKOK Test
Ethereum Günlük	3	2	1	1	1	1 Gün	8,12	36,59

Bu model kullanılarak gerçekleştirilen tahmin ise aşağıdaki şekil 4.8'de çizilmiştir.

Şekil 4.8: Ethereum Günlük Tahmin



Çalışmada Ethereum'un günlük grafiği, günlük gözlem değerleri kullanılarak tahmin edilmiştir. 17.12.2018'den 31.12.2018'a kadar toplam 15 günlük veri kullanılmıştır. Günlük grafik olduğu için hatalar daha net gözükmektedir.

4.3.9. Ripple Günlük Model Tahmini

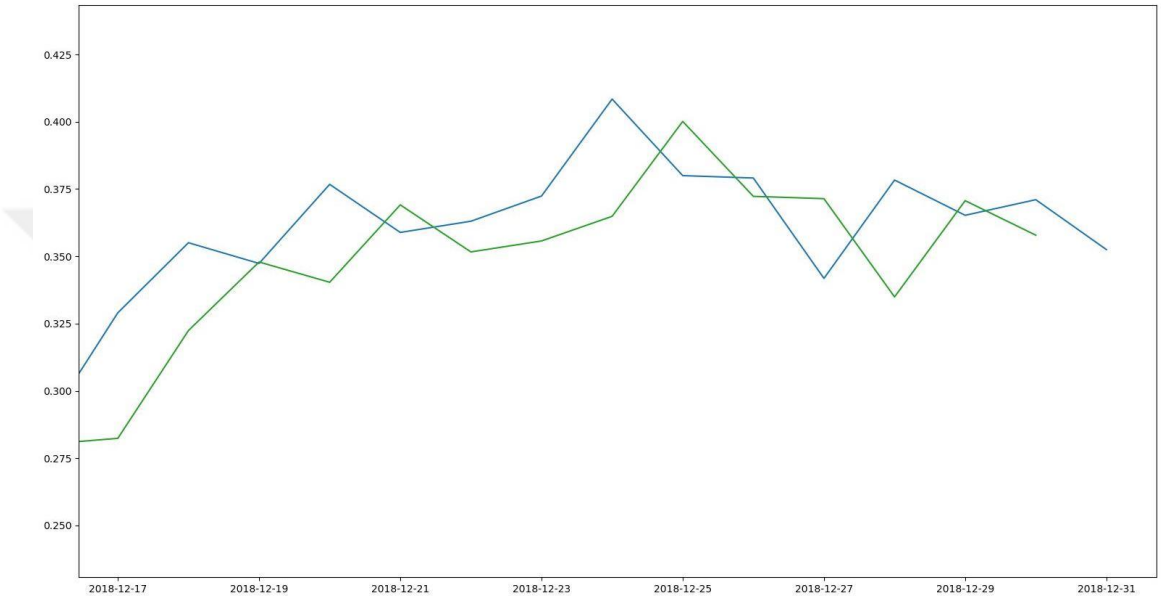
Ripple için oluşturulan modele ilişkin bilgiler Tablo 4.9'da sunulmuştur.

Tablo 4.9: Ripple günlük tahmin için oluşturulan YSA Modeli

		Nöron Sayısı						
Model Adı	Katman Sayısı	Giriş	Gizli 1	Çıkış	Girdi	Süre	HKOK Öğrenme	HKOK Test
Ripple Günlük	3	2	1	1	1	1 Gün	0	0,08

Bu model kullanılarak gerçekleştirilen tahmin ise aşağıdaki şekil 4.9'da çizilmiştir.

Şekil 4.9: Ripple Günlük Tahmin



Çalışmada Ripple'ın günlük grafiği, günlük gözlem değerleri kullanılarak tahmin edilmiştir. 17.12.2018'den 31.12.2018'a kadar toplam 15 günlük veri kullanılmıştır. Günlük grafik olduğu için hatalar daha net gözükmektedir.

4.4. Sonuç

Bu çalışma sonucunda Bitcoin, Ethereum ve Ripple'ın yapay sinir ağları ile tahmin çalışmaları yapılmıştır. Tahmin çalışması hata oranını minimize etmek için günlük periyotlarla yapılmıştır. Bu verilerde anlamlı girdi sayısı arttıkça hata oranlarında düşüş gözlenmektedir. Çalışmada kripto paraların geçmiş değerlerini baz alarak bir öğrenme gerçekleştirilmiş sonra bunu test etmiştir. Hata oranı verinin çokluğuna ve öğrenmenin sayısına göre değişmektedir. Veri sayısı ve öğrenme tekrarı ne kadar artarsa o kadar daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Çalışmada 2013-2017 yılı arasında öğrenme yapılmış, 2017 yılından 2019 yılına kadar ise tahmin gerçekleştirilmiştir.

Yıllık ve aylık yapılan tahminlerde hata payı oldukça düşük çıkmıştır. Hata payının yüksek olduğu zaman aralığı ise günlük ve saatlik değerlerdir. Bu yüzden de yıllık ve aylık grafiklerde gerçek değer ile tahmin edilen değerler arasındaki fark oldukça zor tespit edilirken, günlük grafikte gerçek değer ile tahmin edilen değer arasındaki fark daha net görülmektedir.

2017 yılının sonunda bütün kripto paralarda oluşan keskin yükseliş ve ardından gelen bir aylık keskin düşüş, kripto paraların volatilitesinin ne kadar yüksek olduğunun bir kanıtıdır. Bu volatilite de kripto paralara olan güveni azaltmaktadır. Endüstri 4.0 ile nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler kişilerin hayatına entegre olmaya başladı. Bununla birlikte blok zinciri günlük yaşantının birçok yerinde kişilerin karşısına çıkmaktadır. Bu teknoloji ödeme kolaylığı, seçimler, kişisel verilen korunması gibi birçok alanda hayatı kolaylaştırmaktadır. Blok zinciri kullanan en bilindik sistem kripto paralar olduğundan, popülerliği ve fiyat dalgalanması kaçınılmaz olmuştur. Birçok insan blok zincirini sadece Bitcoin ile tanımış olsa da ilerleyen yıllarda blok zincirinin daha çok duyulacağı yadsınamaz bir gerçektir.

Kripto paraların ise gelecek yıllarda hem devletlerin vergilendirme politikası ile hem de kontrol edilebilir olması ve yasallaşmasıyla daha gerçekçi değerlerde ve volatilitesi daha düşük şekilde olacağı öngörülmektedir. Bunun yanında madenciliğin de elektrik tüketiminden dolayı devlet politikaları tarafından daha kontrol edilebilir olması öngörülmektedir. Bu değişiklikler ile kripto paraların daha güvenilir, yasal ve çevreye daha az zararlı olmasından dolayı çek, EFT, bankacılık işlemleri hatta kredi kartlarını bile gölgede bırakarak ödeme sistemlerinin en üst sıralarına çıkması öngörülmektedir. Bu değişiklikte bütün dünyada yıllardır var olan bazı alışkanlıkların da sonu olabilir. Markette veya alışveriş yaparken cüzdan taşımak yerine kripto paraların saklandığı belleklerin kullanılmasıyla hırsızlık sayısının azalacağı öngörülmektedir.

Gelecek çalışmalara öneri olarak, bu alandaki çalışmalara günlük fiyat tahmininde fiyatı etkileyecek diğer finansal enstrümanların fiyatları, anlık kripto para ve kripto para

borsaları haberleri, anlık açıklamalar ve bu açıklamalarla artan ya da azalan hacim verileri gibi veriler ilave edilerek daha geniş kapsamlı ve başarılı sonuçlar alınması öngörülmektedir. Bu bilgilerin yanında kripto paraların nasıl bir proje içinde olduğunu, ne gibi problemi çözmek istediği ve ne kadar sürede nasıl çalışacağı detaylı şekilde öğrenilmeli bu yol haritasının, gerçekleştirdiği yada gerçekleştiremediği planlarının fiyatına etkisi incelenebilir. Böylece kripto paranın hem teknik altyapısı daha detaylı incelenmiş olur, hem de bu altyapının fiyata etki edip etmediği detaylı şekilde incelenmiş olur.

KAYNAKÇA

Adıyaman, F. Talep Tahmininde YSA. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Istanbul, 2007.

Alan, E. Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ile Cüruflarda Fosfor Kapasitelerinin İncelenmesi. Istanbul Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. Istanbul,2013.

Anderson, D. v. Artificial Neural Networks Technology. New York: ELIN: A011, 1992.

Ankalkoti, P., & Santhosh, M. A Relative Study on Bitcoin Mining. Imperial Journal of Interdisciplinary Research, 1757, 2017. Haziran 2018 tarihinde alındı

Antonopoulos, A. M. Mastering Bitcoin, 2014. Haziran 2018 tarihinde alındı

Arena, P. F. Neural Networks in Multidimesional Domains: Fundamentals and New Trends in Modelling and Control. Springer, 1998. Haziran 2018 tarihinde alındı

Atik, M. K. Kripto Para: Bitcoin ve Döviz Kurları Üzerine Etkileri. Bartın Üniversitesi İİBF Dergisi, 2015. 247-261.

Bahadır, Y. Cam Elyaf Katkılı Cephe Kaplama Elemanlarına Yönelik Teklif Fiyatı Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının YSA Kullanılması. İstanbul Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. Istanbul, 2013.

Bank of Canada, 2014. Mayıs 2018 tarihinde https://www.bankofcanada.ca: https://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2014/04/E-Money adresinden alındı

Baran, P. On Distributed Cominications Networks. The Rand Corporation Vol 1, 1962. Haziran 2018 tarihinde http://pages.cs.wisc.edu/~akella/CS740/F08/740-Papers/Bar64.pdf adresinden alındı

Basel Bankacılık Gözetim ve Denetim Komitesi . Elektronik Bankacılık ve Elektronik Para Faaliyetleri İçin Risk Yönetimi. Türkiye Bankalar Birliği Yayını, 1998, Mart. s. 4. 2018 tarihinde alındı

Bayır, F. Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ve Bir Uygulama. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. Istanbul, 2006.

Berber, L. K. İnternet Üzerinden Yapılan Đslemlerde Elektronik Para ve Dijital Đmza, Ankara: Yetkin Yayınları, 2002. Mayıs 2018 tarihinde alındı

BIS, Digital currencies, 2015, Kasım 23. Mayıs 2018 tarihinde https://www.bis.org/cpmi/publ/d137.htm adresinden alındı

BIS-Bank for International Settlement. Survey of Electronic Money Development,2000, Mayıs. Mayıs 2018 tarihinde alındı

BIS-Bank for International Settlement. The Committee on Payment and Settlement Systems of the Central Banks of the Group of Ten Countries. Survey of Electronic Money Developments, 2001, Kasım. Mayıs 2018 tarihinde alındı

Bitcointalk. 2010, Mayıs 18. Bitcointalk: https://bitcointalk.org/index.php?topic=137.0 adresinden alındı

blockchain.info. . Haziran 2018 tarihinde blockchain.info: https://blockchain.info/tr/charts/difficulty?timespan=all adresinden alındı

Blockgeeks. 2016. Haziran 2018 tarihinde https://blockgeeks.com: https://blockgeeks.com/guides/what-is-cryptocurrency/ adresinden alındı

Blokzincir Araştırma Laboratuvarı. . Tubitak. Haziran 2018 tarihinde http://blokzincir.tubitak.gov.tr/bc-calistay/blok-zincir.html: http://blokzincir.tubitak.gov.tr/bc-calistay/blok-zincir.html adresinden alındı

boj.or.jp. 2019, Ocak 29. https://www.boj.or.jp/: https://www.boj.or.jp/en/announcements/education/oshiete/kess/i10.htm/ adresinden alındı

Brandvold, M. M. Price Discovery on Bitcoin Exchanges. Journal of International Financial Markets, Institutions and Money,2015, 18-35

Brown, M. 2014, Nisan. http://www.pfsweb.com/. Mayıs 2018 tarihinde http://www.pfsweb.com/: http://www.pfsweb.com/blog/is-the-qr-code-dead/ adresinden alındı

ccoingossip.com. 2018, Ağustos 21. Kasım 25, 2018 tarihinde https://ccoingossip.com/: https://ccoingossip.com/advantages-and-disadvantages-of-cryptocurrency/ adresinden alındı

Chown, J. F. Taxation and Social Security Europe,1984.

Coin Market Cap. . Haziran 2018 tarihinde https://coinmarketcap.com: https://coinmarketcap.com/charts/ adresinden alındı

Coin, U. 2017, Haziran 3. Kasım 20, 2018 tarihinde https://uzmancoin.com/: https://uzmancoin.com/vitalik-buterin-putin-ile-gorustu/ adresinden alındı

CoinMarketCap. . Haziran 2018 tarihinde coinmarketcap.com: https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/ adresinden alındı

CoinMarketCap. . Haziran 2018 tarihinde coinmarketcap.com: https://coinmarketcap.com/currencies/ethereum/ adresinden alındı

CoinMarketCap. . Haziran 2018 tarihinde coinmarketcap.com: https://coinmarketcap.com/currencies/ripple/ adresinden alındı

Çaglar, T. Talep Tahmininde Kullanılan Yöntemler ve Fens Teli Üretimi Yapan Bir İşletmede Uygulanması. Kırıkkale, 2007. Haziran 2018 tarihinde alındı

Çarkacıoğlu, A. Kripto-Para Bitcoin. Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi, 67, 2016.

Çelik, B. YSA Metodolojisi ile Zaman Serisi Analizi: Teori ve Uygulama. Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. Istanbul, 2008.

Davalo, E. N. Neural Networks. Macmillan Education, 1991.

Develioğlu, C. 2018, Haziran 6. https://kolayekonomi.com: https://kolayekonomi.com/para-nedir-ve-paranin-islevleri-nelerdir/ adresinden alındı

Dreyfus, G. Neural Networks methodology and Applications. Springer, 2005.

Dulupçu, M., Yiyit, M., & Genç, A. DİJİTAL EKONOMİNİN YÜKSELEN YÜZÜ: BİTCOİN'İN DEĞERİ İLE BİLİNİRLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ANALİZİ. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2017. Haziran 2018 tarihinde alındı

E-currency, F. t. 2018, Mayıs. https://unichange.me/articles/cowry_shell_e-currency. https://unichange.me/articles/cowry_shell_e-currency: https://unichange.me/articles/cowry_shell_e-currency adresinden alındı

Efendigil, T. Müşteri Odaklı Sistemler için YSA ve Bulanık Çıkarım Tabanlı Karar Destek Sistemi Yaklaşımı. Yıldız Teknik Üniversitesi Doktora Tezi. İstanbul, 2008.

Ekodialog. 2018, Haziran 8. http://www.ekodialog.com: http://www.ekodialog.com/uluslararasi_ekonomi/para-ve-banka-kpss-para-nedir.html adresinden alındı

Elmas, Ç. Yapay Sinir Ağları. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2003.

Ergezer, H. D. Yapay Sinir Ağları ve Tanıma Sistemleri. Pivolka, 2003.

Ermis, M. Lojistik Sistemlerinin Yapay Sinir Agları ile Modellenmesi, Gerçeklenmesi ve Kontrolü. İstanbul Teknik Üniversitesi Doktora Tezi. Istanbul, 2005.

Ertan, Ş. 2018, Aralık 19. Aralık 30, 2018 tarihinde https://kriptokoin.com/: https://kriptokoin.com/rusyada-dunyanin-en-buyuk-blockchain-secimi-yapildi/ adresinden alındı

Esen, B. A. 2017, Eylül 10. www.akanesen.com. Haziran 2018 tarihinde www.akanesen.com: http://www.akanesen.com/2017/09/yapay-sinir-ag-modeli.html adresinden alındı

ethereum.org. . Haziran 2018 tarihinde ethereum.org: ethereum.org adresinden alındı

European Central Bank. 2012, Ekim. Mayıs 2018 tarihinde https://www.ecb.europa.eu: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf adresinden alındı

European Central Bank. 2012, Mart. Mayıs 2018 tarihinde https://www.ecb.europa.eu/: https://www.ecb.europa.eu/paym/pdf/target/current/targetoverview.pdf adresinden alındı

Eyal, I. &. Majority is not enough: Bitcoin mining is vulnerable, 434-454. 2014.

Federal Reserve. 2004, Ocak. https://www.federalreserve.gov. Mayıs 2018 tarihinde https://www.federalreserve.gov: https://www.federalreserve.gov/paymentsystems/fedfunds_about.htm adresinden alındı

Gately, E. Neural Networks for Financial Forecasting. New York, 1996.

Gately, E. Forecasting Profits Using Price & Time. Wiley & Sons, 1998.

Graupe, D. Principles of Artificial Neural Networks . World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 1997.

Grinberg, R. Bitcoin: An Innovative Alternative Digital Currency. Hatings Science & Technology Law Journal, 4:1, 159-208, 2011.

GROS, D., THYGESEN, N. 1992. European Monetary Integration 1st ed. b.. London: Longman. Şubat 20, 2019 tarihinde alındı

Güngör, E. Yapay Sinir Agları Yardımı ile Makine Arızalarının Önceden Tahmin Edilmesi. Kocaeli Üniversitesi Sosyal bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli, 2007.

Gürbüz, T, Yapay Sinir Agları Yaklasımıyla Türkiye'deki Ulastırma Talebinin Tahmini. Kırıkkale Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale, 2008.

Hamzaçebi, C, Yapay Sinir Ağları: Tahmin Amaçlı Kullanımı Matlab ve Neurosolutions Uygulamalı. Trabzon: Ekin Yayınevi, 2011.

Haykin, S, Neural Network. New York: Macmillan College Publishing Company, 1994.

Haykin, S, Neural Networks and Learning Machines. Pearson Prentice Hall, 2008.

Haykin, S, Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Pearson Prentice Hall, 2008.

Hepkorucu, Ö. G. Finansal Varlık Olarak Bitcoin'in İncelenmesi Ve Birim Kök Yapısı Üzerine Bir Uygulama. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 47-58, 2017.

Hernæs, C. 2015, Ocak. Mayıs 2018 tarihinde techcrunch.com: https://techcrunch.com/2015/01/03/the-sharing-economy-and-the-future-of-finance/ adresinden alındı

http://www.ekodialog.com/. 2018, Haziran 20. 2018 tarihinde http://www.ekodialog.com/: http://www.ekodialog.com/Konular/avrupa-para-sistemi.html adresinden alındı

https://bkm.com.tr/. 2018, Ocak 30. Mayıs 2018 tarihinde https://bkm.com.tr/: https://bkm.com.tr/pos-atm-kart-sayilari/ adresinden alındı

https://securityintelligence.com/is-nfc-still-a-vulnerable-technology/. 2013, Haziran 17. Mayıs 2018 tarihinde https://securityintelligence.com/is-nfc-still-a-vulnerable-technology/: https://securityintelligence.com/is-nfc-still-a-vulnerable-technology/ adresinden alındı

https://thefinancialbrand.com/. 2016. Mayıs 2018 tarihinde https://thefinancialbrand.com/: https://thefinancialbrand.com/57619/banking-as-a-platform-baap-structure/ adresinden alındı

https://www.ecb.europa.eu. 2017. Mayıs 2018 tarihinde https://www.ecb.europa.eu: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/- adresinden alındı

https://www.hepsipay.com/. 2017. 2018 tarihinde https://www.hepsipay.com/: https://www.hepsipay.com/blog/fintech-nedir/ adresinden alındı

https://www.piloh.de/. . Mayıs 2018 tarihinde https://www.piloh.de/: https://www.piloh.de/geschichte.php adresinden alındı

https://www.riskmerkezi.org. 2018, Nisan 30. Mayıs 2018 tarihinde https://www.riskmerkezi.org: https://www.riskmerkezi.org/tr/istatistikler/23 adresinden alındı

https://www.theclearinghouse.org/. . Mayıs 2018 tarihinde https://www.theclearinghouse.org/: https://www.theclearinghouse.org/payment-systems/chips adresinden alındı

Iivarinen, T. 2004. https://www.suomenpankki.fi/en. Mayıs 2018 tarihinde https://www.suomenpankki.fi/en: www.bof.fi/eng/6_julkaisut/6.1_SPn_julkaisut/6.1.5_Keskustelualoitteita/0413.pdf adresinden alındı

İktisatokulu. 2005, Aralık 24. iktisatokulu.blogspot. http://iktisatokulu.blogspot.com/: http://iktisatokulu.blogspot.com/2005/12/uluslararasi-para-sistemi.html adresinden alındı

InvestAZ. 2018, Ocak 19. Aralık 20, 2018 tarihinde https://www.investaz.com.tr/: https://www.investaz.com.tr/blog/iota-nedir-nasil-alinir/ adresinden alındı

iota.org. . Haziran 2018 tarihinde iota.org: https://www.iota.org/get-started/what-is-iota adresinden alındı

iotaturkiye.com. . Haziran 2018 tarihinde iotaturkiye.com:https://www.iotaturkiye.com/iota-nedir/ adresinden alındı

Karame, G. O. Two Bitcoins at the Price of One? Double-Spending Attacks on Fast Payments in Bitcoin. 19th ACM Conference on Computer and Communications Security, 2012 Ağustos 3, 2018 tarihinde https://eprint.iacr.org/2012/248.pdf adresinden alındı

Karpuz, E. 2012. Ödeme sistemleri ve araçlarının artan kullanımı: kredi kartı. Ankara: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. Mayıs 2018 tarihinde alındı

Kartalopoulos, S. V. Understanding Neural Networks and Fuzzy Logic. Basic Consepts and Applications. New York: New York: IEEE Press, 1996.

Lee, K. Y. Short-Term Load Forecasting Using an Artificial Neural Network, 1992. ieeexplore: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=59 adresinden alındı

Lewis, C. Demand Forecasting and Inventory Control. Woodhead Publishing Ltd, 1997.

litecoin.org. . Haziran 2018 tarihinde litecoin.org: litecoin.org adresinden alındı

Low, K. F. Bitcoins and other cryptocurrencies as property? Law, Innovation and Technology, 235-268, 2017.

McKenzie, B. Blockchains And Laws, 2017. Ağustos 6, 2018 tarihinde bakermckenzie: http://www.bakermckenzie.com/en/-/media/files/expertise/fig/br_fig_blockchainsandlaws_jul17.pdf adresinden alındı

Monks, J. G. İşlemler Yönetimi Teori ve Problemler. S. Üreten, Çev. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 1996. Haziran 2018 tarihinde alındı

Muhasebe Dersleri. 2019, Ocak 29. www.muhasebedersleri.com: http://www.muhasebedersleri.com/ticari-belgeler/cek.html adresinden alındı

Nakamoto, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Journal for General Philosophy of Science, 2008. Haziran 2018 tarihinde https://bitcoin.org/bitcoin.pdf. adresinden alındı

Number of Worldwide Non-Cash Transactions. Capgemini Financial Services Analysis, 2017. Mayıs 2018 tarihinde alındı

Odabaş, S, 2017 Ocak 21. Aralık 17, 2018 tarihinde https://coin-haber.com/: https://coin-haber.com/ethereum-ve-bitcoin-arasindaki-farklar-ve-benzerlikler-nelerdir.html adresinden alındı

Orhan ve Erdoğan, O. Z. Para politikası. Ankara: Yazıt Yayın, 2008. Mayıs 2018 tarihinde alındı

Öz, E. Ödeme Sistemlerinde Merkez Bankalarının Rolü ve Türkiye Örneği. Istanbul Ticaret Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 33. Istanbul, 2011.

Özşahin, Ş. Optimization of Process Parameters in Oriented Strand Board Manufacturing with Artificial Neural Network Analysis. European Journal of Wood and Wood Products, 769-777, 2013.

Öztemel, E. Yapay Sinir Ağları, İstanbul: Papatya Yayıncılık, 2006.

Öztemel, E. Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayınları, 2012.

Plohmann, D. v. Case Study of the Miner Botnet, 345-360, 2012.

QNBFinans. Aralık 24, 2018 tarihinde https://www.qnbfi.com: https://www.qnbfi.com/forex/forex-terimler-sozlugu/hareketli-ortalama-nedir adresinden alındı

Rajpal, P. S. An artificial neural network for modeling reliability, availability and maintainability of a repairable system. Reliability Engineering and System Safety, 2006.

Rao, A. M. Neural Networks Algorithms and Applications. Alpha Science International Ltd, 2003.

ripple.com. . Haziran 2018 tarihinde ripple.com: ripple.com adresinden alındı

Rumellili, Ö. M. Ödeme Sistemlerinde Bilgi Teknolojileri Riskleri, 2006. Mayıs 2018 tarihinde alındı

Saygılı, Y. S. Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 2008.

Siddique, N. A. Computational Intelligence: Synergies of Fuzzy Logic, Neural Networks and Evolutionary Computing. Wiley & Sons, 2013.

Sontakke, K. A. Cryptocurrencies: A Developing Asset Class. International Journal of Business Insights & Transformation, 2017.

Swan, M. Blockchain Blueprınt For A New Economy. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc., 5. Mayıs 2018 tarihinde alındı, 2015.

Swan, M. Blockchain Temporality: Smart Contract Time Specifiability with Blocktime. International Symposium on Rules and Rule Markup Languages for the Semantic Web, 184-196, 2016.

TCMB. 2018, Haziran 12. https://www.tcmb.gov.tr/: https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/d189b219-fe71-40bf-9754-6a5f7d0a65eb/KagitParaTarihce.pdf?MOD=AJPERES&CVID= adresinden alındı

TDK. 2018, Haziran 5. http://www.tdk.gov.tr: http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_karistirilan&view=karistirilan&kategori1=krs_akan&kelimez=95 adresinden alındı

Tekin, M. Üretim Yönetimi Cilt 1. Konya, 2009.

Tekin, M. Üretim Yönetimi Cilt 1. Konya, 2009. Haziran 2018 tarihinde alındı

Temür, G. Yapay Sinir Ağlarının Otomatik Olarak FPGA Çipine Uygulanması İçin Denetleyici Tasarım Aracı. Düzce Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Düzce, 2013.

Tolon, M. v. Tüketici Tatmini Verilerinin Analizi: Yapay Sinir Ağları Ve Regresyon Analizi Karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi İktisadi İdari Bilimleri Fakültesi Dergisi, 247-259, 2008.

Turk, G. Money and Currency in the 21st Century, 1997. Şubat 2009 tarihinde http//www.apfn.org/money/21st_century.htm adresinden alındı

UBS. 2017, Ekim 12. UBS. Mayıs 2018 tarihinde https://www.ubs.com/content/dam/WealthManagementAmericas/cio-impact/cryptocurrencies.pdf: https://www.ubs.com/content/dam/WealthManagementAmericas/cio-impact/cryptocurrencies.pdf adresinden alındı

Üreten, S. Üretim/İşlemler Yönetimi, Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri. Ankara: Gazi Kitabevi, 2005. Hazieran 2018 tarihinde alındı

Walch, A. The Bitcoin Blockchain as Financial Market Infrastructure: A Consideration of Operational Risk. 18 NYU Journal of Legislation and Public Policy, 837-893, 2015.

Wikizero. 2019, Ocak 29. Mayıs 2018 tarihinde http://www.wiki-zero.net: http://www.wikizero.net/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvQ2xlYXJpbmdfSG91c2VfSW50ZXJiYW5rX1BheW1lbnRzX1N5c3RlbQ adresinden alındı

www.wikipedia.org/NFC , Mayıs 2018 tarihinde www.wikipedia.org/NFC: www.wikipedia.org/NFC, adresinden alındı

Yakupoğlu, C. A comparative study of bitcoin and alternative cryptocurrencies, 2016.

Yılmaz, İ. Osmanlı Dönemi Mimarlık Eserleri Restorasyon İnşaat Maliyetlerinin Yapay Zeka Yöntemleri ile Tahmini. İstanbul Kültür Üniversitesi, 2012.

Yüksel Bozkurt, A. E. Elektronik Para, Sanal Para, Bıtcoın ve Lınden Doları'na Hukuki Bir Bakış. İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası, 173-220, 2015.

Zengin, B. &. Elektronik Ödeme Sistemlerinin Olası Etkileri Üzerine Bir İnceleme. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 129-150, 2013.