

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI TİCARET VE PAZARLAMA ANABİLİM DALI

BİTCOİN FİYAT ÖNGÖRÜSÜNE YÖNELİK BİR SİNİRSEL
BULANIK AĞ YAKLAŞIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DERYA SEYHAN DİKİCİ

BALIKESİR, 2024

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI TİCARET VE PAZARLAMA ANABİLİM DALI

BITCOİN FİYAT ÖNGÖRÜSÜNE YÖNELİK BİR SİNİRSEL
BULANIK AĞ YAKLAŞIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DERYA SEYHAN DİKİCİ

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. SONER AKKOÇ

BALIKESİR, 2024

Bu Yüksek Lisans Tezi TÜBİTAK-BİDEB 2211- Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı kapsamında desteklenmiştir.

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Uluslararası Ticaret ve Pazarlama Anabilim Dalı'nda 20211255503 numaralı Derya SEYHAN DİKİCİ'nin hazırladığı "Bitcoin Fiyat Öngörüsüne Yönelik Bir Sinirsel Bulanık Ağ Yaklaşımı" konulu YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 13.06.2024 tarihinde yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezin onayına OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile karar verilmiştir.

Başkan (Danışman) Doç. Dr. Soner AKKOÇ

İmza

Üye Doç. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM

İmza

Üye Doç. Ferhat TOPBAŞ

İmza

Enstitü Onayı

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

13/06/2024

Derya SEYHAN DİKİCİ

ÖNSÖZ

Bu araştırmanın temel amacı, sinirsel bulanık mantık yaklaşımı ile Bitcoin fiyat yönünü öngörmeye çalışmaktır. Bağımlı değişken olarak kullanacağımız Bitcoin'in, fiyat yönünü tahmin etmek için Bitcoin fiyatının günlük açılış, kapanış, en düşük en yüksek ve hacim değerleri bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Araştırma beş bölüm olarak kurgulanmıştır. Birinci bölümde, giriş başlığı altında araştırmanın problemine, amaçlarına, varsayımlarına, sınırlılıklarına ve çalışma da geçen temel kavramlara ilişkin tanımlara yer verilmiştir. İkinci bölümde, kuramsal çerçeve ve ilgili alan yazın yer almıştır. Kuramsal çerçeve para, yapay sinir ağı teknolojisi, bulanık mantık ve Adaptive Neural Fuzzy İference System (ANFIS) başlıklarından oluşmaktadır. Üçüncü bölüm, araştırma değişkenleri ve hipotezleri, araştırma modeli, veri toplama araç ve teknikleri ve verilerin analizi başlıklarından oluşmuştur. Dördüncü bölümde, araştırma bulgularına ve yorumlarına ve beşinci bölümde ise, araştırma sonuçlarına ve gelecek çalışmalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Yüksek lisans eğitimim boyunca danışmanlığımı üstlenerek tez sürecinde yardımını benden esirgemeyen, yol gösteren ve her şeyden önce insani değerlere ilişkin güzellikleri öğreten Sayın hocam Doç. Dr. Soner AKKOÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca, tez savunmamda jüri olarak değerli görüşlerini paylaşan kıymetli hocalarım Doç. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM ve Doç. Dr. Ferhat TOPBAŞ'a teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans eğitimim süresince görüşleri ve teşvikleri için Prof. Dr. Mehmet Emin AKKILIÇ hocama da teşekkürlerimi sunarım. Veri temini aşamasında yardımlarını esirgemeyen Eren Bakır' a özverisinden dolayı teşekkür ederim. Ayrıca, tez sürecinde gösterdiği anlayış ve verdiği destekten ötürü hayat arkadaşşıma da teşekkürlerimi sunarım.

Doğduğu ilk günden beri en zor günlerimin destekçisi, umudum, mücadele sebebim, oğlum A.Kerem'e, maddi manevi desteklerinden dolayı Canım Kardeşlerim; Hasan, Kübra ve Bünyamin' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamı 2210-C öncelikli alan kapsamında destekleyen, TÜBİTAK-BİDEB'e teşekkürlerimi sunarım.

BALIKESİR, 2024

DERYA SEYHAN DİKİCİ

ÖZET

BİTCOİN FİYAT ÖNGÖRÜSÜNE YÖNELİK BİR SİNİRSEL BULANIK AĞ YAKLAŞIMI

SEYHAN DİKİCİ, Derya

Yüksek Lisans, Uluslararası Ticaret ve Pazarlama Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Soner Akkoç

2024, 134 Sayfa

Bitcoin, blok zinciri teknolojisi altyapısı üzerine kurulmuş olan en popüler kripto para birimidir. Mevcut şartlarda kripto piyasasının en büyük hacmine sahip olan Bitcoin'in gelecekteki fiyatının ne olacağı oldukça merak edilen bir konudur.

Bu çalışmada Bitcoin fiyat yönü öngörülme çalışılmıştır. Bu öngöründe bulunurken çalışmanın özgün değeri 'harmanlama (collate) yöntemi' olarak adlandırılan yeni bir veri madenciliği stratejisi geliştirildi. Bu bağlamda, Bitcoin fiyatının günlük olarak açılış, kapanış, en yüksek, en düşük ve hacim değerleri bağımsız değişken olarak kullanıldı. 3 ayrı veri setiyle analizler yapılan, çalışmada kullanılan BTC/USD index verilere Traindiview web sitesinden erişim sağlandı. Çalışmada, en kapsamlı veri seti olan 1. veri seti Bitcoin'in hacim verisinin ilan edildiği ilk günden analizin yapıldığı son tarih olan 17.07.2010-24.01.2024 tarihlerini kapsamaktadır. Yaklaşık 13,5 yıllık bir örnekleme çalışması yapılmıştır. 2.veri seti 03.01.2013-24.01.2024 ve 3.dönem veri seti ise 08.09.2019-18.04.2024 tarihlerini kapsamaktadır. Bitcoin fiyat yönü öngörülme çalışılırken geleneksel yöntem ve harmanlama yöntemleriyle analizler yapılmıştır. Sonrasında doğruluk (accuracy) oranı analizi yapılmıştır. Son olarak ise bulgularımızın performans ölçümleri için Hata Karelerinin Ortalamasının Karekökü (RMSE) değerleri analizleri yapılmıştır.

Elde edilen bulgular, geliştirilen harmanlama yönteminin geleneksel yöntemle (40,30,30) göre, Bitcoin'in spot fiyatlarında daha yüksek oranda öngöründe bulunduğunu saptamaktadır. Doğruluk sınıflandırma oranı bulgularına göre; modelin

yükseliş olarak bulduğu değeri doğru yükseliş gününe mi ,ya da düşüş olarak bulduğu değeri doğru düşüş gününe göre mi sınıflandırdığını tespit etmiştir. RMSE bulgularında ise doğru tahmin başarı yüzdesi artıkça, hata değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Kripto Para, Anfis, Bitcoin, Fiyat Öngörüsü



ABSTRACT

A NEURAL FUZZY NETWORK APPROACH FOR BITCOIN PRICE FORECASTING

SEYHAN DİKİCİ, Derya

Master's Thesis

Advisor: Assoc.Prof. Dr. Soner AKKOÇ

2024, 134 pages

Bitcoin is the most popular cryptocurrency built on blockchain technology infrastructure. It is a matter of great curiosity what the future price of Bitcoin, which has the largest volume in the crypto market under current conditions, will be.

In this study, an attempt was made to predict the Bitcoin price direction. While making this prediction, a new data mining strategy called the 'collate method' was developed, which is the unique value of the study. In this context, the daily opening, closing, highest, lowest and volume values of the Bitcoin price were used as independent variables. The BTC/USD index data used in the study, which was analyzed with 3 separate data sets, was accessed from the Trainedview website. In the study, the 1st data set, which is the most comprehensive data set, covers the dates 17.07.2010-24.01.2024, which is the last date of analysis from the first day when Bitcoin's volume data was announced. The study was conducted with a sample of approximately 13.5 years. The 2nd data set covers the dates 03.01.2013-24.01.2024 and the 3rd period data set covers the dates 08.09.2019-18.04.2024. While trying to predict the Bitcoin price direction, analyzes were made using traditional and blending methods. Afterwards, accuracy rate analysis was performed. Finally, Root Mean Square Error (RMSE) values were analyzed for performance measurements of our findings.

The findings indicate that the developed blending method provides a higher prediction of Bitcoin's spot prices than the traditional method. According to the accuracy classification rate findings; It determines whether the model classifies the value it found as a decline for the day that occurred as a decline day or as a decline for

the day that occurred for an increase. In RMSE findings, it was determined that as the percentage of correct prediction success increased, error values decreased.

Keywords: Artificial Intelligence, Cryptocurrency, Anfis, Bitcoin, Price Forecasting



*Hayatta karşılaştığım her zorluğa sen yaparsın diyen, bizi erkenden bırakıp giden
ANNEM'E ve mücadele sebebim A. KEREM'E...*

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	iix
ÇİZELGELER LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
KISALTMALAR LİSTESİ	xvii
1.GİRİŞ	1
1.1.Araştırmanın Problemi	1
1.2.Araştırmanın Amacı	1
1.3.Araştırmanın Önemi	2
1.4.Araştırmanın Varsayımları	2
1.5.Araştırmanın Sınırlılıkları	3
1.6.Tanımlar	3
2.İLGİLİ ALANYAZIN	5
2.1.Kuramsal Çerçeve	5
2.1.1. Paranın Tanımı ve Türleri	5
2.1.1.1.Dijital Para.....	7
2.1.1.2.Elektronik Para	7
2.1.1.3.Sanal Para	7
2.1.1.4.Kripto Para	8
2.1.1.4.1.Kripto Para Çeşitleri ve Blok Zinciri Teknolojisi	9
2.1.1.4.2.Bitcoin.	10

2.1.1.4.3. Bitcoincash	14
2.1.1.4.4. Ethereum	15
2.1.1.4.5. Blok zinciri (Blokchain).....	16
2.1.1.4.6. Blok zincir Teknolojisinin İşleyişi.....	17
2.1.1.4.7. Madencilik (Mining)	19
2.1.1.4.8. İş Kanıtı (Proof Of Work) ve Pay Kanıtı (Proof Of Stake)	19
2.1.1.4.9. Özet (Hash) Algoritması.....	20
2.1.1.4.10.Merkle Ağacı	22
2.1.2. Yapay Sinir Ağı Teknolojisi Gelişim Süreci ve Temel İşleyişi	22
2.1.2.1. Girdiler	25
2.1.2.2.Ağırlıklar	25
2.1.2.3.Toplama Fonksiyonu	25
2.1.2.4. Aktivasyon Fonksiyonu.....	26
2.1.2.5. Çıktılar.....	27
2.1.3. Yapay Sinir Ağlarının Biyolojik Sinir Sistemiyle Karşılaştırılması.....	27
2.1.4. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması	27
2.1.4.1. Yapay Sinir Ağlarının Yapılarına Göre Sınıflandırılması.....	27
2.1.4.1.1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları.....	28
2.1.4.1.2. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları	28
2.1.4.2.Yapay Sinir Ağlarının Öğrenme Yöntemine Göre Sınıflandırılması..	29
2.1.4.2.1. Danışmanlı Öğrenme.....	29
2.1.4.2.2.Danışmansız Öğrenme	29
2.1.4.2.3. Destekleyici Öğrenme	30
2.1.5. Yapay Sinir Ağı Modelleri.....	30
2.1.5.1.Tek Katmanlı Yapay Sinir Ağı Modeli	30
2.1.5.2.Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağı.....	30
2.1.5.3.Radyal Tabanlı Fonksiyon Ağları.....	31

2.1.6. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Kuralları	32
2.1.6.1. Hebbian Öğrenme Kuralı	32
2.1.6.2. Delta Öğrenme Kuralı	32
2.1.6.3. Kohonen Öğrenme Kuralı	33
2.1.6.4. Hopfield Öğrenme Kuralı.....	33
2.1.7. Bitcoin Fiyatının Öngörülmesinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı.....	33
2.1.8. Bulanık Mantık	33
2.1.8.1. Bulanık Mantık Kavramı	34
2.1.8.2. Bulanık Küme ve Üyelik Fonksiyonları.....	34
2.1.8.3. Bulanık Mantığın Avantaj ve Dezavantajları	36
2.1.9. Sinirsel Bulanık Mantık (Neuro-Fuzzy) Ağları ve Çıkarım Yöntemleri. 37	
2.1.9.1. Mamdani Tipi Bulanık Mantık Çıkarım.....	38
2.1.9.2. Sugeno Tipi Bulanık Mantık Çıkarımı	39
2.1.10. ANFIS modeli	39
2.2.İlgili Araştırmalar	41
3. YÖNTEM.....	51
3.1. Araştırmanın Modeli	51
3.2. Evren ve Örneklem	54
3.3. Veri Toplama Araçları ve Teknikleri	55
3.4. Verilerin Toplanma Süreci.....	56
3.5. Verilerin Analizi	56
4. BULGULAR VE YORUMLAR.....	57
4.1.Tahmin ve Öngörü Yöntemleriyle Veri Seti Oluşturulması.....	57
4.2. Geleneksel Yöntem ve Harmanlama Yöntemine İlişkin1.Verİ Seti Analiz Sonuçları	59
4.3. Tahmin (Estimation) ve Öngörü (Forecasting) Yöntemine İlişkin1.Verİ Seti Analiz Sonuçları.....	59

4.4. Doğruluk (Accuracy) Sınıflandırma Oranı ve Hata Kareler Ortalamasının Kare Kökü (Root Mean Squared Error-RMSE).....	60
4.5. Tahmin Yöntemine İlişkin 1. Veri Seti Analiz Sonuçları	61
4.6. Öngörü Yöntemine İlişkin 1. Veri Seti Analiz Sonuçları	71
4.7. Tahmin Yöntemine İlişkin 2. Veri Seti Analiz Sonuçları	80
4.8. Öngörü Yöntemine İlişkin 2. Veri Seti Analiz Sonuçları	90
4.9. Geleneksel Yöntem ve Harmanlama Yöntemine İlişkin 1. Veri Seti Analiz Sonuçları.	100
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	120
5.1. Sonuçlar	120
5.2. Öneriler	122
5.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler	123
5.2.2. Sektöre Yönelik Öneriler	123
KAYNAKÇA.....	125

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa
<u>Cizelge 1.</u> Blok zinciri Yapısının Oluşumu.....	18
<u>Cizelge 2.</u> Örnek SHA-256 Veri Özetleme Sonucu	21
<u>Cizelge 3.</u> Yapay Sinir Ağlarının Biyolojik Sinir Sistemiyle Karşılaştırılması	27
<u>Cizelge 4.</u> Tahmin Yöntemi ile Veri Seti Oluşturma.....	57
<u>Cizelge 5.</u> Öngörü Yöntemi ile Veri Seti Oluşturma.....	58
<u>Cizelge 6.</u> Geleneksel ve Harmanlama Yöntemine Ait Sonuçların Karşılaştırılması	59
<u>Cizelge 7.</u> Tahmin ve Öngörü Yöntemine Ait Sonuçların Karşılaştırılması	60
<u>Cizelge 8.</u> Tahmin Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar.....	61
<u>Cizelge 9.</u> Tahmin Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar	63
<u>Cizelge 10.</u> Tahmin Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar	64
<u>Cizelge 11.</u> Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar.....	66
<u>Cizelge 12.</u> Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Analiz Sonuçları	68
<u>Cizelge 13.</u> Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi Analiz Sonuçları	69
<u>Cizelge 14.</u> Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar	71
<u>Cizelge 15.</u> Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar ...	73
<u>Cizelge 16.</u> Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Analiz Sonuçları	74
<u>Cizelge 17.</u> Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar	76
<u>Cizelge 18.</u> Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar ...	77
<u>Cizelge 19.</u> Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar	79
<u>Cizelge 20.</u> Tahmin ve Öngörü Yöntemine Ait Sonuçların Karşılaştırılması	81
<u>Cizelge 21.</u> Tahmin Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar.....	81
<u>Cizelge 22.</u> Tahmin Yöntemine Ait 22222 Kontrol Verisi Analiz Sonuçları	83
<u>Cizelge 23.</u> Tahmin Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar	84
<u>Cizelge 24.</u> Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar.....	86

<u>Cizelge 25.</u> Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar ...	87
<u>Cizelge 26.</u> Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar	89
<u>Cizelge 27.</u> Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar	91
<u>Cizelge 28.</u> Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar ...	92
<u>Cizelge 29.</u> Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar	94
<u>Cizelge 30.</u> Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar	95
<u>Cizelge 31.</u> Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar ...	97
<u>Cizelge 32.</u> Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar	98
<u>Cizelge 33.</u> Geleneksel ve Harmanlama Yöntemine Ait Sonuçların Karşılaştırılması	100
<u>Cizelge 34.</u> Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar	101
<u>Cizelge 35.</u> Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar	102
<u>Cizelge 36.</u> Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar	104
<u>Cizelge 37.</u> Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar	105
<u>Cizelge 38.</u> Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar	107
<u>Cizelge 39.</u> Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar	108
<u>Cizelge 40.</u> Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar	110
<u>Cizelge 41.</u> Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar	112
<u>Cizelge 42.</u> Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar	113
<u>Cizelge 43.</u> Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar	115
<u>Cizelge 44.</u> Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar	116

Cizelge 45. Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi
Sonuçlar..... 118



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
<u>Sekil 1.</u> Sanal Para Birimlerinin Sınıflandırılması.....	8
<u>Sekil 2.</u> Kripto Para Birimlerinin Sınıflandırılması	9
<u>Sekil 3.</u> Bitcoin İçin Kullanılan Sembol ve Legolar.	11
<u>Sekil 4.</u> İmza Örneği	13
<u>Sekil 5.</u> İletişim Ağı Çeşitleri.....	13
<u>Sekil 6.</u> Bitcoincash Oluşumu.....	14
<u>Sekil 7.</u> Blok zincir İşlem Aşamaları	17
<u>Sekil 8.</u> Merkle Ağaç Yapısı.....	22
<u>Sekil 9.</u> Yapay Sinir Ağı İşleyişi	24
<u>Sekil 10.</u> İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Yapısı	28
<u>Sekil 11.</u> Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Yapısı	28
<u>Sekil 12.</u> Klasik Küme Teorisi	35
<u>Sekil 13.</u> Bulanık Küme Teorisi.....	36
<u>Sekil 14.</u> Sinirsel bulanık mantığın, ysa ve bulanık mantıkla ilişkisi	37
<u>Sekil 15.</u> ANFIS mimarisi	40
<u>Sekil 16.</u> Araştırma Modeli.....	51
<u>Sekil 17.</u> Sinirsel Bulanık Ağ Modelinin Yapısı	52
<u>Sekil 18.</u> Sinirsel Bulanık Ağ Modelinin Oluşturduğu Kurallar.....	53
<u>Sekil 19.</u> Sinirsel Bulanık Ağ Modelinin Oluşturduğu Kuralların Grafikselleştirilmesi	54
<u>Sekil 20.</u> Harmanlama (Collate) Yöntemi.....	56

KISALTMALAR LİSTESİ

ANFIS	:Adaptive Network Based Fuzzy Inference System
MATLAB	:Matrix Laboratory
RMSE	:Root Mean Square Error
YSA	:Yapay Sinir Ağları



1. GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Problemi

Bu çalışmada, ilk kripto para olma özelliği taşıyan Bitcoin'in fiyat öngörüsü ele alınmaktadır. Araştırmanın kuramsal temelinde alanyazın incelendiğinde Bitcoin fiyat öngörüsüyle ilgili çalışmaların geleneksel yöntemlerle daha sık çalışıldığı görülmüştür. Bu bağlamda, çalışmada Bitcoin fiyatı öngörülürken geleneksel yöntemler yerine yapay zekâ algoritmaları (ANFIS) kullanılarak Bitcoin'in fiyat öngörüsü incelenmiştir.

Bu araştırmanın temel problemini, Bitcoin fiyatı öngörülürken geleneksel yöntemlerin eksik taraflarını tamamlayarak daha doğru öngöründe bulanacak yapay zekâ algoritmalarının daha sık kullanılması gerektiğini teşkil etmektedir. Ayrıca, araştırmada Bitcoin fiyat öngörüsünde bulunurken yapay zekâ algoritmalarıyla model oluşturulurken oluşturulan modellerde eğitim verilerinin ağırlıklı olması bu yönteme getirilen önemli eleştiriler arasındadır. Bu probleme çözüm getireceğine inandığımız yeni bir veri seti stratejisi geliştirilmek istenmiştir. Bu problemler ışığında araştırma soruları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

- ANFIS ile Bitcoin fiyatının yönü yüksek oranla öngörülebilir mi?
- İstatiksel açıdan anlamlı olacak doğru öngörü yapılabilir mi?

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, karar mekanizmalarının uzun yıllardır başvurdukları geleneksel öngörü modellerine karşı üretilen modern öngörü modellemesi tekniklerinden sinirsel bulanık mantık yaklaşımı ile öngörü modellemesi gerçekleştirmek ve bu modelin öngörü performansı açısından yeni nesil öngörü modeli çıkarımında bulunmaktır. Ayrıca, karar mekanizmalarının karşılaştıkları problemlerin

çözümünde en doğru kararı almaları için öncelikli olarak problemin teşhisini bulmak amaçlanmaktadır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu çalışmanın önemi olarak yeni bir veri madenciliği stratejisi geliştirmek hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda ‘harmanlama yöntemi’ olarak adlandırdığımız bir veri madenciliği stratejisi geliştirmek istenmektedir. Yapay zekâyla yapılan çalışmalarda veri setinde eğitime ağırlık verilmesi modele getirilen eleştiriler arasındadır. Biz bu çalışmayla daha dengeli eğitim, kontrol ve test seti için eşit dağılım sunan bir öneride bulunuyoruz. Harmanlama yöntemiyle veri setinde daha dengeli bir dağılım sağlanması ve kullanılacak veri setinde daha iyi örüntü ortaya koyarak yapay zekânın daha iyi öğrenmesini sağlamak amaçlanmaktadır. Veride yanlılığı ortadan kaldırmak ve sağlıklı bir şekilde sonuç almak için veri manipülasyonu önemli bir konudur. Literatürde bu soruna çözüm bulmak adına rastgele yöntemle veri ataması yapılmaktadır. Belirli bir yanlılık ortaya çıkmadan veriler rastgele seçilmektedir. Diğer bir yöntem olarak K Kat Çapraz doğrulama (k-fold cross validation) rastgele yönteminin eksik yönlerini ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır. Bu çalışmanın önemi olarak geliştirmek istediğimiz harmanlama yöntemiyle hem bu sorunları ortadan kaldırdığı gibi hem de daha iyi öğrenme olanağı sunulabilecektir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Araştırma kapsamında;

- Araştırma konusu kapsamında ulusal ve uluslararası literatürden elde edilecek bilgilerin yeterli ve çalışmaya uygun olduğu,
- Araştırma kapsamında geliştirilecek modelin yüksek oranda doğru sonuç göstereceği,
- Araştırma için belirlenecek örneklemin ana kütleliyi temsil etme yeterliliğine sahip olduğu,

- Araştırma kapsamında uygulanan yöntemin belirlenen amaçlara ulaşmada yeterli olduğu varsayılmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmanın en büyük sınırlaması, bağımlı değişken olarak kullandığımız Kripto para piyasasında en büyük hacime sahip olan Bitcoin'in tek bağımlı değişken olarak kullanılmasıdır. Bitcoin'in 2009 yılında çıkmış ilk kripto para özelliği taşımamasından dolayı veri seti hacim değerlerinin yayınlandığı ilk gün olan 17.07.2010-24.01.2024 yaklaşık 13,5 yıllık bir örnekleme kapsamaktadır. 17.07.2010 tarihi öncesinde hacim verilerin yayınlanmadığı yapılan incelemeler sonucunda görülmüştür. Araştırmanın bir diğer sınırlaması da Bitcoin'in geçmiş dönemlerdeki fiyat ve hacim verisi stabil olmaması, bu bağlamda bir endeks değeri kullanmanın gerekliliğidir. Günümüzde en yüksek hacmin işlem gördüğü borsaların geçmiş yıllarda aktif olmaması, ayrıca borsalar arasında %20'lere varan fiyat farklılıkları yani arbitraj fırsatları uzun süre varlığını sürdürmüştür. Ayrıca geçmişte hacim verileri çok daha kolay manipüle edilebilmesinden dolayı global piyasada kabul görmüş veri kaynaklarından fiyat ve hacim verisi için yalınlaştırılmış endeks değerlerini ele almak daha doğru olacaktır. Endeks değerleri çoğunlukla ilgili dönemdeki borsalardan güvenilir olanların fiyat verisinin hacim verisi kullanılarak ağırlandırılmasıyla elde edilmektedir.

1.6. Tanımlar

Araştırmada sıklıkla geçen önemli kavramların tanımları aşağıda yer almaktadır. Bu bağlamda Anfis, Kripto para, Bitcoin, Blok zincir (Blockchain), Yapay Sinir Ağları (YSA), Bulanık Mantık.

Uyarlamalı Ağ Tabanlı Sinirsel Bulanık Sistemi (ANFIS): Tagani Sugeno bulanık çıkarım sistemine dayalı bir tür yapay sinir ağı yöntemi. Jang tarafından 1990'ların başlarında geliştirilmiş olup doğrusal olmayan fonksiyonların modellenmesinde ve kaotik zaman serilerinin tahmininde kullanılmıştır ([http-1](http://1)).

Kripto Para: Dünya Bankası, kripto para birimlerini kriptografik (gizli kalması istenilen bir verinin matematiksel yöntemlerle şifrenmesi) tekniklere

dayanan dijital para birimlerinin alt kümesi olarak tanımlamışlardır (Natarajan, Kraus ve Gradstein, 2017, s IV).

Bitcoin: 2009 yılında ilk defa ortaya çıkarılan Bitcoin, Blok zincir teknolojisine dayanmaktadır. Elektronik para bir dijital imza olarak tanımlanmaktadır (Nakamoto, 2008, s. 2).

Blok zincir (Blockchain): Veri kayıt defteri olarak adlandırılır. Veriler, sıralanarak bloklara kaydetme işlemi gerçekleştirilir. Bir blokta yeterli kapasiteye ulaşıldığında diğer bloklarda üretim gerçekleştirilir. Bu şekilde bir zincir oluşturulur (Güven ve Şahinöz, 2018, s. 44).

Yapay Sinir Ağları: insan beyninin özelliklerinden biri olan öğrenme yoluyla yeni bilgiler türetebilme ve keşfedebilme gibi becerileri, herhangi bir destek almadan, otomatik olarak gerçekleştirmek amacıyla geliştirilen bilgisayar sistemleridir (Öztemel, 2020, s. 29).

Bulanık Mantık: Geleneksel mantık kuramında olduğu gibi (0) ve (1) değerlerini kapsar. Ancak (0) ya da (1) demek yerine bu değerler arasındaki değerleride hesaba katar. Örneğin; bir yerin uzaklığını ifade etmek için yakın ya da uzak olduğunu belirtmekle kalmayıp ne kadar yakın ya da ne kadar uzak olduğunu açıklar (Özkan, 2006, s. 3). Nesnelere belirli kriterlere göre sınıflandırmak yerine nesnelere derecelendirilerek aitlik oluşturur.

2. İLGİLİ ALANYAZIN

2.1. Kuramsal Çerçeve

Çalışmanın bu bölümünde para ve türleri, blokzinciri teknolojisi, yapay sinir ağları ile bitcoin fiyat tahminlemesiyle ilgili tanımlamalara ve literatürde yer alan çalışmaların sonucunda elde edilen bilgilere yer verilmiştir .

2.1.1. Paranın Tanımı ve Türleri

Para kavramı, insanlık var olduğu günden bugüne kadar insanların ihtiyaç ve isteklerine göre değişim gösteren bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla paranın birden çok tanımı vardır. Net ve sınırlı bir tanım yapmak mümkün değildir. Gelişen teknoloji ve ihtiyaçlar doğrultusunda para kavramı gerek insanlar gerekse kurumlar ve devletler tarafından revizyona uğramaktadır.

Türkçe'ye “parça” anlamındaki Farsça “pâre”den geçen para kelimesi; Türk Dil Kurumu tarafından yayınlanan Türkçe sözlükte devletçe bastırılan, üzerinde değeri yazılı kâğıt veya metalden ödeme aracı anlamına gelmektedir (http-2).

Paranın iktisat literatüründe tanımı ise “satın alınan mal ve hizmetlerin bedelinin karşı tarafa aktarılmasında ya da borçların geri ödenmesinde genel kabul gören her şey (Şıklar ,2004, s. 3) olarak ifade edilmiştir.

İktisatçılar, parayı ödemelerde kullanılacak genel kabul görmüş herhangi bir şey olarak açıklarlar. Mal veya hizmetlerin veya borçların geri ödenmesinde bankotlarından oluşan para birimi ve madeni paralar, bu tanıma karşılık gelebilir.

Para ile dikkat çekilmek istenilen çekler de satın almalar için ödeme olarak kabul edilir. Bu bağlamda değer elektronik ortamda bir kağıda yüklenmiş olması ayrıca bir yazılım programında olması da para işlevini görebilmektedir. Parayı tayin etmede ve değer biçmesinde önemli olan husus para vasfına sahip olan malın içeriğinin bilinmesidir (Mishkin, vd.,2011).

Paranın gelişim aşamalarında ilk olarak mal para sistemi sonrasında temsili para sistemi kullanılmıştır. Temsili para sisteminde metal ve kağıt paralar kullanılmıştır. Günümüzde kaydi paranın yaygın kullanımının başında bankacılık sistemindeki gelişmelerin etkisi büyük rol oynamaktadır. Bu gelişmeyle beraber kağıt paradan sonra elektronik para sistemi gelişmeye başlamıştır (Öztürk, vd., 2006.).

Paranın iktisadi fonksiyonlarını değerlendirdiğimizde mevcut olan nitelikleriyle kripto para birimi Bitcoin'in ekonomik açıdan para olarak nitelendirilmesi olası değildir. Bu durumun nedeni ise, Bitcoin ve diğer para birimleri, henüz toplumda genel olarak kabul edilen bir ödeme aracı değildir. Sadece bu para birimini ödeme aracı olarak kabul eden işletmelerde kullanılmaktadır. Kullanım oranındaki artış ve popüleritesinin hızlı ivmeye karşın dünyada Bitcoin'i ödeme aracı olarak kabul eden işletmelerin sayısı 10 Ekim 2019 tarihi itibarıyla 15,419'dur.

Ülkemizde, *'Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmasına Dair Yönetmelik'*m.3, f 2 ve 3 hükümleri, Bitcoin ve diğer kripto varlıkların ödeme aracı olarak kullanılmasını ve ödemelerde doğrudan veya dolaylı bir şekilde kullanılmasına yönelik hizmet sunulmasını yasakladığından, Bitcoin paranın *'ortak bir mübadele ve ödeme aracı olma fonksiyonu'*na sahip değildir (Yılmaz, 2023, s. 46).

'Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmasına Dair Yönetmelik' de *'kripto para'* kavramı değil *'kripto varlık'* kavramı kullanılmıştır. Kripto varlık, kripto para kavramını da içeren daha geniş bir kavramdır. Finansman aracı olarak kullanılan *jetonlar* (tokenlar) da kripto varlık kapsamına girmektedir (Yılmaz, 2023, s. 92).

Bağımlı değişken olarak kullanacağımız kripto paralar içerisinde ilk olma özelliği taşıyan Bitcoin için dijital, elektronik ve sanal para kavramları kullanılmaktadır. Bu kavramlar bazen birbirleri yerine kullanıldığından kavram karmaşası oluşmuştur. Bu bağlamda, IMF çalışanları tarafından 2016 başında sunulan raporda da belirtildiği üzere elektronik para türleri olarak dijital, sanal ve kripto para kavramlarını ayrı tutmak faydalı olabilir (BDDK, 2013) .

2.1.1.1. Dijital Para

Dijital para, sanal para biriminin (itibari olmayan) veya elektronik paranın (itibari) dijital temsili anlamına gelebilir. Elektronik ve sanal parayı birleştirici bir kavram olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamaya konu olan dijital temsil (dijital veri biçimindeki temsil) bilgisayarlar tarafından işlenebilme özelliğini ifade etmektedir (FATF, 2014, s. 4).

2.1.1.2. Elektronik Para

Elektronik para TBMM tarafından 2013 yılında kabul edilen 6493 Sayılı Ödeme ve Menkul Kıymet Mutabakat Sistemleri, Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları Hakkında Kanunun 3. maddesi içerisinde şu şekliyle açıklanmaktadır.

“Elektronik para ihraç eden kuruluş tarafından kabul edilen fon karşılığı ihraç edilen, elektronik olarak saklanan, bu Kanunda tanımlanan ödeme işlemlerini gerçekleştirmek için kullanılan ve elektronik para ihraç eden kuruluş dışındaki gerçek ve tüzel kişiler tarafından da ödeme aracı olarak kabul edilen parasal değerdir.”

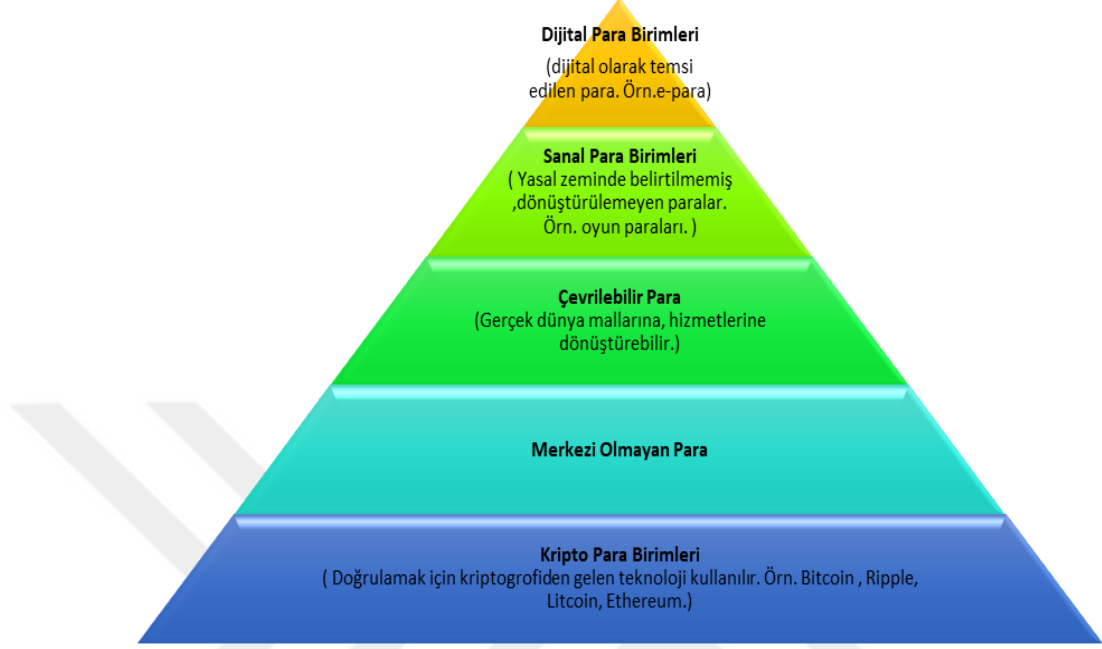
Yapılan bir diğer tanımda ise dış alım ve satım haricindeki girişimcilere ödeme yapmada kullanılan işlemlerde, banka hesaplarına ihtiyaç duyulmadan ön ödemeli olarak elinde bulunduran kişiye hak sahipliği vererek teknik bir alet üzerinde parasal değeri olan elektronik depo olarak tanımlanmaktadır (RBI, 2002, s.3).

2.1.1.3. Sanal Para

Sanal para dijital paranın çatısı altında tanımı yapılmaya çalışılan bir para türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Para kavramının zamanla değişime uğradığı görülmektedir. Para türleri içinde de sanal para kavramı belkide en sık yenilenen para türü olarak karşımıza çıkmaktadır (European Central Bank [ECB], 2012, s. 11). Sanal parayı geliştirici tarafından oluşturulan, kontrol altında tutulan, belirli bir sanal cemiyetin mensupları tarafından kabul gören, düzenlenmemiş para türü olarak tanımlanmıştır.

Bu tanımda değişikliğe giden ([ECB], 2015, s. 25) de sanal parayı tanımlarken para kelimesinin ve düzenlenmemiş ifadesinin tanımdan çıkarılması gerektiğini vurgulamıştır. Bu değişiklikle beraber sanal para birimi, merkez bankası, kredi kurumu

ya da e-para kurumu tarafından basılmayan ve bazı koşullarda paraya alternatif olarak kullanılan değerın dijital temsili olarak tanımlanmıştır.



Şekil 1: Sanal Para Birimlerinin Sınıflandırılması

Kaynak: [IMF,2016]

2.1.1.4.Kripto Para

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte bilişim ve yazılım alanında da ciddi değişimlerin söz konusu olduğu gerçeğiyle karşı karşıyayız. Evrensel bir hal alan kripto paralar 21. Yüzyılın ilk çeyreğinde finansal alanda adından sıkça bahsettirmektedir. Kripto paraların muğlak ve karmaşık yapısından dolayı ilgi odağı haline gelmiştir. Muğlak olan yönü paranın bir bilgisayar ortamında üretilmesinden, karmaşık tarafı ise yüzlerce bilgisayarın olduğu yazılım programlarında ‘madencilik’ hareketiyle önemli bir teknolojiyle üretilmesi demektir. Kripto paraları açıklarken birincisi para olma özelliğinden dolayı finansal boyutu üzerinde, ikinci olarak da üretilen teknolojik alt yapısı olan blok zincir kavramları üzerinde durulacaktır (Kaya, 2022, s. 12).

Kripto para şifreli para olarak tanımlanabilir. Şifreli olarak adlandırılmasının nedeni bu para birimi üretilirken kullanılan teknolojiden kaynaklanmaktadır (Alpago, 2018, s .414).

Bir merkeze bağlı olmayan kripto paralar, bir merkezi otorite tarafından üretilen elektronik para ve bankacılık sistemiyle üretilen paralardan farklı formda üretilmektedir. Merkezsiz yapıya sahip olunan bu parasal sistemde işlemler Blok zincir (BlokChain) veri tabanının da işlenmektedir. Kripto para sistemlerinin merkeziyetsiz yapılarından dolayı üçüncü bir kişi veya aracıya ihtiyaç yoktur. İşleyiş de baz alın temel kriter sisteme güvendir (Çarkacıoğlu, 2016, s. 8).

Kripto paraları 2 ayrıma tabi olarak değerlendiririz. Burada önemli bir nüans farkı vardır. ‘Para’ ve ‘Jeton’ olarak ayrı ayrı ele alınmaktadır. Kendisine özgü Blok zincire sahip olan kripto paralara ‘para’ (coin) olarak tanımlanır. Mevcut bulunan bir Blok zincir içinde işlem yapılar ise ‘jeton’ (token)denir (Güven vd., 2021). Coinleride kendi aralarında iki başlık altında incelememiz mümkündür. Burada karşımıza çıkan kavramlar Bitcoin ve Altcoin’ler olmak üzere değerlendirme yapılır (Canöz, 2018, s .57).



Şekil:2 Kripto Para Birimlerinin Sınıflandırılması

Kaynak: (Canöz, 2018, s. 57).

2.1.1.4.1. Kripto Para Çeşitleri ve Blok Zinciri Teknolojisi

Kripto paraların sayısı her geçen gün artmakla beraber bir çoğuda hızlı bir trendin ardından piyasadan silinmektedir. Çalışmanın bu bölümde piyasa değeri en yüksek, işleyişi diğer kripto paralardan farklı ve popülerite yönünden değerlendirme yapılarak 3 kripto birimi çeşidi açıklanacaktır. Bu paraların alt yapısını oluşturan üretilmesinde kullanılan Blok zincir kavramıda aşağıda alt başlıklar halinde incelenmiştir.

2.1.1.4.2. Bitcoin

Finansal piyasalarda 2008 'de yaşanan küresel krizin etkileri sürerken Satoshi Nakamoto adlı kimliği belli olmayan kişi veya kişiler ya da bir grup tarafından, 'Kriptografi' grubununun üyelerine 31.10.2008 tarihinde bir e-posta gönderilmiştir (Güven, vd., 2018). Yeni bir sistemin oluşturacağı sinyali verilen bu e-postanın içeriğindeki makalede 'güvenilir bir üçüncü taraf olmaksızın tamamen 'uçtan uca' (peer to peer \ P2P) yeni bir elektronik para sistemi (Nakomoto, 2008, s .1)' konusu ele alınmıştır. Bitcoin ağında işlem gören bilgisayarların tümüne' uç' denilmektedir. Tüm uçlar eşit derecede öneme sahip olmak da ve sisteme dahil olan tüm uçlar gönüllülük esasıyla işlemektedir. İstedikleri zamanda sistemden çıkabilmektedir (Antonopoulos, 2014'ten aktaran Çarkacıoğlu, 2016, s .51). Bu bağlamda güvenin esas olduğu alım satım işlemlerinde ve aracılardan olduğu piyasalardaki, geleneksel bakış açısının aksine güven unsurunun ve aracı kuruluşlardan beklenen faydanın bilgisayarda programlanan yazılımlar aracılığıyla yerine getirileceği bir sistem ortaya atılmıştır.

Bitcoin fiziki nakit paranın istenilen özelliklerini (aracı kurumların yokluğu, ödemelerin yapıldığı) dijital ortama aktararak dıştan gelen birinin tasarruf yapanları beklenmedik arzılara karşı koruyacak bir parasal sistem olarak ileri teknolojiyle geliştirilmiştir. Bitcoin'in sınırlı arzından dolayı dijital para alanında kıt mal olarak adlandırılır. Dijital sistemlerde bir öğeyi başka bir yere göndermek örneğin: e-mail, ileti veya dosya paylaşımı gibi bu işlemlerde asıl bir göndermeden daha çok kopyalama işlemi gerçekleşmektedir. Buna kopyalama işlemi denmesi paylaşılan öğenin gönderenin elinde olması ve o nesneyi istediği miktarda üretebilecek durumda olmasındandır. Bitcoin, gönderildiği zamandan sonra göndericinin sahipliğinden çıkan ilk dijital maldır. Bitcoin dijital olarak sınırlı olmasının yanında ayrıca fiziksel anlamda da sınırlı bir arza sahiptir. 21 milyon Bitcoin arzına ulaşıncaya kadar üretimi devam edecek olan Bitcoin'in 2140 yılına kadar üretilmesi öngörülmektedir (Ammous, 2018, s .230, 237 ,239).

Bitcoin bir merkezi otorite tarafından üretilmez, Bitcoin üretilirken küresel bir sistemde bir bilgisayar programıyla üretim gerçekleştirilir. İşletim sistemi, açık kaynak kodu ile çalışan her bir birey isterse 'madenci' olarak bu sisteme dahil olup, Bitcoin

üretimini gerçekleştirir. Bitcoinler bu sistemle üretilip, karmaşık bir yapıya sahip olan problemi çözen madenciler tarafından arz edilir (Çarkacıoğlu, 2016, s. 13).

Bitcoin ihracı yeni blok üretilmesiyle başlayan bir süreçtir. Üretilen her blok için madenciye ödül verilir. Bu ödül ilk başlarda 50 adet Bitcoin olarak belirlenmiştir. Her 210.000 blok ihracından sonra ödül yarıya inmektedir. Bitcoin'in sınırlı arzından dolayı bu ödül 4 yılda bir yarıya inmektedir. 2018 ve 2019 yıllarında 12,5 Bitcoin (BTC).10 Mayıs 2020'de 6,25 BTC. 2140 yılında Bitcoin üretimi sonlanacaktır. Zaman geçtikçe alınan ödül miktarı azalacağından, madencilerin kazançları işlem komisyonları olacaktır (Güven, vd., 2018).

Bitcoin 2009 yılında kimliği belli olmayan Satoshi Nakamoto tarafından üretilmiş, 2010 yılında Laszlo Hanyecz adlı biri tarafından, pizza alışverişi için kullanılmış ve piyasada 2012 yılından itibaren bir ivme yakalamıştır (<http-3>).



Şekil 3. Bitcoin İçin Kullanılan Sembol ve Logolar

Kaynak: (<http-4>).

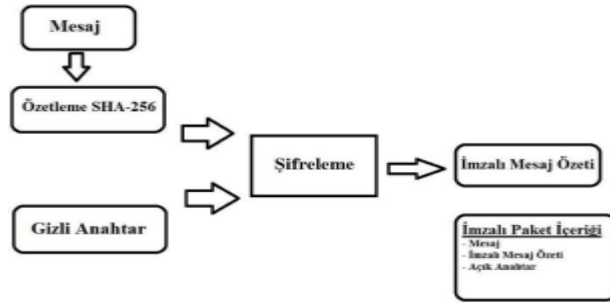
Bitcoin'in genel olarak kabul edilmiş kısaltması 'BTC' şeklindedir. Bununla beraber borsalar ve topluluklar tarafından 'XBT' şeklinde kullanımına rastlanılmaktadır. Şekil 1 ' de görüldüğü gibi, Bitcoin için sembol olarak Amerikan Dolarına benzer şekilde, 'B' harfinin ortasından dik iki paralel çizgi geçen bir sembol kullanılır. Bitcoin 100 milyonuncu basamağına kadar bölünebilir, 100 milyonda 1'e karşılık gelen (0,00000001) Bitcoin'in en küçük birimine ' Satoshi' denir (Bakır ve Yıldırım, 2021, s. .246).

2024 Mayıs ayı itibariyle Bitcoin kripto paralar arasında piyasa değeri en yüksek olan kripto paradır (yaklaşık 1,320 milyar \$). İlk kripto para olmasının bu

durumda önemli bir etkisi vardır. Bu dönemde arz edilen toplam Bitcoin miktarı 19.372.400 adet olup bu miktar toplam Bitcoinler'in % 92,25 'nin üretildiğini ifade etmektedir.

Bitcoin de sistem kişiler üzerinde yürütülmekle beraber bu durumun sonucu olarak anonimlik ön plandadır. Bu durumu % 100 garanti edecek bir anonimlikte söz konusu değildir. Bitcoin transferleri, cüzdan adresleri arasında gerçekleşmektedir. Cüzdan adresi, geleneksel bankacılık sistemindeki, hesap numarasına benzetilebilir. Cüzdan adresleri rakam ve harflerden oluşan, kimlik, konum ve diğer hiçbir kişisel bilgiye sahip olmayan, karmaşık bir sıradan oluşur. Bitcoin cüzdan adresi bilinen bir kişinin tüm Bitcoin işlemlerini görmek mümkündür, sistem bu anlamda çok şeffaftır (Antonopoulos, 2014'ten aktaran Uysal, 2019, s. 10).

Dijital imza, gerçek yaşamdaki imzalarla sağlanan emniyetin dijital ortamda da sağlanabilmesi için düzenlenmiş emniyet aracıdır. Gerçek imzada olduğu gibi, bir şahsa ait olan dijital imza yalnızca ona aittir. Dijital belgeye eklenmiş dijital imza, o dijital evrağın imza sahibi tarafından tasdiklendiğini gösterir. Bitcoin'in temel işlemlerinde bir şahsın diğerine para mübadelesi gerçekleştirme amacı vardır. Finansal piyasalarda gerçekleştirilen işlemlerde emniyet tedbirleri, fiziksel paranın emniyetli şekilde yapılması ve basit şekilde taklit edilememesine dikkat edilmiştir. Dijital para sistemlerinde emniyet, işlemlerin dijital imzalarla teyit edilmektedir. Örneğin A şahsından B şahsına para aktarımı gerçekleştirirken, işlemi kendi dijital imzasıyla emniyetli hale getirir. Dijital imzalama işlemi, yapılan işlemlerin emniyetini gerçekleştirirken, aynı zamanda işlemin sahiplerinin de mahremiyetini korumaktadır. Bitcoin işlemlerinde şahıslar yalnızca kendilerinin bildiği ve teyit edebildiği dijital imzalarla işlemleri gerçekleştirirler. Şahıslar birden çok dijital imza üretebilirler ve bu dijital imzalarla kendilerine ait finansal işlemleri gerçekleştirirler. Bitcoin'le yapılan işlemlerin tümü açık muhasebe defterine işlenir ve herkesin erişeceği şekildedir. İşlemlerde gerçek şahıs verileri yerine, dijital imzalar kullanıldığı için finansal davranışların gerçekte kimler tarafından gerçekleştiği belli değildir (Ünsal ve Kocaoğlu, 2018, s 56).



Şekil:4 İmza Örneği

Kaynak: (Ömrüuzun, 2019, s .33).

Dijital imzalama sürecinde A tarafı, B'ye göndereceği mesajın hash'ini keşfettikten sonra gizli anahtarı (private key) ile şifreler. A tarafı, mesajın aleni halini, dijital imzayı ve açık anahtarını (public key) B tarafına gönderir. B, A'nın gönderdiği dijital imzayı A'nın açık anahtarı ile çözer. Mesajın hash'ini alır ve dijital imzanın çözülmesiyle elde ettiği hash ile kıyaslar. Eğer iki hash eşit ise, mesajın A tarafından gönderildiği ve mesaja bir engelleme olmadığı kanıtlanmış olur. Üstelik A, bu mesajın kendisi tarafından gönderilmediğini ileri süremez (Durdu, 2018, s. 25).

Uçtan uca ağ (P2P Network), üye olan kişiler eşit derecede ayrıcalık ve sınırlamalara sahiptir. Bu ağın ilkelerini değiştirecek merkezi otoriteler yoktur. Ağın işleyişine katılmayan düğüm operatörleri kendi fikirlerini ağda bulunanlara dayatma da bulunamaz ya da ayrıcalıklarını geçersiz göremezler (Ammous, 2018, s. 255).



Şekil 5: İletişim Ağı Çeşitleri

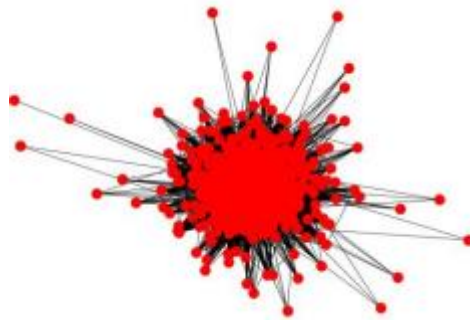
Kaynak: (<http-5>).

Şekil 5' de Merkezi ağ sigorta gibi düşünülebilir. Bireysel risklerin tümü, düşük yorgunluk ve kırgınlık yaratan merkezi bir düğüme aktarılır. Merkezi olmayan ağa da reasürans diyebiliriz. Yoğunluğu artırarak sigorta şirketlerini birleştirir, riski merkezileştirmenin kırılabilirliğini azaltır. Dağıtık ağ(P2P) ağ yoğunluğunu daha da artırır. Bireysel risklerin akran bağlantılarına ikincil olarak yayılmasını sağlar (http-5).

Blok zinciri kayıtlarının dağıtıldığı tüm noktalar, kendi içinde iletişim halinde bulduklarından sistemin bozulmadan işlediğini doğrularlar. Veri kayıt zinciri mimarisinde, aradan bir halka çıkarsa veya değişirse, zincir kırılır ve sistemin geneli kırık veya bozuk halkaya sahip noktayı dağıtık kayıt defteri açısından çıkarır. Böyle bir durumda geriye kalanlar, zincirin kırılmadan devam ettiği noktada anlaşma sağlayarak sistemin işlevini yerine getirdiğinden dolayı sistemde kalmaya devam ederler (Usta ve Doğanekin, 2017, s. 29).

2.1.1.4.3. Bitcoincash

2017 yılından beri piyasada faaliyet sürdüren Bitcoin Cash, Bitcoin'den türemiş yeni bir kripto para birimidir (Javarone ve Wright, 2018, s.77). Bitcoin'in popülaritesinin giderek artmasıyla, ağ bu kadar çok işlemi gerçekleştiremedi. Bu nedenle de işlemlerde onay süreleri günlerce bekler hale gelmişti. Bitcoin Cash'in (BCH) sert çatalı, 1 Ağustos 2017'de 478.558 numaralı blokta gerçekleşti. Çatallanma sırasında Bitcoin'in sahipleri, aynı zamanda Bitcoin Cash'in de sahipleri oldu. Blok boyutu 8 MB'a yükseltildi, bu da daha hızlı onay sürelerinin önünü açtı (Vujičić, Jagodić ve Randić, 2018, s. 3).



Şekil:6 Bitcoincash Oluşumu

Kaynak: (Javarone, vd., 2018)

1 Ağustos 2017 yılında Bitcoin Cash oluşumu Şekil 6'da açıklanmaya çalışılmıştır. Güçlü bir şekilde birbirine bağlı bir ağ ortaya çıkmıştır. Veri kümesi yönlendirilmiş bir ağı temsil ettiğinden, her bağlantı bir ok yardımıyla temsil edilmektedir (Javarone, vd., 2018). Bitcoin Cash ile Bitcoin arasındaki teknik fark, Bitcoin Cash'in blok zincirinde teorik olarak saniyede daha fazla işlem gerçekleştirmesine izin veren Bitcoin'den daha büyük bloklara izin vermesidir (http-6).

2.1.1.4.4. Ethereum

Etherum 2015 yılında Kuzey Amerika'da gerçekleştirilen Bitcoin Konferansında Vitalik Buterin tarafından tanıtılmış ve ilgi odağı olmuştur. Kripto para piyasasında Bitcoin'in den sonra piyasa değeri en yüksek olan kripto para Ethereum'dur. Bitcoin haricindeki, tüm kripto paralar altcoin olarak adlandırılrsa da Ethereum birçok özelliğiyle bu kavramın dışına çıkabilecek niteliktedir (Yavuz, 2019, s.20).

Etherum 'un sağlamayı amaçladığı şey, yerleşik bir blok zinciri oluşturmaktır. İsteğe bağlı durum geçiş işlevlerini kodlamak için kullanılabilir "sözleşmeler" oluşturmak için kullanılabilir, eksiksiz, Turing-complete bir programlama dili olan bir blok zinciridir. Turing-complete (bilgisayar biliminde, bir yönergeler sisteminin başka herhangi bir yönerge sistemini simüle etme yeteneğini ifade eden bir kavramdır). Ethereum henüz hayal etmediğimiz diğer pek çok şey gibi, sadece mantığı birkaç satır koda yazarak işlemleri yerine getirmeye çalışmaktır (Buterin, 2014, s. 1).

Etherum her hesabın 20 baytlık bir adresi olan "hesaplar" adı verilen nesnelere oluşur. ETH'nin temelini güven gerektirmeyen akıllı sözleşmeler oluşturur. Bu sözleşmelerde hesaplar arasında doğrudan değer ve bilgi aktarımı olan durum geçişleri vardır. Ethereum hesabı dört alan içerir:

- 1) Nonce (her işlemin yalnızca bir kez işlenebileceğinden emin olmak için kullanılan bir sayaç),
- 2) Hesabın mevcut eter bakiyesi,
- 3)Varsa, hesabın sözleşme kodu,

4) Hesabın depolama alanı (varsayılan olarak boştur).

"Ether", Ethereum 'un kripto yakıtıdır ve işlem ücretlerini ödemek için kullanılır. Ethereum da genel olarak, iki tür hesap vardır. Birincisi özel anahtarlar tarafından kontrol edilen harici olarak sahip olunan hesaplar ikinci olarak da sözleşme koduna göre kontrol edilen sözleşme hesapları.

Harici olarak sahip olunan bir hesabın kodu yoktur ve bir hesaptan mesajlar gönderilebilir. Bir işlem oluşturarak ve imzalayarak harici olarak sahip olunan hesap; bir sözleşme hesabında, her seferinde sözleşme hesabı, kodunun etkinleştirildiği bir mesaj alır ve dahili depolamayı okumasına ve yazmasına izin verir ve başka mesajlar gönderir veya sırayla sözleşmeler oluşturur (Buterin, 2014, s. 13-14).

Ethereum blok zinciri, bazı özellikleri olmasına rağmen birçok yönden Bitcoin blok zincirine benzemektedir. Blockchain mimarisi ile ilgili olarak Ethereum ve Bitcoin arasındaki temel fark Bitcoin'den farklı olarak, Ethereum blokları hem işlem listesinin hem de en son durumun bir kopyasını içerir (Buterin, 2014, s. 18).

'Ethereum, açık kaynak kodlu olarak ortaya çıkan ve akıllı sözleşmeleri veri olarak sisteminde saklayabilen, blok zincir teknolojisi ile kullanıcıların sistem üzerinden yeni yazılımlar oluşturmasını sağlayan bir kripto paradır. Ethereum, blok zincir teknolojisi üzerinden sağladığı bu olanakla kullanıcılarına özgürlük sağlayarak, yeni altcoin'ler çıkmasına imkân tanımaktadır. Madencilikinde ise Bitcoin'deki gibi donanımlı cihazlara ihtiyaç yoktur, sadece hesaba dayalı güçense hafıza ve işlemciye ihtiyaç duyduğu için ekran kartı (GPU) yeterli olmaktadır. Bu özelliği ile üretiminde ideal güç kullanımı ve düşük işlem maliyetleri sağlamaktadır. Aynı zamanda Bitcoin'deki blok oluşma süresi 10 dakika iken Ethereum'da bu süre oldukça kısadır, yalnızca 15 saniye sürmektedir. Bu sebeple Ethereum sisteminde onaylama süresi de kısalmaktadır. Bitcoin'deki gibi Ethereum'da da üretim için bir Ethereum cüzdanı oluşturmak gerekmektedir, bireysel olarak üretim yapılabileceği gibi havuza dâhil olarak da üretim yapılabilmektedir '(Öncül ,2021, s .44-42).

2.1.1.4.5. Blok zinciri (Blokchain)

2008 yılında, Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System adlı makaleyle Bitcoin ve altında yatan teknolojiyle tanışmamızı sağlayan Nakamotoyla beraber Blokzinciri devri de açılmıştır.

Blok zinciri kavramı en yalın haliyle "Şifrelenmiş işlem takibi sağlayan dağıtık veri kayıt sistemidir (Küçük, 2021, s.124).

Nakamoto tarafından blockchain olarak tanımlanmasa da yeni bir kayıt tutma sistemi olan bu sistem sonraki zamanlarda blockchain olarak adlandırılmıştır. Birden

çok öğeye sahip olan sistem içinde veri akış sürecini koordine etmeye yarayan sistemleri açıklamak için “Protokol” terimi kullanılmaktadır (Güleç, 2018, s. 26).

Veri kayıt defteri olarak adlandırılır. Veriler, sıralanarak bloklara kaydetme işlemi gerçekleştirilir. Bir blokta yeterli kapasiteye ulaşıldığında diğer bloklarda üretim gerçekleştirilir. Bu şekilde bir zincir oluşturulur (Güven, vd.,2018). Yeni blok oluşturulurken bir önceki bloğun özeti alınarak ikinci blok oluşturulur. Bu işlemlerle birlikte zincire ekleme yapılır. Bu sistem de blokları birbirine bağlayan ve önceki bloğun özetiyle aynı olacak şekilde süre gelen bir yapı oluşturulur (Ünal ve Uluyol, 2020, s.168)



Şekil 7: Blok zincir İşlem Aşamaları

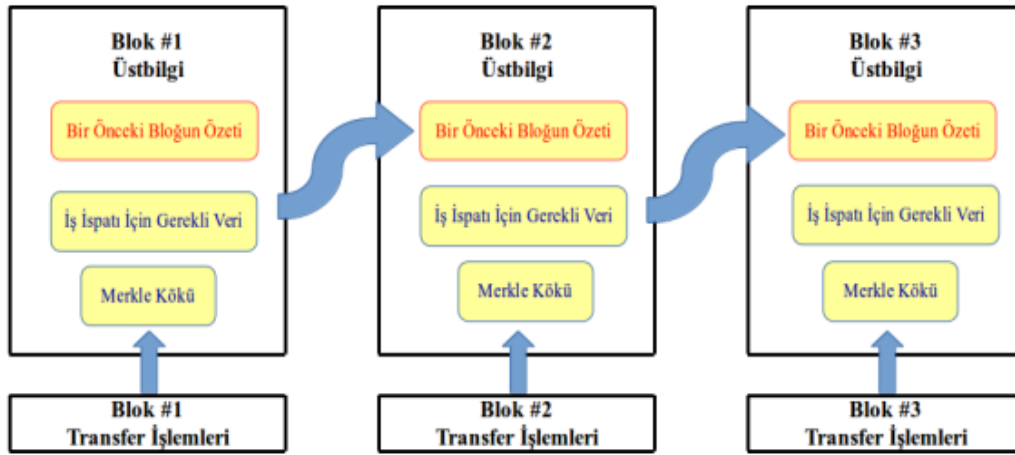
Kaynak: (Bhat ve Vijayal ,2017, s. 70).

2.1.1.4.6. Blok zincir Teknolojisinin İşleyişi

Blok zinciri teknolojisi var olan modellerden farklı olarak yeni bir güven mimarisi oluşturuyor. LinkedIn 'in kurucusu Reid Hoffman, blok zinciri' güvencesiz güven' olarak tanımlamaktadır (Werbach, 2018, s.42). Güvensiz güven tanımlamasındaki en önemli şey sistemin dağıtık (merkezsiz) çalışmasıdır. Blok zinciri, kişilere veya aracı kurumlara güvenmenin yerine sisteme güveni savunur (Werbach, 2018, s. 104). Kripto-ekonomik güvenlik, blok zinciri mimarisinin en

belirgin özelliğidir. Sisteme katılan tarafların defterleri doğrulamak için ödüllendirilmesini savunur. Bitcoin üzerinden örnek verecek olursak Hash değerini ilk bulan madencinin aldığı ödül diyebiliriz (Werbach, 2018, s. 106). Değişmezlik ilkesi blok zincirinde güvenin zaman boyutunu incelemektedir. Dağıtık doğrulama mimarisinde kripto-ekonomik tasarım bilgileri eksiksiz ve tutarlı bir şekilde kayıt altına alır (Werbach, 2018, s. 108).

Blok zinciri, mimarisinde güven algoritmalar üzerine kurulmuştur. Algoritmalar üzerine kurulan sistemlerde güven bireylere veya kurumlar üzerinde değil, makineler üzerine inşa edilmiştir (Werbach, 2018, s.114-115). Blok zinciri suni kıtlık teknolojisi olarak da adlandırılır. Ticari amaçlı yapılan işlemlerden elde edilecek fayda ile dijital kaynakların kopyalanamayacağını güvence altına almaya çalışır (Werbach, 2018, s. 96).



Çizelge 1: Blok zinciri Yapısının Oluşumu

Kaynak: (Çarkacıoğlu, 2016, s. 43).

Çizelge1' de sadeleştirilmiş bir blok zincir yapısı görülmektedir. Bloklarda en az bir işlem olmalıdır. Bir blok, 1 Mega Byte olarak ayarlanmıştır. Blok üst-bilgisi, bloğa ait ayrıntı gerektirmeyen bilgileri içerir, 80 byte'lık alanı kapsar. Bitcoin transfer işlemlerinde, bir işlem en az 250 byte'dır. Ortalama bir blokta 350-500 adet işlem yer alır. Bir blok içerisindeki tüm işlemler ikişerli gruplar halinde özetlenir, ortaya çıkan özetler yine kendi aralarında ikişerli gruplar halinde özetlenir. Bu işlem tek bir özet elde edene kadar devam ettirilir. İşlemlerin ikişerli özetlenmelerinden oluşan ağaç yapısına Merkle Ağacı, sonuçta ulaşılan tek özete ise Merkle Kökü denir.

Bitcoin sisteminin ilk bloğunun adı "genesis block" olarak adlandırılmaktadır.4 Ocak 2009 tarihinde üretilmiş 50 Bitcoin'in, Satoshi Nakamoto'ya ait Bitcoin adresine aktarılmasıyla başlatılan ilk bloktur. Herhangi bloktan geriye doğru bakmaya başlanırsa, en sonunda Genesis bloğuna ulaşılır (Çarkacıoğlu, 2016, s. 43-44).

2.1.1.4.7. Madencilik (Mining)

Bitcoin üretim işlemine madencilik denir. Bir bloktaki ilk işlem, bloğun üreticisine mahsus yeni bir madeni parayı başlatan bir işlemdir. Madenciler, bu işleme düğümlerle katkı sağlarlar bu katkılarına karşılık teşvik vardır. Teşvik, işlemlerden elde edilen ücretle finanse edilir. Madeni paraları basacak merkezi bir yapının olmayışından giriş de tedavül için bir yol sağlar. Belli miktarda yeni madeni paranın istikrarlı biçim de çoğalması, altın madencilerinin tedavüle altın eklemesi gibi kaynakları kullanmasına benzetilebilir. Bitcoin üretiminde ise blok oluşturmak için yüksek elektrik tüketimi ve zamanla yarış söz konusudur (Nakamoto, 2008, s.3-4).

Madencilik anında ya da bloğun oluşum evresinde üretilen sayısal değerlerdir.' Number Only Used Once (Yalnızca bir kere kullanılan sayı)' ifadesinin kısaltılmış hali olan nonce, yetkilendirme hedefiyle kullanılan ve ayırt etmeksizin kullanılan ve ayırt etmeksizin üretilen sayıdır. Madencilik işlemiyle uğraşan kişiler bu sayıyı bulmayı amaçlamaktadır (Karakaya, 2021, s.27).

Blockchain merkezi bir otorite olmadan güveni oluşturmak için ve para olarak kullanımı göz önüne bulundurulduğunda sahip olmadıkları kripto varlıkları birbirlerine aktarım sağlayamaması veya sisteme hatalı veri kayıt isteği göndermemesi için kontrol mekanizmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Madencilik olarak isimlendirilen denetim mekanizmasıyla, zinciri yanıltıcı veri kaydı veya zincire hatalı veri kaydının önlenmesi amaçlanmaktadır (Gayvoronoskaya ve Meinel, 2021'den aktaran Özdoğan, Akyüz ve Güven, 2022, s. 17).

2.1.1.4.8. İş Kanıtı (Proof Of Work) ve Pay Kanıtı (Proof Of Stake)

İş kanıtı ve pay kanıtı, uzlaşma prosedürleri olarak kullanılan metotlardan en yaygın olan ikisidir. Burada hedeflenen madencilerin üst üste sürekli blok meydana

getirmesine mâni olmaktır. Aksi halde, sistemde dahil olan madenciler her saniye blok üretirler ve zincirin tek olması gerekliliği sağlanamaz.

İş kanıtı bilgisayarlara iş yaptırma metodu 1990 'lı yılların sonunda gereksiz e-posta (spam, e-posta) ile başa çıkma yöntemi olarak geliştirilmiştir. E-posta gönderme anlaşmalarına küçük bir matematiksel işlem yapma fonksiyonu eklenir. Bu şekilde e-posta gönderirken bilgisayar az vakit alacak o işi yaptığını kanıtladıktan sonra e-posta sunucusu gönderimi işlemi gerçekleştirir. Gereksiz e-posta gönderme işlemi birkaç kişiyle sınırlıyken burada geçen süre fark edilmez, fakat binlerce kişiye gönderiliyorsa, süre çok uzayabilir. Bu metot gereksiz e-posta göndermek için caydırıcı bir faktördür (Güven, vd., 2018). SHA-256 Hash işleviyle üretilen özet değer belirlenen aralıkta olması kriteri gereklidir. Madenciler de bloğun içindeki verilerde değişiklik yapmadan nonce alanındaki değeri değiştirerek, fazla sayıda deneme yapılarak istenilen ölçüye ulaşıncaya kadar özet değer keşfedilmek amaçlanır (Güven, vd., 2018).

Günümüzde değişik Blockchain alt yapıları kullanılsa da (Proof of Work, Proof of Stake, gibi) Bitcoin Blockchain ile ortaya çıkan ilk madencilik sistemi olan İş kanıtı (Proof of Work), ağdaki kullanıcıların bilgisayarlarının işlem gücünü zincirdeki kayıtları denetlemeye ve tasdik etmesine dayanmaktadır. Bu denetim ve onay yetkisini belirli bir kişi veya topluluğa vermeyerek tüm ağa dağıtan madencilik yöntemi sebebiyle güvenilirlik ve merkeziyetsizlik en üst seviyelerdedir (Mougayar, 2016'dan aktaran Özdoğan, Akyüz ve Güven, 2022, s. 18).

Pay kanıtı (Proof Of Stake) metodun da madenciler hesaplama gücü için birbirleriyle rekabete girmezler. Madencilerin sistemde hangi oranda paya sahipse, blok meydana getirme fonksiyonunu kendisine verme olasılığı o kadar yüksek olmaktadır. Pay kanıtında oluşturulan blok için madenci ödüllendirilmez. Blok içindeki işlemlerin komisyonunu kazanır. Bu metotla çalışan madencilere 'oluşturucu'(forger) denir (Güven, vd., 2018).

2.1.1.4.9. Özet (Hash) Algoritması

Özet fonksiyonları, uzunluğu fark etmeksizin değişken uzunluktaki girdilerden sabit uzunlukta çıktılar üretmek için kullanılır. Algoritmalarına göre (MD, SHA1,

SHA-256, SHA-3, vb.) farklı niceliklerde özet fonksiyonları vardır. Özet fonksiyonlarının ortak dijital imzalama ve verinin doğruluğunu kanıtlanmak amacıyla kullanılır (Çoban, 2018, s. 10).

Kriptografik hash işlevi, uzun bir girdi dizesini kısa, sabit uzunluktaki, 128 ve 512 bitlik tipik bir bit dizesine eşler. Bu nedenle, kısa, sabit uzunluklu bir dizeyi keyfi olarak uzun bir dizeye genişleten rastgele oluşumun tersi olarak açıklanabilir. Bir kriptografik hash işlevi, çeşitli güvenlik özelliklerini sağlamalıdır. Kriptografik şemanın temelini oluşturur. En yaygın uygulamalardan biri olan dijital olarak imzalanacak bir belge özeti oluşturmanın yanı sıra, bir hash işlevi, mesaj kimlik doğrulama kodları (MAC'ler), anahtar türetme işlevleri ve hatta akış şifreleri işlevi görebilir. Başlangıçta sadece bütünlüğü ve özgünlüğü korumayı amaçlasa da hash işlevleri dolaylı olarak veri gizliliğinin ve kullanılabilirliğinin sağlanmasına katkıda bulunur. Hash fonksiyonları şifreleme şemaları, verimli depolama için kullanılır (örneğin, depolama kanıtları için bulut depolama hizmetlerinde veya anahtar/değer depolarında). Bilgi sistemlerinin yaygınlaşmasıyla beraber, endüstri, devlet kurumları ve bireysel geliştiriciler tarafından güvenli ve kullanılabilir hash işlevlerinin sağlanması büyük önem taşımaktadır (Aumasson vd., 2014, s.1).

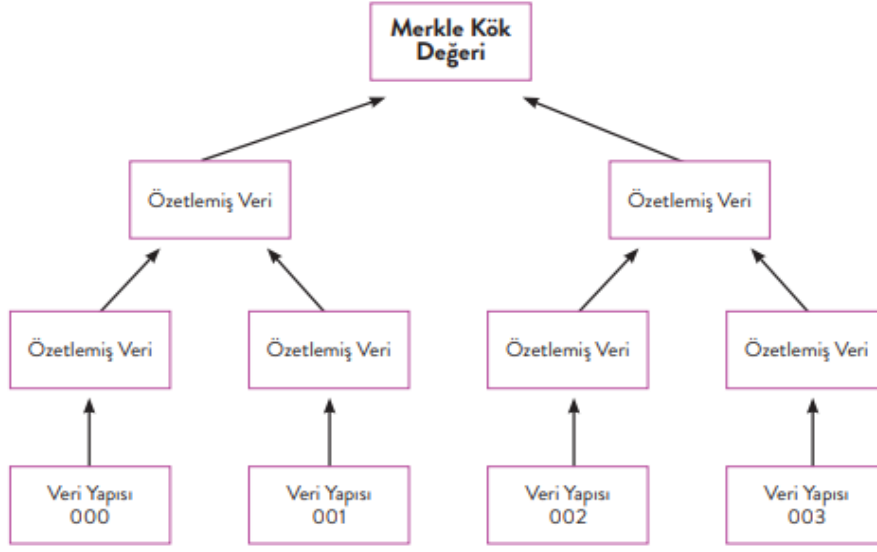
Örnek Veri	SHA-256 Karşılığı (okunabilirlik açısından 16'lık sayı düzeninde gösterilmiştir)
erkan	A7C3962E7BD1F5C65FDD9D97CC993B231CFF60C8296E D9F9590EAD5B0813D1D0
serkan	37B081FA6506D4B937F5A9EB893B45823BDBA49 D5DF840B24AF4122BA29E540D
Serkan	508B4498D3A57B759CC171A541CA4F2BBB2DC2B18442665E 5EE1E50AF37F7F7A

Çizelge 2: Örnek SHA-256 Veri Özetleme Sonucu

Kaynak: (Usta ve Doğantekin, 2017, s. 113).

2.1.1.4.10. Merkle Ağacı

Merkle ağacının tanıtımını Ralph Merkle yapmıştır. Merkle ağaçları büyük veri gruplarına ait güvenli ve hızlı doğrulama işlemini güvenli özetleme alt yapısı üzerine inşa eden sistem olarak tanımlanır. Bu sistem ikili 99*/(binary) ağaç yapısından meydana gelmiştir. En alt kademeye veri grubundaki parçalar yerleştirilir, en alt kademededen yukarı doğru tek bir kök değere erişmek için bu parçaların özet değerleri alınır. Tek bir özet değer elde edilinceye kadar bu işlem devam eder. Bu özetleme değere “Merkle Kök Değeri” denir (Çoban, 2018, s. 12).



Şekil: 8. Merkle Ağaç Yapısı

Kaynak: (Usta, vd., 2017).

Şekil 8 ‘de görüldüğü gibi, Merkle ağacı verilerin ikili özetlerini birleştirerek bu işlemi de en son işlemde tek bir özet değer ortaya çıkana kadar aşama aşama tekrarlayan bir sistemdir. Merkle ağacı veri grubunda değişiklik olup olmadığını saptamak için önemlidir. Hash işlevine bağlı olan verilerdeki herhangi bir yerinde en küçük bir farklılık yapılması halinde kök değer de değişmiş olur (Bakır, vd., 2021).

2.1.2. Yapay Sinir Ağı Teknolojisi Gelişim Süreci ve Temel İşleyişi

İnsana mahsus olan akıl ve deneyimlerinden öğrenme kabiliyetiyle ortaya koyduğu tutumu taklit edebilen bilgisayar modellerinin dizayn ve uygulamaları 21. Yüzyılda da devam etmektedir. Bu gayretler neticesinde Yapay Zekâ kavramı ortaya

çıkılmıştır. İnsana mahsus tutumlara sahip bilgisayarların dizaynı, yapay zekâ faaliyetleri olarak kabul görmektedir. Yapay zekâ faaliyetleriyle farklı teknolojilerinin gelişmesinin önü açılmıştır. Yapay sinir ağı, bulanık mantık, uzman sistemler, genetik algoritmalar bu teknolojilere örnek olarak verilebilir. İnsanın deneyimlerinden öğrenme kabiliyetini bilgisayar sistemlerine taşıyan yapay sinir ağları, insan beyninin çalışma esaslarını taklit edebilmektedir (Akkoc, 2007, s.65-66).

Yapay sinir ağları insan beyninin çalışma ilkelerini baz alarak faaliyet gösterir. YSA beynin fonksiyonlarını gerçekleştirme metodunu bilgisayar sistemlerinde modelleme neticesinde geliştirilen sistemler olarak tanımlanır. Yapay sinir ağları (YSA)'nın yapay zekanın alt dalı olarak yapay zekâ faaliyetlerini desteklediği ve öğrenilebilir yöntemler için bir yapı oluşturduğu söylenebilir (Sayım, 2022, s. 143).

İlk yapay sinir ağı modeli 1943 yılında, kendisinde sinir hekimi olan Warren McCulloch ile matematikçi olan Walter Pitts tarafından ortaya çıkarılmıştır. McCulloch ve Pitts, insan beyninin öngörü kabiliyetinden yola çıkarak, elektrik sistemleriyle yalın bir sinir ağı geliştirmişlerdir. 1948 yılında Wiener 'Cybernetics' adlı kitabında, sinirlerin çalışması ve tutumlarının niteliklerinden bahsetmiştir. 1949 yılında ise Hebb 'Organization of Behavior' adlı kitabında öğrenme ile alakalı temel kuramları işlemiştir. Hebb kitabında öğrenebilen ve düzen sağlayabilen sinir sistemi modeli için temel kabul edilecek Hebb Kural'ını oluşturmuştur. Hebb Kuralı sinir sistemlerinin ilişki adeti değiştirilebilirse, öğrenebileceğini kestirebilmektedir. 1957 yılında Frank Rosentblatt'ın Algılayıcı (Perceptron) uygulamasından sonra yapay sinir ağı alanındaki gelişmeler hız kazanmıştır. Algılayıcı, beyin fonksiyonlarını modelleyebilmek amacıyla yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan çok girişe ve tek çıkışa sahip olan tek bir sinirden meydana gelen yapay sinir ağıdır (Elmas, 2021, s 30).

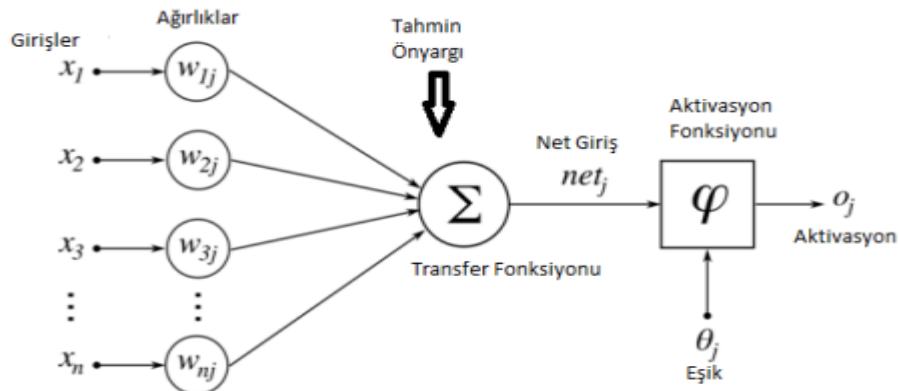
1959 yılında Bernard Widrow ve Marcian Hoff ADALINE ve MADALINE diye isimlendirdikleri ağ modelini geliştirmişlerdir. 1963 yılında Widrow 'ters sarkaç' denetleyicisi geliştirmiştir. 1969 yılında Minsky ve Papert Algılayıcının eksik tarafı olarak XOR sorununu çözemediğini kanıtlamışlardır. Bu sorunu çözebilmek için iki katmanlı ileri beslemeli ağdan yararlanabileceğini fikrini ortaya atarak tek katmanlı ağlardaki birçok kısıtlamayı gidereceğini göstermişlerdir. Seksenli yılların başında sinirsel hesaplama çalışmalarında devrim niteliğinde hamleler yapılmıştır. 1982

yılında Hopfield ağların önemli sınıflarının matematik temellerini üretmişlerdir.1984 yılında Kohonen sinirlerin düzenli dizilimine eşleme niteliği için gözetimsiz öğrenme ağlarını geliştirmişlerdir (Elmas, 2021, s. 31).

1985 yılına kadar, Amerikan Ulusal Fizik Akademisi (National Academy of the USA), yapay sinir ağlarıyla alakalı gelişmeleri takip etmiş ve desteklemiştir. 1986’ da Rumelhart ve McClelland karmaşık ve çok katmanlı ağlar için geriye yayımlı öğrenme algoritması ortaya çıkarmışlardır. 1987 yılında Elektrik Elektronik Mühendisliği Enstitüsü (Institute of Electrical Electronic Engineering (IEEE)) tarafından sinir ağları konulu ilk uluslararası konferans 1800 kişinin üzerinde katılımıyla gerçekleştirilmiştir (Elmas, 2021, s. 32).

1988’ de Broomhead ve Lowe, Radyal Tabanlı Fonksiyon Ağlarını tanıtmışlardır. Sayısal analiz ve doğrusal adaptif filtreme alanlarıyla sinir ağları arasında bir bağlantı kurulmasını sağlamıştır (Hamzaçebi, 2021, s. 28).

Yapay sinir ağlarının temel de işleyiş ilkeleri arasında ağların peş peşe sıralı katmanlar halinde tasarlanması gerekmektedir. Katmanlardaki çıktılar kendinden sonra gelen katmanın girdisi olarak düzenlenir. Başlangıçtaki katmanı ilk girdi katmanı ve son katman ise nihai çıktı katmanı olarak belirtilmekte, oluşturulan model neticesi en kolay haliyle bilgisayarlar tarafından öğrenmeye tabi tutulmaktadır. Bilgisayar öğrendikleri bilgileri karşılaştığı vakalarda reaksiyon olarak kullanılırlar. YSA, ‘da örneklerle ilişkili veriler toplanmakta, genellemelere ulaşılmakta ve ağın daha önce hiç karşılaşmadığı örneklerle karşılaşıncı öğrendiği bilgilerden yararlanarak örnekleri hükme bağlayabilmektedir (Sayım, 2022, s. 145).



Şekil:9. Yapay Sinir Ağı İşleyişi

Kaynak: (Öztürk ve Şahin, 2018, s. 29).

Şekil 10' da yapay sinir ağı işleyişi gösterilmiştir. Bir hücreye n tane veri girişi yapılmaktadır (X_n veri girişi). Girilen veriler ağırlıklarla çarpılarak tüm veriler toplanır. Bu işlemler sonrasında önyargı eklenir ve net yargı elde edilir. Net girdi aktivasyon fonksiyonundan geçirilir ve bir veri çıktısı elde edilmiş olur (Öztürk, vd., 2018, s. 28). Konuya ilişkin ayrıntılı bilgiler aşağıda yer almaktadır.

2.1.2.1. Girdiler

Bir yapay sinir ağı modeline dış ortamdan dahil edilen enformasyonlardır. Bu enformasyon süreci ağı öğrenmesi istenen emsalleri yönünden tayin edilir. Yapay sinir ağına dış ortamdan dahil olabileceği gibi farklı ağlardan veya kendi içerisinden de enformasyon gelebilir (Öztemel, 2020, s. 49).

2.1.2.2. Ağırlıklar

Her bir girdinin üstlendiği bilgilerin hücre üzerindeki etkisini sınırlandıran ve bu etkinin nispi kuvvetini matematiksel katsayı olarak ileten ağırlıklar Şekil 10' da w_{1j} , w_{2j} , w_{3j} , w_{nj} biçiminde gösterilmiştir. Bu ağırlıkların değişmesi sebebiyle yapay sinir ağları öğrenme işlemini başarıyla gerçekleştirebilmektedir (Bulğurcu, 2014, s. 36).

Ağırlıklar yapay sinir hücresine ulaşan bilginin önemini ve hücre üzerindeki tesirini göstermektedir. Şekil 10' da Ağırlık 1, Girişler 1'in, hücre üzerindeki hükmünü göstermektedir. Ağırlıkların büyük veya küçük olması önemi ile ilgili olmamakla beraber ağırlığın değerinin sıfır olması ağ için önemli olarak görünebilir. Ağırlıkların artı ya da eksi işareti almış olması, gelen bilginin ağırlık üzerindeki etkisinin pozitif ya da negatif olduğunu göstermektedir. Ağırlığın sıfır olması halinde ise herhangi bir etkisinin olmadığını ifade etmektedir. Ayrıca ağırlıklar sabit değer olabilecekleri gibi değişken değerler de olabilmektedirler (Öztemel, 2020, s. 49).

2.1.2.3. Toplama Fonksiyonu

Bu fonksiyon hücreye gelen mutlak girdiyi hesaplar. Bunun için başka fonksiyonlar kullanılmaktadır. En kabul göreni ise ağırlıklı toplamı bulmaktır. Burada her gelen girdi değeri kendi ağırlığı ile çarpılarak toplanır. Böylelikle ağa gelen net

girdi bulunmuş olur. Aşağıdaki şekilde formülize edilmektedir. Formülde G girdileri, A ise ağırlıkları, n ise bir hücreye gelen toplam girdi adetini temsil etmektedir. Yapay sinir hücresine aktarılan girdiler belirli bir ağırlık değerine sahiptirler. Toplam fonksiyonu evresinde sisteme yöneltilen net bilgi miktarı ölçülmeye çalışılır. Hesaplanan net girdi yapay sinir hücresinin hangi nispetle uyarılacağını gösterir. Toplama fonksiyonu ile girdilere ait üretilen değer aktivasyon fonksiyonuna iletilir (Akkoç, 2007, s. 72-73).

$$NET = \sum_i^n G_i A_i$$

Bir problem için en uygun toplama fonksiyonunun belirlenmesi maksadıyla kullanılacak belirli bir metot yoktur. Bazen yukarıdaki formül yerine minimum, maksimum, çarpım ya da kümülatif toplam algoritmaları da kullanılabilir. Ağda bulunan her hücrenin başka toplama fonksiyonuna sahip olması mümkün olabileceği gibi, ağdaki hücrelerden bir bölümü kümelenecek aynı toplama fonksiyonuna sahip olabilir (Demirel, 2007, s. 49).

2.1.2.4. Aktivasyon Fonksiyonu

Toplama fonksiyonundan elde edilen sonuç aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek çıkışa iletilir. Burada da farklı fonksiyonlar kullanılabilen, bir problemin çözümü için yararlanılacak aktivasyon fonksiyonunun belirlenebilmesi için belirli bir yöntem bulunmamaktadır (Demirel, 2007, s. 49).

Yapay sinir ağlarındaki nöronlar, ağırlıklı değerleri aldıktan sonra bunları toplar ve sonucu değerlendirmek için bir aktivasyon fonksiyonu kullanır bu da onu doğrusal olmayan şekle çevirir (Deperlioğlu ve Köse, 2023, s. 356).

Aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyona sahip olan Çok Katmanlı Algılayıcı modelleri çağımızda en yaygın kullanıma sahiptir. Fonksiyonun formülü aşağıda gösterilmiştir. Formülde NET proses faktörüne gelen NET girdi değerini ifade etmektedir. Bu değer toplama fonksiyonu yardımıyla belirlenmektedir (Öztemel, 2020 s. 50).

$$f(NET) = \frac{1}{1 + e^{-NET}}$$

2.1.2.5. Çıktılar

Aktivasyon fonksiyonu yönünden belirlenen değerdir. Bu değer birden çok hücreye girdi olarak gönderilir. Fakat her bir hücre tek bir çıktı değerine sahiptir (Demirel, 2007, s. 49).

2.1.3. Yapay Sinir Ağlarının Biyolojik Sinir Sistemiyle Karşılaştırılması

Yapay sinir ağları insana özgü sinir sistemlerinden ilham alınarak geliştirilen teknolojilerin başında gelmektedir. Çizelge 3 de görüldüğü gibi yapay sinir ağları ve biyolojik sinir sistemlerinin benzer fonksiyonlara sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Yapay Sinir Ağlarının Biyolojik Sinir Sistemiyle Karşılaştırılması

Biyolojik Sinir Sistemi	Yapay Sinir Sistemi
Nöron	İşlemci Elemanı
Dentrit	Toplama Fonksiyonu
Hücre Gövdesi	Aktivasyon Fonksiyonu
Aksonlar	Yapay Nöron Çıkışı
Sinapslar	Ağırlıklar

Kaynak: (Öztürk ve Şahin, 2018, s. 28).

2.1.4. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması

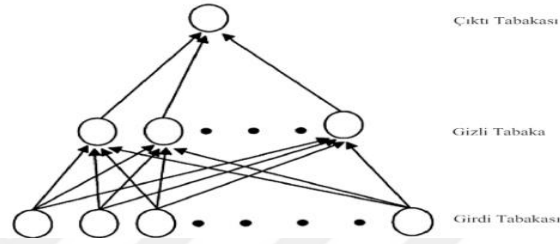
Yapay sinir ağları yapılarına, modellerine, öğrenme yöntemine ve öğrenme algoritmalarına göre sınıflandırılabilir.

2.1.4.1. Yapay Sinir Ağlarının Yapılarına Göre Sınıflandırılması

Yapay sinir ağları yapılarına göre 3 başlık altında incelenir. İleri beslemeli yapay sinir ağları, geri beslemeli yapay sinir ağları ve geri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağları.

2.1.4.1.1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları

İleri beslemeli yapay sinir ağlarında nöronlar giriş katmanından çıkış katmanına doğrusal bir eğilim gösterir. Bir katmandan elde edilen sonuç ile kendinden sonra faaliyet gösteren katman arasında korelasyon vardır. Girdi katmanına gelen veriler bir değişiklik yapılmaksızın kendinden sonraki katman olan orta katmandaki gizli katman hücrelerine iletilir. Veriler çıktı katmanından işlenerek bir çıktıya ulaşılır (Öztürk ve Şahin,2018, ss.31).



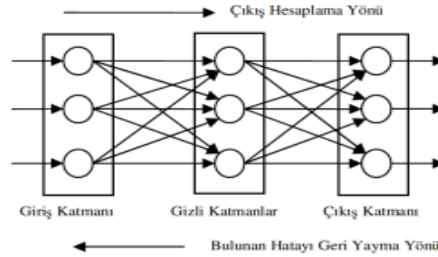
Şekil 10. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Yapısı

Kaynak: (Erilli, vd. 2010, s.45).

2.1.4.1.2. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları

Geri beslemeli yapay sinir ağı algoritması, ağın çıktısının belirlendiği ileri besleme ve meydana gelen hatanın düzeyini azaltacak biçimde geri yayılarak ağırlıkların revize edildiği geri besleme aşamalarından oluşmaktadır (Arı ve Berberler, 2017, s. 59).

Genel bir geri yayılım ağında giriş katmanı, çıkış katmanı ve en az bir tane gizli katman bulunmaktadır (Elmas, 2021, s. 74).



Şekil 11. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Yapısı

Kaynak: (Kurnaz ,2014' den aktaran Öztürk ve Şahin,2018, ss.32).

2.1.4.2.Yapay Sinir Ağlarının Öğrenme Yöntemine Göre Sınıflandırılması

Yapay sinir ağlarında enformasyon, ağdaki bağlantılarının ağırlıklarında muhafaza edilir. Talep edilen fonksiyonu gerçekleştirecek ağırlıkların belirlenmesi süreci YSA 'da 'Öğrenme veya Eğitim Süreci' olarak adlandırılır. Bu süreç ağ iyi bir başarı elde edinceye kadar sürdürülür. Açıklayıcı parametrelerin öncelikli belirlendiği bu süreç de elde edilen çıktı ile istenen çıktı değerleri arasında kıyaslama yapılır. Kıyaslama sonucuna göre ağ, tabakalarının arasındaki ağırlıkların değerleri farklılaştırılarak düzeltme yapar. Bu süreç sonunda YSA'da öğrenme gerçekleşir (Güneri ve Apaydın, tarihsiz, s. 6).

Yapay sinir ağlarında en sık kullanılan öğrenme yöntemleri, danışmalı, danışmasız ve destekleyici öğrenme yöntemi olarak 3 grupta incelenmektedir.

2.1.4.2.1. Danışmanlı Öğrenme

Danışmanlı öğrenme yönteminde, sistemin olayı öğrenebilmesi için danışman ihtiyacı duyulmaktadır Sisteme öğrenmesi gereken olayla ilgili girdi ve çıktı verileri sunulur., Ağda tanımlı bir performans düzeyine ulaşıldığında öğrenme tamamlanmış kabul edilir. Bu aşama, ağın belirli bir girdi dizisi için gerekli çıktıları ürettiğini ve istenen istatistiksel doğruluğu elde ettiğini gösterir (Anderson ve McNeill, 1992, s. 26).

2.1.4.2.2.Danışmansız Öğrenme

Bu öğrenme yönteminde sistemin öğrenmesine yardımcı olan herhangi bir danışman yoktur. Sisteme sadece girdi değerleri eklenir. Örnek olarak eklenen değişkenler arasındaki ilişkileri sistemin kendi kendine öğrenmesi istenilir. Bu, daha çok sınıflandırma problemleri için kullanılan bir stratejidir. Sistemin öğrenme süreci sonrasında çıktıların ne anlama geldiğini belirten adlandırmaların kullanıcı tarafından yapılması gerekir (Öztemel, 2020 s. 25).

2.1.4.2.3. Destekleyici Öğrenme

Destekleyici öğrenme yönteminde yapay sinir ağına bir danışman katkı sağlar. Ancak danışman her girdi seti için, üretilmesi gereken çıktı setini sisteme göstermek yerine sistemin kendisine gösterilen girdilere karşılık çıktısını üretmesini ister ve üretilen çıktının doğru veya yanlış olduğunu gösteren bir sinyal üretir. Sistem, danışmandan alınan bu sinyale dikkat ederek öğrenme sürecini devam ettirir (Öztemel, 2020 s. 25).

2.1.5. Yapay Sinir Ağı Modelleri

Yapay sinir ağları katman sayısına göre tek katmanlı yapay sinir ağı, çok katmanlı yapay sinir ağı ve radyal tabanlı fonksiyon ağları olmak üzere üç gruba ayrılırlar.

2.1.5.1. Tek Katmanlı Yapay Sinir Ağı Model

Tek katmanlı yapay sinir ağları girdi ve çıktı katmanından oluşan en yalın algılayıcılardır. Yapay sinir ağlarının ağ yapılarında bir veya birden fazla girdi veya çıktı olabilir. Çıktı birimleri tüm girdi verileriyle etkileşim halindedir. Her bağlantının kendine özgün bir ağırlığı vardır. Bu ağ yapılarında nöronların değerlerinin ve ağın çıktısının sıfır olmasına mâni olan başlangıç değeri vardır. Başlangıç değerinin girdisi her zaman +1 olmaktadır. Tek katmanlı algılayıcılarda çıktı doğrusal fonksiyondur (Ömrüuzun, 2019 s. 71).

2.1.5.2. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağı

İleri beslemeli bir mimariye sahip olan çok katmanlı yapay sinir ağları, girdi katmanı, çıktı katmanı ve bu iki katman arasında çoğunlukla bir, ara sıra da iki veya daha fazla katmandan meydana gelen bir katman türüdür. Çok katmanlı ağların belirleyicileri üç önemli özelliği vardır:

- ÇKA'da her nöron doğrusal olmama niteliğine sahiptir. Doğrusal olmama şeklinde çoğunlukla sigmoid (lojistik) fonksiyonu ile elde edilir.

- Gizli nöronlardan meydana gelen bir veya daha fazla gizli katmana sahiptir. Gizli nöronlar girdi veri bünyesindeki karmaşık mimariyi öğrenmede ağır başarılı olmasını sağlamaktadır.
- Ağ bağlantılar sebebiyle yüksek derecede bilgi işleme kabiliyeti gösterir. Ağın bilgi işleminde farklılık olabilmesi, bağlantı sayısında veya ağırlıklarında farklılık gerektirir (Hamzaçebi, 2021, s. 55).

2.1.5.3.Radyal Tabanlı Fonksiyon Ağları

YSA'nın gelişmesi beraberinde sayısal analiz ve çok değişkenli problemlerin çözümü gibi konularda radyal temelli fonksiyonların kullanımını yaygınlaştırmıştır ve bu fonksiyonlardan YSA tasarımında kullanılmıştır. RTFA, ileri beslemeli YSA yapılarına benzer şekilde giriş, gizli ve çıkış katmanından oluşmaktadır. Fakat, giriş katmanından gizli katmana kadar olan döngü, radyal tabanlı aktivasyon fonksiyonları ile doğrusal olmayan sabit bir döngü şeklindedir. Gizli katmandan çıkış katmanına ise doğrusal bir döngü gerçekleştirilir (Şenol, 2010, s. 17).

Çok değişkenli modelleme ve yakınsamalarda kullanılan bir YSA yapısına sahip olan RTFA, ileri beslemeli geri yayılım ağ yapısına benzer bir şekilde girdi katmanı, gizli ve çıktı katmanından oluşan bir yapıya sahiptir. Fakat gizli katman sayısı bu modelde tek olmak zorundadır. Bu katmanda ÇKA modelinde kullanılan Sigmoid transfer fonksiyonu yerine Gaussian transfer fonksiyonu tercih edilmektedir. Gaussian transfer fonksiyonu, YSA modelinin girdi katmanından ağa sunulan doğrusal olmayan verilerini doğrusal nitelikte olan çıktılar haline dönüştürülerek üretilmesini sağlamaktadır. Radyal temelli fonksiyon ağları, temelde iki grup şeklinde incelenir. Genelleştirilmiş regresyon sinir ağları ve olasılıksal sinir ağları olarak adlandırılırlar. Genelleştirilmiş regresyon sinir ağları, radyal temelli fonksiyon ağlarının ağ merkezi eğitimi için kullanılan veri kümesi deterministik fonksiyon dan yararlanılarak eğitilmektedir. Olasılıksal sinir ağları ise Bayes teoremi üzerine kurulu olasılık hesapları aracılığıyla ağın belirlendiği yapılara sahiptir (Bulğurcu, 2014, s. 62).

2.1.6. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Kuralları

Öğrenme kurallarının ortak yönü en iyi bilinen ve en eski öğrenme yasası olan Hebb Kural'ının bir çeşit varyasyonudur. Öğrenme kuralları, günümüze kadar geliştirilen öğrenme yasalarının temsil ettiği basitleştirmelerden daha karmaşık bir mimariye sahiptir (Anderson ve McNeill, 1992, s. 29). Bu karmaşık yapılar için temel kural olan Hebbian, Delta, Kohonen ve Hopfield öğrenme kuralları temel öğrenme kurallarıdır.

2.1.6.1. Hebbian Öğrenme Kuralı

Bu öğrenme kuralı 1949 yılında Donald Hebb tarafından geliştirilmiştir. Bu öğrenme kuralı en çok bilinen öğrenme kuralı olması ve diğer öğrenme kurallarının temelinde yatan teorileri kapsamamasından dolayı önemlidir. Teori şunu savunmaktadır. Bir nöron farklı bir nörondan girdi alırsa ve iki nöron da yüksek derecede etkinse (yani aritmetik olarak aynı işarete sahipse) nöronlar arasındaki ilişkinin ağırlığı artırılmalıdır (Yurtoğlu, 2005, s. 100).

2.1.6.2. Delta Öğrenme Kuralı

Temel kurallardan biri olan Hebbian kuralından ilham alınarak Bernard Widrow ve Ted Hoff tarafından 1960 yılında geliştirilmiştir. Günümüzde en yaygın kullanılan Widrow-Hoff kuralı, geri yayılım kuralı ya da en küçük ortalamalar karesi olarak da adlandırılan delta öğrenme kuralıdır. Kendi başına bir ağ olan bu sisteme ADALINE de denilmiştir (Elmas, 2021, s. 102).

Eğitim işlemi esnasında giriş kümesi ağa uygulanarak çıkış kümeleri elde edilir. Hedeflenen çıktı değeri ile elde edilen çıktı arasındaki farkı azaltmak amacıyla yapay sinir ağı elemanlarının ağırlıklarının yenilenerek tekrar tekrar hesaplanmasını esas alan bir çalışma mekanizmasına sahiptir (Elmas, 2021, s. 103).

Ağ hata karelerinin ortalamasını en düşük değere indirme maksadıyla işlemler yapmaktadır. Bu kural hatanın en son katmandan geriye doğru ardışık olarak iki katman arasındaki bağlantı ağırlıklarına dağıtılmasına olanak sağlamaktadır (Bulğurcu, 2014, ss.45).

2.1.6.3. Kohonen Öğrenme Kuralı

Biyolojik sinir sistemlerdeki öğrenmeden ilham alınarak geliştirilen bu öğrenme kuralı T. Kohonen tarafından ortaya atılmıştır. Bu teoremden sinirler, öğrenmek için uygun nitelik veya ölçülerini güncellemek için rekabet ederler. En büyük çıkış ile geliştirilen sinir ağı, kazananı belirler ve diğer hücrelerin ağırlıklarını güncellemek için izin verir (Çelik, 2008, s. 49).

2.1.6.4. Hopfield Öğrenme Kuralı

Bir temel farklılık haricinde Hebbian kuralına benzemektedir. Hebbian öğrenme kuralından ayrıldığı nokta ise bağlantı ağırlığında yapılacak değişikliğin büyüklüğünü de belirlemesidir. Bunun sonucunda, girdi ve istenilen çıktının ikisi de aktif ise veya ikisi de aktif değil ise, bağlantı ağırlığı öğrenme oranı kadar artırılır, karşıt durumda ise öğrenme oranı kadar azaltılır (Yurtoğlu, 2005, s. 100).

2.1.7. Bitcoin Fiyatının Öngörülmesinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı

1980'li yıllarda yapay zekâ teknolojilerinde görülen gelişmeler, bu teknolojilerin sosyal bilim alanındaki uygulamalarını da yaygınlaştırmıştır. Yapay zekâ teknolojilerinin finans alanında yapılan çalışmalar içerisinde kripto para piyasasında öngörü çalışmaları da dikkat çekmektedir. Kripto para piyasası (Bitcoin fiyatı) öngörüsünde yaygın olarak kullanılan yapay zekâ teknolojilerinden biri yapay sinir ağlarıdır.

2.1.8. Bulanık Mantık

Yapay zekâ teknolojisinin alt dallarından biri olan YSA'nın doğrusal olmayan verilerle işlem yapabilme ve insan beyninin işleyiş metoduna göre öğrenme sürecini gerçekleştirirken ağda kullanılan ağırlıklarının bazı özelliklerini gerekli şekilde açıklayamamasından doğan eleştiriler vardır. Bu eleştiriler neticesinde insan beyninin işleyiş sistemini YSA 'da elde edilen çıktılarla karşılaştırıldığında sonuçların teoride olduğu kadar net çerçeveye sahip olmadığı görülmüştür. Net olmayan arada kalan çıktılara ilişkin Bulanık mantık yöntemi gündeme gelmiştir.

2.1.8.1. Bulanık Mantık Kavramı

Bulanık Mantık kavramı ilk olarak 1965 yılında Lütü A. Zadeh tarafından "Fuzzy Sets" başlıklı bir makalenin Information and Control isimli bir dergide yayınlanması ile ortaya çıkmıştır. Zadeh, bulanık mantık özelliklerini şu şekilde ifade etmiştir:(Zadeh, 1965, s. 338).

- Bulanık mantık, kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanır.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok, az gibi dilsel ifadeler şeklindedir.
- Bulanık mantıkta her şey $[0,1]$ aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık çıkarım işlevi dilsel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılmaktadır.
- Mantıksal sistemler bulanık olarak ifade edilebilmektedir.
- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için uygundur.

Bulanık mantık belirsizliklere dikkat çekmek için geliştirilmiş bir yapay zekâ tekniğidir. İnsanların kararları belirsiz veya bulanıktır. Sayısal değerler her koşulda modelleme yapmaya uygun değildir. Bulanık mantık tekniği bu durumlara alternatif olarak geliştirilerek model oluştururken sözel ifadeler kullanımını daha doğru bulmaktadır (Lin vd., 2004, s. 224).

Klasik küme teorisine getirilen eleştiriler sonrasında bulanık mantık kavramı geliştirilmiştir. Klasik mantık kesin değerler üzerine kurul metotlarla çalışırken, bulanık mantık belirsizlikler ve sözel kavramlarla çalışabilme niteliğine sahiptir. İnsan beyninde, klasik mantık ile ifade edilemeyen, yaşlı, biraz soğuk, ılık gibi belirsizlik ifade eden kavramların karşılığı vardır (Akkoç, 2007, s. 88).

2.1.8.2. Bulanık Küme ve Üyelik Fonksiyonları

Bulanık mantık, kıyasa dayalı (doğru veya yanlış) mantık disiplininin farklı olarak insan mantığını taklit ederek belirsiz ve yaklaşık durumlarda işlem yapabilme gücüne sahiptir. Klasik küme teorisinde sınıflandırmalar kesindir, yani bir eleman bir

kümenin ya elemanıdır ya da değildir, kısmi üyelik söz konusu değildir. Klasik kümelerde 0 ve 1 mantığı vardır. Bulanık mantıkta bir eleman birden fazla kümenin elemanı olabilir (Tiryaki ve Kazan, 2007, s. 4).

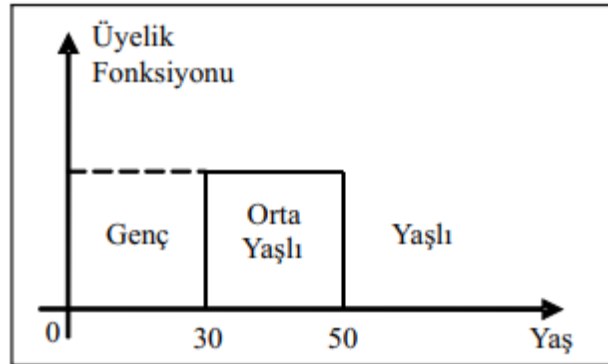
Bir A kümesinin u elemanını temsil etmenin klasik yolu, karakteristik fonksiyon tanımı:

$\mu_A(u) = 1$, ise u A kümesinin elemanıdır ve $\mu_A(u) = 0$, ise u A kümesinin bir elemanı değildir, yani, bir nesne verilen bir kümeye ya aittir ya da ait değildir (Kasabov, 1997, s. 167).

Bulanık kümelerde bir nesne kısmen bir kümeye ait olabilir. Üyelik derecesi üyelik fonksiyonu olarak adlandırılan genelleştirilmiş karakteristik fonksiyon aşağıdaki gibi tanımlanır:

$\mu_A(u): U \rightarrow [0,1]$ burada U genel küme olarak adlandırılır ve A, U'nun bulanık bir alt kümesidir. Üyelik fonksiyonunun değerleri, $[0, 1]$ aralığındaki gerçek sayılardır; burada 0, nesnenin kümeye ait olmadığını ve 1, kümenin tamamen elemanı olduğu anlamına gelir (Kasabov,1997, s. 167).

Klasik ve bulanık küme teorisini bir yaş problemiyle örneklendirmek gerekirse Şekil 13' de klasik küme Şekil 14' de bulanık küme üyelik fonksiyonları üzerinde durulacaktır.

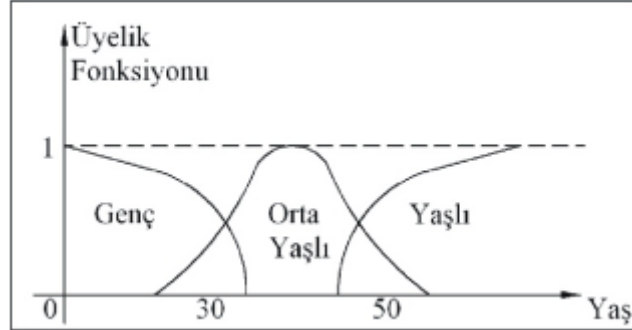


Şekil 12. Klasik Küme Teorisi

Kaynak: (Tiryaki, vd., 2007).

Şekil 13 de görüldüğü gibi 0-30 yaş genç, 30-50 yaş orta yaşlı ve 50 yaşın üstü ise yaşlı olarak kategorilere ayrılmıştır. Bu kurallara göre 49 yaşındaki bir kişi orta yaşlıyken 51 yaşındaki kişi ise yaşlı sayılmaktadır. Bu durum Şekil 14'te incelenecek

olursa bulanık küme teorisine göre 50 yaşındaki bir kişi belli oranda orta yaşlı, belli oranda ise yaşlı olarak kabul edilmektedir. Bu nedenden dolayı bulanık mantıkta daha esnek bir yaklaşım ve kısmi üyelik söz konusudur (Tiryaki, vd., 2007).



Şekil 13. Bulanık Küme Teorisi

Kaynak: (Tiryaki, vd., 2007, s. 4).

2.1.8.3. Bulanık Mantığın Avantaj ve Dezavantajları

Bulanık mantık avantajları;

- Bulanık mantık teorisinin işleyiş biçiminin insan sinir sisteminin çalışma metoduna benzer yapıda olması en büyük avantaj olarak kabul edilmektedir. Denetim işlemlerinin birçoğu dilsel niceleyicilerle yapılmaktadır.
- Algoritmik metotlara gerek duymadan, algoritmik modeli yeterince açıklanmamış, zamanla değişen ve doğrusal olmayan sistemler en başarılı uygulama alanıdır.
- Model oluşturulurken kullanılan işaretlerin ön işleme tabi olmasından dolayı az sayıda üyelik işlevlerine indirgenen değerlerle işlem görmesi uygulamanın daha hızlı sonuç vermesini sağlamaktadır.

Bulanık mantık dezavantajları;

- Bulanık mantık uygulamalarında kuralların mutlaka uzman tecrübesine dayanarak oluşturulması gerekir. Bu uygulama her zaman mümkün olmamaktadır. Uzman tecrübeleriyle ilgili belirli yöntemler bulunsa da genelde sezgisel yollar kullanılmaktadır.

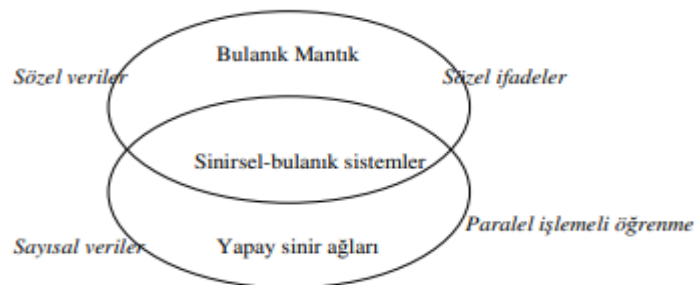
- Bulanık mantık da belirli bir yöntem ve öğrenme yeteneği olmadığından deneme yanılma yöntemi ile gerçekleştirilen model kurma işlemi zaman maliyeti oluşturmaktadır.
- Sistemin istikrarlılığının, gözlemlenebilirliğinin ve kontrol edilebilirliğinin analizinin gerçekleştirilmesi konusunda kanıtlanmış bir metoda sahip olmaması ile bu işlemin gerçekleştirilme maliyeti fazladır (Elmas, 2021, s. 270).

2.1.9. Sinirsel Bulanık Mantık (Neuro-Fuzzy) Ağları ve Çıkarım Yöntemleri

Çalışmanın önceki bölümlerinde detaylı şekilde açıklanan yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemlerinin birleşerek bir hibrid yapı meydana getirilmesiyle meydana gelen sinirsel bulanık mantık diğer iki yöntemin avantaj ve dezavantajlarını kapsamaktadır.

Sinirsel bulanık mantık, yapay sinir ağlarının beynin işletim mekanizmasını örnek alan öğrenme yeteneği ile bulanık mantığın insan gibi karar verme ve uzmanlık bilgisi sağlayabilme üstünlüklerinin bir araya getirme düşüncesi üzerine inşa edilen yapay zekâ tekniğidir (Bulğurcu, 2014, s. 88).

Sinirsel bulanık mantık da modellerin kural tabanı, uzman bilgisi ile başlatılır ve model parametreleri, eğitim için kullanılan benzer yöntemlerle belirlenir. Modelleme yapılırken sözel değişken kuralları deneyerek öğrenir, model yapısı üzerinde düşünülebilir, bilginin doğrudan aktarımı sağlanır. Bu, uyarlanabilir bulanık sistemlerin diğer doğrusal olmayan model yapılarına (örneğin, sinir ağlarına) kıyasla güçlü avantajıdır (Abonyi, 2002, s. 6).



Şekil 14. Sinirsel bulanık mantığın, ysa ve bulanık mantıkla ilişkisi

Kaynak: (Özkan, 2006 s. 49).

Sinirsel bulanık mantığın en önemli özelliği, elde edilen modelin “Eğer.....ise.....” gibi kurallarla ifade edilen bir yapıya sahip olmasıdır (Akkoc, 2007, s. 98).

Sinirsel bulanık mantık teknolojisi popülaritesini artırarak birçok araştırmacı tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Modern sinirsel bulanık mantık sistemleri genellikle ileri beslemeli çok katmanlı sistemlerdir. En bilinen sinirsel bulanık sistemleri arasında ANFIS yer almaktadır (Elmas, 2021, s. 376).

Sinirsel bulanık mantık sisteminde üretilen kurallar içerisinde karşılaştırma yapılarak sonuç değerini elde etme işlemine ‘çıkarm’ denir (Doğan, 2012, s. 41). Literatürde sinirsel bulanık mantık çıkarm yöntemlerinde farklı çıkarm yöntemleri olmakla beraber en sık kullanılan 2 temel yöntem mevcuttur. Bu çıkarm yöntemleri Mamdani ve Sugeno olarak adlandırılır.

2.1.9.1. Mamdani Tipi Bulanık Mantık Çıkarm

Mamdani tipi bulanık mantık çıkarm sistemlerinde iki yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler Minimumların Maksimumu Yöntemi ve Maksimum Çarpım Yöntemi olarak adlandırılır. Minimumların maksimumu (min-max) metodunda x ve y girişlerinin rastgele değerlerine göre (keskin değerler) öncelikle kuralın açıklandığı giriş bulanık kümesinde bu girişlerin üyelik dereceleri her bir kural için tek tek belirlenir. X ve Y 'nin rastgele değerlerine göre üyelik derecesi min. işletmeninden geçirilir. Elde edilen en küçük üyelik derecesi kadar düzeyde kırılmış bulanık çıkış kümesi belirlenir. Bu işlem her bir kural için tek tek gerçekleştirilerek kural sayısı kadar bulanık çıkış kümeleri meydana getirilir. Bu kümeler max. işletmeninden iletilir ve birleşimi alınır. Sonuç olarak tek bir bulanık çıkış kümesi elde edilmiş olur ve durulaştırma yapılarak keskin çıkış değeri hesaplanır (Şenol, 2010, s. 8).

Mamdani tipi bulanık mantık çıkarm sistemi bulanık bir çıktının durulaştırma tekniğini kullanılır. Mamdani modelinde sözel İfadelerin kolay biçimlendirilme ve yorumlamanın kolay olması avantaj olarak görülür. Diğer bir bulanık çıkarm tipi olan Sugeno modeline oranla daha basit yapıyla iyi sonuç elde etmek mümkündür. Kural

tabanının sezgisel ve yorumlanabilir yapıya sahip olmasından dolayı önemli bir yere sahiptir (Hamam ve Georganos, 2008, s. 3-4).

2.1.9.2. Sugeno Tipi Bulanık Mantık Çıkarımı

Sugeno tipi bulanık mantık çıkarım sistemleri net çıktıyı hesaplamak için ağırlıklı ortalamayı kullanır (Hamam, vd., 2008, s. 3).

Sugeno kullanmanın avantajları şunlardır:

- Sugeno metodunda otomatik olarak optimize etmek için kullanılacak algoritmalar vardır. Sugeno çıktısının ağırlıklarını ayarlayan araçlardan biri MATLAB'ın ANFIS'idir.
- Zaman alan durulaştırma işleminin yerine ağırlıklı ortalama yöntemi kullanıldığı için bu yöntem daha iyi işleme süresi, hesaplama verimliliği ve doğruluğu sağlar.
- Kuralların sonuçları, kullanılan yöntemde daha fazla serbestlik derecesi ve daha fazla esneklik sağlayan girdi değerleri kadar, kural başına çok sayıda parametreye sahip olabilir.
- Çıktı fonksiyonunun sürekli yapısı nedeniyle fonksiyonel analiz için yeterlidir (aynı girdiler önemli ölçüde farklı çıktılar oluşturmaz (Hamam, vd., 2008).

2.1.10. ANFIS modeli

ANFIS, Adaptive Network-based Fuzzy Inference System veya Adaptive Neuro Fuzzy Inference System olarak bilinen ingilizce kelimelerininin baş harflerinden oluşmuştur.

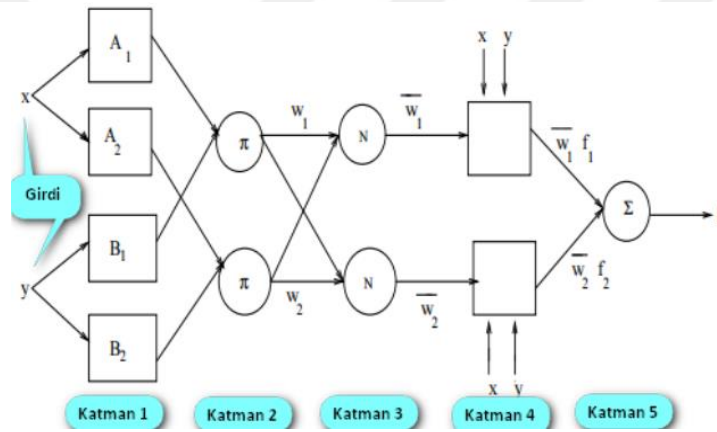
Bulanık çıkarım sistemlerinden biri olan ANFIS (adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi) olarak bilinmektedir. Uyarlanabilir ağlar da hibrit öğrenme metodu kullanarak ANFIS tarafından önerilen bir girdi-çıkıtı oluşturulur. Hem insan bilgisine dayalı (bulanık veriler şeklinde) hemde eğer- o zaman (if-then kuralları) ve öngörülen giriş-çıkış veri çiftlerini içerir. Doğrusal olmayan modelleme için ANFIS mimarisi kullanılır (Jang, 1993, s. 665).

ANFIS bulanık sistemin parametrelerini ayarlamak için bir sinir ağı kullanır. Nöro-bulanık yaklaşımın nihai amacı, sinir ağı yöntemlerini kullanarak bulanık sistemin performansını uyarlamalı olarak arttırmaktır. ANFIS, aşağıdaki iki kuralda olduğu gibi bulanık "eğer-o halde" kurallarını oluşturmak için Takagi-Sugeno yöntemini kullanır:

Kural 1: Eğer (x C1 ise) ve (y D1 ise) o zaman (O1 = m1x + n1y + z1)

Kural 2: Eğer (x, C2 ise) ve (y, D2 ise) o zaman (O2 = m2x + n2y + z2).

Burada x ve y girdileri, C1 ve D1 bulanık kümeleri, O1 tarafından üretilen çıktıları ve z1 ise eğitim aşamasında belirlenen bulanık kurallardır ve hayır parametrelerini temsil etmektedir (Altaher ve Barukab, 2017, s. 2235).



Şekil 15. ANFIS mimarisi

Kaynak: (Ak, 2017, s. 46).

Katman 1: Bu katmandaki parametrelere öncül parametreler denir. Bu katmandaki tüm düğümler girdilere göre üyelik değerini üretir.

Katman 2: Kuralların çıktı işlevindeki durumunu belirlemedeki görevinden dolayı tetikleme ya da ateşleme ağırlığı olarak bilinir. Bu katmandaki her bir düğümün çıktısıdır.

Katman 3: Bu katmanda bir önceki katmandan gelen ateşleme ağırlığı olarak bilinen çıktılarını saptayarak her bir kuralın normalleştirilmiş değerini oluşturur. Normalizasyon katmanı olarak adlandırılır.

Katman 4: Bu katmandaki tüm düğümlerin çıktısı, birinci dereceden polinom (ağırlıklı değerleri dikkate alınarak) hesaplanarak ve normalizasyon katmanındaki ateşleme gücünün çarpımıdır.

Katman 5: Tek bir düğüm, dördüncü katmandan gelen tüm sinyallerin toplamı olarak ANFIS 'in genel çıktısına ilişkin hesaplamayı gerçekleştirir (Altaher, vd., 2017).

2.2.İlgili Araştırmalar

Bu bölümde kripto paraların (Bitcoin) fiyat öngörüsünde yapay zekâ metotlarını kullanan çalışmalara yer verilmiştir.

YSA ile gelecek için öngörü modellemesi iki grupta incelenmektedir. Bunlar sebep- sonuç ilişkisine dayalı öngörü modelleri ve zamana dayalı öngörü modelleridir. Sebep- sonuç ilişkisine dayalı öngörü modellerinde bir veya birden fazla bağımsız değişkenin, bir bağımlı değişken üzerinde oluşturduğu etkinin incelendiği modeller olarak tanımlanmaktadır. Zamana dayalı öngörü modelleri ise belirli bir zaman boyunca var olan verilerin gelecek dönemlere ait değerlerinin öngörülme çalışıldığı modellerdir (Bulğurcu, 2014, s. 64). Bu bağlamda aşağıda verilen çalışmalar sebep-sonuç ve zamana dayalı öngörü modelleri olarak incelenmiştir.

Sakız ve Gencer (2017) yaptıkları çalışmada yapay zekâ teknolojileriyle Bitcoin fiyatını zamana dayalı öngörü modelleriyle tahmin etmeye çalışmışlardır. 2015-2018 tarihleri arasında 3 yılın Bitcoin kapanış fiyatları alınarak 2015 Ocak ayından 2018 yılı Nisan ayına kadar olan ayların Bitcoin fiyatları aylık ortalamaları alınmıştır. Araştırma sonucunda 2018 Mayıs ayında Bitcoin fiyatının 8,095 dolar olacağı tahmin edilmiştir. Daha önceki 3 ayın gerçekleşen ortalama Bitcoin fiyatları şubat ayı 9,472 dolar mart ayı 9,040 ve Nisan 8,033 dolar olacaktır. Gerçekleşen Mayıs 2018 ortalama fiyatı ise 7,487 dolardır. Çalışmada kullanılan veri sayısının azlığının, kullanılan yapay zekâ algoritmalarının ve seçilen değişkenlerin Bitcoin gibi çok volatilitate bir kripto para biriminin fiyatını öngörmeye yararlanamayacağını sonucuna varılmıştır.

Sovbetov (2018) çalışmasında Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin, Moner kripto para birimlerinin fiyatlarını etkileyen faktörleri incelemiştir. Bu çalışmada

sebepler- sonuç dayalı öngörü modeliyle araştırma yapılmıştır. Bu faktörleri 3 başlık altında sınıflandırmıştır. 1) Piyasa işlem hacmi, oynaklık, (kripto parayla ilgili faktörler).2) Kripto para birimlerinin çekiciliği .3) SP -500 endeksleri .2010-2018 yılları arasında kripto para birimlerinin fiyat etkilerini hem kısa hem de uzun vadede ARDL tekniğini kullanarak haftalık olarak incelemiştir. Kripto market beta %1 anlamlılık seviyesinde Bitcoin 'de 0,79 ve Ethereum 'da 0,38'lik uzun vadeli bir çarpan elde ederken Dash, Litecoin ve Monero' da %5 anlamlılık seviyesinde 0,11, 0,34 ve 0,25 uzun vadeli etkiler ürettiğini gözlemiştir. Bu Bitcoin ve Ethereum' un piyasaya daha yüksek yanıt verebilirliğini sahip olduğunu gösterir. Kısa vadede, kripto para piyasasındaki getirisi bir birimlik artış, kısa vadede Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin ve Monero' nun sırasıyla 0,85 0,39 0,04,0,12 ve 0,09 birim artmasına neden olur. Bitcoin ve Ethereum' un kısa dönem çarpanı, uzun dönem katsayılarından daha küçük olduğu için bu iki kripto para biriminin bu tepkilerinin kısaca daha hassas olduğu sonucuna varılır. İşlem hacminin, Bitcoin üzerinde %1 önem düzeyinde ve Ethereum, Litecoin ve Monero üzerinde %10 önem düzeyinde önemli bir uzun vadeli etkiye sahip olduğu görülüyor. Uzun vadede Bitcoin, Ethereum, Litecoin ve Monero kripto para birimleri. Kısa vadeli dinamikler söz konusu olduğunda, 5 kripto para biriminin tümü istatistiksel olarak anlamlı tahminler kazanır. Ancak, bu tahminlerin uzun vadeli büyüklüklerinden daha düşük olması, kripto para birimlerinin piyasa işlem hacmindeki dalgalanmalara verdiği tepkilerin uzun vadede daha yüksek olduğunu gösteriyor. Aynı şekilde, kripto para piyasasının oynaklığı, tüm kripto para birimleri için hem uzun hem de kısa vadede istatistiksel olarak önemli bir belirleyici gibi görünmektedir. Etki işareti negatiftir. Bu da piyasanın volatilitesindeki 1 br. Artışın uzun vadede Bitcoin 0,15 br. Ethereum 0,15 br. Dash' in Litecoin' in 0,02 ve Monero 'nun 0,01 br. Düşmesine neden olduğunu gösterir. Kısa vadede ise bu etkilerin birkaç kat daha fazla olması kripto para birimlerinin kısa vadede piyasa oynaklığına daha şiddetli tepki gösterdiğini gösteriyor. Kripto para bir çekiciliği de Dash dışında herkes için önemlidir. Ancak yalnızca uzun vadede, Bitcoin ve Ethereum için %1 anlamlılık seviyesinde ve Litecoin ve Monero için %10 anlamlılık seviyesinde anlamlı katsayılar türetmektedir.

Atsalakis vd. (2019) yaptıkları çalışmada YSA ANFIS alt sisteminden oluşan PATSOS modellemesiyle Bitcoin'in günlük fiyatındaki değişimin yönünü zamana dayalı öngörü modelleriyle tahmin etmeye çalışmışlardır. 13 Eylül 2011 – 12 Ekim 2017 dönemi toplam 2201 veri analize dahil edilmiştir. Analizler sonucunda YSA' da

RMSE (0,0847), MSE (0,0072), MAE (0,0476) İsbet oranı: %55,10 ANFIS RMSE (0,0489), MSE (0,0023), MAE (0,0402) İsbet oranı: %57,70 PATSOS (nöro _bulanık) RMSE (0,0376), MSE (0,0014), MAE (0,0307) İsbet oranı: %63,22 olarak bulunmuştur. Patsos modeliyle yapılan analiz sonucu en yüksek doğruluk yüzdesine sahiptir.

Demir vd. (2019) yaptıkları çalışmada Bitcoin fiyat tahminini zamana dayalı öngörü modelleriyle öngörmeye çalışmışlardır. KAGGLE Bitcoin Dataset 2010-2019 veri setinden alınan timestamp, blockheight, close, difficulty, inprice, ret, Log-ret, Volatility, S2F, blocks to halving, blocks to neorest halving olmak üzere 12 özellik kullanılmış.12 özelliğin yer aldığı 2010-2013 tarihleri arasındaki 3200 günlük veriler fiyat tahmininde kullanılmış. Verilerin kullanılmasından çaprazlama değeri 10 olarak belirlenmiştir. Sınıflandırma işlemleri MATLAB 2018 b kullanılarak yapılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen doğruluk yüzdeleri LSTM %97,2 DVM %91,8 YSA %86,6 NB %85, Karar ağaçları %85 KNN %81,2. Bu çalışmayla kullanılan bu özelliklerin tahmin mekanizmasında kullanılabileceği ve Bitcoin tahmin olaylarında gerekli temel özellikler olduğu sonucuna varılmıştır.

Cavalli ve Amoretti (2020) çalışmalarında Bitcoin trend tahmini yapmaya çalışmışlardır. Sebep-sonuca dayalı öngörü modeliyle blok boyutu, ücretler, madencilik zorluğu, işlem sayıları değişken olarak kullanılmıştır. 28 Nisan 2013- 15 Şubat 2020 tarihleri arasında 2485 günlük veri kümeleri oluşturulmuştur. Bitcoin tarihsel değerleri, finansal göstergeler üzerinde durulan çalışmada 10 günlük finansal gösterge ,30 günlük Bitcoin açılış, en yüksek, en düşük, kapanış fiyatı ve hacim değerleri üzerine bir model oluşturulmuştur. 1D CNN (Tek boyutlu konvolüsyonel sinir ağı) modeli kullanılan çalışma sonucunda 1D CNN modelinin (Keras Python), LSTM modellerine kıyasla Bitcoin trendini daha yüksek doğrulukta tahmin ettiği görülmüştür. Bu çalışma diğer analiz yöntemleriyle karşılaştırılmıştır. Temel analiz, %53,4, Lojistik regresyon, %66, SUM, %65,3, Sinir ağı, %55,1, Rastgele orman, %57,4, CNN, %74,2 test seti doğruluğuna sahiptir.

Sel (2020) yaptığı çalışmada öngörü modellerinde sebep- sonuç yöntemiyle Altın fiyatlarının seçili kripto paralardaki fiyat hareketlenmelerine bağlı olarak nasıl etkilendiğini araştırmıştır. 01.12.2019- 08.09.2020 (3855 kripto para analizinde veriler incelemeye alınırken bu tarih aralığında altın fiyatlarıyla ortak işlem gördükleri günler

dikkate alınmıştır). PYTHON çok değişkenli karar ağacı, destek vektör makineleri ve rastgele orman regresyon modelleri kullanılarak yapılan araştırma sonuçlarında normalleştirme işlemine tabi tutulmuş veriler üzerinden regresyon modelleri yapılmıştır. Makine öğrenmesi sonucunda elde edilen sonuçlar ile Kernel yapısı Resource Description Framework (RDF) olarak seçilen Destek vektör makineleri yönteminin daha başarılı olduğu görülmüştür. Destek vektör makineleri regresyon modeli sonucunun Altın fiyatları üzerinde $R^2:0,91$ olmak üzere Bitcoin pozitif yönlü $0,755$ EOS negatif yönlü $0,596$ Tether için negatif yönlü $0,122$ ve Tron için pozitif yönlü $0,220$ etkinin olduğunu belirlemiştir. Yoğunluk değerleri dikkate alındığında Tether ile ilk sırada yer alarak negatif etkisi görülmüştür. Bitcoin ise ikinci sırada yer alarak pozitif yönde daha güçlü bir etkiye sahiptir. Yoğunluk sıralamasında EOS ve TRON yakın değerler almasına rağmen EOS negatif yönde daha kuvvetli bir etkiye sahiptir.

Akyıldırım vd. (2020) yaptıkları çalışmada, on iki kripto para birimini zamana dayalı öngörü modelleriyle incelemiştir. İncelemeye konu olan kripto paralarla ilgili günlük, 15, 30 ve 60 dk getiriler dahil olmak üzere dört farklı zaman da makine öğrenimi sınıflandırması kullanılarak getirileri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Lojistik regresyon, destek vektör makineleri, yapay sinir ağları ve rastgele orman algoritmaları olmak üzere dört farklı sınıflandırma algoritması için yapılan sayısal deneyler, yukarı veya aşağı fiyat hareketlerinin öngörülebilirliğini göstermektedir. Bir sonraki günün getirisini tahmin etmede en iyi performans gösteren ve sağlam modeller, sürekli olarak %50 'nin üzerinde uyum sağlayan, tüm ürünlerde ve farklı zaman ölçeklerinde düşük değişkenliğe ve farklı alt dönemlere sürekli olarak iyi genelleme yeteneğine sahip destek vektör makineleridir. Sınıflandırma algoritmalarının performansı farklı madeni paralar üzerinde tekdüze olmasa da birçok durumda ince ayar yapılmadan veya özellikle her madeni para için özelliklerin farklı varyasyonları aranmadan %69 'un üzerinde tahmin doğruluğu elde edilir. Bu, model seçim adımında ekstra ince ayar yapıldığında, makine öğrenimi algoritmalarının ve özellik alanının kolayca %70' in üzerinde tahmin doğruluğuna ulaşabileceği anlamına gelir. Sonuçlar, makine öğreniminin kullanımının kripto para piyasalarındaki eğilimlerinin kısa ufuklarında çok değişken değildir. Bununla birlikte, dakika düzeyindeki frekanslardaki gözlemlerin daha yüksek örnek boyutu nedeniyle, daha kısa zaman aralıklarında daha

da iyi tahmin doğruluğuna sahip modeller oluşturmak için yüksek geri dönüş sıklığında daha karmaşık modeller veya daha yüksek sayıda özellik benimsenebilir.

Köksal vd. (2021) yaptıkları çalışmada Bitcoin'in değer tahminlemesini yaparken sebep- sonuç dayalı öngörü modelleriyle Twitter'da duygu analizi yöntemi kullanmışlardır. Tüm dillerde 20,000 üzerinde tweet dil süzgecinden geçirildikten sonra 4062 adet Türkçe tweet ön işleme tabi tutulduktan sonra 3737 tweet ile model oluşturulmuş. %80 eğitim, (2989) %20 test, (748) bu tweetlerin %14,99 negatif, %67,28, nötr, %17,73 pozitifdir. 2019 Aralık, 2020 Şubat mart ayları arasında tweet duyguları ve finansal veriler karşılaştırılmıştır. Finans verileri %15,78 negatif, %65,78 nötr, %18,45 pozitifdir. Rastgele orman ve Doğrusal regresyon modeli kullanılmıştır. Araştırma sonucunda Bitcoin günlük açılış değeriyle günlük pozitif tweet oranı birlikte kullanılarak Bitcoin günlük kapanış değeri öngörüsünde bulunulmuştur. Doğrusal regresyon için R2: %88,97 ve RFR: %94,16 oranında doğru tahmin yüzdesine sahiptir.

Koo ve Kim (2021) çalışmalarında Bitcoin fiyatının tahminini sebep- sonuç modelleriyle öngörmeye çalışmışlardır. Bu çalışmada İş hacmi, piyasa değeri, açık fiyat getirisi, yüksek fiyat getirisi, düşük fiyat getirisi ve kapanış fiyat getirisi (bağımsız değişken) olarak ele alınmıştır. FDS ve YSA modeli kullanılmıştır. MLP, RNN ve LSTM' ye dayalı FDS 'nini işlevini doğrulamak için 3 çeşit gözlemlerde bulunmuşlardır. Gözlemler için 28 Nisan 2013- 27 Nisan 2020 tarihlerinde günlük Bitcoin verileri kullanılmış. %70 eğitim, %30 test. Her veri kümesi 6 tür veriden oluşur. (İş hacmi, piyasa değeri, açık fiyat getirisi, yüksek fiyat getirisi, düşük fiyat getirisi ve kapanış fiyat getirisi Bitcoin fiyatları) dönüş yönünü tahmin etmek için Bitcoin yakın fiyatını göz önünde bulundurmuşlardır. Özel olarak kapula teorisine dayalı FDS tanıtılmıştır. Bitcoin fiyatının kazancını kestirmek için algoritma FDS ile yapılmıştır. FDS sıradan dağıtılmış verilere yoğunlaşmış dönüşü yapay olarak yönlendirir. Sonuç olarak sinir ağlarının duyarlılığını azaltır ve tahmin performansını iyileştirir. FDS 'nin veri dağılımını yönlendirme veya kontrol yoluyla kestirim performansını iyileştirme çalışması için iyi bir sonuç vermiştir.

Liu vd. (2021) yaptıkları çalışmada SDAE (derin bir öğrenme yöntemi) modelini kullanarak Bitcoin fiyatını sebep- sonuç modelleriyle tahmin etmeye çalışmışlardır. SDAE yönteminin etkinliğini doğrulamak için geri yayılma sinir ağı (BPNN), Destek vektörü regresyonu (SVR) gibi bazı karşılaştırma yöntemleri

kullanılmıştır. 40 farklı değişken 3 başlık altında incelenmiştir. 1) Bitcoin'in günlük cirosu, Bitcoin'in toplam piyasa değeri, Bitcoin'in karma gücü ve diğer kripto para birimlerinin piyasa verileri gibi kripto para piyasası .2) Farklı arama motorlarından Bitcoin ile ilgili anahtar kelimelerin aranma hacmi gibi kamuoyuna ilgisi. 3) Borsa endeksleri, Ham petrol fiyatı, döviz kurları vb. gibi makroekonomik ortam. Temmuz 2013' ten Aralık 2019' a kadar eksik veriler kapsam dışı bırakılmıştır. 40 belirleyicinin tamamı için 1356 günlük veri elde edilir. Son olarak verilerin büyüklüğünün etkisinin ortadan kaldırmak için bu veriler $[0,1]$ 'e normleştirilir. Verilerin %80 eğitim, %20 test amacıyla kullanılmıştır. Sonuç olarak SDAE, Bitcoin fiyatını ve dalgalanmasını etkili bir şekilde öngörebilmektedir. Bunun sebebi SDAE' nin çoklu temsili seviyelerini soyutlayarak özelliklerinden faydalı bilgiler öğrenebilmesi ve bu nedenle üstün tahmin yeteneğine yol açmasıdır.

Tanişman vd. (2021) Bitcoin fiyatını zamana dayalı öngörü yöntemleriyle tahmin etmeye çalışmışlardır. Ayrıca çalışmada yapay zekâ teknikleriyle beraber geleneksel istatistiksel analizlerde yapılmıştır. 29 Nisan 2013- 27 Şubat 2021 tarihleri arasında 2862 günlük Bitcoin fiyatları kullanılmıştır. Bitcoin'in açılışı, en yüksek, en düşük, kapanış hacim ve market değeri özelliklerini içeren veriler kullanılan çalışmada veri seti %80 eğitim, %20 test verisi olarak ayrılmıştır. Çalışmada çok değişkenli LSTM sinir ağı ve klasik ARIMA zaman serisi modeli kullanılmıştır. LSTM sinir ağı modelinde teknik analiz verisi olarak sadece RSI 14 kullanıldığında 4,76 % MAPE ve 912,57 MAE ile en iyi tahmin performansı elde edilmiştir. Ancak RMSE RSI 14 kullanılmadığında daha düşük elde edilmiştir. RSI 14 kullanıldığında keskin iniş ve çıkışların yüksek hatayla tahmin edildiği görülmüştür. EMA 14 kullanıldığında genel olarak EMA 14 kullanımının tahmin performansına pozitif bir katkısı elde edilememiştir. Öte yandan, hiçbir teknik analiz verisi kullanılmayan deneyi incelediğimizde, eğitilmiş modelin kötü olmayan bir tahmin sonucu elde etmiştir. ARIMA zaman serisi modeliyle tahmin gerçekleştirildiğinde elde edilen sonucun yakın gelecek zaman için gerçek değerler ile aynı yönde olduğu gözlenmiştir. Ancak uzak gelecek tahmininde ARIMA modeli yüksek hatalı tahminler gerçekleştirmiştir. ARIMA model, tek değişkenli zaman serisi yöntemi olduğundan dolayı Bitcoin gibi çok hareketli ve birden fazla değişkene bağlı değeri olan varlıkların tahminlenmesi ARIMA modelinin uygun olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Rajabi vd. (2021) Bitcoin fiyatını 21 değişken kullanarak sebep- sonuç dayalı öngörü modelleriyle tahmin etmeye çalışmışlardır. LWS- MLP tabanlı Sinir Ağı kullanılarak yapılan çalışmada veriler 1-7 gün arasından (MLP tabanlı derin sinir ağı) fiyat dalgalanmalarına dayanan bir sinir ağının, ertesi günün Bitcoin fiyatı için geçerli geçmiş günleri dahil etmek için en iyi pencere boyutu belirlenerek kullanılmıştır. Ardından tahmin edilen pencere boyutuna göre eğitilen 2. Bir derin sinir ağı, Bitcoin fiyatını tahmin etmek için analize dahil edilmiştir. 1275 eğitim veri seti kullanılmış. 12 Kasım 2018 -30 Nisan 2019'a kadar 170 geriye dönük test verisi ile sonuç tahmin edilmeye çalışılmıştır. LWS- MLP yöntemi MAPE- RMSE yöntemine göre daha iyi performans gösterir. MAPE- RMSE benzer durumdaki yöntemlere kıyasla LWS- MLP den önemli ölçüde daha düşüktür. Başka analizde MAPE ve RMSE hata metriği değerlendirmeleri zor koşullar altında hesaplanmıştır. (16 Aralık 2020- 4 Haziran 2021) yüksek PHF ile nerdeyse 1004, önceki sürede (12 Kasım 2018-30 Nisan 2019) PHF nerdeyse 387 yaklaşık %6,2'lik ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) elde edilebilirliğini ve kesinlikle kabul edilebilir bir miktar olduğunu göstermiştir.

Akdağ ve Bozma (2021) çalışmalarında Bitcoin fiyatındaki değişimleri zamana dayalı öngörü ile Prophet (PYHTON) - ARIMA modeliyle tahmin etmeye çalışmışlardır. Bağımsız değişken olarak Stok akış modelinden elde edilen Stok akış oranı kullanılmıştır. 29 Nisan 2013- 31 Aralık 2020 arasındaki 2804 adet veri araştırma kapsamına alınmıştır. Tahminler sonucunda RMSE: 0,1551, MAE: 0,1138, MAPE: 0,0155 olarak bulunmuştur. Değer açısından doğruluk ölçümü yapan MAE ve RMSE ile yüzdesel ölçüm yapan MAPE değerlerinde stok akış oranının eklendiği modelin daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Prophet modelinden elde edilen sonuçlar ARIMA modelinden elde edilen RMSE: 2,037, MAE:1,700, MAPE: 20,878 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre Facebook Prophet algoritması, ARIMA modelinden daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmektedir.

Jin vd. (2021) Bitcoin fiyatlarının fiat para birimleriyle ilgili belirsizliğini araştırıyor. Sebep- sonuca dayalı öngörü tekniğiyle olay analizi yapılarak bir model oluşturuluyor. 2013 Kıbrıs'ı kurtarma duyurusu üzerine 16 Mart 2013'te Kıbrıs ekonomisini güçlendirmek için Euro grubu, Avrupa Komisyonu, Avrupa Merkez Bankası ve Uluslararası Para Fonu tarafından 10 milyar Euro 'lük bir kurtarma paketini kabul edeceğini duyurdu. Analiz penceresi 9 Temmuz 2013 -24 Haziran 2013 tarihleri

arasını kapsamaktadır. CEEMDAN modeliyle analiz edilen olaylar sonucunda CEEMDAN, EEMD' den daha sağlam ve üstün neticeler vermiştir. Kurtarma paketi duyurusu, orta vadede Bitcoin ve Fiat para birimleri arasındaki ilişkiye dair kanıt sağlar. Analiz dönemlerinde, uzun vadeli bileşen baskın durumda ve hisse senedi fiyatları zaman içinde tahmin edilen temel değerlere yaklaştıkça Bitcoin fiyatları da uzun vadeli bileşene yakınsamıştır. Ancak, olay penceresi sırasında düşük frekans bileşeni baskındı. Krizin yarattığı şok nedeniyle kısa ve uzun vadede önemli değişkenler gözlemlendi, ancak temel değeri temsil eden uzun vadeli bileşen, itibari para birimi krizinden önemli ölçüde etkilenmedi. Fiat para birimindeki belirsizliğin Bitcoin için ek talep yaratmasına rağmen, bu talebin Bitcoin fiyatlarının gelişmesi sırasında temel değerinin belirleyicisi olarak ele alınamayacağını göstermektedir.

Hajek vd. (2023) çalışmalarında Bitcoin fiyatını sebep- sonuç yöntemi ile öngermeye çalışmışlardır. Bağımsız değişken olarak yatırımcı duyarlılığının kullanıldığı çalışmada Bsvr (Bitcoin fiyatlarını 30gün öncesine kadar tahmin etmek için bir torbalı destek vektörü regresyon), Rwm, Bi-Lstm, Arıma Ysa, Sann, Rbfnn Svr modelleri kullanılarak çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Mart 2018' den Mayıs 2022' ye kadar olan dönemler arasında bir gruplandırma yapılmıştır. İlk olarak Bitcoin fiyat zaman serisi 3 alt kümeye ayrılmıştır. 1) Mart 2018 -31 Mart 2020 arasındaki dönem eğitim için kullanılmıştır (759 işlem tarihi). 2) 1 Nisan 2020 – 30 Kasım 2021 arasındaki dönem ilk test dönemi olarak kullanılmış (609 işlem tarihi). 3) 1 Aralık 2021' den 18 Mayıs 2022' ye kadar olan dönem ikinci test dönemi olarak kullanılmıştır. (169 işlem tarihi). Bitcoin piyasasını etkilemesi beklenebilecek olayları dahil etmek için farklı seçeneklerde test dönemleri kullanılmıştır. 2.Dönem için SANN- yığılmış yapay sinir ağı SVR vektör regresyonunu destekler.3. Dönem için SANN- yığılmış yapay sinir ağı SVR vektör regresyonunu destekler. BMI (işlem verilerine dayalı bir Bitcoin kullanıcı duyarlılığı ilk kez kullanılmıştır.) Duyarlılık endeksinin eklenmesinin BSVR 'nin tahmin performansını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Otomatik bir özellik seçme bileşeni ile geliştirilmiş önerilen tahmin sistemi, önümüzdeki 30 gün için kripto para birimini tahmin etmek için en son teknolojiye sahip yöntemlerden daha iyi performansı gösterir.

Ayrıca, teknik analiz ve istatistiksel analiz yöntemleriyle yapılan çalışmaların bazıları aşağıda şu şekildedir;

Basher ve Sadorsky (2022) Bitcoin fiyat yönünü Faiz oranları, Enflasyon, Piyasa oynaklığına bağlı olarak sebep- sonuç yöntemiyle istatistiksel analizlerle tahmin etmeye çalışmışlardır. (1 dönemden 20 döneme kadar tahmin oluşturmak için rastgele orman modeli kullanılmıştır). Verilerin %70 modeli eğitmek için %30 tahmin için kullanılmıştır. Logit modele ek olarak boosted logit model kullanılmış. Günlük Bitcoin ve altın fiyatları ve makroekonomik değişkenler 17 Eylül 2014- 31 Aralık 2020 tarihleri arasındaki verilerden oluşmaktadır. 5 gün =1 hafta, 10 gün =2 hafta ,20 gün= 1 ay 'a denk gelecek şekilde gruplandırma yapılmıştır. Sonuçlar. Bitcoin fiyat yönünü doğru tahmin etmede, rastgele ormanların, ayarlanmış rastgele ormanların ve ağaç torbalamanın, logit veya artırılmış logitten daha yüksek doğruluğa sahip olduğunu gösterir. 5 günde rastgele ormanlar ve ağaç torbalama %75 ile %80 arasında bir doğruluğa ulaşır. 15 gün sonra, rastgele ormanlar %90 'dan daha yüksek doğruluk değerleri kaybeder. Bitcoin fiyatlarını tahmin etmek için en önemli makroekonomik değişkenlerin ABD faiz getirisi olduğu ortaya çıkmıştır. Yıllık tahsil ve petrol oynaklık endeksi (OVX). Enflasyon oranı, Bitcoin fiyat yönünün güçlü bir göstergesi değildir. Bu da Bitcoin'in enflasyon için çok iyi bir korunma aracı olmadığını gösterir. Altın fiyatları Bitcoin'den daha fazla enflasyonu etkiler, bu da altının enflasyon karşısında bir korunma veya çeşitlendirme varlığı olarak kullanılabileceğini gösterir.

Şahin ve Özkan (2018) yaptıkları çalışmada Bitcoin / USD kapanış fiyatlarından Bitcoin'e ilişkin getirileri teknik analiz yöntemi benimseyerek öngermeye çalışmışlardır. 01.01.2015- 01.02.2018 yılları arası günlük kapanış fiyatları kullanılarak. ARCH, GARCH, ARCHM, EGARCH, TARARCH modelleriyle tahmin yapılmıştır. Bu çalışmada Ocak 2015- Mart 2018 yılları arasında Bitcoin/Dolar kuruna göre kapanış fiyatlarından Bitcoin kazançları hesaplanmış ve asimetric enformasyona dayalı oynaklık öngörüsüne en uygun model seçilmeye çalışılmıştır. Analizler neticesinde ARCH modellerinden en uygun oynaklık öngörüsü yapan modelin TARARCH modeli olduğu neticesi elde edilmiştir.

Ma vd. (2020) yaptıkları çalışmada teknik analiz yöntemi ve istatistiksel modellerle ABD para politikası şoklarının Bitcoin fiyatlarını nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Tek değişkenli regresyon (Olay çalışması), VAR modeli kullanılarak. Bitcoin getirileri, basit getiriler olarak incelemiştir. 19 Temmuz 2010' dan 31 Aralık 2020 tarihleri arasında (Coin Metrics) olay örneği FOMC toplantılarına karşılık

gelen günler olarak belirlenmiştir. Dönem boyunca örneklem 83 inceleme içermektedir. İlk pencere 2010' dan 2016' ya kadar olan dönemi değerlendirir ve ilk örnek 53 olay içermektedir. Yapılan araştırma sonucunda beklenmedik para politikası eylemlerine Bitcoin fiyatlarının güçlü bir tepki verdiği sonucuna ulaşılmıştır. 2 yıllık Hazine getirisinin 1 baz puanlık varsayımsal beklenmedik parasal sıkışması, FOMC toplantısının yapıldığı gün Bitcoin fiyatında %25'lik bir düşüşle bağlantılıdır. FOMC toplantısından sonra, kümülatif tepkinin anlık tepkiden birkaç kat daha kuvvetli olmasıyla beraber önemli bir fiyat kayması vardır. Büyük fiyat kayması, Bitcoin piyasasının verimsizliğini de doğrulamaktadır. Ani tepki analizi, para politikası şoklarının Bitcoin fiyatlarının tepkisinin boğa piyasasında daha belirgin olduğunu göstermektedir. Altın vadeli işlemlerinin de para politikası şoklarıyla ilgili haberleri dahil etmek için bazı gecikmeler yaşadığını ve hisse senedi fiyatlarının düşüş piyasası sırasında para politikası şoklarına daha çarpıcı tepki vermiştir.

Bergsli vd. (2022) çalışmalarında teknik analiz yöntemiyle istatistiksel modeller benimsenerek Bitcoin volatilitelerini tahmin etmeye çalışmışlardır .1 Ocak-14.00 ve 19 Eylül-18.00 2020 tarihleri arasında 1720 veri seti kullanılarak yapılan çalışmada GARCH-HAR modeliyle analiz yapılmıştır. GARCH modelleri sınıfından EGARCH ve APARCH' ı en iyi performans gösteren modeller olduğu sonucuna varılmıştır. HAR modelleri, dikkate alınan GARCH modellerinden daha iyi performans gösterir. HAR modellerinin GARCH modellerine üstünlüğünün nedeni, HAR modellerinin gerçekleşen varyanslarının tahmin edilmesi ve gösterildiği gibi gerçekleşen varyansın kare getirilerine göre çok daha yüksek derecede otokorelasyon göstermesidir. HAR modelinin performansı GARCH modelinin performansı arasındaki fark, özellikle kısa vadeli tahmin ufukları için en fazladır. Ancak HAR modeli tüm ufuklar için iyi performans gösterir.

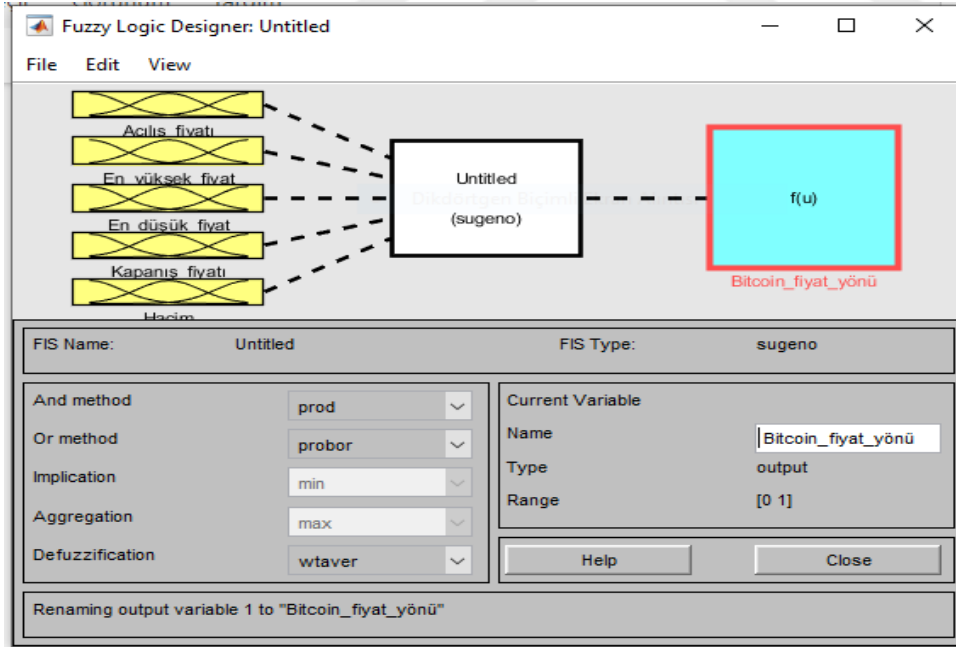
Yaya vd. (2022) Bitcoin fiyatını teknik ve istatistiksel yöntemlerle tahmin etmeye çalışmışlardır. İçsel değişken olarak Altın ve gümüş fiyatlarında kalıcılık ve oynaklık yayılması kullanılmıştır. 2 Ocak 2018' den 31 Temmuz 2020' ye kadar günlük veri kümeleriyle analiz yapılmıştır. Çok değişkenli GARCH modeliyle yapılan analizler sonucunda Bitcoin'in en yüksek oynaklık sürekliliğini sergilediği, gümüşün ise en düşük oynaklık sürekliliğini oluşturulduğu güçlü fiyat sürekliliğini göstermektedir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma değişkenleri ve hipotezlerine, araştırma modeline, araştırmanın evren ve örnekleme, veri toplama aracı ve tekniklerine, verilerin toplanma süreci ile verilerin nasıl analiz edildiği hakkında bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bitcoin'in fiyat öngörüsü teknik analiz yöntemi benimsenerek yapay zekâ algoritmasıyla tahmin edilmeye çalışılmıştır. Tahminleme yapılırken veri setinde uygulayacağımız, bu teze özgü 'Harmanlama Yöntemi' kullanılmıştır. Araştırmada kullanılması kararlaştırılan değişkenlerin arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi amacıyla model oluşturulmuştur.



Şekil 16. Araştırma Modeli

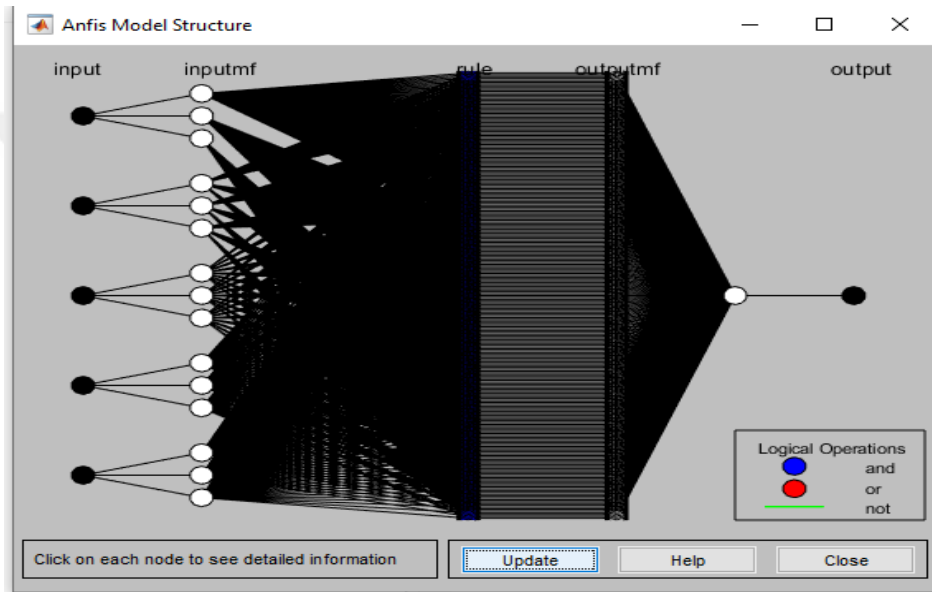
Şekil 16. da geliştirilen şemadan da görüleceği gibi sinirsel bulanık ağa verilerin girilmesiyle süreç başlamaktadır. En iyi öğrenmeyi gerçekleştirebilmek için

sinirsel bulanık ağ kurallar üretmektedir. Bağımsız değişkenlere ilişkin üyelik fonksiyonları belirlendikten sonra bu fonksiyonlarla ilgili en uygun değişkenler atamaktadır. Üretilen kurallar kapsamında ağın eğitimi sona erdiğinde Bitcoin fiyatının yönüyle alakalı kararlar verilmektedir.

Bitcoin fiyatını tahmin etmek için birçok akademik çalışma mevcuttur (Atsalakis vd. 2019; Atlan, 2019 ; Karabıyık ve Ergün, 2021 ve Sak , 2022).

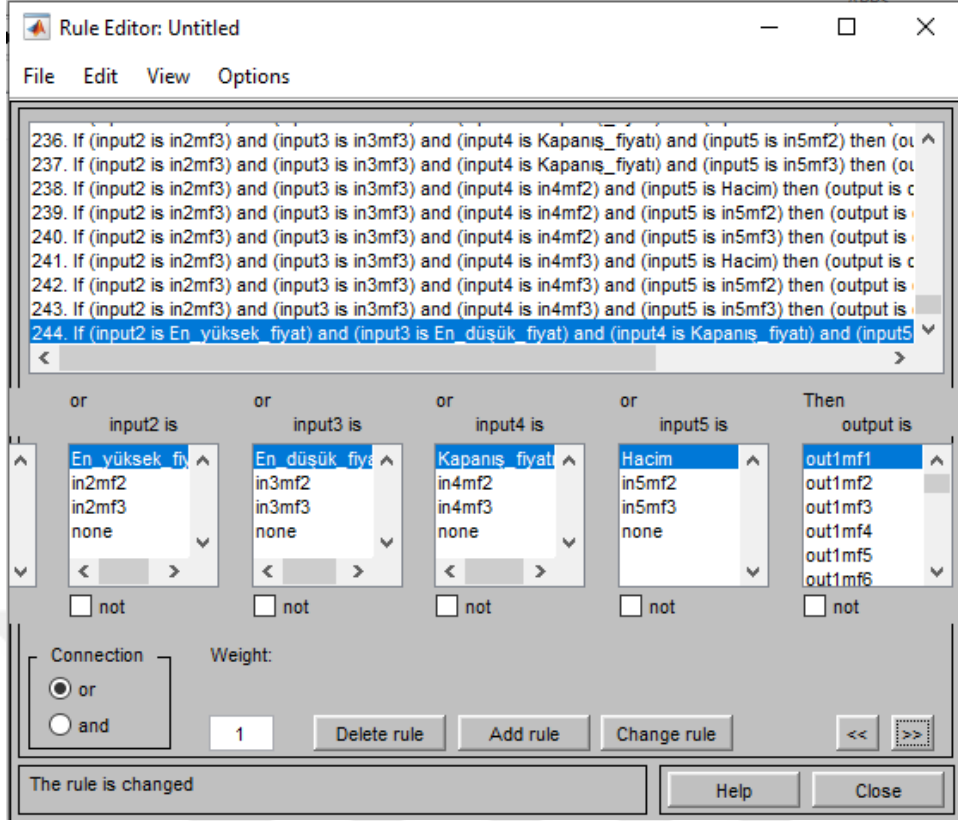
Bu çalışmalar sonucunda Hipotez1 (H1) geliştirilmiştir.

H1: Anfis kullanıldığında Bitcoin fiyatının yönü doğru şekilde öngörülür.



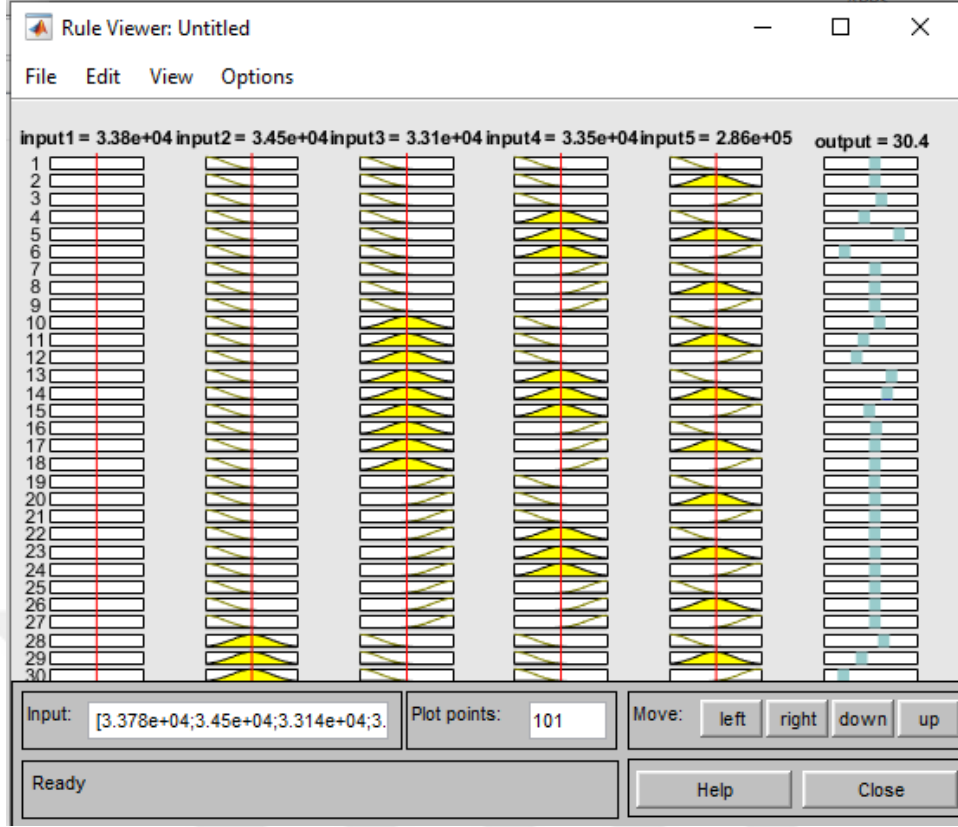
Şekil 17. Sinirsel Bulanık Ağ Modelinin Yapısı

Şekil 17 'de sinirsel bulanık ağ modelinin yapısı görülmektedir. Model ilk aşamada bağımsız değişken olarak kullanılan fiyatları girdi olarak kabul etmektedir. Bir sonraki aşamada her fiyata ilişkin düşük, orta ve yüksek olmak üzere atanan 3 üyelik fonksiyonu gözlenmektedir. Sonrasında üyelik fonksiyonlarından faydalanarak 244 kural ortaya çıkmıştır. 244 kural belirleyerek en iyi öğrenmeyi gerçekleştiren sinirsel bulanık ağ modeli, bu kurallarla alakalı her bir kuraldan bir değer oluşturmaktadır. 244 değer birleştirilerek tek bir değere dönüşmektedir. 244 kural sonucunda elde edilen değer Bitcoin fiyatının hangi yöne doğru gideceğiyle alakalı kararı vermektedir.



Şekil 18. Sinirsel Bulanık Ağ Modelinin Oluşturduğu Kurallar

Şekil.18.'de modelin bulanık sinir ağı tarafından oluşturulan kurallarına yer verilmiştir. Örneğin, 1.girdi olan Bitcoin'in açılış fiyatı için düşük, orta, yüksek olmak üzere 3 üyelik sayısı atanmıştır. Üyelik sayısına göre model kural geliştirmektedir.



Şekil 19. Sinirsel Bulanık Ağ Modelinin Oluşturduğu Kuralların Grafiksəl Gösterimi

Şekil 19.'de ise girdi ve çıktı değerleri arasındaki ilişki görülmektedir. Modelin oluşturduğu 244 kural bağlamında girdilerdeki değerlere bağlı olarak çıktı değerinin nasıl meydana çıkacağı beraberinde gözlenmektedir.

Bitcoin fiyatını tahmin etmek için birçok akademik çalışma mevcuttur. Fakat bu çalışmalarının genelinde veri setleri geleneksel yöntemlerle oluşturulmuştur. (Doğan, 2012; Saplıoğlu ve Küçükerdem 2018; Ömrüuzun ,2019 ve Karabıyık vd. 2022).

Bu çalışmalar sonucunda Hipotez 2 (H2) geliştirilmiştir.

H2: Geliştirilen harmanlama yöntemi geleneksel yöntemle göre Bitcoin fiyat yönünü daha yüksek oranda öngörür.

3.2. Evren ve Örneklem

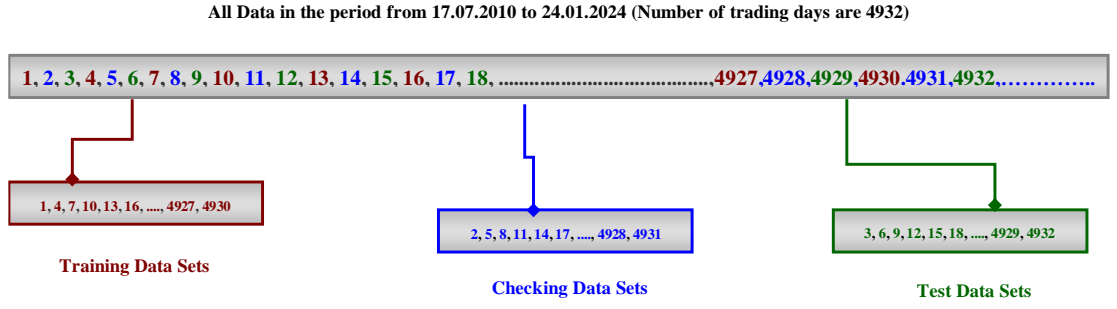
Araştırmanın evreni, Bitcoin fiyatının 2009 yılından günümüze kadar olan günlük fiyat verilerinden oluşmaktadır. Araştırmanın evreninin Bitcoin günlük fiyat verilerinden hacim verisine ulaşamadığından, araştırmanın örnekleme 1.veri seti

Tradingview web adresinden 17.07.2010-24.01.2024 tarihleri arasındaki yaklaşık 13,5 yıllık günlük olarak açılış, kapanış, en yüksek, en düşük ve hacim değerlerini kapsamaktadır. 2.veri seti 03.01.2013-24.01.2024 ve 3.dönem veri seti ise 08.09.2019-18.04.2024 tarihlerini kapsamaktadır. Veri setinin 3 farklı dönem şeklinde incelenmesinin nedeni; 1. dönemdeki ilk 900 günün modelde yığılmış olması ve modelin doğru öğrenemediğini göstermesidir. 2. veri setinde ilk 900 gün çıkarılarak yeni veri setiyle çalışıldı. Ayrıca 3. veri setinin oluşturulmuş olmasının nedeni ilk 2 veri setinde Bitcoin'in spot fiyatları ele alındığından 3. veri seti ayrı oluşturuldu. Böylece geliştirilen modellerin, kaldıraçlı piyasada algoritmik işlemler ile sonuç alınıp alınamayacağı değerlendirildi. Araştırmada 3. Dönem için kullanılan veriler Binance Borsasının future fiyatlarını ilan ettiği ilk gün olan 08.09.2019 tarihinden analizin yapıldığı son tarih olan 18.04.2024 tarihlerini kapsamaktadır. Belgesel tarama yöntemiyle birincil kaynak model oluşturulmuştur. Bağımlı değişken olarak Bitcoin fiyatının ertesi günün kapanış fiyatı analize dahil edilmiştir. 1.Verit setinin uzunluğu ortalama 4932 iş gününe denk gelmektedir. Bir önceki günün kapanış fiyatına göre artış veya azalış yönlü değişim gözlemlenerek 0-1 değişkenleri atandı. Modelin geliştirdiği değerlere '0,5'den küçükse '0' ve '0,5' den büyük ise '1' değerlerine göre sıralama yapılarak bulunan değerlerin düşüş veya yükseliş gününe mi evrildiği tespit edilmiştir. Her model için veri seti eğitim, doğrulama ve test setleri olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır.

3.3. Veri Toplama Aracı ve Teknikleri

Çalışmada, Bitcoin fiyatının günlük olarak açılış, kapanış, en yüksek, en düşük ve hacim değerleri bağımsız değişken olarak kullanıldı. Belgesel tarama yöntemiyle birincil kaynak olarak Tradingview web adresinden elde edilen verilerle model oluşturuldu. Bağımlı değişken olarak, Bitcoin fiyatının ertesi günün kapanış fiyatı olarak analize tabi tutuldu. Veri setinin uzunluğu ortalama 4932 iş gününe denk gelmektedir. Her model için veri seti eğitim, doğrulama ve test setleri olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Çalışma döneminde volatilité dikkate alınarak, veriler üçer günlük aralıklarla gruplandırıldı. Bu işlem sonucunda 1,4, 7....4930 aralığındaki veriler eğitim setinde, 2,5,8.....4931, 3,6, 9,....4932 test veri setinde kullanıldı. Bu şekilde, çalışma dönemi için veri setinin örüntüsü tüm setlere yansıtılabilir. Geliştirilen bu

model, literatürde ilk olması da modelin farklılığını ortaya koymaktadır. Modelin anlatımı aşağıda şekil 21 de açıklanmıştır.



Şekil:20 Harmanlama (Collate) Yöntemi

3.4. Verilerin Toplanma Süreci

Veriler, belgesel tarama yöntemiyle birincil kaynak olarak Traindingview web adresinden elde edildi.

3.5. Verilerin Analizi

Çalışmada Bitcoin 'in günlük açılış, kapanış, en düşük, en yüksek ve hacim değerleri kullanıldı ve Bitcoin fiyat öngörüsünde bulunmak amacıyla elde edilen veriler MATLAB R2023a aracıyla analiz edildi. Matlab içerisinde yer alan araç kutularından çalışma konusuna uygun olan Neuro -Fuzzy Designer araç kutusundan yararlanılarak ANFIS modelleri kurulmuştur.

4. BULGULAR VE YORUMLAR

Çalışmanın bu bölümünde, araştırma modelinde yer alan değişkenler analize tabi tutuldu. Bu bağlamda, örneklem dönemi olarak seçilen tarihler arasında hem geleneksel hem de harmanlama yöntemi kullanılarak veriler analiz edildi. Analiz sonuçlarına göre 1. ve 2. veri setlerine göre harmanlama yöntemi geleneksel yöntemle göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. Ancak, 3. veri seti için geleneksel yöntem daha başarılı sonuçlar vermiştir. Bu nedenle Tahmin (Estimation) ve Öngörü (Forecasting) yöntemlerinde Harmanlama yöntemi kullanılarak 3 farklı döneme ait veriler analiz edildi. Analizler sonucunda, elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Yapay zekâ araçlarından Anfis ile yapılan analizlerde fiyat yönünü tahmin etmede kullanılan tahmin yöntemindeki analiz sonucunun başarı oranının yüksek olması öngörüdeki elde edilen sonuçlar için bağlayıcı niteliktedir.

4.1. Tahmin ve Öngörü Yöntemleriyle Veri Seti Oluşturulması

Tahmin (Estimation) ve Öngörü (Forecasting) yöntemler kullanılarak veri setleri oluşturulmuştur. Tahmin yöntemi veri seti oluşturulması Çizelge 4 ' de verilmiştir.

Çizelge 4. Tahmin Yöntemi ile Veri Seti Oluşturma

TARİH	AÇILIŞ FİYATI	EN YÜKSEK FİYAT	EN DÜŞÜK FİYAT	KAPANIŞ FİYATI	HACİM	ÇIKTI
18.07.2010	0,05941	0,08585	0,05941	0,08584	75,01	1
19.07.2010	0,0909	0,09307	0,07723	0,0808	574	0
20.07.2010	0,08181	0,08181	0,07426	0,07474	262	0
21.07.2010	0,07425	0,07921	0,06634	0,07921	575	1
22.07.2010	0,07921	0,08181	0,0505	0,05149	2160	0
23.07.2010	0,0505	0,06767	0,0505	0,06262	2402,5	1
24.07.2010	0,06161	0,06161	0,05049	0,05454	496,32	0
25.07.2010	0,05545	0,05941	0,0505	0,0505	1551,48	0
26.07.2010	0,05	0,056	0,05	0,056	877	1

27.07.2010	0,0559	0,0605	0,053	0,06	3373,69	1
------------	--------	--------	-------	------	---------	---

Bitcoin fiyat yönünü tespit etmek amacıyla bir önceki günün kapanış fiyatına bakılarak artış mı yoksa düşüş mü olduğu gözlenmektedir. Çizelge 4’ de tahmin yöntemiyle oluşturulan veri seti açıklanmıştır. Örneğin, 20.07.2010 tarihi kapanış fiyatıda bir önceki güne bakıldığı zaman düşüş olduğu gözlenmektedir. Bu bağlamda çıktı değeri '0' düşüş olarak belirlenmektedir.

Çizelge 5. Öngörü Yöntemi ile Veri Seti Oluşturma

TARİH	AÇILIŞ	EN YÜKSEK	EN DÜŞÜK	KAPANIŞ FİYATI	HACİM	ÇIKTI
18.07.2010	0,05941	0,08585	0,05941	0,08584	75,01	0
19.07.2010	0,0909	0,09307	0,07723	0,0808	574	0
20.07.2010	0,08181	0,08181	0,07426	0,07474	262	1
21.07.2010	0,07425	0,07921	0,06634	0,07921	575	0
22.07.2010	0,07921	0,08181	0,0505	0,05149	2160	1
23.07.2010	0,0505	0,06767	0,0505	0,06262	2402,5	0
24.07.2010	0,06161	0,06161	0,05049	0,05454	496,32	0
25.07.2010	0,05545	0,05941	0,0505	0,0505	1551,48	1
26.07.2010	0,05	0,056	0,05	0,056	877	1
27.07.2010	0,0559	0,0605	0,053	0,06	3373,69	0

Bitcoin fiyat yönünü tespit etmek amacıyla bir önceki günün kapanış fiyatına bakılarak artış mı yoksa düşüş mü olduğu gözlenmektedir. Çizelge 5’ de veri seti bir gün kaydırarak öngörü yöntemi haline getirilmiştir. Örneğin, 20.07.2010 tarihi kapanış fiyatıda bir önceki güne bakıldığı zaman düşüş olduğu gözlenmektedir. Bu bağlamda çıktı değeri '0' düşüş olarak belirlenmektedir. Fakat öngörü yönteminde geleceğe yönelik bir bulguya ulaşılmak istendiğinden veri bir gün sonrasına kaydırılmıştır.Çıktı değeri '1' olarak belirlenmiştir.

4.2. Geleneksel Yöntem- Harmanlama Yöntemine İlişkin 1.Veri Seti Analiz

Sonuçları

Harmanlama ve Geleneksel yöntemler kullanılarak veriler analiz edildi.

Elde edilen sonuçlar Çizelge 6 ‘de verilmiştir.

Çizelge 6. Geleneksel ve Harmanlama Yöntemine Ait Sonuçların Karşılaştırılması

*ÜFT/ÜFS	GELENEKSEL YÖNTEM ÖNGÖRÜ (40,30,30)					HARMANLAMA (COLLATE) ÖNGÖRÜ				
	TRIMF (%)	TRAPMF (%)	GBELMF (%)	GAUSMF (%)	GAUSMF 2 (%)	TRIMF (%)	TRAPMF (%)	GBELMF (%)	GAUSMF (%)	GAUSMF 2 (%)
22222	52,76	50,59	52,09	51,99	51,56	53,91	53,18	53,55	54,46	52,96
33333	52,70	50,79	52,37	52,51	52,70	54,79	53,28	54,22	54,23	54,72

*: Çizelgede yer alan ,ÜFT: Üyelik fonksiyon tipi, ÜFS: Üyelik fonksiyon sayısını ifade etmektedir.

Çizelge 6.’ da görüldüğü gibi analizde kullanılan üyelik fonksiyonu tipleri ve sayılarına göre 1. veri seti için Harmanlama yöntemiyle elde edilen değerler Geleneksel yöntemden daha yüksek oranda başarı sağlamıştır. Geleneksel yöntemde Trapmf fonksiyon da 22222 üyelik sayısına göre %50,5 iken, harmanlama yöntemi Tripmf da 33333 üyelik sayısına göre %54,79 başarı tespit edilmiştir.

4.3. Tahmin (Estimation) ve Öngörü (Forecasting) Yöntemine İlişkin 1. Veri Seti Analiz Sonuçları

Tahmin (Estimation) ve Öngörü (Forecasting) yöntemler kullanılarak veriler analiz edildi. Elde edilen sonuçlar Çizelge 7 ‘ de verilmiştir.

Çizelge 7. Tahmin ve Öngörü Yöntemine Ait Sonuçların Karşılaştırılması

ÜFT/ÜFS	TAHMİN(ESTIMATION)					ÖNGÖRÜ(FORECASTING)				
	TRIMF (%)	TRAPMF (%)	GBELMF (%)	GAUSMF (%)	GAUSMF 2 (%)	TRIMF (%)	TRAPMF (%)	GBELMF (%)	GAUSMF (%)	GAUSMF 2 (%)
22222	74,92	60,08	72,11	72,86	63,76	53,91	53,18	53,55	54,46	52,96
33333	77,96	59,50	74,26	73,79	66,48	54,79	53,28	54,22	54,23	54,72

Çizelge 7 'de görüldüğü gibi, tahmin yöntemindeki analiz sonucunun başarı oranının yüksek olması, öngörü yönteminde elde edilen sonuçlar için bağlayıcı niteliktedir. Örneğin, tahmin yöntemi 33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonuna göre başarı oranı %77,96 iken, öngörü yöntemini için bu oran %54,79'dur.

4.4.Doğruluk (Accuracy) Sınıflandırma Oranı ve Hata Kareler Ortalamasının Kare Kökü (Root Mean Squared Error-RMSE)

En yaygın kullanılan metriklerden biri olan doğruluk sınıflandırma oranı model performansını ölçmek için kullanılır. Modeldeki sınıflandırma değerleri için önemli bir ölçümdür. Doğru tahmin sayısının toplam girdi örneği sayısına oranıdır.

$$\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

Gerçek Pozitifler (True Positive – TP): Aslında pozitif olan pozitif olarak etiketlenmiş veri noktaları

Yanlış Pozitifler (False Positive - FP): Aslında negatif olan pozitif olarak etiketlenmiş veri noktaları

Gerçek Negatifler (True Negatives – TN): Aslında negatif olan negatif olarak etiketlenmiş veri noktaları

Yanlış Negatifler (False Negatives – FN): Aslında pozitif olan negatif olarak etiketlenmiş veri noktaları. (Uğur,2023, ss.13,14).

Öngörü sorunlarına yönelik geliştirilen YSA modellerinde en önemli performans kriteri öngörü işlemleri sonucunda elde edilen bulguların tahmin

doğruluğudur. RMSE, literatüründe sıklıkla kullanılan ve tahminin doğruluğunu ölçen yaklaşımlardan biridir (Bulğurcu, 2014, s. 78).

RMSE 'nin matematiksel formülü;

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (A_i - P_i)^2}{N}}$$

Formülde A_i gözlenen değer,

P_i tahmin edilen değeri ve N gözlem sayısını ifade etmektedir.

4.5. Tahmin Yöntemine İlişkin 1. Veri Seti Analiz Sonuçları

Tahmin yöntemiyle yapılan analizlerde Bitcoin fiyat yönünü tahmin etmek için verinin o gün içerisindeki, gerçekleşmiş açılış, kapanış, en yüksek, en düşük ve hacim değerleri alınarak fiyat yönünün tespitine ilişkin sonuçlar aşağıda çizelgeler halinde verilmiştir. Eğitim (Training) veri seti için 22222 Üyelik fonksiyon sayısı ve Trimf, Trapmf, Gbellmf, Gausmf ve Gausmf 2 üyelik tiplerine göre analiz sonuçları Çizelge 8'de yer almaktadır.

Çizelge 8. Tahmin Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçları

ÜFT	SONUÇ*	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	420 53,37%	15 1,75%	76,76%	0.414539
	1	367 46,63%	842 98,25%		
TRAPMF	0	177 22,49%	39 4,55%	60,52%	0.472352
	1	610 77,51%	818 95,45%		
GBELLMF	0	379 48,16%	21 2,45%	73,91%	0.435745
	1	408 51,84%	836 97,55%		
GAUSMF	0	392 49,81%	20 2,33%	74,76%	0.430903
	1	395 50,19%	837 97,67%		

GAUSMF2	0	238 30,24%	273,15%	64,96%	0.463342
	1	549 69,76%	830 96,85%		

*: Çizelgede yer alan bağımlı değişken 0/1 olarak tanımlanmıştır. ‘0’: Bitcoin fiyatının düşüş yönünü; ‘1’ ise yükseliş yönünü temsil etmektedir.

Çizelge 8’ de görüldüğü gibi Eğitim veri seti toplam 1644 işlem gününden oluşmaktadır. 1644 günün 787 gününde düşüş yaşanırken, 857 gününde artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 420 (%53,37) günü ‘0’, geriye kalan 367 (%46,63), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 15 (%1,75) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 842 (%98,25) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %76,76 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,41 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 177 (%22,49) günü ‘0’, geriye kalan 610 (%77,51), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 39 yaklaşık olarak (%4,55) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 818 günü (%95,45) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %60,52 dir. RMSE değeri ise 0,47 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş 787 gün içindeki 379%(48,16),günü “0” ,geriye kalan 408 (%51,84),günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 21 gününü (%2,45) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 836 (%97,55) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %73,91 dir. RMSE değeri ise 0,43 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 392 (%49,81) günü ‘0’, geriye kalan 395 (%50,19) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 20 (%2,33) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 837 (%97,67) gününü ise “1” olarak

atamıştır. Gausmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %73,91 dir. RMSE değeri ise 0,43 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 238 (%30,24) günü ‘0’, geriye kalan 549 (%69,76) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 27 (%3,15) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 830 (%96,85) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %64,96 dir. RMSE değeri ise 0,46 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 9. Tahmin Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	388 49,11%	31 3,63%	73,66%	0.42749
	1	402 50,89%	823 96,37%		
TRAPMF	0	171 21,65%	44 5,15%	59,67%	0.478131
	1	619 78,35%	810 94,85%		
GBELLMF	0	344 43,54%	33 3,86%	70,86%	0.449808
	1	446 56,46%	821 96,14%		
GAUSMF	0	355 44,94%	31 3,63%	71,65%	0.445081
	1	435 55,06%	823 96,37%		
GAUSMF2	0	213 26,96%	40 4,68%	62,47%	0.476859
	1	577 73,04%	814 95,32%		

Çizelge 9’de görüldüğü gibi, Kontrol veri seti 1644 işlem gününden oluşmaktadır. 1644 günün 790 gününde düşüş yaşanırken, 854 gün ise artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 388 (%49,11) günü ‘0’, geriye kalan 402 günü (%50,89) ,günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 31 (%3,63), günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 823 (%96,37) gününü ise “1”

olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %73,66 dır. RMSE değeri ise 0,42 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 171 (%21,65) günü “0”, geriye kalan 619 (%78,35)günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 44 (%5,15) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 810 (%94,85) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %59,67 dır. RMSE değeri ise 0,47 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 344 (%43,54) günü ‘0’, geriye kalan 446 (%56,46) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 33 (%3,86) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 821 (%96,14) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %70,86 dır. RMSE değeri ise 0,44 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 355 (%44,94) günü ‘0’, geriye kalan 435 (%55,06) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 31 (%3,63) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 823 (%96,37) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %71,65 dır. RMSE değeri ise 0,44 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 213 (%26,96) günü ‘0’ geriye kalan 577 (%73,76) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 40 (%4,68) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 814 (%95,32) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %62,47 dır. RMSE değeri ise 0,47 olarak tespit edilmiştir.

Araştırmaya dâhil edilen test veri setinin analiz sonuçlarına ilişkin bilgilere Çizelge 10’da yer verilmektedir.

Çizelge 10. Tahmin Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	369 48,75%	33 3,72%	74,39%

	1	388 51,26%	854 96,28%	
TRAPMF	0	152 20,08%	51 5,75%	60,10%
	1	605 79,92%	836 94,25%	
GBELLMF	0	330 43,59%	39 4,40%	71,65%
	1	427 56,41%	848 95,60%	
GAUSMF	0	336 44,39%	35 3,95%	72,26%
	1	421 55,61%	852 96,05%	
GAUSMF 2	0	198 26,16%	34 3,83%	63,93%
	1	559 73,84%	853 96,17%	

Çizelge 10’de görüldüğü gibi Test veri seti toplam 1644 işlem gününden oluşmaktadır. 757 gününde düşüş yaşanırken, 887 gününde artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içerisinde 369(%48,75) günü ‘0’, geriye kalan 388(%51,25) günü ise ‘1’ yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 33 gününü (%3,72) günü ‘0’ düşüş olarak atamış geriye kalan 854 (%96,28) gününü ise ‘1’ olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %74,39 dır.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içerisinde 152 (%20,08) günü ‘0’ , geriye kalan 605 (%79,92) günü ise ‘1’ yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 51 (%5,75) günü‘0’ düşüş olarak atamış geriye kalan 836 (%94,25) gününü ise ‘1’ olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %60,10 dır.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna düşüş yaşanan 757 gün içerisinde 330 (%43,59) günü ‘0’ geriye kalan 427(%56,41) günü ise ‘1’ yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 39 gününü (%4,40) günü ‘0’ düşüş olarak atamış geriye kalan 848(%95,60) gününü ise‘1’ olarak atamıştır. Gbellmf test veri seti için toplam başarı oranı %71,65 dır.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içerisinde 336 (%44,39) günü ‘0’ geriye kalan 421(%55,61) günü

ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 35 (%3,95) günü “0” düşüş olarak atamış geriye kalan 852 (%96,05) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %72,26 dır.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre ” düşüş yaşanan 757 gün içerisinde 198 günü %26,16) günü geriye kalan 559 (%73,84) günü “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 34 (%3,83) günü “0” düşüş olarak atamış geriye kalan 853(%96,17) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 test veri seti için toplam başarı oranı %63,93 dır.

Eğitim veri seti için 33333 Üyelik fonksiyon sayısı ve Trimf, Trapmf, Gbellmf, Gausmf ve Gausmf 2 üyelik tiplerine göre analiz sonuçları Çizelge 9’ de yer almaktadır.

Çizelge 11.Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	462 58,70%	18 2,10%	79,14%	0.395714
	1	325 41,30%	839 97,90%		
TRAPMF	0	260 33,04%	121 14,12%	60,58%	0.469654
	1	527 66,96%	736 85,88%		
GBELLMF	0	407 51,72%	16 1,87%	75,91%	0.418814
	1	380 48,28%	841 98,13%		
GAUSMF	0	402 51,08%	17 1,98%	75,55%	0.412733
	1	385 48,92%	840 98,02%		
GAUSMF2	0	317 40,28%	47 5,48%	68,55%	0.453399
	1	470 59,72%	810 94,52%		

Çizelge 11’ de görüldüğü gibi Eğitim seti toplam 1644 işlem gününden oluşmaktadır. 787 gününde düşüş yaşanırken ,857 gününde artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 462 (%58,70) günü “0”, geriye kalan 325 (%41,30) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 18 gününü (%2,10) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 839(%97,90) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %79,14 dır. RMSE değeri ise 0,39 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 260 (%33,04) günü ‘0’, geriye kalan 527 (%66,96) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 121 (%14,12) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 736 (%85,88) gününü ise “1” olarak atamıştır. Tramf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %60,58 dır. RMSE değeri ise 0,46 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 407(%51,72) günü ‘0’, geriye kalan 380 (%48,28) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 16 (%1,87) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 841 (%98,13) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %75,91 dır. RMSE değeri ise 0,41 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 402 (%51,08) günü ‘0’geriye kalan 385 (%48,92) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 17 (%1,98) günü “0”, geriye kalan 840 (%98,02) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %75,55 dır. RMSE değeri ise 0,41 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 317 (%40,28) günü ‘0’, geriye kalan 470 (%59,72) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 47 (%3,15) günü “0”, geriye kalan 810 (%94,52) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %68,55 dır. RMSE değeri ise 0,45 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 12. Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Analiz Sonuçları

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	423 53,54%	39 4,57%	75,30%	0.448505
	1	367 46,46%	815 95,43%		
TRAPMF	0	240 30,38%	124 14,52%	59,00%	0.493096
	1	550 69,62%	730 85,48%		
GBELLMF	0	385 48,73%	28 3,28%	73,66%	0.458173
	1	405 51,27%	826 96,72%		
GAUSMF	0	378 47,85%	32 3,75%	72,99%	0.443178
	1	412 52,15%	822 96,25%		
GAUSMF2	0	292 36,96%	65 7,61%	65,75%	0.578843
	1	498 63,04%	789 92,39%		

Çizelge 12’de görüldüğü gibi, Kontrol seti 1644 işlem gününden oluşmaktadır. 1644 günün 790 gününde düşüş yaşanırken, 854 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 423 (%53,54) günü ‘0’ geriye kalan 367 (%46,46) günü “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 39 (%4,57) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 815 (%95,43) günü “1” olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %75,30 dır. RMSE değeri ise 0,44 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 240 (%30,38) günü ‘0’geriye kalan 550 (%69,62) günü 1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 124(%14,52) günü “0” düşüş olarak atamış geriye kalan 730 (%85,48) gününü “1” olarak atamıştır. Trapmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %59,00dır. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 385(%48,73) günü ‘0’,geriye kalan 405 (%51,27) günü “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 28 gününü (%3,28) günü “0” düşüş olarak atamış geriye kalan 826 (%96,72) gününü “1” olarak atamıştır. Gbellmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %73,66 dır. RMSE değeri ise 0,45 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 378 (%47,85) günü ‘0’ geriye kalan 412 (%52,15) günü “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 32 gününü (%3,75) günü “0” düşüş olarak atamış geriye kalan 822 (%96,25) gününü “1” olarak atamıştır. Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %72,99 dır. RMSE değeri ise 0,44 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 292 (%36,96) günü ‘0’. geriye kalan 498 (%63,04) günü “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü gerçekleşen 854 günün 65 (%7,61)günü “0” düşüş olarak atamış geriye kalan 789 (%92,39) gününü “1” olarak atamıştır. Gausmf2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %65,75 dır. RMSE değeri ise 0,57 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 13.Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi Analiz Sonuçları

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	407 53,76%	36 4,06%	76,52%
	1	350 46,24%	851 95,94%	
TRAPMF	0	220 29,06%	137 15,45%	59,00%
	1	537 70,94%	750 84,55%	
GBELLMF	0	359 47,42%	41 4,62%	73,30%
	1	398 52,58%	846 95,38%	
GAUSMF	0	352 46,50%	40 4,51%	72,93%
	1	405 53,50%	847 95,49%	
GAUSMF 2	0	274 36,20%	89 10,03%	65,21%

	1	483 63,80%	798 89,97%	
--	---	---------------	---------------	--

Çizelge 13’de görüldüğü gibi, Test veri seti 1644 işlem gününden oluşmaktadır.1644 günün 757 gününde düşüş yaşanırken, 887 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 407 (%53,76) günü ‘0’, geriye kalan 350 (%46,24) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 36 (%4,06) günü “0” düşüş olarak atamış geriye kalan 851 (%95,94) gününü “1” olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %76,52 dir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 220 (%29,06) günü ‘0’ geriye kalan 537 (%70,94) günü ise ‘1’ yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 137 (%15,45) günü “0” düşüş olarak atamış geriye kalan 750 (%84,55) gününü “1” olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %60,10 dır.

33333 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 359 (%47,42) günü ‘0’ geriye kalan geriye kalan 398 (%52,58) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 41 (%4,62) günü “0” düşüş olarak atamış geriye kalan 846 (%95,38) gününü “1” olarak atamıştır. Gbellmf test veri seti için toplam başarı oranı %73,30 dır.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 352 (%44,39) günü ‘0’ geriye kalan 405(%53,50) “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 40 (%4,51) günü “0” düşüş olarak atamış geriye kalan 847 (%95,49) gününü“1” olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %72,93 dır.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 274 (%36,20) günü ‘0’, geriye kalan 483 (%63,80) günü “1” yükseliş gününe atamıştır Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 89 (%10,03) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 798(%89,97) gününü “1” olarak atamıştır. Gausmf2 test veri seti için toplam başarı oranı %65,21 dır.

Tahmin yöntemine ilişkin 1. veri seti için 5 ayrı üyelik tipi ve 2 farklı üyelik sayısına göre toplam 10 analiz sonucu yukarıda incelenmiştir. Analiz sonuçları da kendi içerisinde eğitim, kontrol ve test olarak bölünüp, doğru sınıflandırma oranına göre sınıflandırılmıştır. 33333 üyelik sayısı Triom üyelik fonksiyonu %77,96 ile en yüksek tahmin oranı olarak saptanmıştır. Bu bağlamda, tahmin yöntemindeki analiz sonucunun başarı oranının yüksek olması öngörü yönteminde elde edilen sonuçlar için bağlayıcı niteliktedir. Aşağıda öngörü yöntemine ilişkin analiz sonuçları verilmiştir.

4.6. Öngörü(Forecasting) Yöntemine İlişkin 1. Veri Seti Analiz Sonuçları

Öngörü yöntemiyle yapılan analizlerde geçmiş veriler girdi olarak kullanılmıştır. Bitcoin fiyat yönünü tahmin etmek için verinin bir gün sonrası kapanış değeri çıktı olarak kullanılmıştır. Açılış, kapanış, en yüksek, en düşük ve hacim değerleri alınarak fiyat yönünün tespitine ilişkin sonuçlar aşağıda çizelgeler halinde verilmiştir.

Çizelge 14. Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	196 24,81%	154 18,03%	54,50%	0.4949
	1	594 75,19%	700 81,97%		
TRAPMF	0	131 16,58%	101 11,83%	53,77%	0.497885
	1	659 83,42%	753 88,17%		
GBELLMF	0	148 18,73%	106 12,41%	54,50%	0.496266
	1	642 81,27%	748 87,59%		
GAUSMF	0	165 20,89%	124 14,52%	54,44%	0.496201
	1	625 79,11%	730 85,48%		
GAUSMF2	0	410 51,90%	383 44,85%	53,59%	0.497858
	1	380 48,10%	471 55,15%		

Çizelge 14' de görüldüğü gibi Eğitim veri seti toplam 1644 işlem gününden oluşmaktadır.1644 günün 790 gününde düşüş yaşanırken, 854 gününde artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 196 (%24,81) günü '0', geriye kalan 594 (%75,19), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 154(%18,03) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 700 (%81,97) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %54,50 dır. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 131(%16,58) günü "0", geriye kalan 659(%83,42) günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 101(%11,83) günü "0" düşüş olarak atamış ,geriye kalan 753 (%88,17) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %53,77dır. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 148 (%18,73) günü '0', geriye kalan 642 (%81,27) günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 106(%12,41) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 748 (%87,59) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbellmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %54,50 dır. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan olan 790 gün içindeki 165(%20,89) günü '0', geriye kalan 625 (%79,11) günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 124 (%14,52) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 730(%85,48) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %54,44 dır. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna düşüş yaşanan 790 gün içindeki 410 (%51,90) günü '0' geriye kalan 380 (%48,10), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 383 (%44,85) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 471 (%55,15) gününü ise "1" olarak

atamıştır. Gausmf2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %53,59 dır. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 15. Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	182 24,04%	188 21,20%	53,59%	0.501273
	1	575 75,96%	699 78,81%		
TRAPMF	0	107 14,13%	128 14,43%	52,68%	0.50146
	1	650 85,87%	759 85,57%		
GBELLMF	0	127 16,78%	136 15,33%	53,41%	0.501809
	1	630 83,22%	751 84,67%		
GAUSMF	0	405 53,50%	397 44,76%	54,44%	0.502849
	1	352 46,50%	490 55,24%		
GAUSMF2	0	98 12,95%	115 12,97%	52,92%	0.503342
	1	659 87,05%	772 87,03%		

Çizelge 15’te görüldüğü gibi, Kontrol veri seti 1644 işlem gününden oluşmaktadır.1644 günün 757 gününde düşüş yaşanırken, 887 gün ise artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 182 (%24,04) günü ‘0’, geriye kalan 575 (%75,95), günü ise ‘1’ yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 188 (%21,20) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 699 (%78,81) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %53,59dır. RMSE değeri ise 0,50 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 107 (%14,13) günü ‘0’ geriye kalan 650(%85,87) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 128(%14,43) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 759 (%88,57) olarak atamıştır. Trapmf

kontrol veri seti için toplam başarı oranı %52,68dir. RMSE değeri ise 0,50 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 127 (%16,78) günü ‘0’, geriye kalan yapmıştır. 630 (%83,22) günü ise“1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 136 (%15,33) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 751 (%84,67) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %53,41 dır. RMSE değeri ise 0,50 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 405 (%53,50) günü ‘0 ‘, geriye kalan 352 (%46,50) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 397 (%44,76) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 490 (%55,24) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %54,44 dır. RMSE değeri ise 0,50 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 98 (%12,95) günü ‘0’, geriye kalan 659 (%87,05) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 115 (%12,97) günü “0” düşüş olarak atamış ,geriye kalan 772 (%87,03) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %52,92 dır. RMSE değeri ise 0,50 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 16. Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Analiz Sonuçları

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	202 25,67%	177 20,65%	53,65%
	1	585 74,33%	680 79,35%	
TRAMPMF	0	125 15,88%	109 12,72%	53,10%
	1	662 84,12%	748 87,28%	
GBELLMF	0	134 17,03%	124 14,47%	52,74%
	1	653 82,97%	733 85,53%	
GAUSMF	0	175 22,24%	136 15,87%	54,50%

	1	612 77,76%	721 84,13%	
GAUSMF 2	0	107 13,60%	103 12,02%	52,37%
	1	680 86,40%	754 87,98%	

Çizelge 16’teki veriler sonucunda, Test veri seti toplam 1644 işlem gününden oluşmaktadır. 1644 günün 787 gününde düşüş yaşanırken 857 gün ise ”1” artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 202 (%25,67) günü ‘0’, geriye kalan 585 (%74,33) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 177 (%20,65) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 680 (%79,35) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %53,65 dir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 125(%15,88) günü ‘0’,geriye kalan 662 (%84,12) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 109 (%12,72) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 748 (%87,28) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %53,10 dır.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 134 günün%17,03) günü ‘0’,geriye kalan 653 (%82,97) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 124 (%14,47) günü “0” düşüş olarak atamış ,geriye kalan 733 (%85,53) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf test veri seti için toplam başarı oranı %52,74 dır.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 175 (%44,39) günü ‘0’ geriye kalan 612 (%77,76) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 136 (%15,87) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 857 (%84,13) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %54,50 dır.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 107 (%13,60) günü ‘0’ geriye kalan 680 (%63,80) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 103 (%12,02)

“0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 754 (%87,98) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 test veri seti için toplam başarı oranı %52,37 dir.,

Çizelge 17. Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	285 36,08%	194 22,72%	57,48%	0.488556
	1	505 63,92%	660 77,28%		
TRAPMF	0	191 24,18%	147 17,21%	54,62%	0.492257
	1	599 75,82%	707 82,79%		
GBELLMF	0	204 25,82%	129 15,11%	56,51%	0.486885
	1	586 74,18%	725 84,89%		
GAUSMF	0	208 26,33%	144 16,86%	55,84%	0.48925
	1	582 73,67%	710 83,14%		
GAUSMF2	0	189 23,92%	130 15,22%	55,54%	0.49035
	1	601 76,08%	724 84,78%		

Çizelge 17’te görüldüğü gibi, Eğitim veri seti için toplam 1644 işlem gününden oluşmaktadır.1644 günün 790 gününde düşüş yaşanırken 854 gününde artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 285 (%36,08) günü 0’, geriye kalan 505 (%63,92) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 194(%22,72) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 660 (%77,28) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %57,48 dir. RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içindeki 191 (%24,18) günü ‘0’, geriye kalan 599 (%75,82) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 147 (%17,21) günü“0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 707 (%82,79) gününü ise “1” olarak

atamıştır. Trapmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %54,62 dır. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içerisinde 204(%25,82) günü ‘0’ geriye kalan 586 (%74,18) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 129 (%15,11) günü“ 0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 725 günü (%84,89) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %56,51 dır. RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içerisinde 208(%26,33) günü “0”, geriye kalan 582(%73,67) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 144 (%16,86) günü“0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 710 (%83,14) gününü ise“1” olarak atamıştır. Gausmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %55,84 dır. RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 790 gün içerisinde 189 (%23,92) günü “0”, geriye kalan 601(%76,08) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 854 günün 130 (%15,22) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 724(%84,78) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %55,54 dır. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 18. Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	237 31,31%	253 28,52%	52,98%	0.525923
	1	520 68,69%	634 71,48%		
TRAPMF	0	160 21,14%	186 20,97%	52,37%	0.521142
	1	597 78,86%	701 79,03%		
GBELLMF	0	156 20,61%	186 20,97%	52,13%	0.561807
	1	601 79,39%	701 79,03%		
GAUSMF	0	170 22,46%	180 20,29%	53,35%	0.531107

	1	587 77,54%	707 79,71%		
GAUSMF2	0	176 23,25%	178 20,07%	53,83%	0.637996
	1	581 76,75%	709 79,93%		

Çizelge 18’ de görüldüğü gibi, Kontrol veri seti 1644 işlem gününden oluşmaktadır.757 gününde düşüş yaşanırken 887 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 237 (%31,31), günü “0”, geriye kalan 520 (%68,69, günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır.Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 253 (%28,52) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 634 (%71,48) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %52,98 dir. RMSE değeri ise 0,52 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 160 (%21,14) günü “0”, geriye kalan 597 günü (%78,86) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 186 (%20,97) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 701 (%79,03) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %52,37 dir. RMSE değeri ise 0,52 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 156 (%20,61) günü ‘0’ geriye kalan 601 (%79,39) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 186 günü ise (%20,97) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 701 günü %79,03 gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %52,13 dir. RMSE değeri ise 0,56 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 170 (%22,46) günü “0 geriye kalan 587 (%77,54) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır.Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 180 (%20,29) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 707 (%79,71) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %53,35 dir. RMSE değeri ise 0,53 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 757 gün içindeki 176 (%23,25) günü “0” geriye kalan 581 (%76,75) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 887 günün 178(%20,07) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 709(%79,93) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %53,83 dir. RMSE değeri ise 0,63 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 19. Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	270 34,31%	241 28,12%	53,89%
	1	517 65,69%	616 71,88%	
TRAPMF	0	178 22,62%	166 19,37%	52,86%
	1	609 77,38%	691 80,63%	
GBELLMF	0	183 23,25%	152 17,74%	54,01%
	1	604 76,75%	705 82,26%	
GAUSMF	0	201 25,54%	178 20,77%	53,53%
	1	586 74,46%	679 79,23%	
GAUSMF 2	0	209 26,56%	165 19,25%	54,81%
	1	578 73,44%	692 80,75%	

Çizelge 19’da görüldüğü gibi Test veri seti 1644 işlem gününden oluşmaktadır.1644 günün 787 gününde düşüş günü yaşanırken, 857 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 270(%34,31) günü “0”, geriye kalan 517 (%65,69) günü ise“1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 241 (%28,12) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 616(%71,88) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %53,89 dır.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna düşüş yaşanan 787 gün içindeki 178 (%22,62) günü “0”, geriye kalan 609 (%77,38) günü “1” yükseliş

gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 166(%19,37) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 691 (%80,63) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %52,86 dır.

33333 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 183 (%23,25)günü “0” ,geriye kalan 604 (%76,75) günü “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 152 (%17,74) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 705 (%82,26) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf test veri seti için toplam başarı oranı %54,01 dır.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 201(%25,54) günü “0” geriye kalan 586(%74,46) günü “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 178(%20,77) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 679 (%79,23) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %53,53 dır.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 787 gün içindeki 209(%26,56) günü '0'geriye kalan 578 (%73,44) günü “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 857 günün 165 (%19,25) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 692 (%80,75) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 test veri seti için toplam başarı oranı %54,81 dır.

Öngörü yöntemine ilişkin 1. Veri seti için 5 ayrı üyelik tipi ve 2 farklı üyelik sayısına göre toplam 10 analiz sonucu yukarıda incelenmiştir. Analiz sonuçları da kendi içerisinde eğitim, kontrol ve test olarak bölünüp, doğru sınıflandırma oranına göre sınıflandırılmıştır. 33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu %54,79 ile en yüksek öngörü oranı olarak saptanmıştır. Bu bağlamda, tahmin yönteminde en yüksek tahmin oranının saptandığı üyelik fonksiyon tipi ve üyelik fonksiyon sayısı öngörü yönteminde de en yüksek başarı oranına sahiptir.

4.7. Tahmin ve Öngörü Yöntemine İlişkin 2. Veri Seti Analiz Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda modeldeki incelemelere göre ilk 900 günde bir yığılma gözlenmiştir. Bu bağlamda modelin doğru öğrenme yapamadığı gözlenmiştir. Veri setinde ilk 900 gün çıkartılarak analizler tekrar yapılmıştır. Yeni oluşturulan 2.

veri setinde 03.01.2013- 24.01.2024 tarihleri arasında 4038 günlük bir örnekleme analizler yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 20’ de belirtildiği şekildedir;

Çizelge 20. Tahmin ve Öngörü Yöntemine Ait Sonuçların Karşılaştırılması

2. Veri seti	TAHMİN(ESTIMATION)					ÖNGÖRÜ(FORECASTING)				
	TRİMF (%)	TRAPMF (%)	GBELMF (%)	GAUSMF (%)	GAUSMF 2 (%)	TRİMF (%)	TRAPMF (%)	GBELMF (%)	GAUSMF (%)	GAUSMF 2 (%)
22222	79,86	61,65	76,32	77,19	66,20	54,38	53,39	54,11	54,77	53,32
33333	82,34	61,08	79,02	78,45	69,54	55,22	53,59	54,75	54,63	55,15

Çizelge 20 ‘de görüldüğü gibi, tahmin yöntemindeki analiz sonucunun başarı oranının yüksek olması, öngörü yönteminde elde edilecek sonuçlar için bağlayıcı niteliktedir. Örneğin, tahmin yöntemi 33333 sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre başarı oranı %82,34 iken, öngörü yöntemi için bu oran %55,22 dir.

Çizelge21 .Tahmin Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	424 65,33%	22 3,16%	81,09%	0.393175
	1	225 34,67%	675 96,84%		
TRAPMF	0	173 26,66%	36 5,16%	60,75%	0.466627
	1	476 73,34%	661 94,84%		
GBELLMF	0	378 58,24%	21 3,01%	77,62%	0.420306
	1	271 41,76%	676 96,99%		
GAUSMF	0	388 59,78%	24 3,44%	78,17%	0.414061
	1	261 40,22%	673 96,56%		
GAUSMF2	0	234 36,06%	24 3,44%	66,31%	0.455411

	1	415 63,94%	673 96,56%		
--	---	---------------	---------------	--	--

Çizelge 21’de görüldüğü gibi Eğitim seti için toplam 1346 işlem gününden oluşmaktadır.1346 günün için 649 gününde düşüş yaşanırken, 697 gününde artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 649 gün içindeki 424 (%65,33) günü “0, geriye kalan 225(%34,67) günü ise ‘1’ yükseliş gününe atamıştır.Artış günü gerçekleşen 697 günün 22 (%3,16) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 675 günü (%96,84) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %81,09 dır. RMSE değeri ise 0,39 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 649 gün içindeki 173(%26,66) günü “0” geriye kalan 476(%73,34) günü “1” yükseliş gününe atamıştır.Artış günü gerçekleşen 697 günün 36 (%5,16) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 661 (%94,84)gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %60,75 dır. RMSE değeri ise 0,46 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 649 gün içindeki 378 (%58,24) günü “0”, geriye kalan 271 (%41,76) günü “1” yükseliş gününe atamıştır Artış günü gerçekleşen 697 günün 21 (%3,01) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 676 (%96,99) gününü ise“1” olarak atamıştır. Gbellmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %77,62 dır. RMSE değeri ise 0,42 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 649 gün içindeki 388(%59,78)günü “0”, geriye kalan 261 (%40,22) günü 1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü gerçekleşen 697 günün 24 (%3,44) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 673 (%96,56) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %78,17 dır. RMSE değeri ise 0,41 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 649 gün içindeki 234(%36,06) günü “0”, geriye kalan 415 (%63,94) günü “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü gerçekleşen 697 günün 24 (%3,44) günü “0”

düşüş olarak atamış 673 (%96,56) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %66,31dir. RMSE değeri ise 0,45 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 22. Tahmin Yöntemine Ait 22222 Kontrol Verisi Analiz Sonuçları

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	397 61,84%	33 4,69%	78,58%	0.40974
	1	245 38,16%	671 95,31%		
TRAPMF	0	167 26,01%	42 5,97%	60,02%	0.473185
	1	475 73,99%	662 94,03%		
GBELLMF	0	381 59,35%	75 10,65%	74,35%	0.437774
	1	261 40,65%	629 89,35%		
GAUSMF	0	386 60,12%	60 8,52%	75,80%	0.431924
	1	256 39,88%	644 91,48%		
GAUSMF2	0	359 55,92%	187 26,56%	64,68%	0.471601
	1	283 44,08%	517 73,44%		

Çizelge 22’de görüldüğü gibi Kontrol 1346 veri seti 1346 işlem gününden oluşmaktadır. 1346 günün 642 gününde düşüş yaşanırken ,704 gün ise artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu analiz sonucuna göre düşüş yaşanan 642 içindeki 397 (%61,84) günü “0” geriye kalan 245(%38,16) günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 33(%4,69) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 671 (%95,31) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %78,58 dır. RMSE değeri ise 0,40 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 167 günü ‘0’, geriye kalan 475 günü, günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 42 (%5,97) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 662 (%94,03) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf kontrol

veri seti için toplam başarı oranı %60,02 dir. RMSE değeri ise 0,47 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 381 günü '0', geriye kalan 261 (%40,65) , günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 75 (%10,65) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 629 (%89,35) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbelmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %74,35 dir. RMSE değeri ise 0,43 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 386 günü '0', geriye kalan 256 (%39,88) , günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 60 (%8,52) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 644 (%91,48) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %75,80 dir. RMSE değeri ise 0,43 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 359 günü '0', geriye kalan 283 (%44,08) , günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 187 (%22,56) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 517 (%73,44) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %64,68 dir. RMSE değeri ise 0,47 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 23. Tahmin Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	370 59,97%	37 5,08%	77,45%
	1	247 40,03%	692 94,92%	
TRAMPMF	0	149 24,15%	49 6,72%	58,71%
	1	468 75,85%	680 93,28%	
GBELLMF	0	327 53,00%	38 5,21%	73,89%
	1	290 47,00%	691 94,79%	

GAUSMF	0	334 54,13%	38 5,21%	74,46%
	1	283 45,87%	691 94,79%	
GAUSMF 2	0	196 31,77%	32 4,39%	63,69%
	1	421 68,23%	697 95,61%	

Çizelge 23'te görüldüğü gibi, Test veri seti 1346 işlem gününden oluşmaktadır. 1346 günün 617 gününde düşüş yaşanırken, 729 gün ise artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 370 (%59,97) günü '0', geriye kalan 247 (%40,03), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 37 (%5,08) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 692 (%94,92) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %77,45 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 149 (%24,15) günü '0', geriye kalan 468 (%75,85), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 49 (%6,72) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 680 (%93,28) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %58,71 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 327 (%53,00) günü '0', geriye kalan 290 (%47,00), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 38 (%5,21) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 691 (%94,79) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbellmf test veri seti için toplam başarı oranı %77,45 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 334 (%54,13) günü '0', geriye kalan 283 (%45,87), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 38 (%5,21) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 691 (%94,79) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %74,46 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 196 (%31,77) günü '0', geriye kalan 421 (%68,23), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 32 (%4,39) günü

“0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 697 (%95,61) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 test veri seti için toplam başarı oranı %63,39 gerçekleşmiştir.

Çizelge 24. Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	449 %69,18	17 2,44%	83,37%	0.369544
	1	200 30,82%	680 97,56%		
TRAMPMF	0	255 39,29%	115 16,50%	61,40%	0.369534
	1	394 60,71%	582 83,50%		
GBELLMF	0	412 63,48%	18 2,58%	80,45%	0.398882
	1	237 36,52%	679 97,42%		
GAUSMF	0	403 62,10%	18 2,58%	79,76%	0.391333
	1	246 37,90%	679 97,42%		
GAUSMF2	0	321 49,46%	50 7,17%	71,14%	0.44274
	1	328 50,54%	647 92,83%		

Çizelge 24’te görüldüğü gibi Eğitim veri seti 1644 işlem gününden oluşmaktadır. 1644 günün 649 gününde düşüş yaşanırken, 697 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 649 gün içindeki 449 (%69,18) günü ‘0’, geriye kalan 200(%30,83), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 697 günün 17 (%2,44) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 680 (%97,56) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %83,37 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,36 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trampmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 649 gün içindeki 225 (%39,29) günü ‘0’, geriye kalan 394 (%60,71), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 697 günün 115(%16,50) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 582 (%83,50) gününü ise “1” olarak

atamıştır. Trapmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %61,40 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,36 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 649 gün içindeki 412 (%63,48) günü '0', geriye kalan 237 (%36,52), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 697 günün 18(%2,58) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 679 (%97,42) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbelmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %80,45 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,39 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 649 gün içindeki 403 (%62,10) günü '0', geriye kalan 246 (%37,90), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 697 günün 18(%2,58) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 679 (%97,42) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %79,76 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,39 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 649 gün içindeki 321 (%49,46) günü '0', geriye kalan 328 (%50,54) , günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 697 günün 50 (%7,17) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 647 (%92,83) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gusmf2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %71,14 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,44 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 25. Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	399 64,67%	36 4,94%	79,85%	0.437187
	1	218 35,33%	693 95,06%		
TRAPMF	0	233 36,29%	123 17,47%	59,41%	0.437196
	1	409 63,71%	581 82,53%		
GBELLMF	0	385 59,97%	30 4,26%	77,85%	0.450806
	1	257 40,03%	674 95,74%		

GAUSMF	0	373 58,10%	34 4,83%	76,64%	0.430284
	1	269 41,90%	670 95,17%		
GAUSMF2	0	294 45,79%	67 9,52%	68,14%	0.59507
	1	348 54,21%	637 90,48%		

Çizelge 25'te görüldüğü gibi Kontrol veri seti 1644 işlem gününden oluşmaktadır.1644 günün 642 gününde düşüş yaşanırken, 704 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 399 (%64,67) günü '0', geriye kalan 218 (%35,33), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 36 (%4,94) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 693 (%95,06) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %79,85 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,43 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 233 (%36,29) günü '0', geriye kalan 409 (%63,71), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 123 (%17,47) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 581 (%82,53) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %59,41 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,43 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 385 (%59,97) günü '0', geriye kalan 257 (%40,03) , günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 30 (%4,26) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 674 (%95,74) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbelmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %77,85 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,45 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 373 (%58,10) günü '0', geriye kalan 269 (%41,90) , günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 34 (%4,83) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 670 (%95,17) gününü ise "1" olarak atamıştır.

Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %76,64 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,43 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 294 (%45,79) günü ‘0’, geriye kalan 348 (%54,21), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 67 (%9,52) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 637 (%90,48) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %68,14 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,59 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 26. Tahmin Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	399 64,67%	36 4,94%	79,86%
	1	218 35,33%	693 95,06%	
TRAMPMF	0	219 35,49%	138 18,93%	58,28%
	1	398 64,51%	591 81,07%	
GBELLMF	0	365 59,16%	42 5,76%	76,70%
	1	252 40,84%	687 94,24%	
GAUSMF	0	352 57,05%	40 5,49%	75,78%
	1	265 42,95%	689 94,51%	
GAUSMF 2	0	275 44,57%	92 12,62%	65,98%
	1	342 55,43%	637 87,38%	

Çizelge 26’da görüldüğü gibi, Test veri setinde 1346 işlem gününden oluşmaktadır. 1346 günün 617 gününde düşüş yaşanırken, 729 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 399 (%64,67) günü ‘0’, geriye kalan 218 (%35,53), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 36 (%4,94) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 693 (%95,06) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %79,86 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 219 (%35,49) günü '0', geriye kalan 398 (%65,51), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 138 (%18,93) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 591 (%81,07) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %58,28 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 365 (%59,16) günü '0', geriye kalan 252 (%40,84), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 42 (%5,76) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 687 (%94,24) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbelmf test veri seti için toplam başarı oranı %76,70 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 352 (%57,05) günü '0', geriye kalan 265 (%42,95), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 40 (%5,49) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 689 (%94,51) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %75,78 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 275 (%44,57) günü '0', geriye kalan 342 (%55,43), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 92 (12,62) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 637 (%87,38) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf2 test veri seti için toplam başarı oranı %65,98 gerçekleşmiştir.

Tahmin yöntemine ilişkin 2. Veri seti ile 5 ayrı üyelik tipi ve 2 farklı üyelik sayısına göre toplam 10 analiz sonucu yukarıda incelenmiştir. Analiz sonuçları da kendi içerisinde eğitim, kontrol ve test olarak bölünüp, doğru sınıflandırma oranına göre sınıflandırılmıştır. 33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu %82,34 ile en yüksek tahmin oranı olarak saptanmıştır. Bu bağlamda, tahmin yöntemindeki analiz sonucunun başarı oranının yüksek olması öngörü yönteminde elde edilen sonuçlar için bağlayıcı niteliktedir. Aşağıda öngörü yöntemine ilişkin analiz sonuçları verilmiştir.

4.8 .Öngörü Yöntemine İlişkin 2. Veri Seti Sonuçları

Öngörü yöntemiyle yapılan analizlerde Bitcoin fiyat yönünü tahmin etmek için verinin bir gün sonrası kapanış değeri çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. „Açılış, kapanış, en yüksek, en düşük ve hacim değerleri alınarak fiyat yönünün tespitine

ilişkin sonuçlar aşağıda çizelgeler halinde verilmiştir. Eğitim (Traning) veri seti için 22222 Üyelik fonksiyon sayısı ve Trimf, Trapmf, Gbellmf, Gausmf ve Gausmf 2 üyelik tiplerine göre analiz sonuçları Çizelge 6 da yer almaktadır.

Çizelge 27. Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	199 31,00%	156 22,16%	54,42%	0.493688
	1	443 69,00%	548 77,84%		
TRAPMF	0	127 19,78%	97 13,78%	53,00%	0.497109
	1	515 80,22%	607 86,22%		
GBELLMF	0	152 23,68%	106 15,06%	54,31%	0.497109
	1	490 76,32%	598 84,94%		
GAUSMF	0	169 26,32%	128 18,18%	54,07%	0.495139
	1	473 73,68%	576 81,82%		
GAUSMF2	0	117 18,22%	86 12,22%	53,00%	0.497093
	1	525 81,78%	618 87,78%		

Çizelge 27’de görüldüğü gibi eğitim veri seti toplam 1346 işlem gününden oluşmaktadır. 1346 günün 642 gününde düşüş yaşanırken, 704 gününde artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 199 (%31,00) günü ‘0’, geriye kalan 443 (%69,00), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 156 (22,16) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 548 (%77,84) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %54,42 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 2127 (%19,78) günü ‘0’, geriye kalan 515 (%80,22), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 97 (13,78) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 607 (%86,22) gününü ise “1” olarak atamıştır.

Trapmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %53,00 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 152 (%23,68) günü '0', geriye kalan 490 (%76,32), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 106 (15,06) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 598 (%84,94) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbelmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %54,31 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 169 (%26,32) günü '0', geriye kalan 473 (%73,68), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 128 (18,18) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 576 (%81,82) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %54,07 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 117 (%18,22) günü '0', geriye kalan 525 (%81,78), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 86 (12,22) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 618 (%87,78) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %53,00 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 28. Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	183 29,66%	189 25,93%	51,87%	0.501774
	1	434 70,34%	540 74,07%		
TRAMPMF	0	105 17,02%	123 16,87%	50,07%	0.501597
	1	512 82,98%	606 83,13%		
GBELLMF	0	133 21,56%	135 18,52%	51,52%	0.502547
	1	484 78,44%	594 81,48%		

GAUSMF	0	149 24,15%	143 19,62%	52,27%	0.503706
	1	468 75,85%	586 80,38%		
GAUSMF2	0	97 15,72%	109 14,95%	50,38%	0.503913
	1	520 84,28%	620 85,05%		

Çizelge 28 de görüldüğü gibi Kontrol veri seti toplam 1346 işlem gününden oluşmaktadır.1644 günün 617 gününde düşüş yaşanırken ,729 gününde artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 183 (%29,66) günü '0', geriye kalan 434 (%70,34), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 189 (25,93) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 540 (%74,07) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %51,87 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,50 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 105 (%17,02) günü '0', geriye kalan 512 (%82,98), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 123(16,87) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 606 (%83,13) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %50,07 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,50 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 133 (%21,56) günü '0', geriye kalan 484 (%78,44), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 135 (18,52) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 594 (%81,48) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbelmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %51,52 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,50 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 149 (%24,15) günü '0', geriye kalan 468 (%75,85), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 143 (19,62) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 586 (%80,38) gününü ise "1" olarak atamıştır.

Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %52,27 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,50 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 97 (%15,72) günü ‘0’, geriye kalan 520 (%84,28), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 109 (14,95) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 620 (%85,05) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %50,38 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,50 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 29. Öngörü Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	204 31,38%	172 24,71%	53,34%
	1	446 68,62%	524 75,29%	
TRAPMF	0	123 18,92%	106 15,23%	51,85%
	1	527 81,08%	590 84,77%	
GBELLMF	0	140 21,54%	126 18,10%	51,72%
	1	510 78,46%	570 81,90%	
GAUSMF	0	178 27,38%	140 20,11%	53,63%
	1	472 72,62%	556 79,89%	
GAUSMF 2	0	106 16,31%	99 14,22%	51,04%
	1	544 83,69%	597 85,78%	

Çizelge 29’te görüldüğü gibi, Test veri seti 1346 işlem gününden oluşmaktadır. 1346 günün 650 düşüş yaşanırken, 696 gününde artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 650 gün içindeki 204 (%31,38) günü ‘0’, geriye kalan 446 (%68,62), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 696 günün 172 (24,71) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 524 (%75,29) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %53,34 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 650 gün içindeki 123 (%18,92) günü ‘0’, geriye kalan 527(%81,08), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 696 günün 106 (15,23) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 590 (%84,77) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %51,85 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 650 gün içindeki 140 (%21,54) günü ‘0’, geriye kalan 510 (%78,46), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 696 günün 126 (18,10) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 570 (%81,90) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbelmf test veri seti için toplam başarı oranı %51,72 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 650 gün içindeki 178 (%27,39) günü ‘0’, geriye kalan 472 (%72,62), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 696 günün 140 (20,11) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 556 (%79,89) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %53,63 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 650 gün içindeki 106 (%16,31) günü ‘0’, geriye kalan 544 (%83,69), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 696 günün 99 (14,22) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 597 (%85,78) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 test veri seti için toplam başarı oranı %51,04 gerçekleşmiştir.

Çizelge 30. Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	226 35,20%	152 21,59%	56,81%	0.486371
	1	416 64,80%	552 78,41%		
TRAMPMF	0	200 31,15%	152 21,59%	54,78%	0.490324
	1	442 68,85%	552 78,41%		
GBELLMF	0	207 32,24%	129 18,32%	56,96%	0.48395
	1	435 67,76%	575 81,68%		

GAUSMF	0	208 32,40%	146 20,74%	55,83%	0.486913
	1	434 67,60%	558 79,26%		
GAUSMF2	0	196 30,53%	133 18,89%	55,82%	0.487979
	1	446 69,47%	571 81,11%		

Çizelge 30'da Eğitim seti 1346 işlem gününden oluşmaktadır. 1346 günün 642 gününde düşüş yaşanırken ,704 gününde artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 226 (%35,20) günü '0', geriye kalan 416 (%64,80), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 152 (%21,59) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 552 (%78,41) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %56,81 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 200 (%31,15) günü '0', geriye kalan 442 (%65,85), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 152 (%21,59) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 552 (%78,41) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %54,78 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 207 (%32,24) günü '0', geriye kalan 435 (%67,76), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 129 (%18,32) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 575 (%81,68) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbelmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %56,96 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 208 (%32,40) günü '0', geriye kalan 434 (%67,60), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 146 (%20,74) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 558 (%79,26) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %55,93 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 642 gün içindeki 196 (%30,53) günü ‘0’, geriye kalan 446 (%69,47), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 704 günün 133 (%18,89) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 571 (%81,11) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %55,82 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 31. Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	190 30,79%	193 26,47%	52,16%	0.528135
	1	427 69,21%	536 73,53%		
TRAMPMF	0	165 26,74%	192 26,34%	50,20%	0.5261
	1	452 73,26%	537 73,66%		
GBELLMF	0	164 26,58%	185 25,38%	50,60%	0.576471
	1	453 73,42%	544 74,62%		
GAUSMF	0	176 28,53%	179 24,55%	51,99%	0.538395
	1	441 71,47%	550 75,45%		
GAUSMF2	0	177 28,69%	178 24,42%	52,14%	0.682494
	1	440 71,31%	551 75,58%		

Çizelge 31’de görüldüğü gibi, Kontrol veri seti 1346 işlem gününden oluşmaktadır.1346 günün 617 gününde düşüş yaşanırken ,729 gününde ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 190 (%30,79) günü ‘0’, geriye kalan 427 (%69,21), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 193 (%26,47) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 536 (%73,53) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %52,16 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,52 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 165 (%26,74) günü '0', geriye kalan 452 (%73,26), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 192 (%26,34) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 537 (%73,66) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %50,20 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,52 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 164 (%26,58) günü '0', geriye kalan 453 (%73,42), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 185 (%25,38) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 544 (%74,62) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbelmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %50,60 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,57 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 176 (%28,53) günü '0', geriye kalan 441 (%71,47), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 179 (%24,55) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 550 (%75,45) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %51,99 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,53 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 617 gün içindeki 177 (%28,69) günü '0', geriye kalan 440 (%71,31), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 729 günün 178 (%24,42) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 551 (%75,58) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %52,14 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,68 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 32. Öngörü Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	214 32,92%	182 26,15%	53,39%
	1	436 67,08%	514 73,85%	
TRAMPMF	0	185 28,46%	169 24,28%	52,09%
	1	465 71,54%	527 75,72%	

GBELLMF	0	184 28,31%	157 22,56%	52,88%
	1	466 71,69%	539 77,44%	
GAUSMF	0	202 31,08%	182 26,15%	52,46%
	1	448 68,92%	514 73,85%	
GAUSMF 2	0	204 31,38%	166 23,85%	53,77%
	1	446 68,62%	530 76,15%	

Çizelge 32’de görüldüğü gibi Test veri seti 1346 işlem gününden oluşmaktadır.1346 günün 650 gününde düşüş yaşanırken, 696 gününde ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 650 gün içindeki 214 (%32,92) günü ‘0’, geriye kalan 436 (%67,08), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 696 günün 182 (%26,15) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 514 (%73,85) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %53,39 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 650 gün içindeki 185 (%28,46) günü ‘0’, geriye kalan 465 (%71,54), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 696 günün 169 (%24,28) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 527 (%75,72) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %52,09 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbelmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 650 gün içindeki 184 (%28,31) günü ‘0’, geriye kalan 466 (%71,69), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 696 günün 157 (%22,56) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 539 (%77,44) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbelmf test veri seti için toplam başarı oranı %52,88 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 650 gün içindeki 352 (%57,05) günü ‘0’, geriye kalan 265 (%42,95), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 696 günün 182 (%26,15) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 514 (%73,85) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %52,46 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 650 gün içindeki 204 (%31,38) günü ‘0’, geriye kalan 446 (%68,62), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 696 günün 166 (%23,85) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 530 (%76,15) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf2 test veri seti için toplam başarı oranı %53,77 gerçekleşmiştir.

Öngörü yöntemine ilişkin 5 ayrı üyelik tipi ve 2 farklı üyelik sayısına göre toplam 10 analiz sonucu yukarıda incelenmiştir. Analiz sonuçları da kendi içerisinde eğitim, kontrol ve test olarak bölünüp, doğru sınıflandırma oranına göre sınıflandırılmıştır. 33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu %55,22 ile en yüksek öngörü oranı olarak saptanmıştır. Bu bağlamda, tahmin yönteminde en yüksek tahmin oranının saptandığı üyelik fonksiyon tipi ve üyelik fonksiyon sayısı öngörü yönteminde de en yüksek başarı oranına sahiptir.

4.9. Geleneksel ve Harmanlama Yöntemine İlişkin 3 .Veri Seti Analiz Sonuçları

2. veri setiyle yapılan analizlerde Bitcoin’in fiyat yönünün 1. veri setine göre, doğru öngörü oranında anlamlı bir farklılık olmadığından, ayrıca algoritmik işlemlerin gerçek hayattaki uygulanabilirliğini tespit edebilmek amacıyla 3. Veri seti olan Binance borsasının vadeli işlem (future) fiyatlarıyla analiz sonuçları Çizelge 30’daki gibidir;

Çizelge 33. Geleneksel ve Harmanlama Yöntemine Ait Sonuçların Karşılaştırılması

BİNAN CE(FUT URE)	GELENEKSEL YÖNTEM ÖNGÖRÜ (40,30,30)					HARMANLAMA (COLLATE) ÖNGÖRÜ				
	TR İM F (%)	TR AM F (%)	GB EL MF (%)	GA US MF (%)	GA US MF 2 (%)	TRİ MF (%)	TR AM F (%)	GBE LM F (%)	GA US MF (%)	GA US MF 2 (%)
22222	53,35	51,75	53,88	53,35	51,57	50,00	48,58	51,13	51,60	51,13
33333	56,03	51,81	56,03	55,85	55,67	51,60	49,70	50,65	50,24	49,70

Çizelge 33’ de görüldüğü gibi analizde kullanılan üyelik fonksiyonu tipleri ve sayılarına göre Binance (future) veri seti için geleneksel yöntemle elde edilen değerler Harmanlama yöntemiyle elde edilen değerlerden daha yüksek oranda başarı sağlamıştır. Geleneksel yöntemde Trimf fonksiyonda 33333 üyelik sayısına göre %56,03 iken, harmanlama yöntemi Trimf da 33333 üyelik sayısına göre %51,60 başarı tespit edilmiştir.

Çizelge 34. Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	174 54,72%	181 50,70%	51,85%	0.47602
	1	144 45,28%	176 49,30%		
TRAMPMF	0	157 49,37%	168 47,06%	51,26%	0.48518
	1	161 50,63%	189 52,94%		
GBELLMF	0	163 51,26%	187 52,38%	49,33%	0.47918
	1	155 48,74%	170 47,62%		
GAUSMF	0	162 50,94%	191 53,50%	48,59%	0.47856
	1	156 49,06%	166 46,50%		
GAUSMF2	0	156 49,06%	161 45,10%	52,15%	0.48408
	1	162 50,94%	196 54,90%		

Çizelge 34’ de görüldüğü gibi Eğitim veri seti 675 işlem gününden oluşmaktadır. 675 günün 318 gününde düşüş yaşanırken ,357 gün ise artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 318 gün içindeki 174 (%54,72) günü ‘0’, geriye kalan 144 (%45,28), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 357 günün 181 (%50,70) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 176 (%49,30) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %51,85 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,47 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 318 gün içindeki 157 (%49,37) günü ‘0’, geriye kalan 161 (%50,63), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 357 günün 168 (%47,06) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 189 (%52,94) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %51,26 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 318 gün içindeki 163 (%51,26) günü ‘0’, geriye kalan 155 (%48,74), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 357 günün 187 (%52,38) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 170 (%47,62) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %49,33 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,47 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 318 gün içindeki 162 (%50,94) günü ‘0’, geriye kalan 156 (%49,06), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 357 günün 191 (%53,50) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 166 (%46,50) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %48,59 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,47 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 318 gün içindeki 156 (%49,06) günü ‘0’, geriye kalan 162 (%50,94), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 357 günün 161 (%45,10) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 196 (%54,90) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf 2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %52,15 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 35. Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	127 48,66%	128 52,67%	48,02%	0.59472
	1	134 51,34%	115 47,33%		
TRAPMF	0	147 56,32%	123 50,62%	52,98%	0.64722
	1	114 43,68%	120 49,38%		

GBELLMF	0	135 51,72%	124 51,03%	50,40%	0.60264
	1	126 48,28%	119 48,97%		
GAUSMF	0	131 50,19%	128 52,67%	48,81%	0.60166
	1	130 49,81%	115 47,33%		
GAUSMF2	0	134 51,34%	131 53,91%	48,81%	0.57826
	1	127 48,66%	112 46,09%		

Çizelge 35’ de görüldüğü gibi Kontrol veri seti 504 işlem gününden oluşmaktadır. 504 günün 261 gününde düşüş yaşanırken, 243 gün ise artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 261 gün içindeki 127 (%48,66) günü ‘0’, geriye kalan 134 (%51,34), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 243 günün 128 (%52,67) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 115 (%47,33) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %51,85 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,59 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 261 gün içindeki 147 (%56,32) günü ‘0’, geriye kalan 114 (%43,68), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 243 günün 123 (%50,62) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 120 (%49,38) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %52,98 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,64 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 261 gün içindeki 135 (%51,72) günü ‘0’, geriye kalan 126 (%48,28), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 243 günün 124 (%51,03) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 119 (%48,97) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %50,40 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,60 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 261 gün içindeki 131 (%50,19) günü ‘0’, geriye kalan 130 (%49,81), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 243 günün 128 (%52,67) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 115 (%47,33) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %48,81 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,60 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 261 gün içindeki 134 (%51,34) günü ‘0’, geriye kalan 127 (%48,66), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 243 günün 131 (%53,91) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 112 (%46,09) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf 2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %59,81 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,57 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 36. Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	115 46,00%	127 50,00%	48,02%
	1	135 54,00%	127 50,00%	
TRAMPMF	0	119 47,60%	122 48,03%	49,80%
	1	131 52,40%	132 51,97%	
GBELLMF	0	120 48,00%	122 48,03%	50,00%
	1	130 52,00%	132 51,97%	
GAUSMF	0	117 46,80%	121 47,64%	49,60%
	1	133 53,20%	133 52,36%	
GAUSMF 2	0	116 46,40%	122 48,03%	49,21%
	1	134 53,60%	132 51,97%	

Çizelge 36 da görüldüğü gibi Test veri seti 504 işlem gününden oluşmaktadır.504 günün 250 gününde düşüş yaşanırken, 254 gün ise artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 250 gün içindeki 115 (%16,00) günü '0', geriye kalan 135 (%54,00), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 254 günün 127 (%50,00) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 127 (%50,00) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %48,02 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 250 gün içindeki 119 (%47,60) günü '0', geriye kalan 131 (%52,40), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 254 günün 122 (%48,03) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 132 (%51,97) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %49,80 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 250 gün içindeki 120 (%48,00) günü '0', geriye kalan 130 (%52,00), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 254 günün 122 (%48,03) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 132 (%51,97) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbellmf test veri seti için toplam başarı oranı %50,00 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 250 gün içindeki 117 (%46,80) günü '0', geriye kalan 133 (%53,20), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 254 günün 121 (%47,64) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 133 (%52,36) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %49,60 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 250 gün içindeki 116 (%46,40) günü '0', geriye kalan 134 (%53,60), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 254 günün 122 (%48,03) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 132 (%51,97) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf 2 test veri seti için toplam başarı oranı %49,21 gerçekleşmiştir.

Çizelge 37. Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	175 55,03%	164 45,94%	54,52%	0.45906
	1	143 44,97%	193 54,06%		
TRAMPMF	0	84 26,42%	239 66,95%	29,93%	0.47729

	1	234 73,58%	118 33,05%		
GBELLMF	0	175 55,03%	164 45,94%	54,52%	0.45909
	1	143 44,97%	193 54,06%		
GAUSMF	0	197 61,95%	157 43,98%	58,81%	0.46152
	1	121 38,05%	200 56,02%		
GAUSMF2	0	202 63,52%	149 41,74%	60,74%	0.47248
	1	116 36,48%	208 58,26%		

Çizelge 37 de görüldüğü gibi Eğitim veri seti 676 işlem gününden oluşmaktadır.676 günün 318 gününde düşüş yaşanırken, 357 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 318 gün içindeki 175 (%55,03) günü '0', geriye kalan 143 (%44,97), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 357 günün 164 (%45,94) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 193 (%54,06) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %54,52 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,45 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 318 gün içindeki 84 (%26,42) günü '0', geriye kalan 234 (%73,58), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 357 günün 239 (%66,95) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 118 (%33,05) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %29,93 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,47 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 318 gün içindeki 175 (%55,03) günü '0', geriye kalan 143 (%44,97), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 357 günün 164 (%45,94) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 193 (%54,06) gününü ise "1" olarak

atamıştır. Gbellmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %54,52 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,45 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 318 gün içindeki 197 (%61,95) günü '0', geriye kalan 121 (%38,05), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 357 günün 157 (%43,98) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 200 (%56,02) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %58,81 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,46 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 318 gün içindeki 202 (%63,52) günü '0', geriye kalan 116 (%36,48), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 357 günün 149 (%41,74) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 208 (%58,26) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf 2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %60,74 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,47 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 38. Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	163 62,45%	110 45,27%	58,73%	2.0205
	1	98 37,55%	133 54,73%		
TRAMPMF	0	177 67,82%	82 33,74%	67,06%	0.90719
	1	84 32,18%	161 66,26%		
GBELLMF	0	163 62,45%	110 45,27%	58,73 %	2.19169
	1	98 37,55%	133 54,73%		
GAUSMF	0	164 62,84%	104 42,80%	60,12%	2.02473
	1	97 37,16%	139 57,20%		
GAUSMF2	0	146 55,94%	137 56,38%	50,00%	1.41557
	1	146 55,94%	106 43,62%		

Çizelge 38 de görüldüğü gibi Kontrol veri seti 504 işlem gününden oluşmaktadır. 504 günün 261 gününde düşüş yaşanırken ,243 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 261 gün içindeki 163 (%62,45) günü '0', geriye kalan 98 (%37,55), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 243 günün 110 (%45,27) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 133 (%54,73) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %58,73 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 2,02 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 261 gün içindeki 177 (%67,82) günü '0', geriye kalan 84 (%32,18), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 243 günün 82 (%33,74) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 161 (%66,26) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %67,06 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 0,90 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 261 gün içindeki 163 (%62,45) günü '0', geriye kalan 98 (%37,55), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 243 günün 110 (%45,27) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 133 (%54,73) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbellmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %58,73 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 2,19 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 261 gün içindeki 164 (%62,84) günü '0', geriye kalan 97 (%37,16), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 243 günün 104 (%42,80) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 139 (%57,20) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %60,12 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 2,02 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 261 gün içindeki 146 (%55,94) günü '0', geriye kalan 115 (%44,06), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 243 günün 137 (%56,38) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 106 (%43,62) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf 2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %50,00 gerçekleşmiştir. .RMSE değeri ise 1,41 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 39. Öngörü (Geleneksel) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	141 56,40%	116 45,67%	55,36%
	1	109 43,60%	138 54,33%	
TRAMPMF	0	170 68,00%	92 36,22%	65,87%
	1	80 32,00%	162 63,78%	
GBELLMF	0	141 56,40%	116 45,67%	55,36%
	1	109 43,60%	138 54,33%	
GAUSMF	0	125 50,00%	139 54,72%	47,62%
	1	125 50,00%	115 45,28%	
GAUSMF 2	0	134 53,60%	113 44,49%	54,56%
	1	116 46,40%	141 55,51%	

Çizelge 39’ da görüldüğü gibi Test veri seti 504 işlem gününden oluşmaktadır. 504 günün 250 gününde düşüş yaşanırken ,254 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 250 gün içindeki 141 (%56,40) günü ‘0’, geriye kalan 109 (%43,60), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 254 günün 116 (%45,67) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 138 (%54,33) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %55,36 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 250 gün içindeki 170 (%68,00) günü ‘0’, geriye kalan 80 (%32,00), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 254 günün 92 (%36,22) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 162 (%63,78) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %65,87 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 250 gün içindeki 141 (%56,40) günü ‘0’, geriye kalan 109 (%43,60), günü ise “1”

yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 254 günün 116 (%45,67) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 138 (%54,33) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf test veri seti için toplam başarı oranı %55,36 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 250 gün içindeki 125 (%50,00) günü ‘0’, geriye kalan 125 (%50,00), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 254 günün 139 (%54,72) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 115 (%45,28) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %,47,62 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 250 gün içindeki 134 (%53,60) günü ‘0’, geriye kalan 116 (%46,40), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 254 günün 113 (%44,49) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 141 (%55,51) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf 2 test veri seti için toplam başarı oranı %54,56 gerçekleşmiştir.

Çizelge 40. Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	140 50,72%	150 52,63%	49,02%	0.4823
	1	136 49,28%	135 47,37%		
TRAMPMF	0	98 35,51%	92 32,28%	51,87%	0.48979
	1	178 64,49%	193 67,72%		
GBELLMF	0	155 56,16%	142 49,82%	53,12%	0.48761
	1	121 43,84%	143 50,18%		
GAUSMF	0	145 52,54%	149 52,28%	50,09%	0.48680
	1	131 47,46%	136 47,72%		
GAUSMF2	0	109 39,49%	102 35,79%	52,05%	0.49265
	1	167 60,51%	183 64,21%		

Çizelge 40’da görüldüğü gibi Eğitim veri seti 561 işlem gününden oluşmaktadır. 561 günün 276 gününde düşüş yaşanırken ,285 gün ise artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 140 (%50,72) günü '0', geriye kalan 136 (%49,28), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 150 (%52,63) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 135 (%47,37) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %49,02 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 98 (%45,51) günü '0', geriye kalan 178 (%64,49), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 92 (%32,28) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 193 (%67,72) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %51,87 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 155(%56,16) günü '0', geriye kalan 121 (%43,84), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 142 (%49,82) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 143 (%50,18) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbellmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %53,12 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 145 (%52,54) günü '0', geriye kalan 131 (%47,46), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 149 (%52,28) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 136 (%47,72) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %50,09 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,48 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 109 (%39,49) günü '0', geriye kalan 167 (%60,51), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 102(%35,79) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 183(%64,21) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf 2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %52,05 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,49 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 41. Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	144 51,99%	147 51,76%	50,09%	0.528078
	1	133 48,01%	137 48,24%		
TRAMPMF	0	84 30,32%	117 41,20%	44,74%	0.54084
	1	193 69,68%	167 58,80%		
GBELLMF	0	156 56,32%	152 53,52%	51,34%	0.531
	1	121 43,68%	132 46,48%		
GAUSMF	0	163 58,84%	148 52,11%	53,30%	0.527976
	1	114 41,16%	136 47,89%		
GAUSMF2	0	105 37,91%	115 40,49%	48,84%	0.515697
	1	172 62,09%	169 59,51%		

Çizelge 41 de görüldüğü gibi Kontrol veri seti 561 işlem gününden oluşmaktadır. 561 günün 277 gününde düşüş yaşanırken ,284 gün ise artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 277 gün içindeki 144 (%51,99) günü '0', geriye kalan 133 (%48,01), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 284 günün 147 (%51,76) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 137 (%48,24) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %50,09 gerçekleşmiştir .RMSE değeri ise 0,52 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 277 gün içindeki 84 (%30,32) günü '0', geriye kalan 193 (%69,68), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 284 günün 117 (%41,20) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 167 (%58,80) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %44,74 gerçekleşmiştir .RMSE değeri ise 0,54 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 277 gün içindeki 156 (%56,32) günü '0', geriye kalan 121 (%43,68), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 284 günün 152 (%53,52) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 132 (%46,48) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbellmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %51,34 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,53 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 277 gün içindeki 163 (%58,84) günü '0', geriye kalan 114 (%41,16), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 148 (%52,11) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 136 (%47,89) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %53,30 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,51 olarak tespit edilmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 277 gün içindeki 105 (%37,91) günü '0', geriye kalan 172 (%62,09), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 284 günün 115 (%40,49) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 169 (%59,51) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf 2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %48,84 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,51 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 42. Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 22222 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	147 53,26%	145 50,88%	51,16%
	1	129 46,74%	140 49,12%	
TRAMPMF	0	90 32,61%	98 34,39%	49,38%
	1	186 67,39%	187 65,61%	
GBELLMF	0	151 54,71%	160 56,14%	49,20%
	1	125 45,29%	125 43,86%	
GAUSMF	0	154 55,80%	149 52,28%	51,69%
	1	122 44,20%	136 47,72%	
GAUSMF 2	0	136 49,28%	125 43,86%	52,76%

	1	140 50,72%	160 56,14%	
--	---	---------------	---------------	--

Çizelge 42 de görüldüğü gibi Test veri seti 561 işlem gününden oluşmaktadır. 561 günün 276 gününde düşüş yaşanırken ,285 gün ise artış gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 147 (%53,26) günü '0', geriye kalan 129 (%46,74), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 145 (%50,88) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 140 (%49,12) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %51,16 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 90 (%32,61) günü '0', geriye kalan 186 (%67,39), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 98 (%34,39) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 187 (%65,61) gününü ise "1" olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %49,38 gerçekleşmiştir .

22222 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 151 (%54,71) günü '0', geriye kalan 125 (%45,29) , günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 160 (%56,14) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 125 (%43,86) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbellmf test veri seti için toplam başarı oranı %49,20 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 154 (%55,80) günü '0', geriye kalan 122 (%44,20) , günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 149 (%52,28) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 136 (%47,72) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %51,69 gerçekleşmiştir.

22222 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 136 (%49,28) günü '0', geriye kalan 140 (%50,72) , günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 125 (%43,86) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 160 (%56,14) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf 2 test veri seti için toplam başarı oranı %52,76 gerçekleşmiştir.

Çizelge 43. Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Eğitim Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	137 49,64%	134 47,02%	51,34%	0.45713
	1	139 50,36%	151 52,98%		
TRAMPMF	0	159 57,61%	165 57,89%	49,73%	0.45937
	1	117 42,39%	120 42,11%		
GBELLMF	0	146 52,90%	154 54,04%	49,38%	0.45072
	1	130 47,10%	131 45,96%		
GAUSMF	0	149 53,99%	154 54,04%	49,91%	0.45606
	1	127 46,01%	131 45,96%		
GAUSMF2	0	153 55,43%	156 54,74%	50,27%	0.45969
	1	123 44,57%	129 45,26%		

Çizelge 43’ de görüldüğü gibi Eğitim veri seti 561 işlem gününden oluşmaktadır. 561 günün 276 gününde düşüş yaşanırken ,285 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 137 (%49,64) günü ‘0’, geriye kalan 139 (%50,36), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 134 (%47,02) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 151(%52,98) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %51,34 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,45 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 159 (%57,61) günü ‘0’, geriye kalan 117 (%42,39), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 165 (%57,89) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 120 (%42,11) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %49,73 gerçekleşmiştir . RMSE değeri ise 0,45 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 146 (%52,90) günü '0', geriye kalan 130 (%47,10), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 154 (%54,04) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 131 (%45,96) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbellmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %49,38 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,45 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 149 (%53,99) günü '0', geriye kalan 127 (%46,01), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 154 (%54,04) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 131 (%45,96) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf eğitim veri seti için toplam başarı oranı %49,91 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,45 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 153 (%55,43) günü '0', geriye kalan 123 (%44,57), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 156 (%54,74) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 129 (%45,26) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf 2 eğitim veri seti için toplam başarı oranı %50,27 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,45 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 44. Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Kontrol Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	% YÜZDE	RMSE
TRİMF	0	150 54,15%	141 49,65%	52,23	0.69969
	1	127 45,85%	143 50,35%		
TRAMPMF	0	159 57,40%	165 58,10%	49,55%	1.04529
	1	118 42,60%	119 41,90%		
GBELLMF	0	148 53,43%	154 54,23%	49,55%	1.00487
	1	129 46,57%	130 45,77%		
GAUSMF	0	145 52,35%	152 53,52%	49,38%	1.61036
	1	132 47,65%	132 46,48%		
GAUSMF2	0	161 58,12%	172 60,56%	48,66%	1.07764

	1	116 41,88%	112 39,44%		
--	---	---------------	---------------	--	--

Çizelge 44’de görüldüğü gibi Kontrol veri seti 561 işlem gününden oluşmaktadır. 561 günün 277 gününde düşüş yaşanırken ,284 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 150 (%54,15) günü ‘0’, geriye kalan 127 (%45,85), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 141 (%49,65) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 143(%50,35) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %52,23 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 0,69 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 159 (%57,40) günü ‘0’, geriye kalan 118 (%42,60), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 165 (%58,10) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 119 (%41,90) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %49,55 gerçekleşmiştir . RMSE değeri ise 1,04 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 148 (%43,43) günü ‘0’, geriye kalan 129 (%46,57), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 154 (%54,23) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 130 (%45,77) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gbellmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %49,55 gerçekleşmiştir RMSE değeri ise 1,00 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 145 (%52,35) günü ‘0’, geriye kalan 132 (%47,65), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 152 (%53,52) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 132 (%46,48) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf kontrol veri seti için toplam başarı oranı %49,38 gerçekleşmiştir. RMSE değeri ise 1,61 olarak tespit edilmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 161 (%58,12) günü ‘0’, geriye kalan 116 (%41,88), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 172 (%60,56)

günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 112 (%39,44) gününü ise “1” olarak atamıştır. Gausmf 2 kontrol veri seti için toplam başarı oranı %48,66 gerçekleşmiştir . RMSE değeri ise 1,07 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 45. Öngörü (Harmanlama) Yöntemine Ait 33333 Üyelik Sayısı Test Verisi Sonuçlar

ÜFT	SONUÇ	0	1	YÜZDE
TRİMF	0	142 51,45%	138 48,42%	51,52%
	1	134 48,55%	147 51,58%	
TRAMPF	0	162 58,70%	166 58,25%	50,09%
	1	114 41,30%	119 41,75%	
GBELLMF	0	156 56,52%	142 49,82%	53,30%
	1	120 43,48%	143 50,18%	
GAUSMF	0	151 54,71%	146 51,23%	51,69%
	1	125 45,29%	139 48,77%	
GAUSMF 2	0	152 55,07%	154 54,04%	50,45%
	1	124 44,93%	131 45,96%	

Çizelge 45 de görüldüğü gibi Test veri seti 561 işlem gününden oluşmaktadır. 561 günün 276 gününde düşüş yaşanırken ,285 gün ise artış gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 142 (%54,45) günü ‘0’, geriye kalan 134 (%48,55), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 138 (%48,42) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 147 (%51,58) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trimf test veri seti için toplam başarı oranı %51,52 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Trapmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 162 (%58,70) günü ‘0’, geriye kalan 114 (%41,30), günü ise “1” yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 166 (%58,25) günü “0” düşüş olarak atamış, geriye kalan 119 (%41,75) gününü ise “1” olarak atamıştır. Trapmf test veri seti için toplam başarı oranı %50,09 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gbellmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 156 (%56,52) günü '0', geriye kalan 120 (%43,48), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 142 (%49,82) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 143 (%50,18) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gbellmf test veri seti için toplam başarı oranı %53,30 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 151 (%54,71) günü '0', geriye kalan 125 (%45,29), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 146 (%51,23) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 139 (%48,77) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf test veri seti için toplam başarı oranı %51,69 gerçekleşmiştir.

33333 üyelik sayısı Gausmf 2 üyelik fonksiyonu sonucuna göre düşüş yaşanan 276 gün içindeki 152 (%55,07) günü '0', geriye kalan 124 (%44,93), günü ise "1" yükseliş gününe atamıştır. Artış günü olarak gerçekleşen 285 günün 154 (%54,04) günü "0" düşüş olarak atamış, geriye kalan 131 (%45,96) gününü ise "1" olarak atamıştır. Gausmf 2 test veri seti için toplam başarı oranı %50,45 gerçekleşmiştir.

Algoritmik işlemlerin gerçek hayattaki uygulanabilirliğini tespit edebilmek amacıyla Binance borsasının vadeli işlem (future) fiyatlarıyla analizler yapılmıştır. Geleneksel yöntem ve Harmanlama yöntemiyle analizler yapılmıştır. Geleneksel yöntem de veri seti %40 eğitim, %30 kontrol, %30 test olarak ayrılmıştır. Geleneksel yöntem ve Harmanlama yöntemiyle yapılan analizler sonucunda Geleneksel yöntem ,Harmanlama yöntemine göre daha yüksek oranda öngörü oranına sahiptir. Geleneksel yöntem 33333 Trimf üyelik fonksiyonu sonucuna göre %56,03 başarı saptanmıştır. Harmanlama yöntemine göre bu oran %51,60 olarak gerçekleşmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırma kapsamında yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgulardan hareketle, çalışmanın amacı çerçevesinde sonuçlar değerlendirilerek yorumlanmıştır. Ayrıca, gelecek yıllarda yapılacak olan çalışmalar için akademisyenlere ve kripto borsasında hizmet sunan aracı kuruluşlarına öneriler sunulmuştur.

5.1. Sonuçlar

Dünyada her geçen gün yeni inovasyon ve teknolojik gelişmeler yaşanmaktadır. Bu gelişmeler insan hayatını doğrudan etkilemekle beraber geleneksel sistemlerin de geçerliliğini azaltmaktadır. Küreselleşmenin oluşturduğu etkiyle ödeme sistemleri ve bankalar inovasyondan en fazla etkilenen alanlar arasındadır. Bunun en önemli sebeplerinden biri de kripto paralardır. 2009 yılında ilk defa ortaya çıkan Bitcoin, Blok zincir teknolojisine dayanmaktadır. Ayrıca Bitcoin dijital imza olarak tanımlanmaktadır (Nakamoto, 2008,ss.1).

Bu çalışmada bağımlı değişken olarak Bitcoin'in seçilmesinde ilk kripto para olma özelliği taşıması ve piyasa değerinin en yüksek kripto para olmasının etkisi büyüktür. Piyasa hakimiyeti Nisan 2024 itibariyle %55 gibi yüksek bir paya sahiptir (http-6).

Çalışmada Bitcoin için 3 ayrı veri seti kullanılmıştır. 1. veri seti 17.07.2010-24.01.2024 tarihleri arasındaki yaklaşık 13,5 yıllık günlük olarak açılış, kapanış, en yüksek, en düşük ve hacim değerlerini kapsamaktadır. 2.veri seti 03.01.2013-24.01.2024 ve 3.dönem veri seti ise 08.09.2019-18.04.2024 tarihlerini kapsamaktadır.

Çalışmanın amacı Bitcoin fiyat yönünü bu çalışmaya özgü geliştirilen veri ayırma tekniği ‘harmalama yöntemi ‘ve hibrit makine öğrenme tekniklerinden ANFIS ile öngörmektir.

Matlab 2023R programı kullanılarak 1.veri seti olan 17.07.2010- 24.01.2024 tarihleri arasında Geleneksel yöntem ve Harmanlama yöntemleriyle analizler yapılmıştır. Modelin geliştirdiği değerlere ‘0,5’den küçükse ‘0’ ve ‘0,5’ den büyük ise ‘1’ değerlerine göre sıralama yapılarak bulunan değerlerin düşüş veya yükseliş gününe mi evrildiği tespit edilmiştir.

Geliştirilen ‘harmanlama yöntemi’ ve geleneksel yöntem 17.07.2010- 24.01.2024 tarihleri arasındaki analiz sonuçlarına göre analizde kullanılan 22222 ve 33333 üyelik sayısı , Trimf,Trapmf,Gbellmf,Gausmf,Gausmf 2 üyelik sayısı tiplerine göre harmanlama yöntemiyle Bitcoin fiyat yönünü daha yüksek oranda öngördüğü saptanmıştır.Bu sonuçlara göre H2 hipotezi (Geliştirilen harmanlama yöntemi geleneksel yöntemle göre Bitcoin fiyat yönünü daha yüksek oranda öngörür) kabul edilmiştir.

1.veri seti olan 17.07.2010- 24.01.2024 tarihleri arasında Tahmin yöntemi ve Öngörü yöntemleriyle analizleri yapılmıştır. Tahmin yöntemindeki analiz sonucunun başarı oranının yüksek olması, öngörü yönteminde elde edilen sonuçlar için bağlayıcı niteliktedir. Örneğin, tahmin yöntemi 33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonuna göre başarı oranı %77,96 iken, öngörü yöntemini için bu oran %54,79’dur. Bu sonuçlara göre H1 hipotezi (Anfis kullanıldığında Bitcoin fiyat yönü doğru şekilde öngörülür) kabul edilmiştir.

1.veri setinde bağımsız değişkenlerden biri olan hacim değeri için bu bağımsız değişkenin ilan edildiği ilk günden itibaren verilerle analiz yapılmıştır. Bu bağlamda, geçmiş yıllarda kripto piyasasındaki arbitraj ve manipülasyonlar göz önünde tutularak piyasanın organize olduğu daha ileri tarihli 2. bir veri setine ihtiyaç duyulmuştur.

Bu gözlemler sonucunda 2. veri setini kapsayan 03.01.2013-24.01.2024 tarihler arasında tahmin ve öngörü analizleri yapılmıştır.

1.veri setinde tahmin yöntemi 33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonuna göre başarı oranı %77,96 iken, öngörü yöntemini için bu oran %54,79 ‘dur. 2.veri seti

için tahmin yöntemi 33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonuna göre başarı oranı % 82,34 iken öngörü yöntemi için bu oran %55,22 olarak tespit edilmiştir.

3.veri seti olan 08.09.2019-18.04.2024 tarihler arasında Bitcoin' in Binance borsasından alınan BTC/USD future fiyatlarıyla geleneksel ve harmanlama yöntemiyle analizler yapılmıştır. Geliştirilen algoritmik işlemlerin gerçek hayattaki uygulanabilirliğini görebilmek için Binance borsası verileri tercih edilmiştir.

3.veri setinde geleneksel yöntem 33333 üyelik sayısı Trimf üyelik fonksiyonuna göre başarı oranı %56,03 iken, harmanlama yönteminde başarı oranı %51,60 dır. Geleneksel yöntemin harmanlama yöntemine karşı daha yüksek oranda başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Sak (2022) çalışmasında BTC için ANFIS metodunun doğru tahmin oranı% 50,01 PATSOS metodu için bu oranı % 52,6 olarak bulmuştur.

Atsalakis vd. (2019) yaptıkları çalışmada YSA ANFIS alt sisteminden oluşan PATSOS modellemesiyle Bitcoin'in günlük fiyatındaki değişimin yönünü tahmin etmeye çalışmışlardır. ANFIS İsabet oranı: %57,70 PATSOS (nöro _bulanık) İsabet oranı: %63,22 olarak bulunmuştur.

RMSE değerinin '0' yakın olması modelin başarı performansı için önemlidir. Çalışmada geliştirilen 120 model içerisinde en düşük RMSE değeri 0,399534 olarak saptanmıştır. Bu oran 2.veri seti tahmin yöntemi 33333 sayılı Trimf üyelik tipi analiz sonucu %83,37 olan tahminin RMSE değeridir.

Geleneksel yöntemle 20 model geliştirilmiştir. Geliştirilen modellerde geleneksel yöntemde,veriler %40 eğitim,%30 kontrol,%30 test seti olarak ayrılmıştır.Tahmin yöntemine toplam 20 model Harmanlama yöntemine göre geliştirilmiştir. Öngörü yöntemine göre ise geliştirilen model sayısı 40'dır. Öngörü yöntemi için geliştirilen modellerde de Harmanlama tekniği kullanılarak veri seti oluşturulmuştur.Toplam 80 model geliştirilmiştir.

5.2. Öneriler

Sonuçların gelişen teknolojiyle birlikte gerek yapay zekâ gerekse istatistiksel modeller alanında karşılaştırılmalı olarak kullanılmasının literatüre katkısı hedeflenmektedir.

5.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

Gelecekteki araştırmalar, benzer bir yaklaşım yapmak için çeşitli Yapay sinir ağı türlerini ve yukarıda bahsedilen nöro-bulanık sistemleri gerçekleştirecektir.

Yapay zekâ teknolojileri kullanılarak yapılan öngörü çalışmalarında K-Fold Cross Validation (K Katmanlı Çapraz Doğrulama) yöntemi rastgele bölünen veri setine karşı önemli bir alternatif yöntemdir. Bu yöntemde, verileri belirlenen bir k sayısına göre eşit parçalara bölünür, her bir parçanın hem eğitim hem de test için kullanılması sağlanır (http-8). Modelin genel performansını daha doğru değerlendirmeye çalışır. Özgün değer olarak sunulan 'harmanlama yöntemi' ile K-Fold Cross Validation (K Katmanlı Çapraz Doğrulama) ve diğer yöntemler de kullanılıp önerilen yöntemin karşılaştırılması yapılabilir.

Veri madenciliğine katkı sağlayacağını düşünölen model farklı çalışma alanlarında mühendislik, sağlık vb. bilimsel çalışmalarda kullanılabilir. Bitcoin özelinde yapılan çalışma, ayrıca döviz kuru, BİST, gibi alanlarda denenebilir.

5.2.2. Sektöre Yönelik Öneriler

Finansal piyasaların dinamik ve her geçen gün değişen koşullara ayak uydurma gereği ile öngörü modelleri geliştirilmektedir. Yapay zekâ algoritmaları, bu tür yeni geliştirilen algoritmaların başarısı, finansal piyasaların daha yüksek teknoloji ağırlıklı olmasına da neden olmaktadır.

Gelişen teknolojiyle birlikte gerek yapay zekâ gerekse istatistiksel modeller bu alanda karşılaştırılmalı olarak kullanılmaktadır. Öngörü modellerinde %1'lik olumlu yönde değişim finansal piyasalarda çok büyük karşılıklar ifade etmektedir. Bu nedenle hem finansal kurumlar hem de bilim insanları öngörü modellerini geliştirmek için çalışmaktadırlar. Her geçen gün algoritmalarla ve robotlarla finansal piyasalarda yapılan işlemlerin sayısı artmaktadır. Bu çalışmada sadece teknik analizin ham verisi olan verilerle ve yapay zekânın kendisine bu süreci bırakılarak alternatif bir model önerisi geliştirilmiştir. Gün içinde kripto para

birimlerinin ne zaman alınıp satılacağına karar vermek başarılı bir şekilde otonomlaşacağından, bulgularımız algoritmik ticaret amaçları için özellikle önemlidir. Bu durum finansal piyasalardaki algoritmalarla yapılan öngörü modellerine bir alternatif olarak karşılaştırılacak ileri de herkesin bu piyasada bir robotunun olabileceği de varsayıldığında bu modellere duyulan ihtiyaç her geçen gün artacaktır. Bu çalışma bu boşluğu doldurma niyetiyle ortaya çıkmıştır.



KAYNAKÇA

- Abonyi, J. (2003). *Fuzzy model identification*. Boston: Birkhäuser.
- Ak, M.F. (2017). *İş sağlığı ve güvenliğinde sinirsel bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak risk değerlendirmesi*. Yayınlanmış Doktora Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akdağ, M., ve Bozma G. (2021). Stok akış modeli ve facebook prophet algoritması ile bitcoin fiyatı tahmini . *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 5 (1) , 16-30.
- Akkoç, S. (2007). *Finansal başarısızlığın öngörülmesinde sinirsel bulanık ağ modelinin kullanımı ve amprik bir çalışma*. Yayınlanmış Doktora Tezi. Kütahya: Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akyildirim, E., Goncu, A., and Sensoy, A. (2021). Prediction of cryptocurrency returns using machine learning. *Annals of Operations Research*, 297, 3-36.
- Alpago, H. (2018). Bitcoin'den selfcoin'e kripto para. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD)*, 3(2), 411-428.
- Altaher, A. and BaRukab, O. (2017). Android malware classification based on ANFIS with fuzzy c-means clustering using significant application permissions. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 25 (3), 2232-2242.
- Ammous, S. (2018). *Bitcoin standardı merkez bankacılığına ademimerkeziyetçi alternatif*. (Çev: E. Serbest). İstanbul: Liberus
- Anderson, D. and McNeill, G. (1992). Artificial neural networks technology. *Kaman Sciences Corporation*, 258 (6), 1-83.
- Antonopoulos, A. M. (2014). *Mastering bitcoin: unlocking digital cryptocurrencies*. (2.Baskı). ABD: O Reilly Media Inc'dan aktaran Çarkacıoğlu, A. (2016). Kripto-para bitcoin. Sermaye piyasası kurulu araştırma dairesi araştırma raporu. Ankara : Sermaye Piyasası Kurumu, s.51.

- Antonopoulos ,A. M. (2014). *Mastering bitcoin: unlocking digital cryptocurrencies*. (2.Baskı). ABD: O Reilly Media Inc'dan aktaran Uysal, Ü. (2019). Kripto para ve kripto paranın ticarete kullanımı: Girişimcilerin ve yatırımcıların kripto paraya ilişkin tutumlarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Muğla: Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, s.10.
- Arı, A. ve Berberler, M.E. (2017). Yapay sinir ağları ile tahmin ve sınıflandırma problemlerinin çözümü için arayüz tasarımı. *Acta Infologica*, 1 (2), 55-73.
- Atlan, F. (2019). *Kripto para değerlerinin yapay zekâ teknikleri ile tahmini*. Yüksek Lisans Tezi. Burdur: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Atsalakis, G. S., Atsalaki, I. G., Pasiouras, F.,and Zopounidis, C. (2019). Bitcoin price forecasting with neuro-fuzzy techniques. *European Journal of Operational Research*, 276 (2), 770-780.
- Aumasson, J. P., Meier, W., Phan, R. C. W., and Henzen, L. (2014). *The hash function blake*. Berlin: Springer
- Bakır, E. ve Yıldırım, H. H. (2021). Blokçan ve kripto para sistemine ait kavramlar ve yeni gelişmeler. D. Arslantürk Çöllü (Ed.), *Dijitalleşmenin finans dünyasına yansımaları* içinde (s. 217-270). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık
- Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu. Sayı: 2013/32, 2013, *Basın Açıklaması*.
- Basher, S. A., and Sadorsky, P. (2022). Forecasting bitcoin price direction with random forests: How important are interest rates, inflation, and market volatility? *Machine Learning with Applications*, 9 (100355), 1-19
- Bergsli, L. Ø., Lind, A. F., Molnár, P. and Polasik, M. (2022). Forecasting volatility of bitcoin. *Research in International Business and Finance*, 59 (101540), 1-30.
- Bhat, M. and Vijayal, S. (2017). A probabilistic analysis on crypto-currencies based on blockchain. *In 2017 International Conference on Next Generation Computing and Information Systems*, Denver.
- Bulğurcu, B. (2014). *Sinirsel bulanık mantık yaklaşımı ile öngörü modellemesi: işsizlik oranı İçin Türkiye örneği*. Yayımlanmış Doktora Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi ,Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Buterin, V. (2014). A next-generation smart contract and decentralized application platform. *White paper*, 3 (37), 2-1.
- Canöz, İ. (2018). Kripto paralar ve finansal piyasalarla etkileşimi. C. Dirican (Ed.), *Sermaye piyasalarında değişen dinamikler* içinde (s. 47-89). İstanbul: Türkmen Kitabevi
- Cavalli, S. and Amoretti, M. (2021). Cnn-based multivariate data analysis for bitcoin trend prediction. *Applied Soft Computing*, 101 (107065), 1-13.
- Çarkacıoğlu, A. (2016). Kripto-para bitcoin. *Sermaye piyasası kurulu araştırma dairesi araştırma raporu*. Ankara : Sermaye Piyasası Kurumu.
- Çelik, B. (2008). *Yapay sinir ağları metodolojisi ile zaman serisi analizi: teori ve uygulama*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü.
- Çoban , A. (2018). *Blockchain teknolojisi*. Bitirme Çalışması. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalürji Fakültesi Matematik Mühendisliği Bölümü.
- Demir, A., Akılotu, B.N., Kadiroğlu, Z. ve Şengür, A. (2020). *Makine öğrenimi yöntemlerini kullanarak bitcoin fiyat tahmini*. 2019 I. Uluslararası Bilişim ve Yazılım Mühendisliği Konferansı, Ankara.
- Demirel, Y. (2007). Çok katlı betonarme konutlarda kaynak ihtiyacının yapay sinir ağları ile tahmini. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 22 (4), 47-53.
- Deperlioğlu, Ö. ve Köse, U. (2023). *Python ile yapay zekâya giriş*. (1.Baskı). Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Doğan, O. (2012). *Talep tahmininde sinirsel ağ tabanlı mantık yöntemi(Anfis) kullanımı ve yalın yapay sinir ağı metodu ile karşılaştırmalı bir uygulama*. Yayınlanmış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü.
- Durdu, E. (2018). *Kripto para birimi olarak bitcoin ve ceza hukuku*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Galatasaray Üniversitesi ,Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Elmas, Ç. (2021). *Yapay Zeka Uygulamaları*. (5.Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık

- Erilli, N. A., Eğrioglu, E., Yolcu, U., Aladağ, Ç. H., ve Uslu, V. R. (2010). Türkiye’de enflasyonun ileri ve geri beslemeli yapay sinir ağlarının melez yaklaşımı ile öngörüsü. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11 (1), 42-55.
- European Central Bank (ECB). (2012). *Virtual currency schemes.*, October, 2012 pp.1-55.
<https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf> (Erişim Tarihi 04.05.2023)
- European Central Bank (ECB). (2015). *Virtual currency schemes a further analysis.*, February, 2015 pp.1-37
<https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemesen.pdf> (Erişim Tarihi 04.05.2023)
- Financial Action Dask Force (FATF). (2014). *Virtual currencies: key definitions and potential aml/cft risks.*, June, 2014 pp.1-15. <https://www.fatf-gafi.org/content/dam/fatf-gafi/reports/Virtual-currency-key-definitions-and-potential-aml-cft-risks.pdf.coredownload.pdf> (Erişim Tarihi 24.04.2023)
- Gayvoronskaya, T., Meinel, C., Gayvoronskaya, T. and Meinel, C. (2021). *Where does the hype end, and where does the innovation of blockchain technology begin?* (s.35-68). Springer International Publishing AG ‘dan aktaran Özdoğan, B., Akyüz, F. ve Güven ,E. (2022). Blockchain teknolojisi temel kavram ve uygulamaları. N.Akdoğan ve Ü. Aslan (Editörler), Blokchain teknolojisi ve kripto varlıklar eko sistemi içinde (s. 15-24). Ankara: Gazi Kitabevi
- Güleç, T. C. (2018). *Blockchain tabanlı kripto para birimlerinin mevcut durumuna dair finansal analizler ve geleceği.* Doktora Tezi. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Güneri, N., ve Apaydın, A. (tarihsiz). Öğrenci başarılarının sınıflandırılmasında lojistik regresyon analizi ve sinir ağları yaklaşımı. *academia.edu*, 1-19.
- Güven, V. ve Şahinöz, E. (2018). *Blokzincir kripto paralar bitcoin: Satoshi dünyayı değiştiriyor.* (7.baskı). İstanbul: Kronik Kitap.
- Hajek, P., Hikkerova, L. and Sahut, J. M. (2023). How well do investor sentiment and ensemble learning predict bitcoin prices? . *Research in International Business and Finance*, 64 (101836) , 1-16.

- Hamam, A. and Georganas, N. D. (2008, October). A comparison of mamdani and sugeno fuzzy inference systems for evaluating the quality of experience of haptic-audio-visual applications. In *2008 IEEE international workshop on haptic audio visual environments and games*, Ottawa, Canada , 87-92
- Hamzaçebi, Ç. (2021). *Matlab uygulamalı yapay sinir ağları*. (2.Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık
- He, M. D., Habermeier, M. K. F., Leckow, M. R. B., Haksar, M. V., Almeida, M. Y., Kashima, M. M., ... and Yepes, M. C. V. (2016). *Virtual currencies and beyond: initial considerations*. Washington: International Monetary Fund.
- Jang, J. S. (1993). ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 23 (3), 665-685.
- Javarone, M. A. and Wright, C. S. (2018). From bitcoin to bitcoin cash: a network analysis. In *Proceedings of the 1st Workshop on Cryptocurrencies and Blockchains for Distributed Systems* , 77-81.
- Jin, X., Zhu, K., Yang, X., and Wang, S. (2021). Estimating the reaction of bitcoin prices to the uncertainty of fiat currency. *Research in International Business and Finance*, 58, (101451), 1-16.
- Karabıyık, B. K. ve Ergün, Z. C. (2021). Forecasting bitcoin prices with the anfis model. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (22), 295-315.
- Karakaya, A. (2021). Blokzincir teknolojisi hakkında genel bilgiler ve çeşitli uygulama alanları. S.Eskiyörük ve Ö.T.Doruk (Editörler), *Blokzinciri, kripto paralar ve akıllı sözleşmelerde güncel gelişmeler içinde* (s. 25-38). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kasabov, N. K. (1996). *Foundations of neural networks, fuzzy systems, and knowledge engineering*. London, England : Marcel Alencar.
- Kaya, M. (2022). Kripto varlıklara genel bakış. İ.Çelik (Ed.), *Farklı perspektiflerden kripto varlıklar içinde* (s. 5-51). Bursa: Ekin Yayınevi.
- Koo, E. and Kim, G. (2021). Prediction of bitcoin price based on manipulating distribution strategy. *Applied Soft Computing*, 110 (107738), 1-10.

- Köksal, B., Erdem, G., Türkeli, C., ve Öztürk, Z. K. (2021). Twitter’ da duygu analizi yöntemi kullanılarak bitcoin değer tahminlemesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9 (3), 280-297.
- Kurnaz, K. (2014). *Yapay sinir ağları ile makine öğrenmesi uygulaması*. Bitirme Tezi.’den aktaran Öztürk, K., ve Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâ’ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6 (2), 25-36.
- Küçük, Y. (2021). Mevduat ürünleri ve tüketici kredileri açısından akıllı sözleşmeler. S.Eskiyörük ve Ö.T.Doruk (Editörler), *Blokzinciri, kripto paralar ve akıllı sözleşmelerde güncel gelişmeler* içinde (s. 123-135). Ankara: Gazi Kitabevi
- Lin, M. C., Tsai, C. Y., Cheng, C. C., and Chang, C. A. (2004). Using fuzzy QFD for design of low-end digital camera. *International journal of applied science and engineering*, 2 (3), 222-233.
- Liu, M., Li, G., Li, J., Zhu, X., and Yao, Y. (2021). Forecasting the price of Bitcoin using deep learning. *Finance research letters*, 40 (101755), 1-8.
- Ma, C., Tian, Y., Hsiao, S. And Deng, L. (2022). Monetary policy shocks and bitcoin prices. *Research in International Business and Finance*, 62 (101711), 1-17.
- Mishkin, S. F. and Serletis, A. (2011). *The economics of money, banking, and financial markets*. (4.baskı). ABD: Pearson
- Mougayar, W. (2016). *The business blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology*. Canada : The Frantispiece. John Wiley and Sons.’ dan aktaran Özdoğan, B., Akyüz, F. ve Güven ,E. (2022). Blockchain teknolojisi temel kavram ve uygulamaları. N.Akdoğan ve Ü. Aslan (Editörler), *Blokchain Teknolojisi ve Kripto Varlıklar Eko Sistemi* içinde (s. 15-24). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Nakamoto, S. (2008). A peer-to-peer electronic cash system. 1-9 <https://assets.pubpub.org/d8wct41f/31611263538139.pdf>
- Natarajan, H., Krause, S., and Gradstein, H. (2017). *Distributed ledger technology and blockchain*. Washington : World Bank Group.
- Ömrüuzun, B. (2019). *Yapay sinir ağları ile kripto paraların fiyat modellenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Öncül, M. (2021). *Bazı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler bağlamında pay piyasaları ile seçili kripto paralar arasındaki ilişkinin analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özkan, İ. A. (2006). *Tornalamada kesme kuvvetlerinin ve takım ucu sıcaklığının bulanık mantık ve yapay sinir ağı teknikleriyle tahmin edilmesi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Öztemel, E. (2020). *Yapay sinir ağları*. (5.Baskı). İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Öztürk, K., ve Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6 (2), 25-36.
- Öztürk, N. ve Koç, A. (2006). Elektronik para, diğer para türleriyle karşılaştırılması ve olası etkileri. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 6 (11), 207-243.
- Rajabi, S., Roozkhosh, P., and Farimani, N. M. (2022). Mlp-based learnable window size for bitcoin price prediction. *applied soft computing*, 129 (109584), 1- 7.
- Reddy, Y. V. (2002). *Report of the working group on electronic money*. India: Reserve Bank of Mumbai.
- Sak, A. F. (2022). *Kripto para piyasasında etkinlik analizi ve getiri tahmini*. Yayınlanmış Doktora Tezi. Burdur: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sakız, B. ve Gençer, H. A. (2017) Yapay sinir ağları ile bitcoin fiyatını tahminleme. *International Confererence On Eurasian Economies*, İstanbul, 438-444.
- Saplioglu, K. and Kucukerdem, T. S. (2018). Estimation of missing streamflow data using anfis models and determination of the number of datasets for ANFIS: the case of Yeşilirmak River. *Preprints*, 1-13. <https://doi.org/10.20944/preprints201803.0084.v1>(Erişim tarihi: 23.10.2023).
- Sayım, F. (2022). *İşletmelerde ve yönetimde yapay zeka*. (1.Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Sel, A. (2020). Pandemi sürecinde altın fiyatları ile kripto para ilişkisinin makine öğrenme metotları ile incelenmesi. *İstatistik ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 1 (2), 85-98.

- Sovbetov, Y. (2018). Factors influencing cryptocurrency prices: Evidence from bitcoin, ethereum, dash, litcoin, and monero. *Journal of Economics and Financial Analysis*, 2 (2), 1-27.
- Şahin, E. E., ve Özkan, O. (2018). Asimetrik volatilitenin tahmini: kripto para Bitcoin uygulaması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3 (2), 240-247.
- Şenol, C. (2010). *Yapay sinir ağı ve bulanık mantık hibrid yapı ve algoritmalarının geliştirilmesi*. Yayınlanmış Doktora Tezi. İstanbul : Yıldız Teknik Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şıklar, İ. (2004). *Para teorisi ve politikası*. (1.Baskı). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Tanışman, S., Karcıoğlu , A. A., Aybars, U. G. Uğur, ve Bulut, H. (2021). Lstm sinir ağı ve arıma zaman serisi modelleri kullanılarak bitcoin fiyatının tahminlenmesi ve yöntemlerin karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 32, 514-520.
- Tiryaki, A. E., ve Kazan, R. (2007). Bulaşık makinesinin bulanık mantık ile modellenmesi. *Tr Dizin*, 48 (565), 3-8.
- Uğur, S. (2023). *Yapay sinir ağlarının dengesiz veri setlerinin sınıflandırılmasının iyileştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Usta, A., ve Doğantekin, S. (2017). *Blockchain 101*. İstanbul: MediaCat Kitapları.
- Ünal, G. ve Uluyol, Ç. (2020). Blok zinciri teknolojisi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 13 (2), 167-175.
- Ünsal, E. ve Kocaoğlu, Ö. (2018). Blok zinciri teknolojisi: Kullanım alanları, açık noktaları ve gelecek beklentileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 13, 54-64.
- Vujičić, D., Jagodić, D., and Randić, S. (2018). Blockchain technology, bitcoin, and Ethereum: A brief overview. In *2018 17th international symposium infoteh-jahorina (Infoteh) IEEE*, pp.1-6.
- Werbach, K. (2018). *Blokzinciri ve yeni güven mimarisi*. (Çev:A.Usta). İstanbul: Koç Üniversitesi Yayınları.

Yavuz, M. (2019). Ekonomide dijital dönüşüm: blockchain teknolojisi ve uygulama alanları üzerine bir inceleme. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4 (1), 15-29.

Yaya, O. S., Tumala, M. M., and Udomboso, C. G. (2016). Volatility persistence and returns spillovers between oil and gold prices: *Analysis before and after the global financial crisis*. *Resources Policy Elsevier*, 49, 273-281.

Yılmaz, A. (2023). *Türk sermaye piyasası açısından kripto para birimi bitcoin*. (2.Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yurtoğlu, H. (2005). *Yapay sinir ağları metodolojisi ile öngörü modellemesi: bazı makroekonomik değişkenler için türkiye örneği*. Uzmanlık Tezi. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı Ekonomik Modeller ve Stratejik Araştırmalar Genel Müdürlüğü.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8 (3), 338-353.

http-1:

https://tr.wikipedia.org/wiki/Uyarlamal%C4%B1_a%C4%9F_tabanl%C4%B1bulan%C4%B1k_%C3%A7%C4%B1kar%C4%B1m_sistemi
(Erişim Tarihi:08.04.2023)

http-2:

<https://sozluk.gov.tr/> (Erişim Tarihi:15.04.2023)

http-3:

<https://bitcoinlerim.com/bitcoin-tarihi/> (Erişim Tarihi: 13.05.2023)

http-4:

https://en.bitcoin.it/wiki/Promotional_graphics/ (Erişim Tarihi: 14.05.2023)

http-5:

<https://medium.com/@KarmaCoverage/in-the-second-of-a-four-part-series-of-articles-around-the-subject-of-insurance-technology-ron-26db7e060900>
(Erişim Tarihi:17.05.2023).

http -6:

https://en.wikipedia.org/wiki/Bitcoin_Cash (Erişim Tarihi: 21.05.2023).

http-7:

<https://www.bloomberght.com/bitcoin-in-pazar-payi-2021-den-beri-en-yuksek-seviyede-2351002> (Erişim Tarihi 01.05.2024)

http-8:

<https://www.veribilimiokulu.com/bir-bakista-k-fold-cross-validation/>(Erişim Tarihi 29.10.2023)



