KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİŞİM SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANARAK DOLAR KURU GELECEK DEĞER TAHMİNİ YAPILMASI

OĞULCAN UÇARSU

KOCAELİ 2022

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ FEN
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİŞİM SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANARAK DOLAR KURU GELECEK DEĞER TAHMİNİ YAPILMASI

OĞULCAN UÇARSU

Prof.Dr. MEHMET YILDIRIM
Danışman, Kocaeli Üniv. .....

Doç.Dr. SERDAR SOLAK
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv. .....

Dr. Öğr. Üyesi ADEM TUNCER
Jüri Üyesi, Yalova Üniv. .....

Tezin Savunulduğu Tarih: 14.01.2022

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmasında,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

☒ Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

☐ Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler ..... tarafından ..... no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....

Oğulcan UÇARSU

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.
Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan ***"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"*** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
☒ Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

…..…….

Oğulcan UÇARSU

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışması kapsamında, birbiri ile korelasyonlu finansal araçlar ve yapay sinir ağları kullanılarak geleceğe yönelik döviz kuru tahmini yapılmaya çalışılmıştır. Oluşturulan bu YSA ile, belirlenmiş olan finansal parametrelerin kısa, orta ve uzun vadeli geçmiş verileri eğitilerek gelecek değer tahmini yapılmıştır. Ulaşılmak istenen sonuç için, YSA sistemi güvenilir ve sistemli bir şekilde sonuç üretmiştir.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bana kişiliği, bilgisi ve birikimi ile örnek olan hocam Prof. Dr. Mehmet Yıldırım'a teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunuyorum. Yüksek Lisans eğitimi boyunca, bütün koşullarda yanımda olduğu için kendisine minnettarım.

Ayrıca, aileme Yüksek Lisans eğitimi boyunca vermiş oldukları manevi destekleri için teşekkür ederim.

Ocak – 2022 Oğulcan UÇARSU

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
TABLOLAR DİZİNİ viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ix
ÖZET x
ABSTRACT xi
1. GİRİŞ 1
2. FİNANSAL ARAÇLAR 5
2.1. Finans Nedir? 5
2.2. Finansal Yatırım Araçları ve Türleri 5
2.2.1. Altın Fiyatının Belirlenmesi 6
2.2.2. Petrol Fiyatının Belirlenmesi 6
2.2.3. BIST100 Fiyatının Belirlenmesi 7
2.2.4. Dolar Endeksinin Belirlenmesi 7
2.2.5. USD 10 Yıllık Tahvil Belirlenmesi 8
2.2.6. Chicago Opsiyon Borsası Volatilite Endeksi Belirlenmesi 9
2.2.7. TR 2 Yıllık Tahvil Belirlenmesi 9
2.2.8. TR Kredi Temerrüt Riski Belirlenmesi 10
2.3. Finansal Yatırım Araçlarının Gelecek Değer Tahmini 11
2.3.1. Temel Analiz 11
2.3.2. Teknik Analiz 11
3. YÖNTEM 12
3.1. Yapay Sinir Ağları 12
3.1.1. Bağlantı Şekillerine Göre Yapay Sinir Ağları 13
3.1.2. Katman Sayısına Göre Yapay Sinir Ağları 14
3.1.3. Öğrenme Biçimine Göre Yapay Sinir Ağları 16
3.1.4. Yapay Sinir Ağında Aktivasyon Fonksiyonu 18
3.1.5. Yapay Sinir Ağlarında Temel Öğrenme Yöntemleri 20
3.1.6. Geri Yansıtmalı YSA Modeli 20
3.1.7. Geri Yansıtmalı YSA Modeli Eğitim Algoritması 22
3.2. Korelasyon Katsayısı ve Analizi 23
3.3. Zaman Serisi 26
3.3.1. Otoregresyon Model 27
3.3.2. Hareketli Ortalama Model 27
3.3.3. ARMA Model 28
4. YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANARAK DÖVİZ TAHMİNİ UYGULAMASI 29
4.1. Dolar ile Diğer Ekonomik Parametrelerin Korelasyonları 31
4.2. YSA'nın Oluşturulması ve Sonuçlarının İncelenmesi 32
4.2.1. YSA Aracının Belirlenmesi ve Giriş Katmanına Verilecek Verilerin Hazırlanması 32
4.2.2. En Yüksek Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Kısa Vade Dolar Tahmin Sonuçları 34

4.2.3. En Düşük Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Kısa Vade Dolar Tahmin Sonuçları 36
4.2.4. En Yüksek Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Orta Vade Dolar Tahmin Sonuçları 38
4.2.5. En Düşük Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Orta Vade Dolar Tahmin Sonuçları 41
4.2.6. En Yüksek Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Uzun Vade Dolar Tahmin Sonuçları 43
4.2.7. En Düşük Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Uzun Vade Dolar Tahmin Sonuçları 46
4.2.8. En Yüksek Korelasyonlu Üç Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Kısa Vade Dolar Tahmin Sonuçları 48
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 51
KAYNAKLAR 53
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 56
ÖZGEÇMİŞ 57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Sinir hücresinin yapısı 12
Şekil 3.2. Bir YSA modeli 13
Şekil 3.3. İleri beslemeli YSA 14
Şekil 3.4. Geri beslemeli YSA 14
Şekil 3.5. Tek katmanlı YSA hücresi 15
Şekil 3.6. Çok katmanlı YSA hücresi 16
Şekil 3.7. Danışmanlı öğrenme 17
Şekil 3.8. Danışmansız öğrenme 17
Şekil 3.9. Destekleyici öğrenme 18
Şekil 3.10. İkili basamak fonksiyonu 19
Şekil 3.11. Sigmoid Fonksiyonu 19
Şekil 3.12. Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu 20
Şekil 3.13. Geri yansıtmalı YSA 21
Şekil 3.14. Pozitif güçlü korelasyon 24
Şekil 3.15. Pozitif zayıf korelasyon 25
Şekil 3.16 Negatif güçlü korelasyon 25
Şekil 3.17. Negatif zayıf korelasyon 25
Şekil 3.18. Korelasyon yok 25
Şekil 3.19. ARMA modeli şekli 28
Şekil 4.1. Uygulama akış diyagramı 30
Şekil 4.2. Dolar ve TR 2 yıllık USD tahvil verileri kullanan YSA'nın eğitim parametreleri 34
Şekil 4.3. Dolar ve TR 2 yıllık USD tahvil eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri 35
Şekil 4.4. Dolar ve TR 2 yıllık USD tahvil eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata 35
Şekil 4.5. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması 36
Şekil 4.6. Dolar ve TR 5 yıllık CDS kullanan YSA'nın eğitim parametreleri 36
Şekil 4.7. Dolar ve TR 5 yıllık CDS eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri 37
Şekil 4.8. Dolar ve TR 5 yıllık CDS eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata 37
Şekil 4.9. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması 38
Şekil 4.10. Dolar ve Ons altın verileri kullanan YSA'nın eğitim parametreleri 39
Şekil 4.11. Dolar-Ons altın eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri 40
Şekil 4.12. Dolar-Ons altın eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata 40
Şekil 4.13. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması 40
Şekil 4.14. Dolar ve Vix-CBOE kullanan YSA'nın eğitim parametreleri 41
Şekil 4.15. Dolar ve Vix-CBOE eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri 42
Şekil 4.16. Dolar ve Vix-CBOE eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata 42
Şekil 4.17. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması 43
Şekil 4.18. Dolar ve Ons altın verileri kullanan YSA'nın eğitim parametreleri 44
Şekil 4.19. Dolar ve Ons altın eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri 45
Şekil 4.20. Dolar ve Ons altın eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata 45
Şekil 4.21. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması 45
Şekil 4.22. Dolar ve Brend petrol kullanan YSA'nın eğitim parametreleri 46
Şekil 4.23. Dolar ve Brend petrol eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri 47

Şekil 4.24. Dolar ve Brend petrol eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata 47
Şekil 4.25. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması.....47
Şekil 4.26. Dolar, TR 2 yıllık USD tahvil, Brend petrol ve BİST100 verileri kullanan YSA'nın eğitim parametreleri.....49
Şekil 4.27. Dolar, TR 2 yıllık USD tahvil, Brend petrol ve BİST100 eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri 50
Şekil 4.28. Dolar, TR 2 yıllık USD tahvil, Brend petrol ve BİST100 eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata.....50
Şekil 4.29. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması.....50

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Dolar ile ilişkili olabilecek ekonomik parametrelerin korelasyon katsayıları.....31
Tablo 4.2. Zaman serisi verilerinin YSA'ya giriş olarak verilmesi.....33
Tablo 4.3. Kısa vade gerçek ve tahmin test verileri.....38
Tablo 4.4. Orta vade gerçek ve tahmin test verileri.....43
Tablo 4.5. Uzun vade gerçek ve tahmin test verileri.....48

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

ARMA	: Autoregressive Moving Averages (Otoregresif Hareketli Ortalamalar Modeli)
BIST100	: Borsa İstanbul 100 Endeksi
CBOE	: Chicago Board Options Exchange (Chicago Opsiyon Borsası)
COB	: Chicago Opsiyon Borsası
FED	: Federal Reserve (Merkez Bankalar Sistemi)
IMF	: International Monetary Fund (Uluslararası Para Fonu)
MBS	: Merkez Bankalar Sistemi
OHOM	: Otoregresif Hareketli Ortalamalar Modeli
ONS	: Altın Bir Kütle birimi
OPEC	: Organization of Petroleum Exporting Countries (Petrol İhraç Eden Ülkeler Teşkilatı)
PİEÜT	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Teşkilatı
SGP	: Satınalma Gücü Paritesi
SPX	: Standard & Poor's Index (Standard & Poor's Endeksi)
UPF	: Uluslararası Para Fonu
USDTRY	: Amerikan Doları-Türk Lirası Döviz Kuru
VAR	: Vector Autoregression (Vektör Otoregresif)
VIX	: Volatilite Index (Volatilite Endeksi)
YSA	: Yapay Sinir Ağları

YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANARAK DOLAR KURU GELECEK DEĞER TAHMİNİ YAPILMASI

ÖZET

Gelişen dünya ile birlikte kişilerin, toplulukların ve şirketlerin hayatlarını devam ettirebilmeleri için üretim, tüketim ve ticaret gibi etkinliklerde bulunmaları gerekmektedir. Ayrıca, varlıklarını koruyabilmeleri ve bu varlıklar üzerinde sürekli olarak yatırım yaparak büyümeleri önemlidir. Bu sebeple insanlar, topluluklar veya şirketler ellerindeki varlıkları döviz, hisse senedi, altın, gayrimenkul, bono/tahvil, vadeli mevduat vb. yatırım araçları kullanarak arttırmak istemektedir. Yatırım araçları her zaman varlık arttırmayabilir, küresel sermaye hareketleri ve parametrelere göre varlığın değerini de düşürebilir. Bu sebeple, yatırım yapan kişi yatırım aracının gelecekte ne değer alacağını kestirebilmek ister.

Yatırım aracının gelecek değer tahmini için kullanılan birçok finansal yöntem ve indikatör bulunmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte klasik finansal yöntemler yerini bilgisayarlara ve yapay zeka teknolojilerine bırakmıştır. Yapay zeka teknikleri kullanılarak yapılan tahminler artık çok daha doğru sonuçlar vermektedir.

Tez çalışması kapsamında, yapay zeka tekniklerinden biri olan yapay sinir ağları kullanılarak yatırım araçlarının gelecek tahmini yapılmıştır. Yatırım aracı olarak dünya genelinde kabul gören ABD Doları döviz cinsi incelenmiş ve gelecek tahmini yapılmıştır. Doların artmasına ve azalmasına sebep olan diğer ekonomik parametreler ile dolar arasındaki korelasyonlar belirlenmiştir. Yüksek ve düşük korelasyonlu olduğu ekonomik parametreler tespit edilmiştir. Ekonomik parametrelerin geçmiş verileri kısa, orta ve uzun vade olarak üç farklı zaman diliminde incelenerek yapay sinir ağlarında eğitime tabi tutulmuş, ARMA zaman serisi modeli çıkartılmıştır. Doların yüksek korelasyonlu olduğu parametreler ile daha doğru tahmin sonuçları elde edilmiştir. Her bir eğitimde 5000 iterasyon çalıştırılmıştır. Eğitim sonucunda ortalama karesel hatalar 10^{-11} seviyelerinde belirlenmiş olup oldukça başarılı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Döviz, Yapay Sinir Ağları, Yapay Zeka, Yatırım Araçları.

ESTIMATING FUTURE VALUE OF DOLLAR RATE USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

ABSTRACT

With the developing world, individuals, communities and companies need to engage in activities such as production, consumption and trade in order to continue their lives. It is also important for them to maintain their assets and grow by continuously investing in these assets. For this reason, people or companies want to grow by using investment tools and invest their assets in foreign currency, stocks, gold, real estate, bonds, time deposits, etc. Investment instruments may not always increase assets, they may also decrease the value of the asset according to global capital movements and parameters. For this reason, an investor wants to be able to predict what the future value of the investment instrument will be.

There are many financial methods and indicators used for the future value estimation of the investment instrument. With the development of technology, classical financial methods have been replaced by computers and artificial intelligence technologies. Predictions determined by using artificial intelligence techniques now give much more accurate results.

In this thesis, future estimation of investment instruments was made using artificial neural networks, which is one of the artificial intelligence techniques. The US Dollar currency, which is accepted worldwide as an investment tool, has been examined and future forecasts have been made. Correlations between the dollar and other economic parameters that cause the dollar to increase and decrease were determined. The economic parameters that are highly and lowly correlated have been determined. The historical data of the economic parameters were examined in three different time periods as short, medium and long term, trained in artificial neural networks, and the ARMA time series model was created. More accurate estimation results were obtained with the parameters that the dollar is highly correlated with them. 5000 iterations were run in each training. As a result of the training, the mean squared errors were determined at the 10^{-11} levels and were found to be quite successful.

Keywords: Foreign Exchange, Artificial Neural Networks, Artificial Intelligence, Investment Tools.

1. GİRİŞ

21. yüzyılda, teknolojinin çok hızlı gelişmesi ile birlikte, topluluklar ve şirketler arasında küreselleşme ve rekabet artmaktadır. Üretim, imalat yapan topluluklar ve şirketlerin mevcut varlıklarını korumak ve kendilerine finansal avantajlar yaratmak için teknolojiyi kullanmaları önemlidir. Finansal avantajları yaratmak ve varlıkları arttırmak için doğru teknoloji ile birlikte doğru yatırım araçlarının seçilmesi gerekmektedir.

Küresel piyasada birçok yatırım aracı bulunmaktadır. Bu yatırım araçlarının hemen hemen hepsi dönem bazlı varlık arttıran ve azaltan yatırım araçlarıdır. Yatırım yapan bir topluluk veya şirket, yatırımı yaparken kendi planlarına göre kısa, orta ve uzun vade düşünerek plan yapmaktadır. Belirlenen planlara göre yapılan yatırımda varlığın artması beklenmektedir, fakat reel sektörde yaşanan olaylar sebebi ile her yatırım risk oluşturabilmekte, planlar her zaman istenildiği gibi gitmeyebilmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, sistemler kullanıcılara anlık olarak gerçekleşebilecek senaryoları söylemektedir. Teknolojinin geldiği bu noktada, yapay zeka sistemleri kullanılarak ekonomik veriler, parametreler ve bunların oluşturabileceği riskler incelenerek yatırım aracı için gelecek tahmini yapılabilmektedir.

Önemli olan husus, gelecek tahmini yapan teknolojik bir sistemin ne kadar doğru tahminler yapabildiğidir. Çok yüksek oranda doğru tahminler isteniyorsa, yatırım aracı ile ilişkili olan diğer ekonomik veriler de detaylı incelenerek yapay zeka sistemine girdi olarak eklenmelidir. Böylece sistem bir bütün olarak birbiri ile ilişkili verilerden çıkarım yaparak doğru çıktı üretebilir. Önemli olan nokta, birbiri ile yakın ilişkili olan verileri bulmak ve bu verilerin arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde hesaplayabilmektir. Bu ilişki ne kadar doğru olursa, sistemin yaptığı tahmin değerleri de o kadar doğru olur.

Kayhan (2008) çalışmasında, uluslararası rekabet ortamında, finansal avantajların kullanılması gerekliliğinden bahsetmiştir. Bu avantajlardan birisi olan kur korelasyonu üzerinden birbiri ile ilişkili olan döviz cinslerinin hareketliliği tespit edilmiş ve örnek olarak belirlenmiş yatırım portföyünün üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Altan (2008) çalışmasında, yapay sinir ağı (YSA) kullanarak döviz kurları için gelecek tahmininde bulunmuştur. Oluşturduğu YSA kendi içinde tutarlı ve güçlü tahminler

yapabilmektedir. Örneklem içi dönemlerin tahmininde YSA, vektör otoregresif (VAR) modeline göre çok daha başarılı sonuçlar elde etmiştir. Oluşturulan YSA doğrusal olmayan bir modeldir ve karşılaştırıldığı doğrusal modele göre Türkiye ekonomisi için doğrusal olmayan YSA'nın daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Özkan (2011) çalışmasında, döviz kurunun belirlenmesinde YSA kullanmış, dolar ve euro tahmini yapmıştır. YSA'yı üç farklı modelde kullanmış ve test etmiştir. İlk model olarak döviz kurlarını, kendi geliştirdiği serisi ile ele almıştır. İkinci model olarak, satınalma gücü paritesi (SGP) modelini, üçüncü model olarak parasal modeli kullanmıştır. En iyi performansın, iki döviz cinsi için de, geliştirdiği kendi zaman serisinde ortaya çıktığını belirtmiştir. Dolar döviz cinsinde en iyi ikinci performans parasal model daha sonra SGP modeli olmuştur. Euro döviz cinsinde ise en iyi ikinci performans SGP model, daha sonra parasal model olmuştur.

Özkan (2012) çalışmasında, son yıllarda ekonomik verilerin tahmininde, YSA'nın kullanılmaya başlandığını belirtmiştir. Yaptığı çalışmada YSA'nın, yapısal model olan parasal modele göre daha yüksek tahminler yaptığını göstermiştir. Ayrıca YSA, dolar döviz cinsinin, euro döviz cinsine göre daha yüksek doğrulukta öğrenme ve tahmin sonucu ürettiğini belirtmiştir.

Cebeci (2014) çalışmasında, döviz kuru tahmininde klasik modeller ile YSA modeli arasında karşılaştırma yapmıştır. Bu işlemi yaparken dolar, euro ve pound döviz cinslerini incelemiştir. YSA'nın, gözlem-içi tahmin performansının klasik yöntemlere göre daha başarılı olduğunu görmüştür. Klasik yöntemler gözlem-dışı performansta YSA'ya göre daha başarılı olmuştur.

Ketboğa (2019) çalışmasında, döviz kuru tahmin işleminde kullanılan yöntemlerin, kendi içerisinde şartların değişmemesi ve çeşitli parametrelerin hesaba katılmaması halinde doğru sonuçlar vereceğini belirtmiştir. Küresel sermayede yaşanan rekabet, politik ve siyasi krizler döviz kurlarının ani iniş-çıkışlarına sebep olduğunu, bu iniş-çıkışların tahmin işlemlerinde istenen sonucun oluşmamasına neden olduğunu belirtmiştir. Döviz kuru tahmini yaparken enflasyon, faiz oranı, dış borçlar, para arzındaki büyümeler gibi konjonktür ve piyasa şartlarının yakından takip edilerek tahmin planlarının yapılması gerektiğinden bahsetmiştir.

Güler (2019) çalışmasında, YSA kullanarak dolar, altın ve kriz tahmini yapmıştır. Altın tahmini yaparken, YSA'ya girdi olarak; BIST100, Gümüş, Amerikan Doları/Türk Lirası Döviz Kuru (USD/TRY) verileri ve Amerika enflasyon verisi verilmiştir. 2017 ve 2018 altın verilerinin tahmini için 2000-2016 arasındaki 192 aylık altın verisi eğitim verisi olarak kullanılmıştır. Farklı katman sayıları, nöron sayıları ve aktivasyon fonksiyonları ile denemeler yapılmıştır. Dolar tahmini yaparken girdi verisi olarak; Borsa İstanbul 100 Endeksi (BIST100), Amerika ve Türkiye enflasyon verileri, Amerika ve Türkiye faiz oranları kullanılmıştır. 2017 ve 2018 yılları için tahminde bulunulmuş ve 2006-2016 arasındaki 155 aylık veri eğitimde kullanılmıştır. Farklı katman sayıları, nöron sayıları ve aktivasyon fonksiyonları ile denemeler yapmıştır. Kriz tahmini yaparken 1994, 2001 ve 2008 ekonomik krizleri baz alınmıştır. Girdi verisi olarak USDTRY kur verisi, Türkiye enflasyon verisi, Türkiye faiz verisi ve Türkiye ithalat verileri kullanılmıştır. Farklı katman sayıları, nöron sayıları ve aktivasyon fonksiyonları ile denemeler yapılmıştır. Oluşturulan yapay sinir ağları fayda sağlayan bir başarı göstermiştir.

Tuna (2019) çalışmasında, zaman serisi analizinde kullanılan Otoregresif hareketli ortalamalar modeli (ARMA) ile YSA kullanarak altın fiyatı tahmini yapmıştır. Ayrıca Box Jenkins klasik yöntemi de incelenerek, YSA ile performans incelemesi yapılmıştır. 2009-2019 yılları arasındaki 2608 iş gününe ait altın fiyatları çalışmaya dahil edilmiştir. Karşılaştırma yapılırken, örneklemiçi ve örneklemdışı olmak üzere iki farklı yaklaşım benimsenmiş ve performansları ölçülmüştür. ARMA ile oluşturulan YSA'nın fiyat tahminin gerçeğe yakın sonuçlar elde ettiği görülmüştür.

Tez çalışması kapsamında, dolar döviz kuru için gelecek tahmini yapılırken YSA kullanıldı. YSA'ya girdi olarak verilen giriş parametreleri, döviz kurunun ilişkili olduğu finansal araçlardan seçildi. Bu parametreler seçilirken korelasyon katsayısı formülü kullanılarak dolar döviz kurunun yüksek ve düşük korele olduğu ekonomik parametreler belirlendi. Girdi olarak verilen parametreler zaman serisi şeklinde kullanıldı. Dolar kuru verileri ve diğer seçilen ekonomik parametreler kısa, orta ve uzun vade şeklinde ayrılarak üç farklı zaman dilimi içerisinde incelendi. YSA'nın öğrenmesi için, eğiticili öğrenme seçildi. Dolar döviz kurunun yüksek korele olduğu ekonomik parametreler ile daha doğru tahminler, düşük korele olduğu ekonomik parametreler ile daha düşük doğrulukta tahminler yaptığı saptandı.

Tez çalışması üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; finansal yatırım araçları ve bu araçların değerlerinin neye göre artıp azaldığı, nasıl yatırım yapıldığı ve hangi değerler ile bağlantılı olabileceği anlatılmıştır.

İkinci bölümde, YSA ile ilgili kavramlar yer almaktadır. YSA'nın yapısı ve nasıl oluşturulduğu, nasıl çalıştığı ve nasıl çıktı ürettiği anlatılmıştır. YSA'ya girdi olarak verilen ekonomik parametrelerin birbiri ile ilişkisini hesaplamak için kullandığımız korelasyon katsayısı hesaplama ve analizi anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, tez çalışması kapsamında geliştirilmiş olan YSA ile dolar döviz cinsi için yapılan gelecek değer tahmini sonuçları ve bunların grafikleri anlatılmıştır.

Dördünce bölümde, sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. FİNANSAL ARAÇLAR

2.1. Finans Nedir?

Küreselleşen Dünya'da rekabet ortamının artması, siyasi ve politik kararlar ile birlikte belirsizlikler ve riskler artmaktadır. Belirsizlik ve riski en aza indirgemek için, kişilerin ve kurumların ellerindeki varlıkların en iyi şekilde değerlendirilmesine finans denir. Kısacası finans varlığı veya parayı yönetme sanatıdır. Finans alanları üçe ayrılır, bunlar; bireysel finans, kurumsal finans ve kamusal finanstır. Bireysel finans kişilerin bütçe, tasarruf, yatırım konularında aldıkları karar ve yaptıkları hareketlerdir. Kurumsal finans şirketlerin karlılık arttırması, ekonomik riskleri azaltması ve şirket yatırımları için fon sağlama işlemleridir. Kamusal finans ülkelerin devlet kuruluşları için gelir ve fon sağlayarak ihtiyaçlarını giderme işlemidir (Taş ve diğ., 2020), (Söylemez, 2020), (Özmekik, 1955).

1971 yılında ABD dolarının altına, diğer ülkelerin para birimlerinin ABD dolarına endeksleme işleminden vazgeçilmiş ve Bretten Woods sabit kur sistemi sona ermiştir. Bu sistemin çökmesinden sonra, Uluslararası Para Fonu (IMF) üyesi ülkelerin döviz kuru olarak kabul ettikleri iki grup vardır. Bunlar sabit kurlar ve esnek kurlardır. Sabit kurlarda bir ülke parasını, sanayileşmiş büyük bir ülke parasına bağlar. Esnek kur sistemini kabul eden ülkeler ise paralarını dalgalanmaya bırakmıştır. Dışa kapalı, ihracat ürünü olmayan, dünya ekonomisinde fazla söz sahibi olmayan ülkeler sabit kur sistemini, dışa açık olan, ihracat yapan, dünya ekonomisinde söz sahibi olan ülkeler ise esnek kur sistemini seçmektedirler (Taş ve diğ., 2020), (Söylemez, 2020), (Özmekik, 1955).

Türkiye 24 Ocak 1980 tarihinde alınan kararlar ile birlikte dış ticarette liberal bir rejime geçmiştir. Merkez Bankası, tüm dövizlerin alım satım fiyatlarını her gün yeniden belirleyip paylaşmaktadır (Taş ve diğ., 2020), (Söylemez, 2020), (Özmekik, 1955).

2.2. Finansal Yatırım Araçları ve Türleri

Finansal piyasalardaki yatırım araçlarının aralarında bulunan fiyat ilişkisini anlamak için, ülkelerin merkez bankalarının ve köklü finans kurumlarının uyguladığı para politika stratejilerini bilmek gereklidir. Finansal piyasalar, varlık arttırmak isteyen

yatırımcılar ile sanayi, üretim, imalat vb. birçok alanda yatırım yapmak isteyen yatırımcıların bir araya geldiği ortamların toplamıdır (Taş ve diğ., 2020), (Söylemez, 2020), (İvrendi, 2011), (Sadeghzadeh, 2018).

Finansal yatırım araçları içinde bulundukları reel piyasalarda ikiye ayrılır. Bunlar; para piyasası ve sermaye piyasasıdır. Para piyasaları kısa vadeli yatırım fonlarından oluşur, örneğin; döviz, hazine bonoları, yatırım bonoları gibi. Sermaye piyasası ise uzun vadeli arz ve talebin karşılandığı piyasadır. Sermaye piyasasına örnek olarak; hisse senedi ve tahviller gösterilebilir. Tez çalışması kapsamında, para piyasasının bir alt dalı olan döviz piyasasının dolar kuru tahmini üzerinde çalışılmıştır.

Aşağıdaki alt başlıklarda, dolar döviz cinsinin fiyatlandırılmasında etkili olabilecek diğer yatırım araçları ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

2.2.1. Altın Fiyatının Belirlenmesi

Piyasalarda bir birim kütle (ONS) altın yaklaşık 31,10 gram saf altın fiyatına tekabül eder. Altının fiyatı dünyanın her yerinde aynıdır ve eşittir. Yatırımların, finansal piyasaların geliştiği dönemlerde altına olan talebi azalmıştır. Fakat; krizlerin, savaşların, belirsizliklerin olduğu zamanlarda, güvenli bir liman olarak görülerek talep artmış ve fiyatı artmıştır. Bu sebeple, dünya üzerinde yaşanan askeri, siyasi ve politik kararlar neticesinde altın fiyatı belirlenmektedir. Dünya üzerinde askeri risklerin arttığı veya ekonomik krizlerin yaşandığı dönemlerde genelde altın fiyatı artmaktadır. Tam tersi durumlarda ise dövize talep arttığı dönemlerde altın fiyatı azalmaktadır. Dolar ile altın fiyatı arasında ters bir ilişki vardır (Söylemez, 2020), (Topçu, 2014).

Ülkemizde ise, gram altın fiyatı diğer ülkelerin yaşadığı gelişmelere bağlıdır. Kısacası, altın ülkemizde iç etmenler yerine dış etmenlere bağlıdır. Örneğin, ülkemiz büyük bir ülke ile sıkıntı yaşadığında döviz kurları artmaktadır, buna bağlı olarak gram altın fiyatı da artmaktadır, ama ONS altın fiyatı değişmese de gram altın fiyatı artabilmektedir.

2.2.2. Petrol Fiyatının Belirlenmesi

Siyah altın olarak bilinen ham petrol dünya ekonomisinde çok büyük talebi olan bir ham maddedir. Sanayi, ulaşım, enerji, kozmetik vb. hemen hemen her sektörde

kullanılmaktadır. Ham petrol fiyatı siyasi ve jeopolitik gelişmelere göre fiyatlanmaktadır. Son yıllarda yaşanan siyasi olaylar ve Ortadoğu'daki jeopolitik risklerin artması ile birlikte ham petrol fiyatında büyük bir oynaklık söz konusudur. Petrol üreten ülkeler örgütü (OPEC) üyesi olan ülkeler üretimi arttırarak veya azaltarak petrol arzını etkileyen kararlar ile ham petrol fiyatını belirlemede etkilidir. Ham petrol, emtia borsasında en gözde yatırım araçlarından biridir.

Ham petrol fiyatı ile ABD dolar kuru arasında eş bütünleşme bir ilişki söz konusudur. Uzun döneme bakıldığında ikisi beraber hareket etmektedir. Petrol fiyatlarında yaşanan şok dalgalanmalar döviz kuru üzerinde yukarı yönlü bir baskı yaratmıştır. Bu baskı sebebi ile makro hedeflere ulaşmak zorlaşmaktadır (Yılmaz ve Altay, 2016).

2.2.3. BIST100 Fiyatının Belirlenmesi

BIST100, Borsa İstanbul'da işlem gören piyasa ve işlem hacmi en yüksek olan 100 hisse senedini ifade eder. BIST100'e seçilen hisseler A ve B grubundan seçilir. A ve B grubunun riskleri C ve D'ye göre daha düşüktür. A ve B grubundan olmayan diğer hisselere BIST100'de yer verilmez.

Hisse senedi fiyatlarının artıp azalmasında bağlı olduğu birçok parametre vardır. Bunlardan bir tanesi de döviz kurudur. Aralarındaki ilişkiyi açıklamakta kullanılan yaklaşımlar bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi geleneksel yaklaşım, bir diğeri portföy yaklaşımıdır. Geleneksel yaklaşımda döviz kurunun artması ile ihracat ve rekabet artar, böylelikle BIST100 endeks fiyatları artar. Portföy yaklaşımında ise, hisse senedi fiyatları arttığında yatırımcılarda pozitif yönlü bir beklenti meydana gelir ve Türk Lirası değer kazanarak döviz kurunu düşürücü etkiye sahip olur. Sonuç olarak, geleneksel yaklaşımda döviz kuru ile BIST100 arasında doğru nedensellik pozitif ilişki, portföy yaklaşımında ise negatif nedensellik negatif ilişki söz konusudur (Sadeghzadeh, 2018), (Güney ve Ilgın, 2019).

2.2.4. Dolar Endeksinin Belirlenmesi

Dünya üzerinde en çok kullanılan ve en çok rezervi tutulan para birimi dolardır. Doların diğer para birimlerine karşı değerini ölçen endekse dolar endeksi denir. 1971 yılında Bretton Woods sistemi çökünce, dalgalı kur sistemi ile birlikte doların diğer para

birimlerine karşı değerini ölçmek için bu endeks ortaya çıkmıştır. Dolar endeksi hesaplanırken 6 para biriminin geometrik ortalaması alınarak hesaplanır.

Hesaplama yapılırken kullanılan para birimleri; Japon Yeni, Euro, Kanada Doları, İngiliz Poundu, İsveç Kronu ve İsviçre Frangıdır. Dolar endeksi sabit bir değer değildir. Dünya üzerinde yaşanan gelişmelere bağlı olarak artabilir veya azalabilir. Örneğin, bir ülkede enflasyon diğer ülkelere göre daha düşük ise, o ülkede üretilen ürünlerin fiyatları diğer ülkelere göre daha düşük olacak ve ihracat artacaktır. İhracatın artması ile birlikte ülkeye döviz girecek ve döviz talebinde düşüş yaşanacaktır. Bu durumda, o ülkenin parası dolar endeksi karşısında yükseliş sağlayacaktır. Verilen örneğin tam tersi durumda da dolar endeksi o ülkenin para birime karşı değer kazanır. Kısacası dolar endeksi arz talep ilişkisine bağlı olarak fiyatlanır (URL-1).

Dolar endeksinde aşağıya doğru bir yönelim var ise EUR/USD, GPB/USD, altın gibi yatırım araçları değer kazanır. Endeks yukarı yönlü harekete geçtiğinde ise dolar güçlenir ve değer kazanır (URL-1).

2.2.5. USD 10 Yıllık Tahvil Belirlenmesi

Küresel anlamda yatırımcıların riski ölçüp değerlendirebilmek için baktıkları parametrelerden birisidir. Küresel piyasalarda, kriz dönemlerinde yatırımcıların güvenli bir liman olarak gördüğü yatırım aracıdır. Tahvil, devletlerin para ihtiyacını karşılamak için çıkardığı değerli kağıtlara verdiği isimdir. Yatırımcı o devletin tahvilini alır ve devletin kasasına para girer. Vade sonunda devlet yatırımcıya faiz getirisi ile birlikte ödeme yapar. Amerika Merkez Bankası (FED), örneğin 2008 krizinde faizi aşağıya çekmiştir. USD 10 Yıllık Tahvil aynı zamanda doların değerini etkileyebilen önemli parametrelerden bir tanesidir (Taşer, 2013).

Faiz yükseldikçe ucuz borçlanmanın sonu anlamına gelmektedir. Düşük faiz ile piyasaya sürülen bol likidite artık daha yüksek maliyet ile sahip olunacaktır. Gelişmekte olan ülkelerin ucuz faiz ile kullandığı likidite artık ucuz ve kolay olmayacaktır. Likidite azaldıkça sermaye daralacak ve gelişmekte olan ülkelerin para birimleri değer kaybedecektir. Bu ekonomik parametreler ışığında FED'in alacağı faiz kararı çok önemlidir. Faiz kararı ile piyasadaki likiditenin yönü belli olur (Taşer, 2013).

2.2.6. Chicago Opsiyon Borsası Volatilite Endeksi Belirlenmesi

Volatilite Endeksi (VIX) piyasadaki korku, endişe ve oynaklığı temsil eder. Piyasalardaki korkuyu ölçüp Standard & Poor's Endeksi (SPX) borsasındaki opsiyonların volatilitesinden hesaplanır. Piyasanın 30 günlük volatilitesini gösterir. Piyasada stres arttıkça VIX artar. VIX, 30'dan büyükse piyasadaki volatilite yüksektir, yatırımcılarda korku ve belirsizlik vardır, risk iştahı düşüktür. Eğer VIX, 20'nin altında ise korku ve belirsizlikten uzaktır, yatırımcının risk iştahı yüksektir (Ercan ve Demirbaş, 2020).

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, 2015 yılından itibaren enflasyon raporlarını hazırlarken, VIX'i de dahil etmeye başlamıştır. Ayrıca, para politikası kararlarında belirsizlik gösteren bir parametre olarak kullanılmaya başlamıştır. VIX'ten gelen şok bir dalga ile BIST100 negatif olarak tepki vermiş, dolar döviz kuru ise pozitif olarak tepki vermiştir (Sadeghzadeh, 2018), (Ercan ve Demirbaş, 2020).

2.2.7. TR 2 Yıllık Tahvil Belirlenmesi

Sermaye piyasalarında tahviller uzun vadeli borçlanma araçlarından bir tanesidir. Enflasyon ve faiz oranlarından etkilenerek fiyatı belirlenir. Türkiye enflasyonun yüksek olduğu ve yıllardır faiz oranlarının düşük olduğu bir ülkedir. Bu sebeple, tahvillerin faiz getirileri ve anaparaları olumsuz şekilde etkilenmektedir. Faiz oranları, enflasyon oranına göre hesaplanarak piyasaya uyarlanmış olsa, tahvil faizi getirisi olumsuz şekilde etkilenmez. Ancak, Türkiye'de faiz enflasyon oranına göre uyarlanmadığı için tahvil faizi getirisi olumsuz etkilenir (İleri, 2020).

Tahvil faizi ile dolar arasında doğrudan bir ilişki olmasa da, tahvil faizini etkileyen enflasyon ve faizin döviz kuru ile arasındaki ilişkiye bakıldığında, düşük faiz yüksek enflasyon sonucunda, reel piyasada Türk Lirası dolar kuru karşısında değer kaybetmekte ve yatırımcılar uzun vadeli yatırım yapmak yerine, kısa vadede döviz getirisinin daha mantıklı ve cazip olduğunu düşünmektedir.

2.2.8. TR Kredi Temerrüt Riski Belirlenmesi

Kredi temerrüt riski (CDS) primini sigorta satın alma işlemi olarak tanımlayabiliriz. Bir ülke veya şirketin piyasaya sunduğu borçlanma araçlarının vade tarihleri geldiğinde, bu borçların ödenmemesine karşılık yatırımcılardan alınan bir bedeldir. Bu bedele CDS primi adı verilir.

CDS prim değeri yüksek olan ülkeye veya şirkete borç veren veya yatırım yapan kişilerin aslında büyük bir riske girdiği anlamına gelmektedir. CDS'e örnek verilecek olunursa, bir ülke veya şirket borcunu veya tahvil ettiği paranın vadesini söz verdiği zamanda ödemediğinde, finansal bir kuruluş alacaklı kişiye borç ödenmediğinde bu alacağı size ben tazmin edeceğim diyerek garanti verir ve o finansal kuruluştan bir sigorta alınır ve sigorta bedeline CDS primi denir. CDS primi belirlenirken, politik ve bürokratik etmenler de göz önünde bulundurulur. Örneğin, bir ülkenin kredi notu düşerse veya ABD o ülkeye yaptırım uygular ise CDS değeri yükselir (URL-2).

CDS hesaplanırken iki parametre dikkate alınır. İlk parametre o ülkenin veya şirketin batma ihtimali, diğer parametre ise batıklardaki anaparayı kurtarma oranı. Örneğin, 2011 yılının Eylül ayında Yunanistan devlet tahvillerinin temerrüte düşme ihtimali %94 oranına yükselmiştir. Yunanistan devlet tahvili almak isteyen kişiler 5 yıl vadeli 10 milyon dolarlık tahvil için, her yıl 5 milyon dolar CDS primi ödemek zorunda kalmışlardır (URL-2).

CDS değerinin yükselmesi BIST100 ve faizi etkilemektedir. CDS yükseldiğinde borsa endeks değeri düşmekte, faiz değeri yükselmektedir. BIST100 ile ters bir ilişki, faiz ile doğru orantılı bir ilişki söz konusudur. Yabancı yatırımcılar o ülkeye yatırım yaparken, sadece tahvil faizi oranını değil parayı geriye ödeyip ödeyemeyeceğini de inceler. Bu incelemeyi yaparken de o ülkenin politika faizini hesaplamaya çalışırlar. Politika faizini hesaplarken enflasyon, CDS primi ve belirsizlik puan bedeli üzerinden faiz hesaplaması yapar. CDS değerinin doğrudan döviz ile ilişkisi görünmüyor olsa da borsa, faiz, enflasyon gibi parametreler ile direkt ilişkilidir. Bu parametreler döviz ile ilişkili olduğu için dolar kuru hesaplarken CDS değeri önemli bir parametredir (URL-2).

2.3. Finansal Yatırım Araçlarının Gelecek Değer Tahmini

Finansal yatırım araçlarının gelecek dönem değerlerinin nasıl fiyatlanabileceği ile ilgili çalışmalar yapılırken, mali ve ekonomik parametre verileri incelenerek analiz işlemleri yapılır. Analiz işlemi uzmanlık gerektiren bir alandır ve iki türü vardır.

2.3.1. Temel Analiz

Temel analiz; ekonomik ve mali faktörlerin ülke para birimine ve döviz fiyatlarına etkisini ölçmek için yapılan bir analiz çalışmasıdır. Dünya finans piyasalarının durumu, şirketlerin faaliyetleri, devletlerin yürüttüğü ekonomi politikaları, merkez bankalarının kararları gibi birçok temel ekonomik veri yorumlanır. Yapılan yorumlara göre ülke para birimine ve döviz fiyatlarına gelecek tahmini yapılır.

2.3.2. Teknik Analiz

Teknik analiz; geçmiş dönem fiyatları üzerinden matematiksel hesaplar yapılarak gelecek dönem tahmini yapılmasıdır. Teknik analiz yapılırken geçmiş dönem fiyatlarının grafikleri incelenir. Grafikler üzerinde matematiksel hesaplamalar yapılarak fiyat hareketlerinin yönü tahmin edilmeye çalışılır. Teknik analizin önemli diğer bir özelliği ise; piyasadaki dengenin hangi yöne olduğunu belirlemek ve buna göre trendi oluşturabilmektir.

Temel analiz veya teknik analiz yapabilmek için finansal uzmanlık bilgisine ihtiyaç vardır. Tez çalışması kapsamında kullanılan yapay zeka teknikleri ise sadece geçmiş dönem verilerini kullanarak bir çıkarım yapar. Bu nedenle, yapay zeka ile oluşturulan sistemler gelecek değer tahmini yaparken finansal uzmanlık bilgisi gerektirmez.

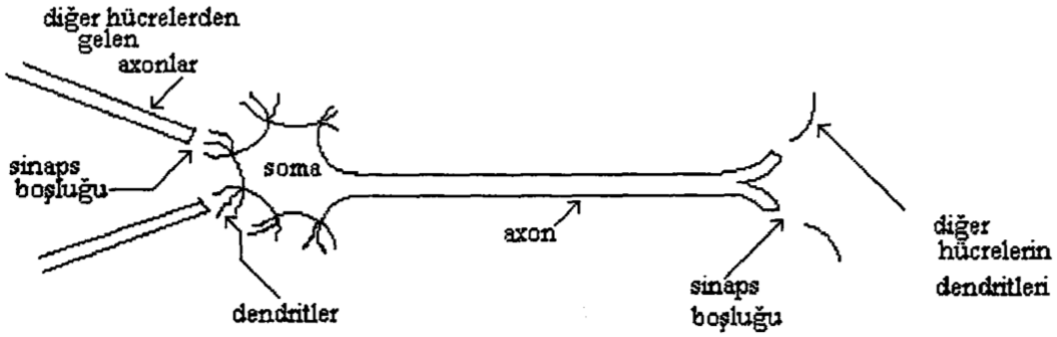
3. YÖNTEM

3.1. Yapay Sinir Ağları

Bilim insanları, insan beyni ve sinir sisteminin nasıl çalıştığına dair bilgiler edinmek için araştırma ve çalışmalar yürütmektedir. Bilgisayar programlarının ve yazılımlarının minimum hata ile hızlı bir şekilde çıktı üretebilmesi için insan sinir sisteminin modellenerek kullanılabileceği düşünülmüştür. II. Dünya savaşından sonra bu alan üzerinde teorik çalışmalar başlamış ve ilk YSA denemesi IBM laboratuvarlarında denenmiş, fakat başarısız olmuştur. Bu denemeden sonra, yapay zeka ve YSA alanında yeni bir dönem başlamış ve çalışmaların sayısı bir hayli artmıştır (Güler, 2019), (Tuna, 2019).

Bernard Widrow ve Marcian Hoff 1959 yılında ADALINE ve MADALINE olarak bilinen modelleri geliştirmişlerdir. Bir probleme çözüm bulmak için kullanılan ilk yapay sinir ağı MADALINE'dir. Bu çözüm, örnek olarak telefon hatlarındaki ekoyu ortadan kaldırmada kullanılmıştır ve hala birçok uygulamada kullanılmaktadır (Güler, 2019), (Tuna, 2019).

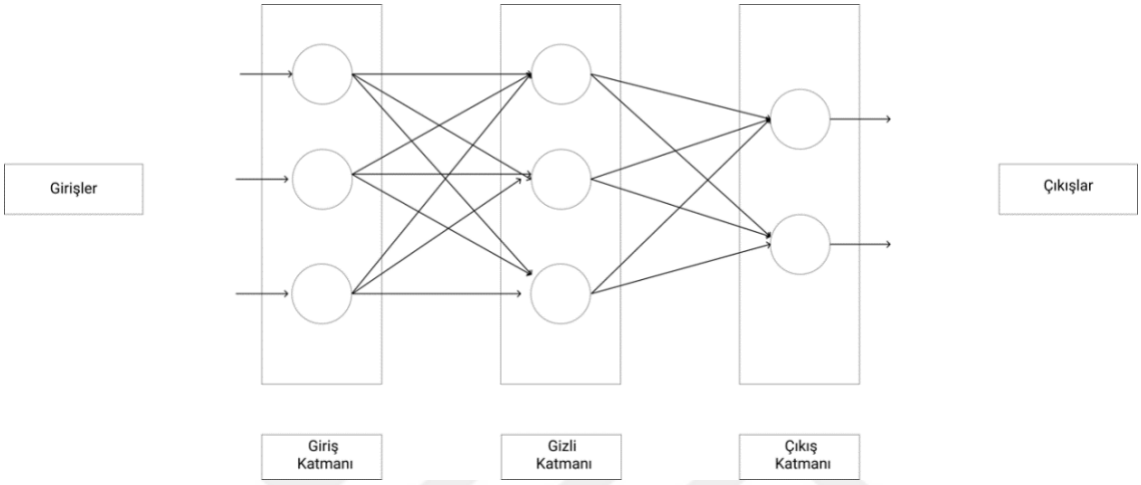
Sinir sistemindeki en küçük birim nörondur. Şekil 3.1'de verilmektedir. Bir nöron; dendrit, hücre gövdesi, akson ve sinaps olmak üzere 4 bölümden oluşur (Güler, 2019), (Tuna, 2019), (Taş ve diğ., 2018).



Şekil 3.1. Sinir hücresinin yapısı (Yıldırım, 1998)

Nöronlar birbirleri ile haberleşirken sinapsları kullanırlar, sinapslar iletişimi sağlar. Bir YSA modeli üç katmandan oluşur. Bunlar; giriş katmanı, ara katman (gizli katman) ve çıkış katmanıdır. Sisteme gelen veriler YSA'da ilk önce giriş katmanında karşılanır.

Giriş katmanından sonra değerler bir aktivasyon fonksiyonundan geçirilir, bu işlem ara veya gizli katman adı verilen katmanlardaki nöronlarda yapılır. Aktivasyon fonksiyonundan geçirilen değerler çıkış katmanına gönderilir ve bu katmandan dış dünyaya iletilir. Şekil 3.2'de verilmektedir (Güler, 2019), (Tuna, 2019), (Taş ve diğ., 2018).



Şekil 3.2. Bir YSA modeli

YSA sınıflandırılırken farklı parametrelere göre sınıflandırılabilir;

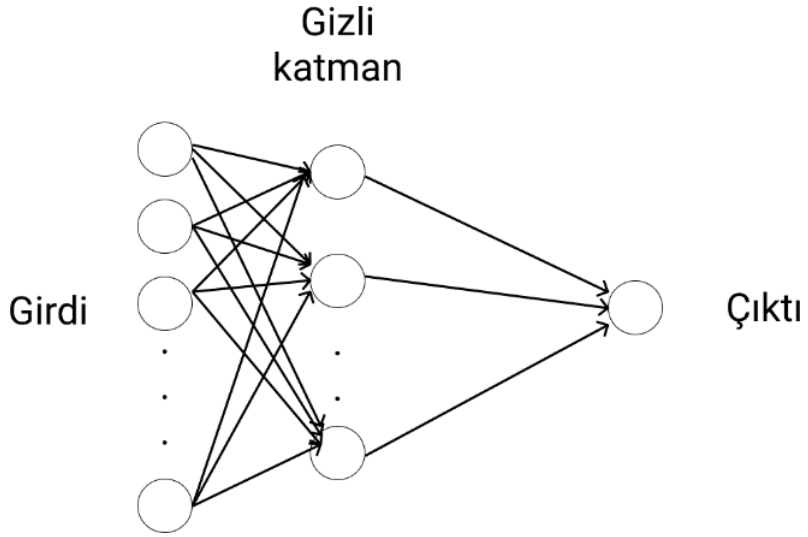
- Bağlantı şekillerine göre
- Katman sayılarına göre
- Öğrenme biçimlerine göre

3.1.1. Bağlantı Şekillerine Göre Yapay Sinir Ağları

YSA'yı oluşturan sinir hücrelerinin birbirine bağlanış şekline göre ikiye ayrılır. Bunlar;

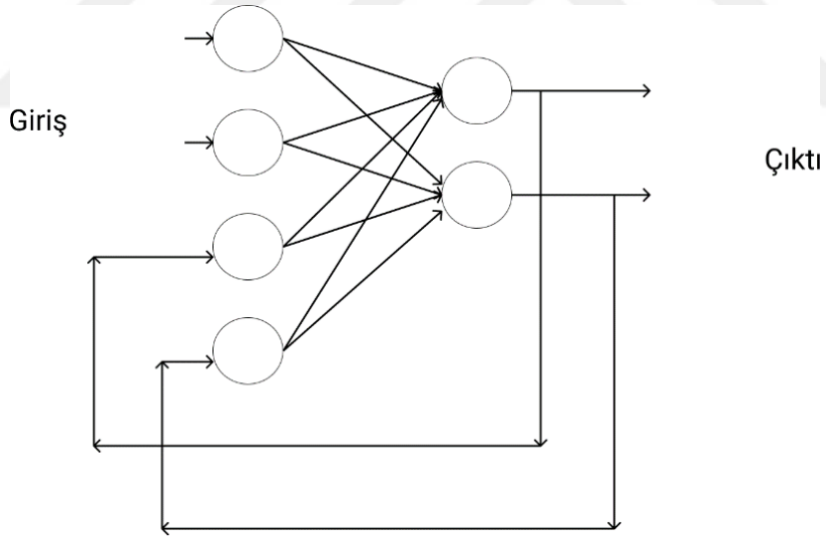
- İleri beslemeli YSA
- Geri beslemeli YSA

İleri beslemeli YSA'da, girişten çıkışa kadar veri iletimi sinir hücrelerinde ileriye doğru şekildedir. Bir veri bulunduğu katmandan geriye doğru iletilmez sadece ileriye iletilir. Şekil 3.3'te verilmektedir.



Şekil 3.3. İleri beslemeli YSA

Geri beslemeli YSA'da, veri kendinden önceki katmana da iletilebilir. Ara katmanların herhangi birinde üretilen çıktı bir önceki katmana veya aynı katmanda bulunan başka bir nörona iletilebilir. Şekil 3.4'te verilmektedir.



Şekil 3.4. Geri beslemeli YSA

3.1.2. Katman Sayısına Göre Yapay Sinir Ağları

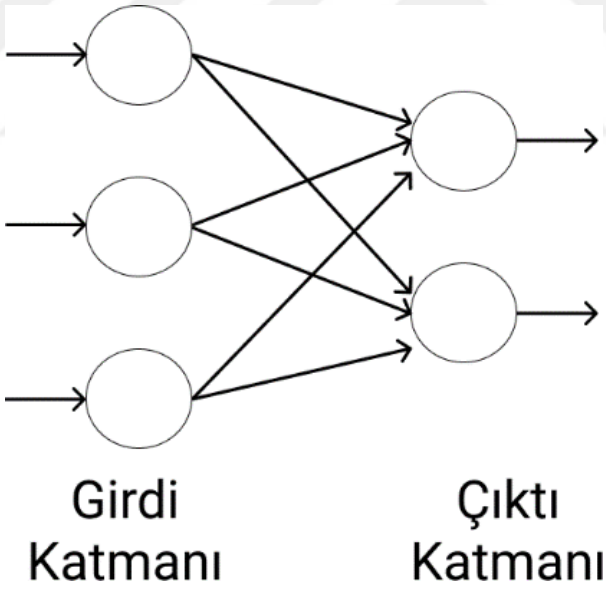
YSA modelleri katman sayısına göre ikiye ayrılır. Bunlar;

- Tek katmanlı YSA modeli
- Çok katmanlı YSA modeli

Tek katmanlı YSA modeli bu alanda çalışmalara başlanıldığı zaman kullanılmaya başlanılmıştır. Sadece giriş katmanı ve çıkış katmanından oluşmaktadır. Tek katmanlı YSA modellerine Perceptron veya ADALINE örnek olarak verilebilir. Şekil 3.5'de verilmektedir.

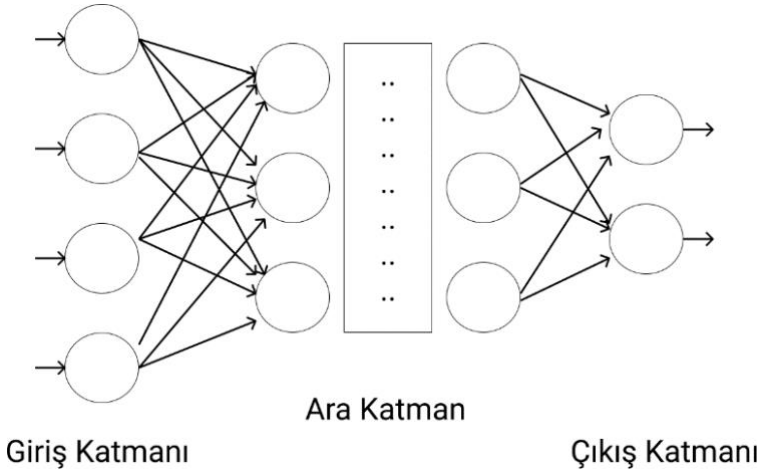
Perception modelinde bir adet YSA hücresi bulunur. Giriş katmanından gelen veriler aktivasyon fonksiyonunda işlenerek çıkış katmanına iletilir. Perceptron modeli, öğrenme aşamasında doğrusal "VE", "VEYA", "VE DEĞİL" problemlerine çözüm bulabilirken, doğrusal olmayan XOR işlemine çözüm bulamamaktadır (Güler, 2019), (Tuna, 2019), (Yıldırım, 1998).

ADALINE modeli de Perceptron gibi bir adet YSA hücresinden oluşur. Doğrusal problemleri çözebilen, aktivasyon fonksiyonu olarak eşik değeri kullanan bu modelin, Perceptron modelinden farkı ise Delta öğrenme modelini uygulamasıdır (Güler, 2019), (Tuna, 2019), (Yıldırım, 1998).



Şekil 3.5. Tek katmanlı YSA hücresi

Çok katmanlı YSA modellerinin en büyük özelliği bir veya daha fazla sayıda ara katmana sahip olmasıdır. Doğrusal olmayan problemleri tek katmanlı YSA çözemeyince çok katmanlı YSA modeli geliştirilmiştir. Çok katmanlı YSA modelinde ara katman sayısı ve hücre sayısı çözülecek probleme göre değişiklik göstermektedir. Şekil 3.6'da verilmektedir (Güler, 2019), (Tuna, 2019), (Yıldırım, 1998).



Şekil 3.6. Çok katmanlı YSA hücresi

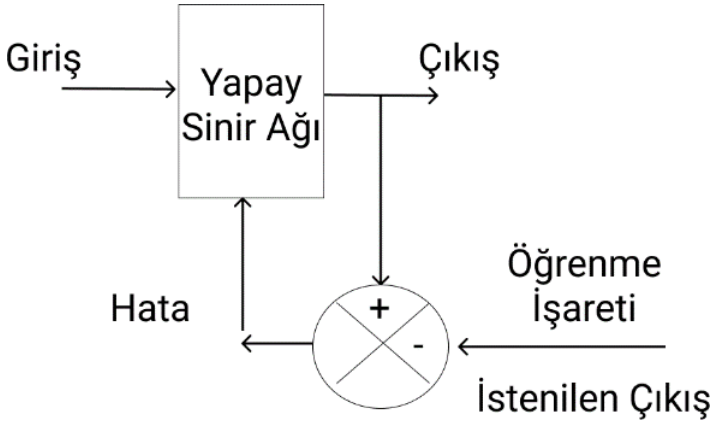
3.1.3. Öğrenme Biçimine Göre Yapay Sinir Ağları

YSA nöronlarının eşik değerinin belirli bir seviyeye gelmesi ile birlikte öğrenme işlemi gerçekleşmektedir. Eğitim aşamasında, ağa verilen öğrenme verileri kullanılarak, hücrelerin birbirleri ile haberleştikleri bağlantı ağırlıkları istenilen değere geldiğinde eğitim tamamlanır (Güler, 2019), (Tuna, 2019).

Öğrenme biçimleri üçe ayrılır. Bunlar;

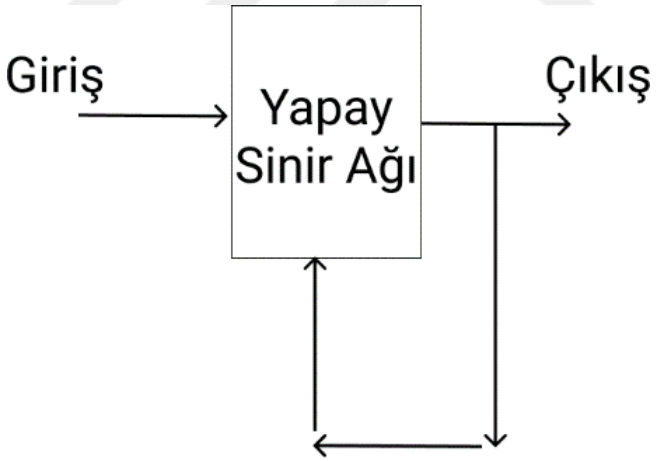
- Danışmanlı öğrenme,
- Danışmansız öğrenme,
- Destekleyici öğrenme

Danışmanlı öğrenmenin en büyük özelliği YSA'ya, istenen çıkış değerleri eğitim aşamasında gösterilerek eğitimin yapılmasıdır. Giriş verisi ağa verilir. Ağ, giriş değerleri ve ağırlıklara bağlı olarak çıkışı ve bir hata oranı üretir. Çıkış katmanında gerçek değerler ile ağın bulduğu sonuçlar karşılaştırılır. Eğer hata oranı istenilen seviyeden büyük ise nöronların ağırlıkları değiştirilerek tekrardan öğrenme işlemi gerçekleştirilir. Hesaplanan hata istenilen seviyeye indiğinde eğitim tamamlanmış olur. Danışmanlı öğrenmeye örnek olarak delta kuralı ve genelleştirilmiş delta kuralı örnek olarak verilebilir. Şekil 3.7'de verilmektedir (Güler, 2019), (Tuna, 2019).



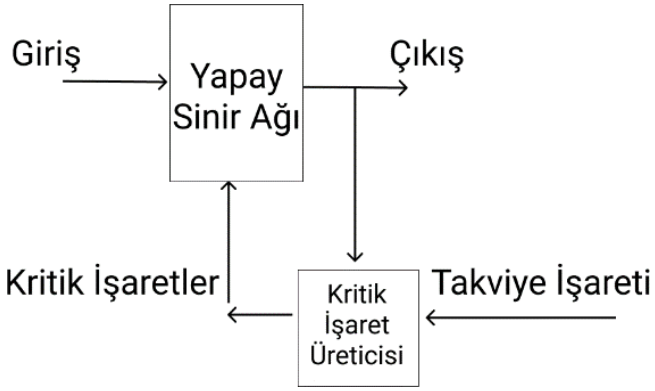
Şekil 3.7. Danışmanlı öğrenme

Danışmansız öğrenmede en büyük özellik, istenilen çıkışın ağa gösterilmemesi ve eğitim aşamasında kullanılmamasıdır. Sadece giriş verileri kullanılarak nöronlar öğrenmeye çalışır. Öğrenme aşamasında giriş verileri arasında benzer olanlar sınıflandırılmaya çalışılır. Test aşamasında ise kullanılan veriler hangi sınıf ile uyuşuyorsa o sınıf üzerinden geçirilerek çıkış üretilir. Şekil 3.8'de verilmektedir (Güler, 2019), (Tuna, 2019).



Şekil 3.8. Danışmansız öğrenme

Danışmanlı ve danışmansız öğrenme türleri bir araya gelerek destekleyici öğrenme türünü oluşturmaktadır. Destekleyici öğrenme türünde sisteme bir öğretici yardım eder. Öğretici, YSA'da gerçek çıkış verisini kullanmak yerine, sistemin ürettiği çıkışa bakarak çıktının doğru veya yanlış olduğunu gösteren bir sinyal gönderir. Sistem gelen bu sinyale bakarak öğrenme aşamasını devam ettirir. Şekil 3.9'da verilmektedir (Güler, 2019), (Tuna, 2019).



Şekil 3.9. Destekleyici öğrenme

3.1.4. Yapay Sinir Ağında Aktivasyon Fonksiyonu

YSA'da doğrusal olmayan bir problemin çözülmesi için aktivasyon fonksiyonuna ihtiyaç duyulur. Aktivasyon fonksiyonu kullanılmayan YSA karmaşık problemlere çözüm bulmak için yetersiz kalacaktır. Tek katmanlı, doğrusal bir probleme çözüm aranıyorsa aktivasyon fonksiyonuna ihtiyaç duyulmaz, ancak çok katmanlı doğrusal olmayan karmaşık modeller için aktivasyon fonksiyonu kullanmak gerekmektedir (Yıldırım, 1998).

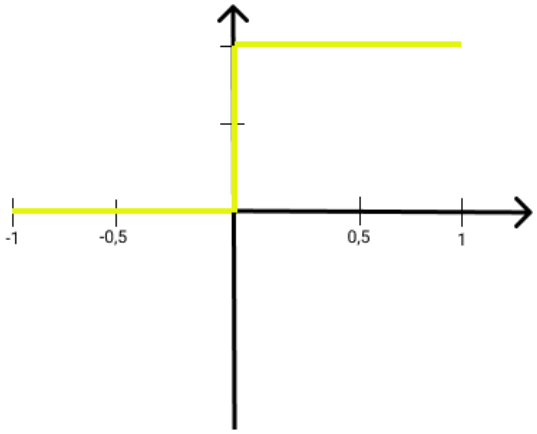
İyi bir aktivasyon fonksiyonunun özellikleri şunlardır;

- Doğrusal olmaması,
- Türevinin alınabilir olması,
- Alt, üst sınırının olması,
- Monoton azalan, artan olması,
- Orjin noktasında kendine yakınsıyor olması

Aktivasyon fonksiyonlarına örnek olarak;

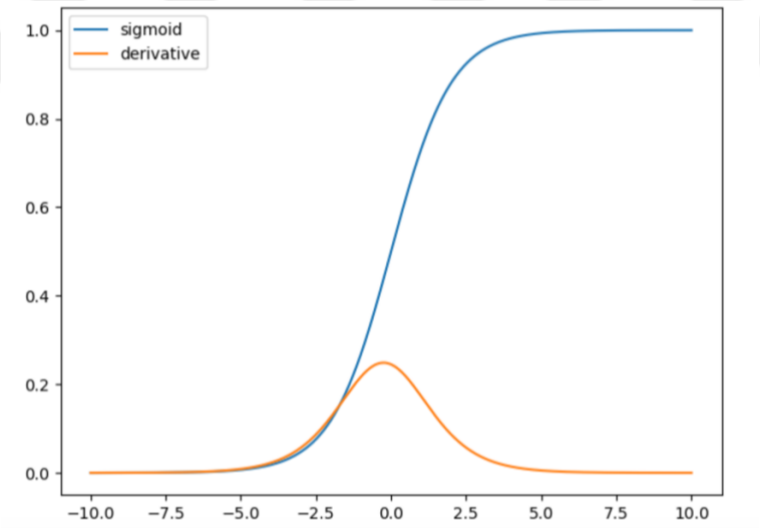
- İkili Basamak (Binary Step) Fonksiyonu,
- Sigmoid Fonksiyon,
- Hiperbolik Tanjant Fonksiyon

İkili basamak fonksiyonu; ikili değer aldığı için ikili gruplandırma yapılacağı zaman kullanılır. Çoklu gruplandırma yapılacaksa kullanılması önerilmez. Gruplandırma yaptığı için çıkış katmanında kullanılır. Türevi sıfır olduğu için ara katmanlarda kullanılmaz. Şekil 3.10'da verilmektedir.



Şekil 3.10. İkili basamak fonksiyonu

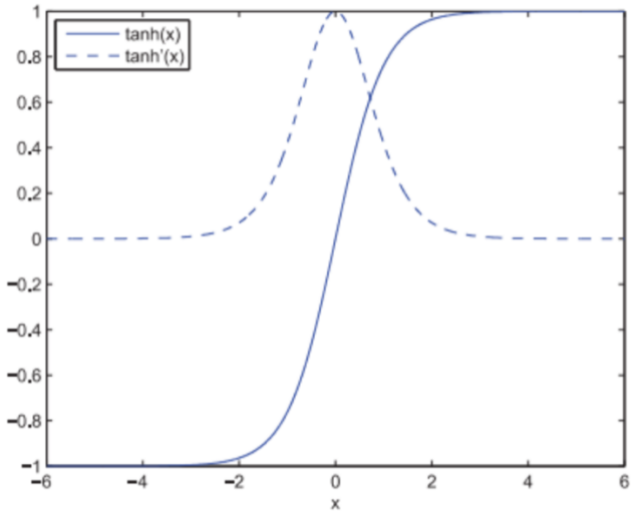
Sigmoid fonksiyonu; en çok kullanılan aktivasyon fonksiyonlarından bir tanesidir. Doğrusal değildir. [0,+1] arasında değer üretir. Sürekli ve türevi alınabilen bir fonksiyondur. Türevi alınabildiği için öğrenme işlemi gerçekleştirir. Türevi sıfıra yakınsadığı için katman sayısı çok olan YSA'da kullanılması tavsiye edilmez. Şekilde 3.11'de verilmektedir.



Şekil 3.11. Sigmoid Fonksiyonu (URL-3)

Hiperbolik tanjant fonksiyonu; Sigmoid fonksiyonuna benzeyen bir yapısı vardır. [-1,+1] aralığında değer alabilmektedir. Bu fonksiyonun türevi Sigmoid fonksiyonuna göre daha diktir ve bu sebep ile Sigmoid fonksiyonuna göre daha fazla değer alır. Daha fazla değer alması, daha hızlı öğrenme ve gruplama işlemi yapabileceği anlamına gelir.

Türevi sıfıra yakınsadığı için katman sayısı çok olan YSA'da kullanılması tavsiye edilmez. Şekil 3.12'de verilmektedir.



Şekil 3.12. Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu (URL-4)

Her aktivasyon fonksiyonunun kendine özgü avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Hangi aktivasyon fonksiyonunun tercih edileceği noktada giriş verisi, öğrenme modeli, ağın derinliği, performans gibi parametreler düşünülerek en uygun aktivasyon fonksiyonu tercih edilmelidir.

3.1.5. Yapay Sinir Ağlarında Temel Öğrenme Yöntemleri

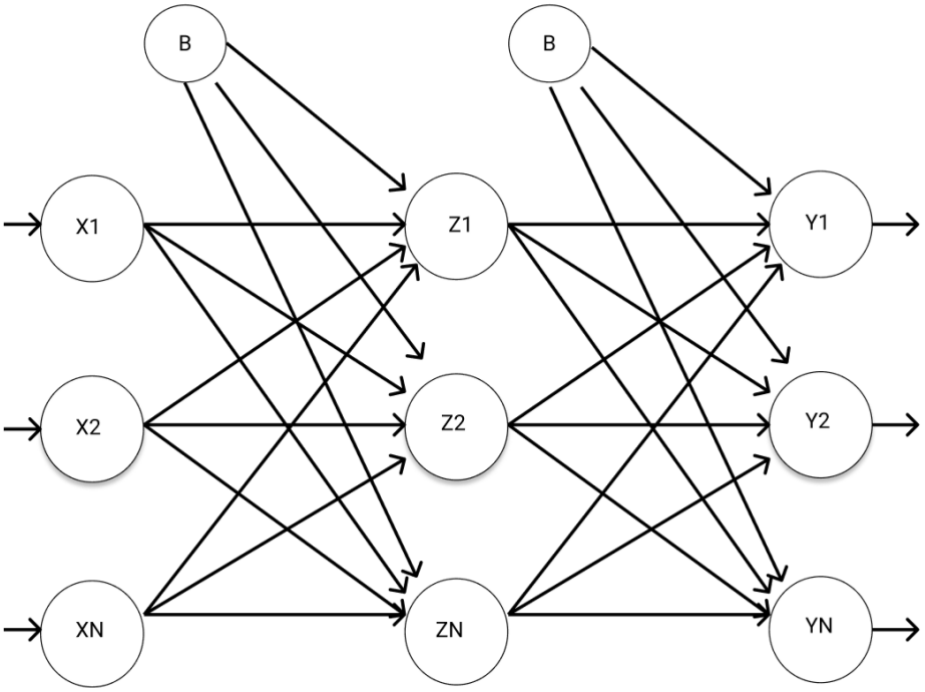
YSA'da eğitim seti verisi, ağa verilirken iki farklı yöntem kullanılır. Bunlar; toplu (batch) ve tekil (online) öğrenme yöntemleridir. Toplu eğitim sırasında, eğitim seti verisi bir seferde ağa verilir. Tekli eğitim setinde ise veri seti ağa birer birer verilir. Tekil öğrenme, lokal minimum bulma ve hızlı yakınsama işlemlerimde, batch öğrenmeye göre daha iyi sonuçlar verir. YSA'da kullanılan birçok algoritma ise sadece toplu öğrenmeyi kullanabilmektedir (Amasyalı, 2014).

3.1.6. Geri Yansıtmalı YSA Modeli

Geri yansıtmalı YSA modeli; karmaşıklık düzeyi yüksek ve giriş-çıkış arasındaki fonksiyonunun oluşturulması zor olan problemleri çözmek için en çok kullanılan YSA modelidir.

Geri yansıtmalı YSA'nın eğitim aşamasında, $(x_1y_1), (x_2y_2), \ldots (x_ky_k)$ gibi k tane eğitim çifti oluşturularak, eğitim setinde kullanılır. X ve Y vektörlerinin birbirleri arasında, $Y=f(X) : X \in R^N$, $Y \in R^M$ şeklinde bir ilişki bulunmaktadır. Öğrenme aşamasında, giriş vektörünün ağırlık matrisinin en uygun değerini YSA öğrenerek bulur (Yıldırım, 1998).

Geri yansıtmalı YSA'da üç farklı katman bulunmaktadır. Bunlar; giriş, ara ve çıkış katmanlarıdır. Şekil 3.13'de verilmektedir.



Şekil 3.13. Geri yansıtmalı YSA

Şekilde X_i ile gösterilen nöronların bulunduğu bölüm giriş katmanı olup, işlevi gelen verileri ara katmana iletmektir. Giriş katmanında transfer fonksiyonu kullanılmaz ve bu katmandaki işlem birimleri bias girişlerine sahip değildir. Z_i ile gösterilen nöronların bulunduğu bölüm ise ara katmandır, gizli katman da denilir. Tasarlanan YSA modeline göre ara katmanda, katman sayısı artabilir. Giriş katmanından gelen verileri veya kendinden bir önceki ara katmandan gelen verileri, bir sonraki ara katmana veya çıkış katmanına iletir. Ara katmanda işlem birimleri transfer fonksiyonuna sahiptirler. Y_i ile gösterilen nöronların bulunduğu bölüm ise çıkış katmanıdır. Çıkış katmanı işlem birimleri de transfer fonksiyonlarına sahiptirler (Yıldırım, 1998).

Geri yansıtmalı YSA algoritmasında hatayı minimum seviyeye indirmek için eğim azaltma (gradient descent) metodu kullanılır. Literatürde diğer bir ismi ise en dik iniş metodudur. Geri yansıtmalı YSA'da, eğitim aşamasının temelini oluşturur. Hatayı minimize etmek için birinci türev kullanılmaktadır. Eğim azaltma metodu ile birlikte hata fonksiyonu olarak en küçük kareler ortalaması fonksiyonu kullanılır. Hata fonksiyonun birinci türevi alındıktan sonra eğitim ve bias değerleri güncellenir.

3.1.7. Geri Yansıtmalı YSA Modeli Eğitim Algoritması

Algoritmada, eğitim seti olarak kullanılan veriler ağ üzerinde ağırlık yenileme işlemi yapar ve bütün eğitim çiftleri bitene kadar süreç devam eder. Toplam hata, istenilen seviyenin üstünde ise eğitim setindeki bütün veriler tekrar algoritmaya verilir. Buradaki amaç eğitim setinin, girişe karşılık gelen çıkışı öğrenmesi ve hatanın minimum seviyeye ulaşabilmesidir. Hata değeri azalmayıp arttığında ise ağ genelleme yeteneğini kaybeder ve eğitim durdurulur (Yıldırım, 1998).

Aşağıda sigmoid fonksiyonu kullanılarak anlatılan eğitim algoritması bulunmaktadır;
1. Adım: Başlangıç değerleri ağırlıklara verilir.
2. Adım: Durma işlem yoksa 3. Adım ile 10. Adım arası tekrarlanır.
3. Adım: Eğitim çifti için 4. Adım ile 9. Adım arası tekrarlanır.
4. Adım: Giriş katmanı işlem birimleri giriş verisini alır ve gizli katmana gönderir.
5. Adım: Denklem (2.1)'de gizli katman işlem birimleri, bias değeri de dahil, ağırlıklandırılmış giriş verilerini toplar. Denklem (2.2)'de toplanan veri çıkış verisini üretmek için transfer fonksiyonundan geçirilir ve çıkış katmanına gönderir.

$$Z_net(p,j) = \sum_{i=0}^{n} W(j,i)\ X(j,i) \tag{3.1}$$

$$Z(p,j) = f(z_net(p,j)) \tag{3.2}$$

6. Adım: Denklem (3.3)'te çıkış katmanında bulunan işlem birimleri ağırlıklandırılmış verileri toplar. Denklem (3.4)'de çıkış verisi transfer fonksiyonundan geçirilir.

$$Y_net(p,k) = \sum_{j=0}^{r} W(k,j)\ Z(p,j) \tag{3.3}$$

$$Y(p,k) = f(y_net(p,k)) \tag{3.4}$$

7. Adım: Denklem (3.5)'de çıkış katmanında bulunan neoronların çıkış değeri ile gerçekte istenen çıkış değeri karşılaştırılarak hata hesaplanır.

$$\delta_{pk} = (d_{pk} - Y_{pk}) f^{l}(Y_net_{pk}) \quad (3.5)$$

Denklem (3.6)'da çıkış katmanında ağırlık değişimi tekrar hesaplanarak W(k,j) ağırlığının yenilenebilmesi sağlanır. δ_{pk}'de bir önceki ara katmana gönderilir.

$$\Delta W(k,j) = \mu \delta_{pk} Z_{pj} \quad (3.6)$$

8. Adım: Denklem (3.7)'de ara katmanlarda bulunan işlem birimi için hata oranı hesaplanır.

$$\delta_{pj} = f^{l}(z_net_{pj}) \sum_{k} \delta_{pk} W_{kj} \quad (3.7)$$

Denklem (3.8)'de W(j,i) ağırlığının yenilenebilmesi için değişim terimleri hesaplanır.

$$\Delta W(j,i) = \mu \delta_{ji} Z_{i} \quad (3.8)$$

9. Adım: Denklem (3.9)'da çıkış katmanında bulunan her bir işlem biriminin ağırlıkları ve biası yenilenir.

$$W_{kj}(t+1) = W_{kj}(t) + \Delta W_{kj} \quad (3.9)$$

Denklem (3.10)'da ara katmanlarda bulunan her bir işlem biriminin ağırlıkları ve biası yenilenir.

$$W_{ji}(t+1) = W_{ji}(t) + \Delta W_{ji} \quad (3.10)$$

10. Adım: İşlem durdurulur.

3.2. Korelasyon Katsayısı ve Analizi

Korelasyon katsayısı ve analizi, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin hesaplanması ve bu ilişkinin önemini, derecesini ve büyüklüğünü göstermek için kullanılan matematiksel bir formüldür. Küçük 'r' harfi ile sembol edilir. [-1, +1] aralığında değer alır. Korelasyon katsayısı -1'e yakın ise negatif yönde kuvvetli, +1'e

yakın ise pozitif yönde kuvvetli bir ilişki olduğunu gösterir. Korelasyon katsayısı sıfıra yakın bir değer alırsa zayıf bir ilişki olduğunu gösterir (Kayhan, 2008).

X ve Y ile sembolize edilen iki değişkenin, Korelasyon katsayısı formülü Denklem (3.11)'de verilmiştir (URL-5);

$$r = \frac{\sum(XY) - (\sum X)(\sum Y) / n}{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2 /n)\,(\sum Y^2 - (\sum Y)^2 /n)}} \tag{3.11}$$

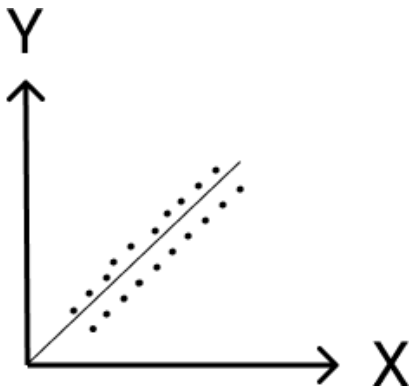
Formülde yer alan X değeri X serisinin ortalaması, Y değeri Y serisinin ortalaması, n değeri ise gözlem sayısını ifade etmektedir.

[-1, +1] aralığında değer alan bir korelasyon katsayının ilişki düzeyi şöyle açıklanabilir;

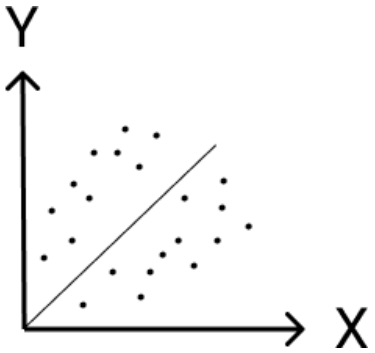
- (-0,2 < r < 0) ve (0 < r < 0,2) aralığında ise çok zayıf ilişki,
- (-0,4 < r < -0,2) ve (0,2 < r < 0,4) aralığında ise zayıf ilişki,
- (-0,6 < r < -0,4) ve (0,4 < r < 0,6) aralığında ise orta ilişki,
- (-0,8 < r < -0,6) ve (0,6 < r < 0,8) aralığında ise yüksek ilişki,
- (-1,0 < r < -0,8) ve (0,8 < r < 1,0) aralığında ise çok yüksek ilişki.

Korelasyon katsayısının sıfır çıkması veya sıfıra yakın olması iki değişkenin aralarında direkt olarak doğrusal bir ilişki olmadığını gösterir fakat bu iki değişken arasında ikinci dereceden veya üstel bir ilişki olabilir (Kayhan, 2008).

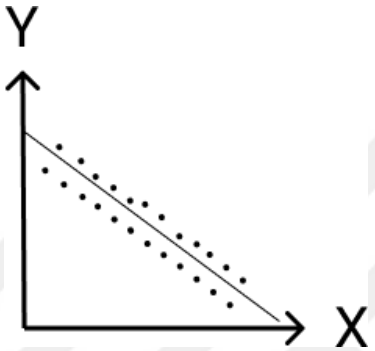
Korelasyon katsayısının güçlü, zayıf, pozitif ve negatif yönlü ilişkileri gösteren grafikler Şekil 3.14-3.18'de verilmektedir.



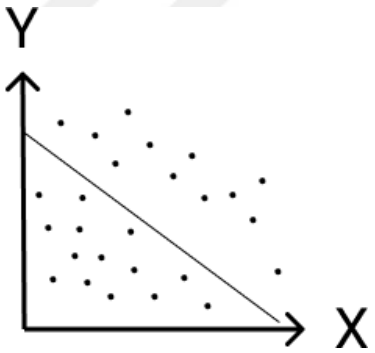
Şekil 3.14. Pozitif güçlü korelasyon



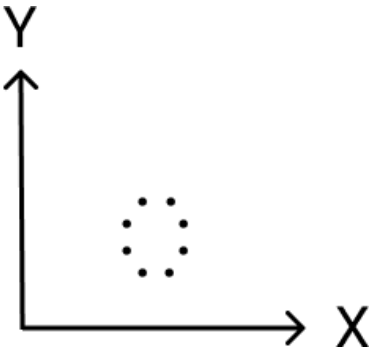
Şekil 3.15. Pozitif zayıf korelasyon



Şekil 3.16 Negatif güçlü korelasyon



Şekil 3.17. Negatif zayıf korelasyon



Şekil 3.18. Korelasyon yok

3.3. Zaman Serisi

Gözlem veya deney çalışmalarının bir zaman aralığında aldığı sonuçların kronolojik olarak sıralanmasına zaman serisi denir. Zaman serileri deterministik fonksiyon değildir. Üzerinde çalışılan bir parametrenin belirli bir zaman aralığında aldığı değerlere olasılıksal süreç olarak bakılıp, incelenmesi gerekmektedir. Bir parametreden sürekli olarak değer alınabiliyor ve kaydedilebiliyorsa sürekli zaman serisi, belirli aralıklar ile değer alınabiliyor ve kaydediliyorsa kesikli zaman serisi olarak adlandırılır (Tuna, 2019).

Zaman serileri;

- Trend dalgalanma,
- Mevsimsel dalgalanma,
- Konjonktürel dalgalanma,
- Rassal dalgalanma olmak üzere dört farklı bileşenden oluşabilir.

Trend dalgalanma; uzun vadede bir artış veya düşüş söz konusu olduğu zaman bir trend çizgisi oluşur. Trend çizgisi her zaman doğrusal olmayabilir. Bazı durumlarda artan bir eğilimden azalan bir eğilime veya tam tersi azalan bir eğilimden artan bir eğilime doğru gidebilir (Tuna, 2019).

Mevsimsel dalgalanma; haftanın günleri, yılın mevsimleri veya aylarında belirli bir döngü oluşturan zaman aralığında meydana gelmektedir (Tuna, 2019).

Konjonktürel dalgalanma; mevsimsel olmayan ve bir nedene bağlı olarak oluşmaktadır. Bu dalgalanma genellikle mevsimsel dalgalanma ile karıştırılır. Ekonomik sebeplerden meydana gelir. Sabit olmayan periyotlardan oluşur (Tuna, 2019).

Rassal dalgalanma; herhangi bir formül ile açıklanamayan dalgalanmadır. Otokorelasyonsuz dizilerdir (Tuna, 2019).

Zaman serilerinde gözlenen değerler birbirleri ile ilişki olduğu için geçmiş zaman içerisindeki veriler değerlendirilerek gelecek dönemler için tahmin yapılabilir. Zaman serilerini analiz etmek için iki farklı sınıflandırma yapılabilir (URL-5). Bu sınıflandırmalar;

- Zaman bazlı,
- Frekans bazlı olarak yapılır.

Zaman bazlı sınıflandırma yöntemleri üçe ayrılır. Bunlar;

- Otoregresyon (AR) model,
- Hareketli ortalama (MA) model,
- ARMA model olarak üç farklı yöntem olarak sınıflandırılır.

3.3.1. Otoregresyon Model

Otoregresyon model; AR modeli olarak bilinir. Kendi regresyonuna dayalı modellerdir. Regresyon analizinde kullanılan bazı yöntemler düzenlenerek zaman serilerinde kullanılmaya başlanmıştır. Durağan olması koşullara bağlıdır ve kontrol edilmesi gereklidir. Her zaman tersinir özelliğe sahiptir. AR modelinin Denklem (3.12)'de gösterilmiştir (Tuna, 2009), (Taş ve diğ., 2018), (Abdioğlu ve Harman, 2020), (Çağlayan ve Dağoğlu, 2008), (Soytaş ve Ünal, 2009).

$$X_t = C + \sum_{i=n-p}^{n-1} \alpha_i \, Y_{n-i} \tag{3.12}$$

$\alpha_1 ..... \alpha_p$ modelin parametrelerini, C sabit terimi sembolize eder. C sabit terimi genelde ihmal edilir.

3.3.2. Hareketli Ortalama Model

Hareketli ortalama model; MA modeli olarak bilinir. Bu modelin tahmin edilebilmesi için AR modeli gibi yazılması gereklidir. MA modelinin tersinir özelliğinin olması gereklidir çünkü MA modeli her zaman durağandır ve durağanlık tersinirlik koşuluna bağlıdır. MA modelinin Denklem (3.13)'te gösterilmiştir (Tuna, 2009), (Taş ve diğ., 2018), (Abdioğlu ve Harman, 2020), (Çağlayan ve Dağoğlu, 2008), (Soytaş ve Ünal, 2009).

$$Y_n = \beta_0 + \sum_{i=n-q}^{n-1} \beta_i \, W_{n-i} \tag{3.13}$$

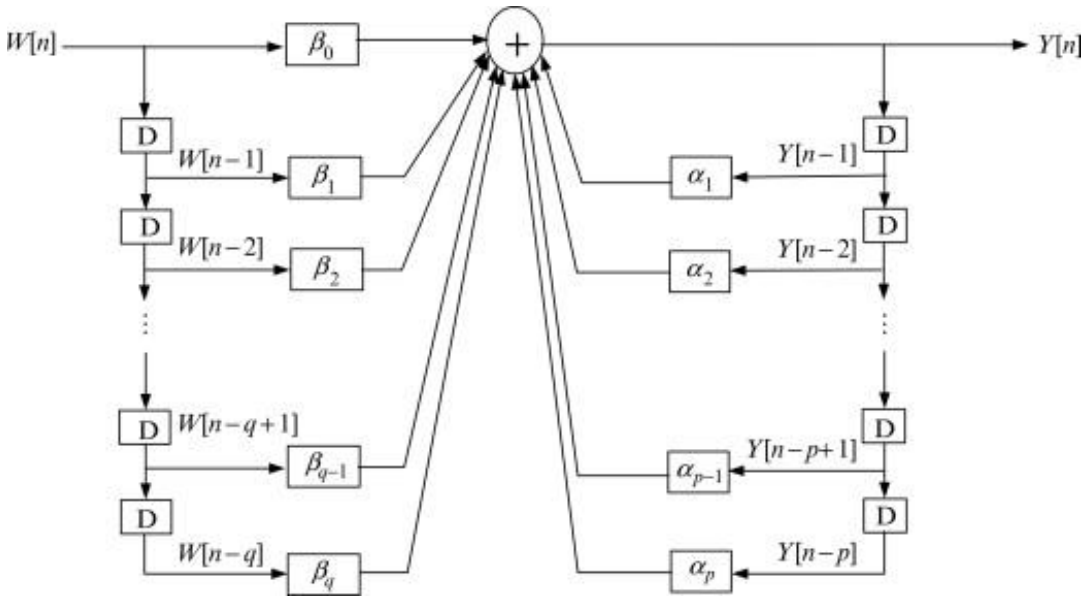
β_i..... β_p modelin parametrelerini temsil eder. MA modelinde herhangi bir andaki zaman noktasında zaman serisinin değeri (W_n), q kadar önceki bir zaman noktasında yapılan hataların (β_{n-q}) ağırlıklı olarak birleştirilmesidir.

3.3.3. ARMA Model

ARMA model (Şekil 3.19); AR ve MA modellerinin birleşimidir. ARMA modeli olarak bilinir. Zaman serilerinin otokorelasyon kullanımı üzerine oluşturulmuştur. Otokorelasyon varsa kullanılabilir. Zaman serisinin trend ve mevsimsel dalgalanmadan arındırılmış olması gerekir. Serinin durağan olmasına dikkat edilmelidir. ARMA modelinin formülü Denklem (3.14)'de gösterilmiştir (Tuna, 2009), (Taş ve diğ., 2018), (Abdioğlu ve Harman, 2020), (Çağlayan ve Dağoğlu, 2008), (Soytaş ve Ünal, 2009).

$$Y_n = \beta_0 + \sum_{i=n-p}^{n-1} \alpha_i \, Y_{n-i} + \sum_{i=n-q}^{n-1} \beta_i \, W_{n-i} \qquad (3.14)$$

ARMA modelinde ilk önce p ve q değerleri verilir. Bu iki değerin küçük değerler verilmesi önerilir. Değerler verildikten sonra model en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilir.



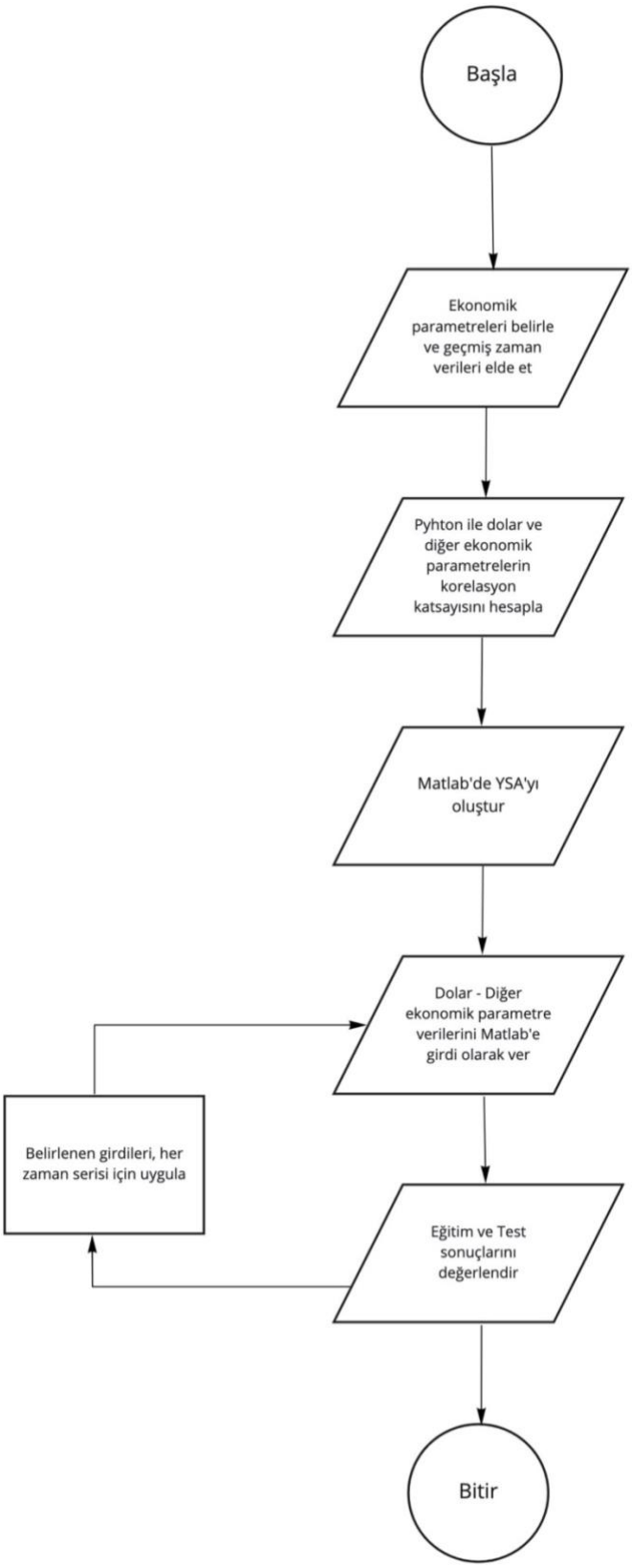
Şekil 3.19. ARMA modeli şekli

4. YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANARAK DÖVİZ TAHMİNİ UYGULAMASI

II. Dünya savaşı ile birlikte çok hızlı bir şekilde gelişen bilgisayar bilimleri ve yapay zeka teknolojileri, insanların ve toplumların problemlerine çözüm bulmak için çalışmaktadır. Yapay zeka ve alt dalları ile geliştirilen sistemler, yazılımlar birçok alanda kritik problemlere ve sorunlara farklı çözümler önermiştir. Yapay zekanın finans alanındaki problemleri de çözebileceği düşünülmüş ve konu ile ilgili farklı çalışmaların literatürde yer aldığı görülmüştür.

Tez çalışması kapsamında yapay zekanın alt dallarından birisi ola YSA kullanılarak finansal bir problem olan döviz kuru tahmini yapılmaya çalışılmıştır. Uygulama kısmı hayata geçirilirken ilk önce, dolar ile ilişkili olabilecek finansal araçlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Literatür taraması ile birlikte, finans alanında çalışmalarını sürdüren ekonomistlerin yorumları incelenerek tespit işlemi yapılmıştır. Dolar ile ilişkili olduğu düşünülen 10 ekonomik parametre belirlenmiştir. Belirlenen parametrelerin geçmiş zamandaki verileri https://tr.investing.com/ sitesi üzerinden elde edilmiştir. Elde edilen veriler üç farklı zaman dilimi şeklinde gruplandırılmıştır. Bunlar; kısa, orta ve uzun vadedir. Kısa vade son 60 güne ait piyasa günlük kapanış verileridir. Orta vade son 1 yıl içerisindeki 52 haftanın Cuma günlerine ait piyasa kapanış verileridir. Uzun vade son 5 yılın her ayın son günündeki piyasa kapanış verileridir.

Tez çalışması kapsamında hayata geçirilen uygulamanın akış diyagramı Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Uygulama akış diyagramı

4.1. Dolar ile Diğer Ekonomik Parametrelerin Korelasyonları

Zaman gruplarına göre ayrılan ekonomik parametre verilerinin, her biri için dolar ile korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısı hesaplanırken Python programlama dili kullanılmıştır.

Tablo 4.1. Dolar ile ilişkili olabilecek ekonomik parametrelerin korelasyon katsayıları

Dolar	**Kısa**	**Orta**	**Uzun**
Dolar - USD 10 Yıllık Tahvil	-0,82	-0,57	-0,47
Dolar - BIST100	-0,84	0,30	0,58
Dolar - Ons Altın	-0,16	0,80	0,77
Dolar - TR 2 Yıllık Tahvil	-0,45	0,67	-
Dolar - TR 2 Yıllık USD Tahvil	0,88	0,57	-
Dolar - Dolar Endeksi	0,47	-0,69	-0,05
Dolar - Brend Petrol	-0,87	-0,31	-0,04
Dolar - Gram Altın	0,89	0,96	0,95
Dolar - Vix – CBOE	-0,26	-0,04	0,59
Dolar - TR 5 Yıllık CDS	0,03	0,07	0,32

Hesaplanan korelasyon katsayıları sonuçları incelendiğinde; kısa vade zaman dilimi içerisinde Dolar ile USD 10 yıllık tahvil, BIST100 ve Brend petrol ile negatif yönlü çok yüksek korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. TR 2 yıllık USD tahvil ve gram altın ile pozitif yönlü çok yüksek korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. Dolar endeksi ile pozitif yönlü orta korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. TR 2 yıllık tahvil ile negatif yönlü orta korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. Vix-CBOE ile negatif yönlü zayıf ilişkisi olduğu görülmektedir. TR 5 Yıllık CDS ve Ons altın ile çok zayıf korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir.

Orta vade zaman dilimi içerisinde doların, Ons altın ve gram altın ile pozitif yönlü çok yüksek korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. Dolar endeksi ile negatif yönlü yüksek korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. TR 2 yıllık tahvil ile pozitif yönlü yüksek korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. USD 10 yıllık tahvil ile negatif yönlü orta korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. TR 2 yıllık USD tahvil ile pozitif yönlü orta korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. Brend petrol ile negatif yönlü zayıf korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. BIST100 ile pozitif yönlü zayıf korelasyon

ilişkisi olduğu görülmektedir. Vix-CBOE ile negatif, TR 5 yıllık CDS ile pozitif yönlü çok zayıf korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir.

Uzun vade zaman dilimi içerisinde doların, gram altın ile pozitif yönlü çok yüksek korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. Ons altın ile pozitif yönlü yüksek korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. USD 10 yıllık tahvil ile negatif yönlü orta korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. BIST100 ve Vix-CBOE ile pozitif yönlü orta korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. TR 5 yıllık CDS ile pozitif yönlü zayıf korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. Dolar endeksi ve Brend Petrol ile negatif yönlü çok zayıf korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir.

Pozitif yönlü korelasyon ilişkilerde dolar artarken, diğer ekonomik finans parametre verisi artmaktadır. Dolar azalırken diğer ekonomik finans parametre verisi azalmaktadır. Negatif yönlü korelasyon ilişkilerde dolar artarken, diğer ekonomik finans parametre verisi tam tersi yönde azalmaktadır. Dolar azalırken diğer ekonomik finans parametre verisi tam tersi yönde artmaktadır.

Elde edilen korelasyon sonuçlarına göre, ilgili ekonomik parametreye ait veriler dolar ile beraber YSA'ya verildiğinde, dolar ile çok yüksek veya yüksek korelasyon ilişkisi olan parametrelerin daha doğru tahmin sonucu, çok düşük veya düşük korelasyon ilişkisi olan parametrelerin daha az doğrulukta tahmin sonucu üretmesi beklenmektedir.

4.2. YSA'nın Oluşturulması ve Sonuçlarının İncelenmesi

4.2.1. YSA Aracının Belirlenmesi ve Giriş Katmanına Verilecek Verilerin Hazırlanması

YSA'nın oluşturulması, tasarlanması ve çalıştırılmasında MATLAB YSA aracı kullanılmıştır. MATLAB YSA yardımcı aracının en iyi sonucu verebilmesi için gerekli denemeler ve çalışmalar yapılmıştır.

İlk yapılan denemede giriş katmanı, tek gizli katman ve çıkış katmanı olmak üzere basit bir ağ tasarlanmıştır, fakat başarılı tahminler yapılamamıştır. Daha sonra yapılan deneme ile birlikte giriş katmanı, çok katlı gizli katman ve çıkış katmanından oluşan çok katmanlı daha karmaşık bir ağ tasarlanmıştır. Gizli katman sayısı belirlenirken de

denemeler yapılmıştır. İki adet gizli katman ve her bir gizli katmanda iki sinir hücresi ile tasarlanan YSA en başarılı tahmin sonuçlarını vermiştir. Çok katmanlı YSA'da, model olarak geri beslemeli YSA tercih edilmiştir. YSA'da öğrenme biçimi olarak danışmanlı öğrenme tercih edilmiştir.

Kısa vade Dolar ve BIST100 verilerinden oluşturulan, YSA'nın giriş katmanına zaman serisi verileri olarak verilmesi planlanan eğitim çiftleri örnek olarak Tablo 4.2'de verilmektedir. Bu şekilde, 60 gün için 55 adet eğitim çifti üretilmiştir. Bunların 50 tanesi eğitim için, 5 tanesi de test verisi olarak kullanılmıştır.

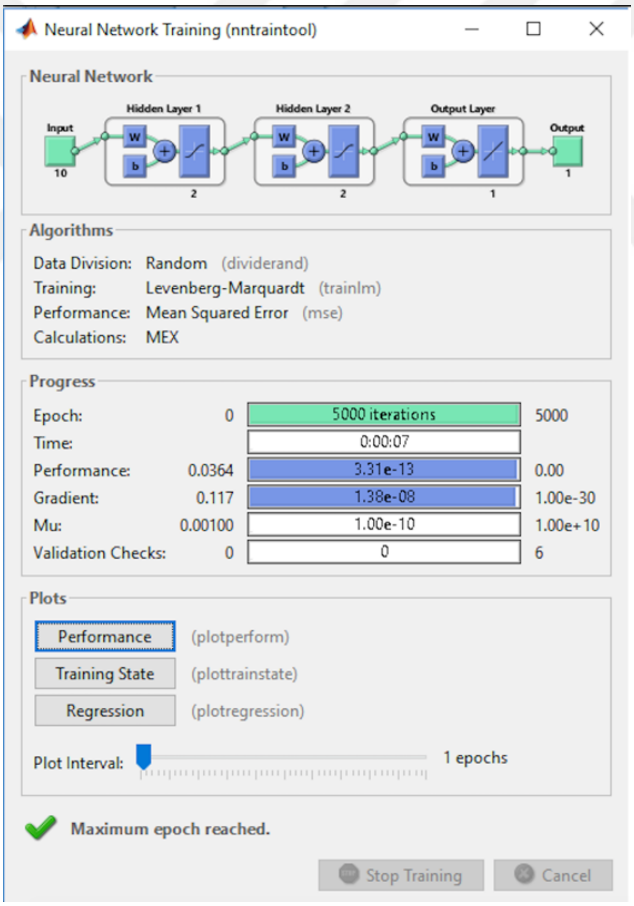
Tablo 4.2. Zaman serisi verilerinin YSA'ya giriş olarak verilmesi

	Giriş verisi (ARMA parametreleri)		**Çıkış verisi**	
1. eğitim çifti (X_1,Y_1)	1.gün dolar verisi	7,0528	6.gün dolar verisi	7,1570
	2.gün dolar verisi	7,0581		
	3.gün dolar verisi	7,0671		
	4.gün dolar verisi	7,0488		
	5.gün dolar verisi	7,1333		
	1.gün BIST100 verisi	1547,11		
	2.gün BIST100 verisi	1544,05		
	3.gün BIST100 verisi	1534,91		
	4.gün BIST100 verisi	1527,17		
	5.gün BIST100 verisi	1534,9		
2. eğitim çifti (X_2,Y_2)	2. gün dolar verisi	7,0581	7.gün dolar verisi	7,1917
	3.gün dolar verisi	7,0671		
	4.gün dolar verisi	7,0488		
	5.gün dolar verisi	7,1333		
	6.gün dolar verisi	7,1570		
	2.gün BIST100 verisi	1544,05		
	3.gün BIST100 verisi	1534,91		
	4.gün BIST100 verisi	1527,17		
	5.gün BIST100 verisi	1534,9		
	6.gün BIST100 verisi	1533,55		
3. eğitim çifti (X_3,Y_3)	3. gün dolar verisi	7,0671	8.gün dolar verisi	7,1883
	4.gün dolar verisi	7,0488		
	5.gün dolar verisi	7,1333		
	6.gün dolar verisi	7,157		
	7.gün dolar verisi	7,1917		
	3.gün BIST100 verisi	1534,91		
	4.gün BIST100 verisi	1527,17		
	5.gün BIST100 verisi	1534,9		
	6.gün BIST100 verisi	1533,55		
	7.gün BIST100 verisi	1511,43		

Oluşturulan çok katmanlı geri beslemeli YSA'nın eğitim aşamasında, giriş-çıkış eğitim veri çiftleri sıralı olmaksızın, karışık bir sırada verilmektedir. Test aşamasında, eğitimde kullanılmayan 5 günün verisi belirli bir sıra olmaksızın karışık bir sırada YSA'ya verilerek test edilir. Test sonuçları gerçek değerler ile karşılaştırılarak ne kadar doğru tahmin yapılabildiği saptanır.

4.2.2. En Yüksek Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Kısa Vade Dolar Tahmin Sonuçları

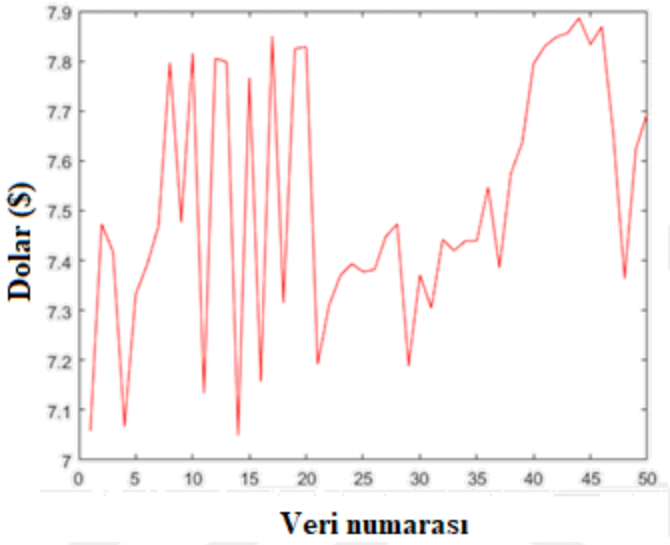
Kısa vadede doların en yüksek ilişkili olduğu ekonomik parametre Tablo 4.1'de görüldüğü üzere TR 2 yıllık USD tahvildir. Şekil 4.2'de YSA eğitim parametreleri görülmektedir.



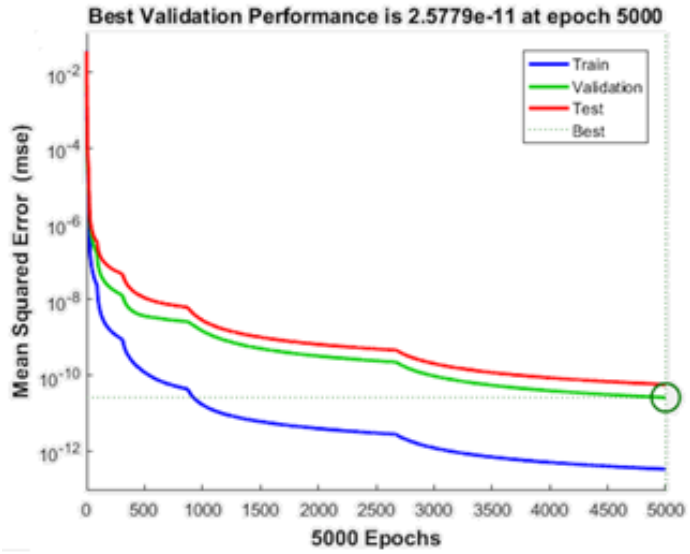
Şekil 4.2. Dolar ve TR 2 yıllık USD tahvil verileri kullanan YSA'nın eğitim parametreleri

Dolar ve TR 2 yıllık USD tahvil verileri batch modda kullanılarak YSA'da 5000 iterasyon yapılmış olup, eğitim sonucunda dolar ve TR 2 yıllık USD tahvil grafiği Şekil

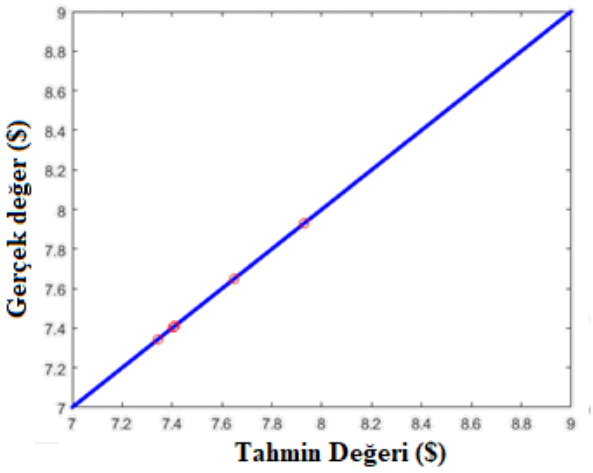
4.3'teki gibi elde edilmiştir. Şekilde görüleceği üzere gerçek veriler ile tahmin verileri üst üste örtüşmüştür. Eğitim sonucunda ortalama karesel hata (MSE) $2{,}5779 \times 10^{-11}$ olarak belirlenmiş olup oldukça başarılı bulunmuştur (Şekil 4.4). Eğitim sonucunda elde edilen performansı görebilmek için, test verisi olarak ayrılan 5 giriş-çıkış çiftinin hata grafiği Şekil 4.5'de görülmektedir. Test verisi sonuçları da YSA ile yapılan tahmin işleminin oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.3. Dolar ve TR 2 yıllık USD tahvil eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri



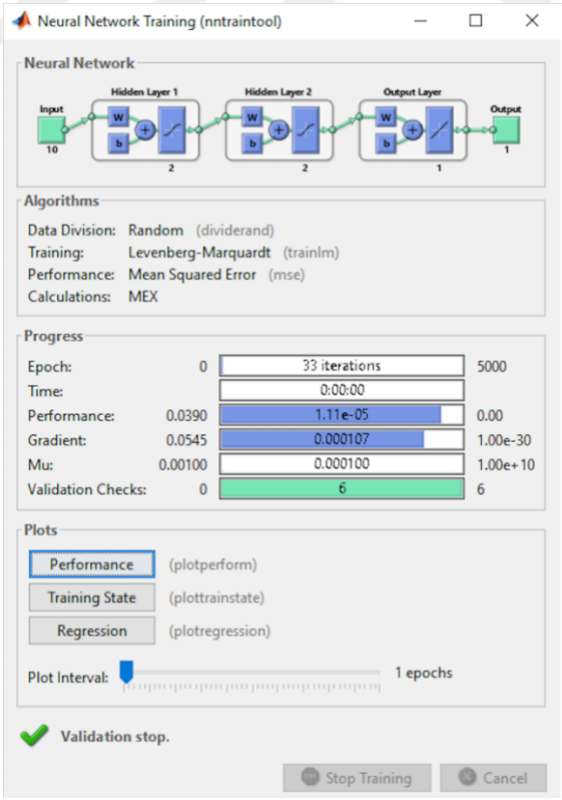
Şekil 4.4. Dolar ve TR 2 yıllık USD tahvil eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata



Şekil 4.5. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması

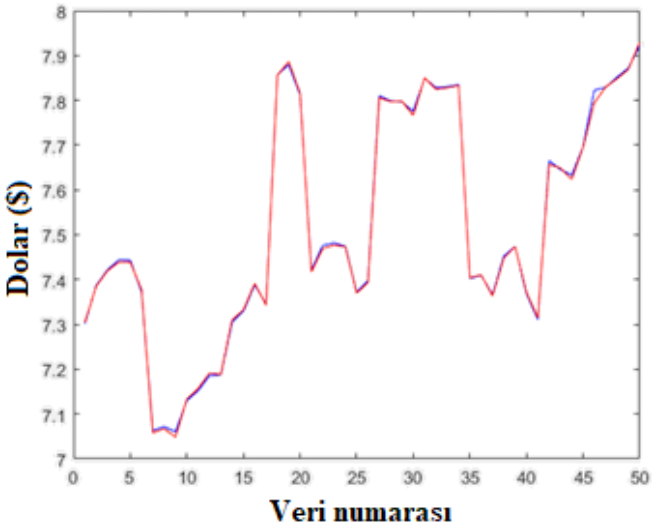
4.2.3. En Düşük Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Kısa Vade Dolar Tahmin Sonuçları

Kısa vadede doların en düşük ilişkili olduğu ekonomik parametre Tablo 4.1'de görüldüğü üzere TR CDS 5 yıllık değeridir. Şekil 4.6'da YSA eğitim parametreleri görülmektedir.

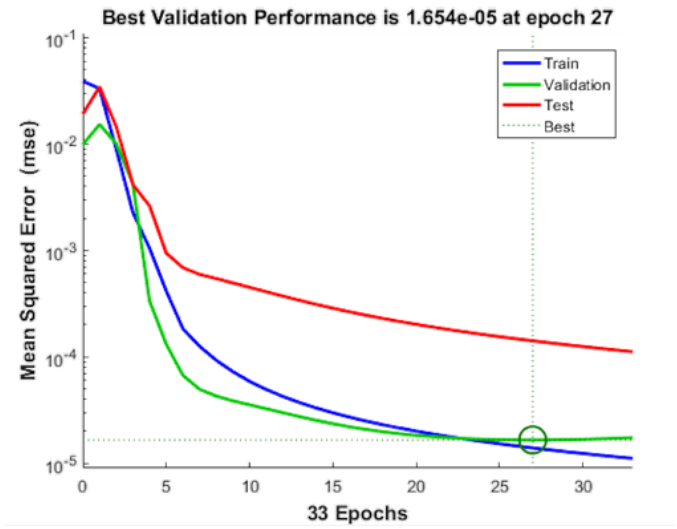


Şekil 4.6. Dolar ve TR 5 yıllık CDS kullanan YSA'nın eğitim parametreleri

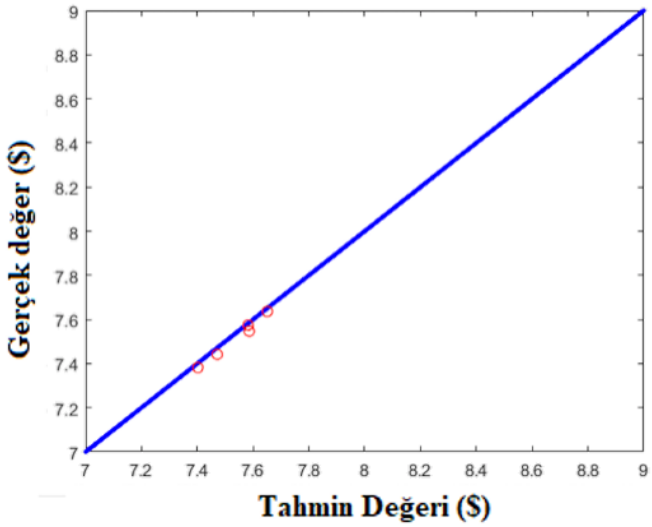
Dolar ve TR CDS 5 yıllık verileri batch modda kullanılarak YSA'da 33 iterasyon yapılmış olup, eğitim sonucunda dolar ve TR CDS 5 yıllık grafiği Şekil 4.7'deki gibi elde edilmiştir. Şekilde de görüleceği üzere gerçek veriler ile tahmin verileri örtüşmemiştir. Eğitim sonucunda ortalama karesel hata (MSE) $1{,}654 \times 10^{-5}$ olarak belirlenmiş olup başarısız bulunmuştur (Şekil 4.8). Eğitim sonucunda elde edilen performansı görebilmek için, test verisi olarak ayrılan 5 giriş-çıkış çiftinin hata grafiği Şekil 4.9'da görülmektedir. Test verisi sonuçları da YSA ile yapılan tahmin işleminin, bir önceki bölümdeki yüksek ilişkili ekonomik parametre ile yapılan tahmin sonuçlarına göre başarısız olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.7. Dolar ve TR 5 yıllık CDS eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri



Şekil 4.8. Dolar ve TR 5 yıllık CDS eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata



Şekil 4.9. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması

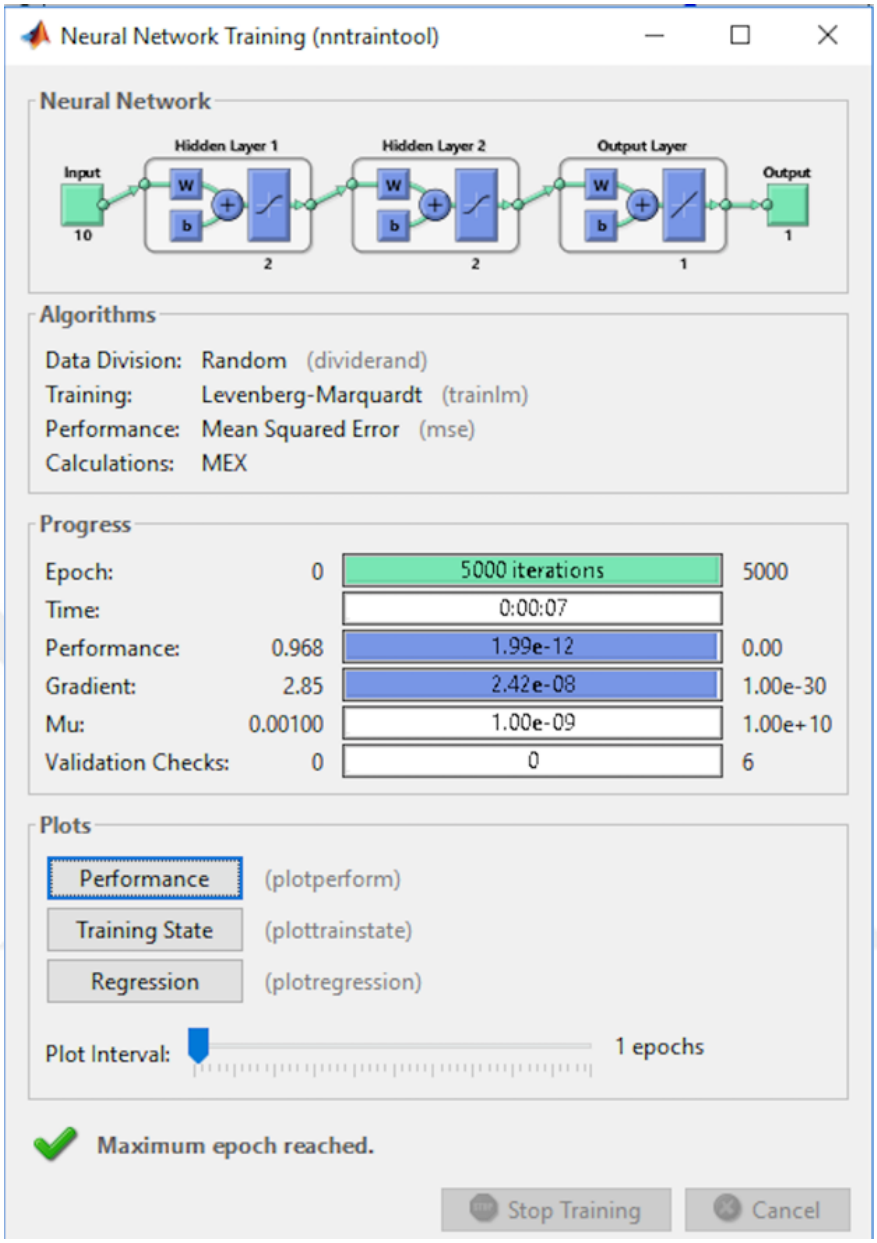
Tablo 4.3'te, kısa vadede dolar ve diğer ekonomik parametreler ile yapılan eğitimlerin test sonucunda, doların gerçek ve tahmin değerleri gösterilmektedir. Tabloya göre en iyi tahmin doların yüksek korelasyonlu olduğu TR 2 yıllık USD tahvilinde gerçekleşmiştir.

Tablo 4.3. Kısa vade gerçek ve tahmin test verileri

VADE	Dolar ile Birlikte YSA'ya Girdi Olarak Verilen Ekonomik Parametreler	Dolar Tahmin Edilen Değerler ve Dolar Gerçek Değerler Karşılaştırılması				
		1.Test Verisi Gerçek / Tahmin	2.Test Verisi Gerçek/Tahmin	3.Test Verisi Gerçek/Tahmin	4.Test Verisi Gerçek/Tahmin	5.Test Verisi Gerçek/Tahmin
Kısa	Petrol	7,8864/7,8864	7,8284/7,8284	7,3934/7,3934	7,8691/7,8691	7,9297/7,9297
	Ons Altın	7,7973/7,7973	7,7665/7,7665	7,3323/7,3323	7,3918/7,3918	7,7981/7,7981
	BIST100	7,7973/7,7973	7,7665/7,7665	7,8332/7,8332	7,8562/7,8562	7,6239/7,6239
	USD Endeks	7,8055/7,8055	7,4768/7,4768	7,7981/7,7981	7,3324/7,3324	7,3918/7,3918
	CBOE-VIX	7,1883/7,1883	7,3099/7,3099	7,3324/7,3324	7,4392/7,4392	7,8156/7,8156
	TR 2 Yıllık Tahvil	7,4482/7,4482	7,4482/7,4482	7,3713/7,3713	7,3149/7,3149	7,3047/7,3047
	TR 2 Yıllık USD Tahvil	7,9297/7,9297	7,3429/7,3429	7,4040/7,4040	7,6491/7,6491	7,4106/7,4106
	TR CDS 5 Yıllık	7,3815/7,4017	7,4416/7,4716	7,5470/7,4862	7,5747/7,5820	7,6361/7,6510
	Gram Altın	-	-	-	-	-
	ABD 10 Yıllık Tahvil	7,8332/7,8332	7,8055/7,8055	7,7665/7,7665	7,9297/7,9297	7,8248/7,8248

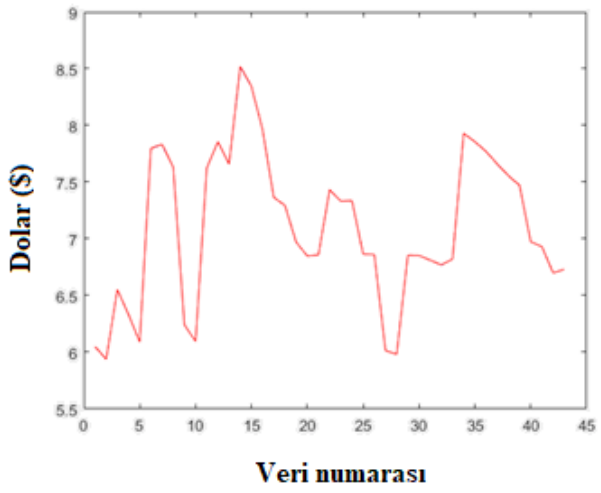
4.2.4. En Yüksek Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Orta Vade Dolar Tahmin Sonuçları

Orta vadede doların en yüksek ilişkili olduğu ekonomik parametre Tablo 4.1'de görüldüğü üzere Ons altındır. Şekil 4.10'da YSA eğitim parametreleri görülmektedir.

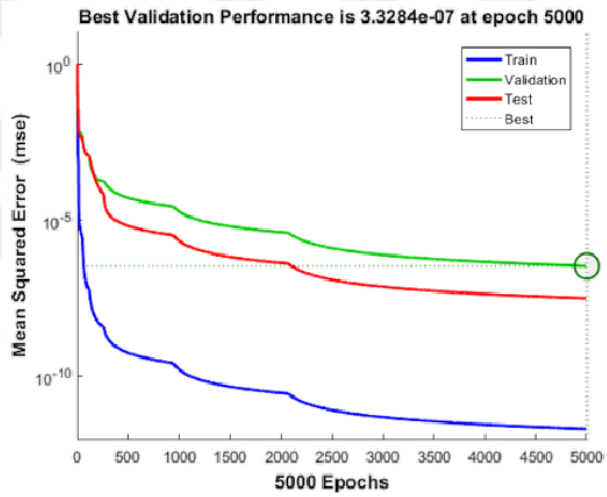


Şekil 4.10. Dolar ve Ons altın verileri kullanan YSA'nın eğitim parametreleri

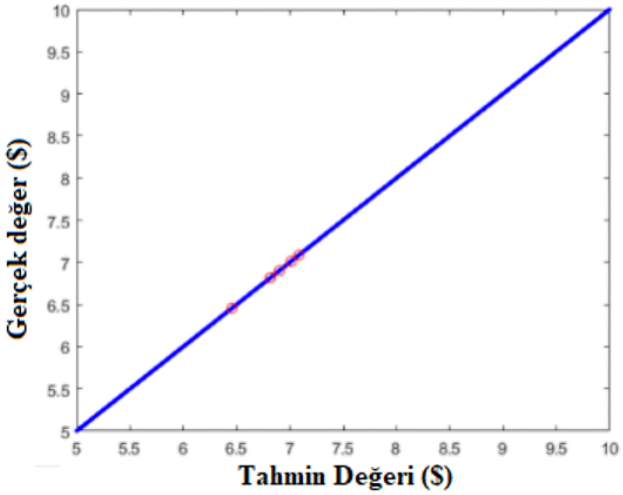
Dolar ve Ons altın verileri batch modda kullanılarak YSA'da 5000 iterasyon yapılmış olup, eğitim sonucunda dolar ve Ons altın grafiği Şekil 4.11'deki gibi elde edilmiştir. Şekilde de görüleceği üzere gerçek veriler ile tahmin verileri üst üste örtüşmüştür. Eğitim sonucunda ortalama karesel hata (MSE) $2{,}3284 \times 10^{-7}$ olarak belirlenmiş olup başarılı bulunmuştur (Şekil 4.12). Eğitim sonucunda elde edilen performansı görebilmek için, test verisi olarak ayrılan 5 giriş-çıkış çiftinin hata grafiği Şekil 4.13'te görülmektedir. Test verisi sonuçları da YSA ile yapılan tahmin işleminin başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.11. Dolar-Ons altın eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri



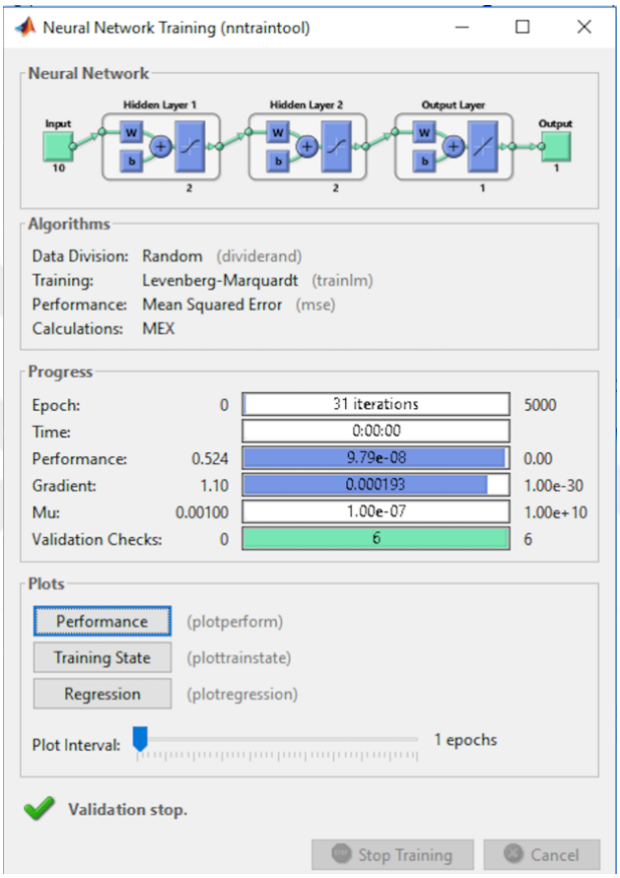
Şekil 4.12. Dolar-Ons altın eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata



Şekil 4.13. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması

4.2.5. En Düşük Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Orta Vade Dolar Tahmin Sonuçları

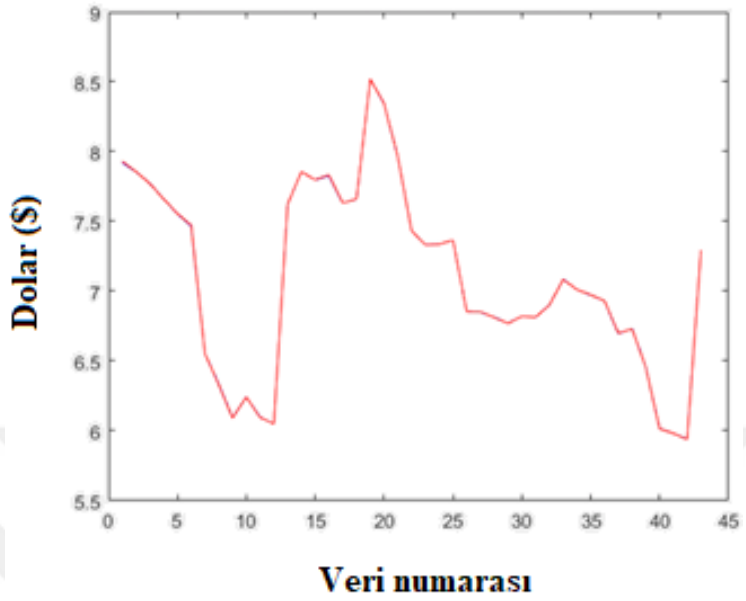
Orta vadede doların en düşük ilişkili olduğu ekonomik parametre Tablo 4.1'de görüldüğü üzere Vix-CBOE değeridir. Şekil 4.14'te YSA eğitim parametreleri görülmektedir.



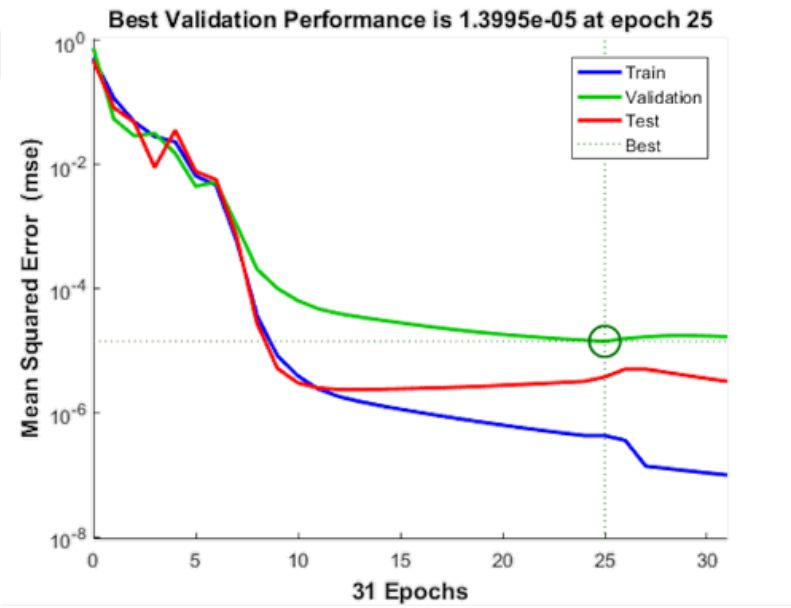
Şekil 4.14. Dolar ve Vix-CBOE kullanan YSA'nın eğitim parametreleri

Dolar ve Vix-CBOE verileri batch modda kullanılarak YSA'da 31 iterasyon yapılmış olup, eğitim sonucunda dolar ve Vix-CBOE grafiği Şekil 4.15'deki gibi elde edilmiştir. Şekilde de görüleceği üzere gerçek veriler ile tahmin verilerinin örtüşmediği noktalar bulunmaktadır. Eğitim sonucunda ortalama karesel hata (MSE) 1,3995x 10^{-5} olarak belirlenmiş olup başarısız bulunmuştur (Şekil 4.16). Eğitim sonucunda elde edilen performansı görebilmek için, test verisi olarak ayrılan 5 giriş-çıkış çiftinin hata grafiği Şekil 4.17'de görülmektedir. Test verisi sonuçları da YSA ile yapılan tahmin işleminin,

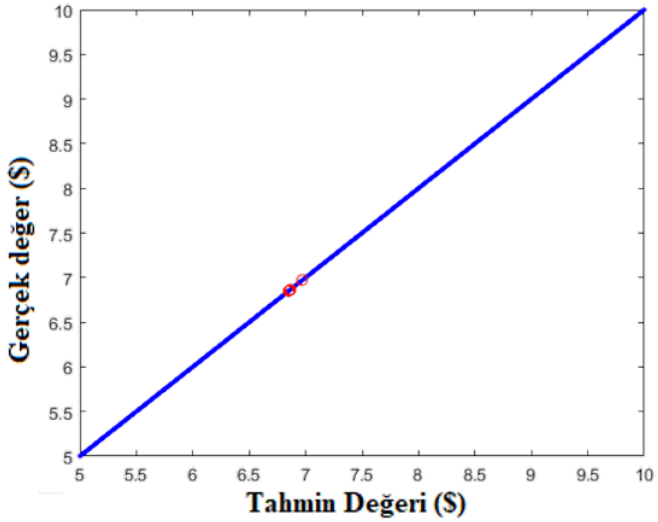
bir önceki bölümdeki orta vadede yüksek ilişkili ekonomik parametre ile yapılan tahmin sonuçlarına göre başarısız olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.15. Dolar ve Vix-CBOE eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri



Şekil 4.16. Dolar ve Vix-CBOE eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata



Şekil 4.17. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması

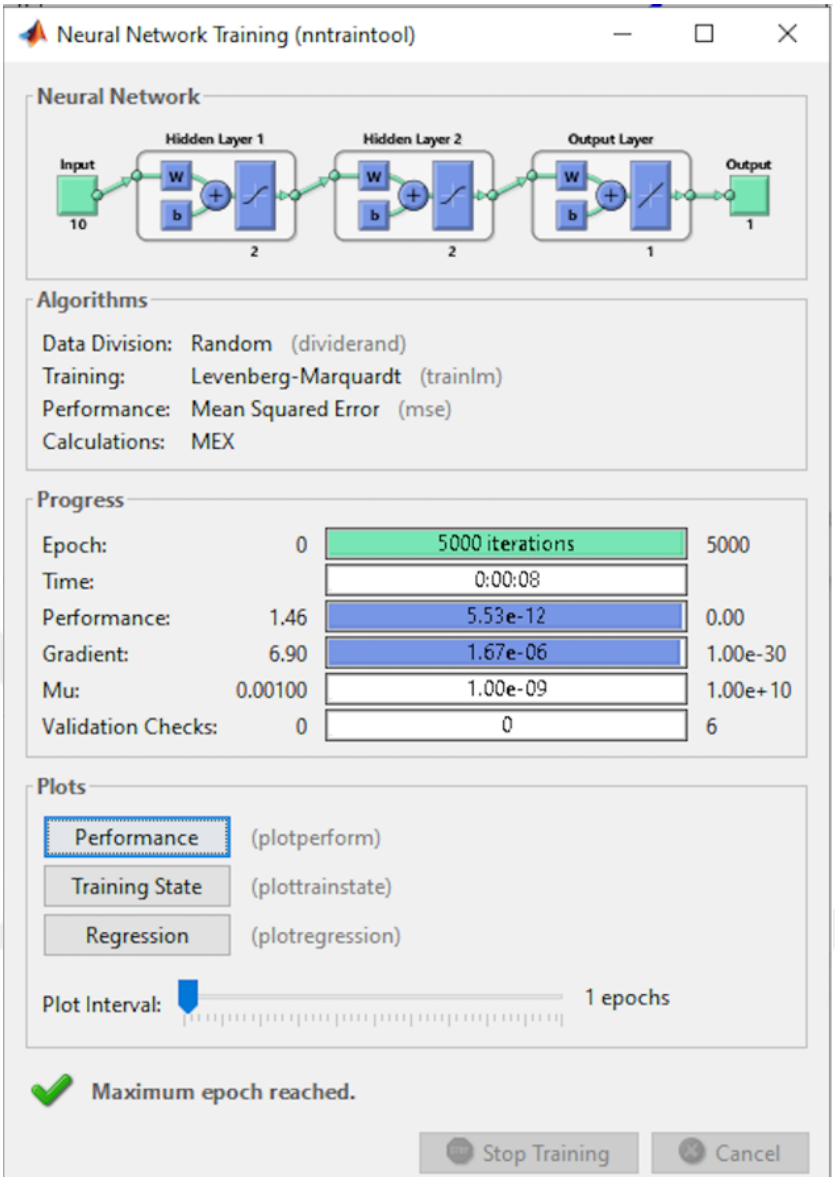
Tablo 4.4'te, orta vadede dolar ve diğer ekonomik parametreler ile yapılan eğitimlerin test sonucunda, doların gerçek ve tahmin değerleri gösterilmektedir. Tabloya göre en iyi tahmin doların yüksek korelasyonlu olduğu Ons altında gerçekleşmiştir.

Tablo 4.4. Orta vade gerçek ve tahmin test verileri

VADE	Dolar ile Birlikte YSA'ya Girdi Olarak Verilen Ekonomik Parametreler	Dolar Tahmin Edilen Değerler ve Dolar Gerçek Değerler Karşılaştırılması				
		1.Test Verisi Gerçek / Tahmin	2.Test Verisi Gerçek/Tahmin	3.Test Verisi Gerçek/Tahmin	4.Test Verisi Gerçek/Tahmin	5.Test Verisi Gerçek/Tahmin
Orta	Petrol	7,6602/7,6231	7,9610/7,9046	7,9304/7,9067	8,5200/8,3575	8,3448/8,2101
	Ons Altın	6,4550/6,4550	6,8147/6,8147	6,9012/6,9012	7,0840/7,0840	7,0120/7,0120
	BIST100	7,7708/7,7708	7,6607/7,6607	7,5563/7,5563	7,9304/7,9304	7,4724/7,4724
	USD Endeks	7,6239/7,6239	7,9304/7,9304	7,2941/7,2941	6,8202/6,8202	6,5525/6,5525
	CBOE-VIX	6,9720/6,9686	6,8484/6,8477	6,8587/6,8562	6,8658/6,8661	6,8623/6,8614
	TR 2 Yıllık Tahvil	7,9304/7,9304	7,4724/7,4724	7,2941/7,2941	6,8623/6,8623	6,8202/6,8202
	TR 2 Yıllık USD Tahvil	7,6323/7,6275	7,4724/7,4725	6,8623/6,8624	6,0505/6,0505	6,9742/6,9741
	TR CDS 5 Yıllık	6,9720/6,9143	6,8484/6,8311	7,3365/7,3730	7,3664/7,4303	7,2941/7,3026
	Gram Altın	-	-	-	-	-
	ABD 10 Yıllık Tahvil	6,9720/6,9720	6,8484/6,8484	6,8587/6,8587	6,8658/6,8658	6,8623/6,8623

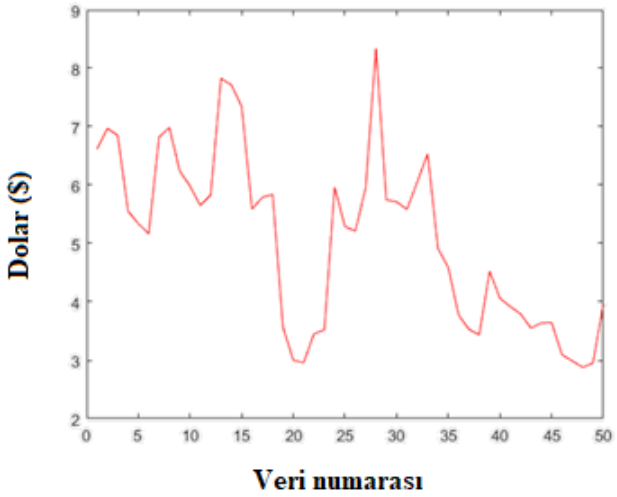
4.2.6. En Yüksek Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Uzun Vade Dolar Tahmin Sonuçları

Uzun vadede doların en yüksek ilişkili olduğu ekonomik parametre Tablo 4.1'de görüldüğü üzere Ons altındır. Şekil 4.18'de YSA eğitim parametreleri görülmektedir.

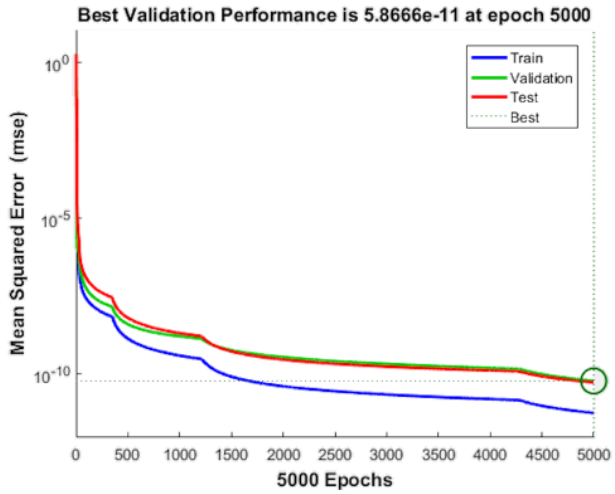


Şekil 4.18. Dolar ve Ons altın verileri kullanan YSA'nın eğitim parametreleri

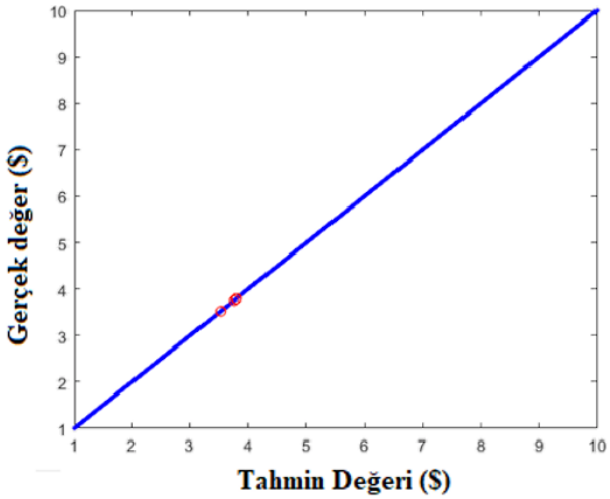
Dolar ve Ons altın verileri batch modda kullanılarak YSA'da 5000 iterasyon yapılmış olup, eğitim sonucunda dolar ve Ons altın grafiği Şekil 4.19'daki gibi elde edilmiştir. Şekilde de görüleceği üzere gerçek veriler ile tahmin verileri üst üste örtüşmüştür. Eğitim sonucunda ortalama karesel hata (MSE) $5{,}8666 \times 10^{-11}$ olarak belirlenmiş olup oldukça başarılı bulunmuştur (Şekil 4.20). Eğitim sonucunda elde edilen performansı görebilmek için, test verisi olarak ayrılan 5 giriş-çıkış çiftinin hata grafiği Şekil 4.21'de görülmektedir. Test verisi sonuçları da YSA ile yapılan tahmin işleminin oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.19. Dolar ve Ons altın eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri



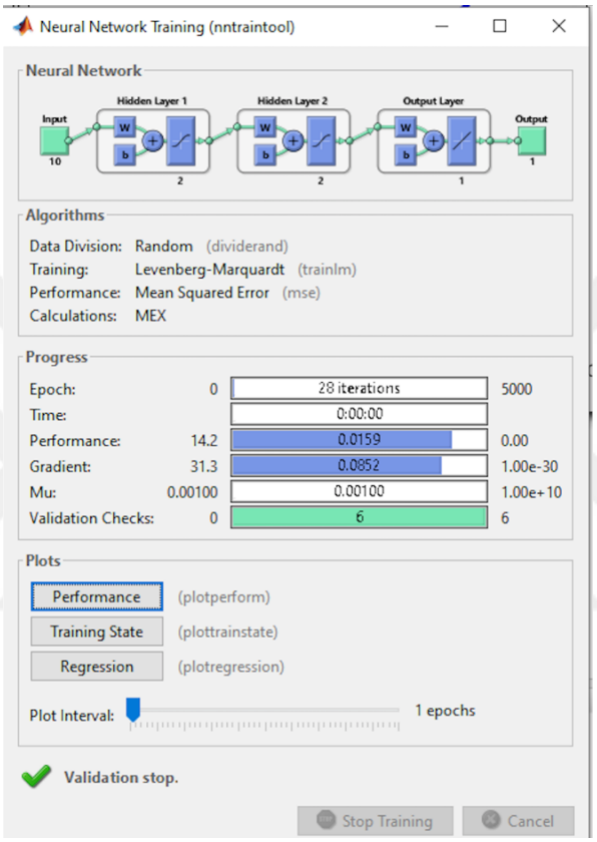
Şekil 4.20. Dolar ve Ons altın eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata



Şekil 4.21. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması

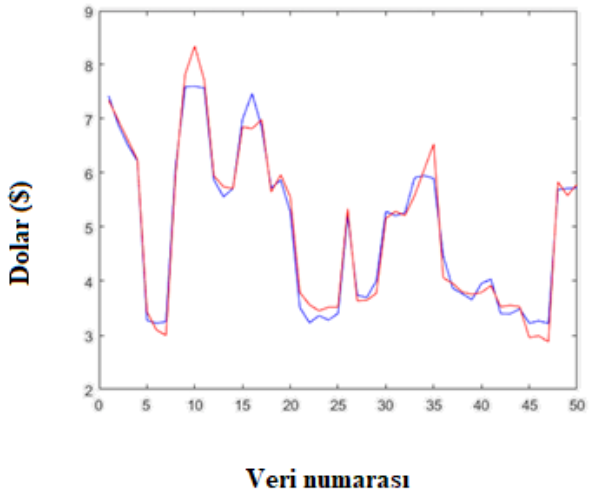
4.2.7. En Düşük Korelasyonlu Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Uzun Vade Dolar Tahmin Sonuçları

Uzun vadede doların en düşük ilişkili olduğu ekonomik parametre Tablo 4.1'de görüldüğü üzere Brend petrol değeridir. Şekil 4.22'de YSA eğitim parametreleri görülmektedir.

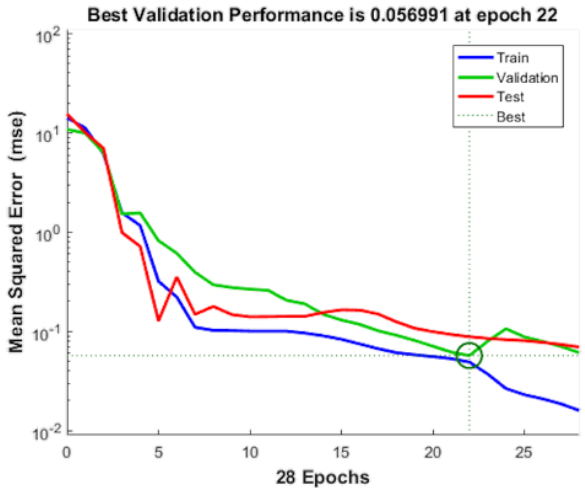


Şekil 4.22. Dolar ve Brend petrol kullanan YSA'nın eğitim parametreleri

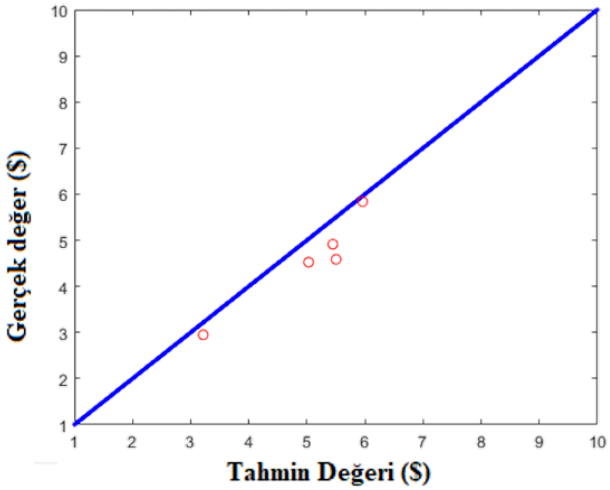
Dolar ve Brend petrol verileri batch modda kullanılarak YSA'da 28 iterasyon yapılmış olup, eğitim sonucunda dolar ve Brend petrol grafiği Şekil 4.23'teki gibi elde edilmiştir. Şekilde de görüleceği üzere gerçek veriler ile tahmin verileri örtüşmemiştir. Eğitim sonucunda ortalama karesel hata (MSE) 0,0569 olarak belirlenmiş olup çok başarısız bulunmuştur (Şekil 4.24). Eğitim sonucunda elde edilen performansı görebilmek için, test verisi olarak ayrılan 5 giriş-çıkış çiftinin hata grafiği Şekil 4.25'de görülmektedir. Test verisi sonuçları da YSA ile yapılan tahmin işleminin, bir önceki bölümdeki yüksek ilişkili ekonomik parametre ile yapılan tahmin sonuçlarına göre çok başarısız olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.23. Dolar ve Brend petrol eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri



Şekil 4.24. Dolar ve Brend petrol eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata



Şekil 4.25. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması

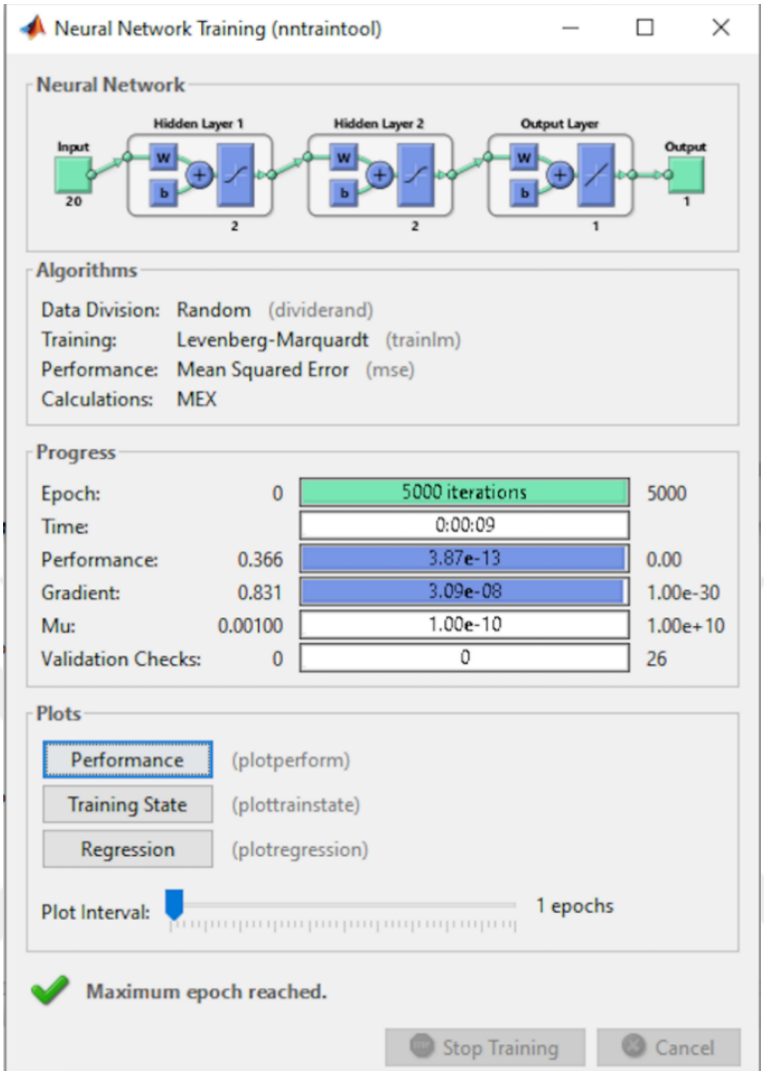
Tablo 4.5'de, kısa vadede dolar ve diğer ekonomik parametreler ile yapılan eğitimlerin test sonucunda, doların gerçek ve tahmin değerleri gösterilmektedir. Tabloya göre en iyi tahmin doların yüksek korelasyonlu olduğu TR 2 yıllık USD tahvilinde gerçekleşmiştir.

Tablo 4.5. Uzun vade gerçek ve tahmin test verileri

VADE	Dolar ile Birlikte YSA'ya Girdi Olarak Verilen Ekonomik Parametreler	Dolar Tahmin Edilen Değerler ve Dolar Gerçek Değerler Karşılaştırılması				
		1.Test Verisi Gerçek / Tahmin	2.Test Verisi Gerçek/Tahmin	3.Test Verisi Gerçek/Tahmin	4.Test Verisi Gerçek/Tahmin	5.Test Verisi Gerçek/Tahmin
Uzun	Petrol	4,9142/5,4456	4,5872/5,5031	4,5245/5,0288	5,8382/5,9587	2,9495/3,2159
	Ons Altın	3,7988/3,7988	3,7555/3,7555	3,5212/3,5212	3,5270/3,5270	3,7900/3,7900
	BIST100	3,7900/3,7901	3,9190/3,9190	2,9992/2,9992	2,9495/2,9494	3,4527/3,4527
	USD Endeks	3,5193/5,7190	2,9580/5,7190	6,5380/5,7170	4,9142/5,7157	3,4370/5,7192
	CBOE-VIX	3,5193/3,5193	5,9489/5,9388	5,7470/5,7469	3,5212/3,5212	2,9580/2,9580
	TR 2 Yıllık Tahvil	-	-	-	-	-
	TR 2 Yıllık USD Tahvil	-	-	-	-	-
	TR CDS 5 Yıllık	6,5380/6,5379	3,4370/3,4370	3,0939/3,0939	4,9142/4,9145	2,9883/2,9883
	Gram Altın	-	-	-	-	-
	ABD 10 Yıllık Tahvil	6,9864/6,9866	7,7157/7,7157	3,4527/3,4526	3,5193/3,5193	3,4370/3,4371

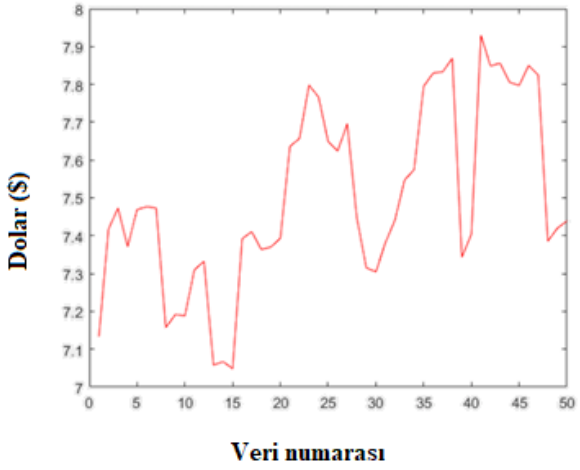
4.2.8. En Yüksek Korelasyonlu Üç Ekonomik Parametre Kullanılarak YSA ile Kısa Vade Dolar Tahmin Sonuçları

Kısa vadede doların en yüksek ilişkili olduğu üç ekonomik parametre Tablo 4.1'de görüldüğü üzere TR 2 yıllık USD tahvil, Brend petrol ve BİST100'dür. Şekil 4.26'da Bu üç parametre ve dolar birlikte kullanılarak oluşturulan YSA eğitim parametreleri görülmektedir.

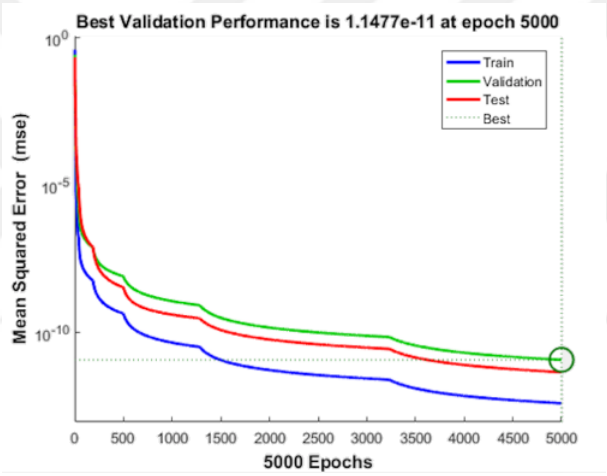


Şekil 4.26. Dolar, TR 2 yıllık USD tahvil, Brend petrol ve BİST100 verileri kullanan YSA'nın eğitim parametreleri

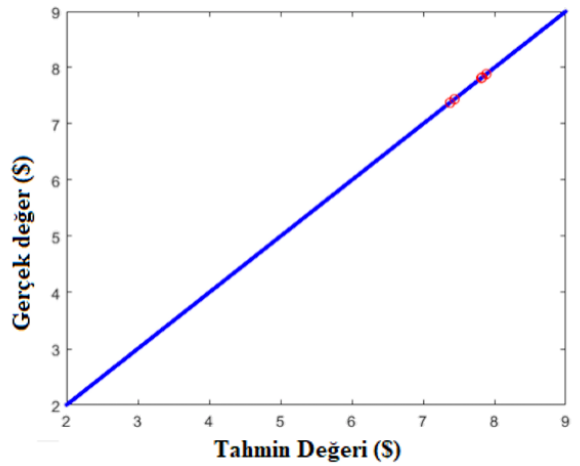
Dolar, TR 2 yıllık USD tahvil, Brend petrol ve BİST100 verileri batch modda kullanılarak YSA'da 5000 iterasyon yapılmış olup, eğitim sonucunda dolar ve TR 2 yıllık USD tahvil grafiği Şekil 4.27'deki gibi elde edilmiştir. Şekilde de görüleceği üzere gerçek veriler ile tahmin verileri üst üste örtüşmüştür. Eğitim sonucunda ortalama karesel hata (MSE) $1{,}1477 \times 10^{-11}$ olarak belirlenmiş olup tek ekonomik parametreli YSA eğitimlerinden daha başarılı bulunmuştur (Şekil 4.28). Eğitim sonucunda elde edilen performansı görebilmek için, test verisi olarak ayrılan 5 giriş-çıkış çiftinin hata grafiği Şekil 4.29'da görülmektedir. Test verisi sonuçları da YSA ile yapılan tahmin işleminin oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.27. Dolar, TR 2 yıllık USD tahvil, Brend petrol ve BİST100 eğitimi sonucu gerçek ve tahmin değerleri



Şekil 4.28. Dolar, TR 2 yıllık USD tahvil, Brend petrol ve BİST100 eğitimi sonucu oluşan ortalama karesel hata



Şekil 4.29. Test verileri kullanılarak gerçek ve tahmin karşılaştırması

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kişilerin ve şirketlerin hayatlarını devam ettirebilmeleri için üretim, tüketim ve ticaret gibi etkinliklerde bulunmalarının yanı sıra varlıklarını da koruyabilmeleri gerekmektedir. Ellerindeki varlıkları döviz, hisse senedi, altın, gayrimenkul, bono/tahvil, vadeli mevduat vb. yatırım araçları kullanarak arttırmak ister. Bu sebeple, yatırım yapan kişi yatırım aracının gelecekte ne değer alacağını kestirebilmek ister.

Yatırım aracının gelecek değer tahmini için kullanılan birçok finansal yöntem ve indikatör bulunmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte klasik finansal yöntemler yerini bilgisayarlara ve yapay zeka teknolojilerine bırakmıştır. Yapay zeka teknikleri kullanılarak yapılan tahminler artık çok daha doğru sonuçlar vermektedir.

Tez çalışması kapsamında, yapay zeka tekniklerinden biri olan yapay sinir ağları kullanılarak yatırım araçlarının gelecek tahmini yapılmıştır. Yatırım aracı olarak dünya genelinde kabul gören ABD Doları döviz cinsi incelenmiş ve gelecek tahmini yapılmıştır. Doların artmasına ve azalmasına sebep olan diğer ekonomik parametreler ile dolar arasındaki korelasyonlar belirlenmiştir. Doların ilişkili olabileceği ekonomik parametreler olarak; USD 10 Yıllık Tahvil, BIST100, Ons Altın, TR 2 Yıllık Tahvil, TR 2 Yıllık USD Tahvil, Dolar Endeksi, Brend Petrol, Gram Altın, Vix – CBOE ve TR 5 Yıllık CDS belirlenmiştir. Bu ekonomik parametrelerden hangileri ile yüksek ve hangileri ile düşük korelasyonlu olduğu tespit edilmiştir. Ekonomik parametrelerin geçmiş verileri kısa, orta ve uzun vade olarak üç farklı zaman diliminde incelenmiştir. Belirlenen parametrelerin geçmiş zamandaki verileri https://tr.investing.com/ sitesi üzerinden elde edilmiştir. Kısa vade son 60 güne ait piyasa günlük kapanış verileridir. Orta vade son 1 yıl içerisindeki 52 haftanın Cuma günlerine ait piyasa kapanış verileridir. Uzun vade son 5 yılın her ayın son iş günündeki piyasa kapanış verileridir.

Hesaplanan korelasyon katsayıları sonuçları incelendiğinde; doların kısa vade zaman dilimi içerisinde TR 2 yıllık USD tahvil ile pozitif yönlü çok yüksek, TR 5 Yıllık CDS ile çok zayıf, orta vade zaman dilimi içerisinde Ons altın pozitif yönlü çok yüksek, Vix-CBOE ile negatif çok zayıf, uzun vade zaman dilimi içerisinde Ons altın ile pozitif yönlü yüksek, Brend Petrol ile negatif yönlü çok zayıf korelasyon ilişkileri olduğu görülmüştür.

Çok yüksek ve çok düşük korelasyonlu ekonomik parametrelerin tespitinden sonra, bunlar dolar ile birlikte yapay sinir ağlarında eğitime tabi tutulmuş, ARMA zaman serisi modeli çıkartılmıştır. YSA'nın oluşturulması, tasarlanması ve çalıştırılmasında MATLAB YSA aracı kullanılmıştır. Yapılan deneme sonuçlarına göre; giriş katmanı, her birinde iki sinir hücresi yer alan iki gizli katman ve çıkış katmanından oluşan geri yansıtmalı bir ağ tasarlanmıştır. 60 gün/hafta/ay için 55 adet eğitim çifti üretilmiştir. Bunların 50 tanesi eğitim için, 5 tanesi de test verisi olarak kullanılmıştır.

Her bir vade tipi için dolar ve bir diğer ekonomik parametreye ait kapanış değerleri YSA'nın giriş katmanına zaman serisi verileri olarak verilmiştir. Batch mod kullanılarak YSA'da eğitim yapılmış olup, her bir eğitimde 5000 iterasyon çalıştırılmıştır. Eğitim sonuçları ile elde edilen grafiklerde gerçek veriler ile tahmin verileri üst üste örtüşmüştür. Eğitim sonucunda ortalama karesel hatalar 10^{-11} seviyelerinde belirlenmiş olup oldukça başarılı bulunmuştur. Elde edilen performansı görebilmek için, test verisi olarak ayrılan 5 giriş-çıkış çiftinin hata grafiği YSA ile yapılan tahmin işleminin çok başarılı olduğunu teyit etmiştir.

Tez çalışması ile iki ayrı somut sonuca varılmıştır. İlki, elde edilen korelasyon sonuçlarına göre, dolar ile çok yüksek veya yüksek korelasyon ilişkisi olan parametrelerin daha doğru tahmin sonucu, çok düşük veya düşük korelasyon ilişkisi olan parametrelerin daha az doğrulukta tahmin sonucu ürettiği görülmüştür. İkincisi, hiçbir finansal teknik veya temel analiz bilgisine sahip olmadan, sadece ilgili ekonomik parametrenin geçmiş verilerine sahip olunduğunda, korelasyon katsayısı hesaplanarak ve YSA'da eğitilerek yüksek doğrulukta gelecek değer tahmini yapılabilmektedir.

KAYNAKLAR

Abdioğlu, Z., Harman, B. (2020). Alternatif Yatırım Araçlarının Getirilerinin Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama Yaklaşımı ile Tahmini. *Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (AKSOS), 7,* 112-136.

Altan, Ş. (2008). Döviz Kuru Öngörü Performansı için Alternatif Bir Yaklaşım: Yapay Sinir Ağı. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Birimler Fakültesi Dergisi, 10*(2), 141-160.

Amasyalı, M.F. (2015). Yapay Sinir Ağlarında Parçalı Eğitim. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 8*(1), 25-34.

Cebeci, A. F. (2014). A Comparative Analysis of Classical Models and Artificial Intelligence Based Models in Forecasting Exchange Rates. Master's Thesis, Gebze Institute of Technology, Institute of Social Sciences, Kocaeli, 371172.

Çağlayan, E., Dayıoğlu, T. (2009). Döviz Kuru Volatilitesinin Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile Öngörüsü. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, 9,* 1-16.

Ercan, S., Demirbaş, B. (2020). ABD Dolar Endeksi ile Vix Korku Endeksi Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *BEYDER / 2020, 15*(2), 115-129.

Güler, K. (2019). Türkiye'deki Altın ve Döviz Fiyatlarının Değişiminin Ekonomik Veriler Kullanarak Yapay Zeka ile Tahmini ve Kriz Öngörüsü. Yüksek Lisans Tezi, Yalova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 588110.

Güney, S., Ilgın, K. S. (2019). Yatırım Araçlarının BIST-100 Endeksi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 53,* 226 - 245.

İleri, E. (2020). Tahvil Piyasası İşlemlerinin Türk Sermaye Piyasasındaki Yeri ve Önemi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 657271.

İvrendi, M. (2011). Para Politikasının Finansal Yatırım Araçları Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli, 296406.

Kayhan, C. (2008). İşletmelerde Bir Avantaj Unsuru Olarak Kur Korelasyonlarının Kullanımı. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Yönetim ve Ekonomi, 15*(1), 75-84.

Ketboğa, M. (2019). Döviz Kuru Tahmin Yöntemlerinin Özellikleri, Döviz Kuru Hareketlerini Belirlemedeki Üstün ve Zayıf Yanları. *Giresun Üniversitesi İkitisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 5*(2), 44-67.

Nazlıoğlu, E. H., Sarıtaş, H. (2009). Korku Endeksi, Hisse Senedi Piyasası ve Döviz Kuru İlişkisi: Türkiye İçin Ampirik Bir Analiz. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 12*(4), 542-551.

Özkan, F. (2011). Döviz Kuru Tahmininde Yapay Sinir Ağlarıyla Alternatif Yaklaşım. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 6*(2), 185 - 200.

Özkan, F. (2012). Döviz Kuru Tahmininde Parasal Model ve Yapay Sinir Ağları Karşılaştırılması. *Business and Economics Reseacrh Journal, 3*(1), 27-39.

Özmekik, S. (1995). Döviz Kur Politikalarının İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'na Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İstanbul, 41777.

Sadeghzadeh, K. (2018). Borsanın Psikolojik Faktörlere Duyarlılığı: Oynaklık Endeksi (VIX) ve Tüketici Güven Endeksi (TGE) ile BIST100 Endeksi Arasındaki İlişkiler. *C.Ü İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 19*(2), 238-253.

Soytaş, U., Ünal, Ö. S. (2010). Türkiye Döviz Piyasalarında Oynaklığın Öngörülmesi ve Risk Yönetimi Kapsamında Değerlendirilmesi. *Celal Bayar Üniversitesi Yönetim ve Ekonomi, 17*(1), 121-146.

Söylemez, Y., (2020). Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Altın Fiyatlarının Tahmini. *Sosyoekonomi, 28*(46), 271-291.

Taş, A.İ., Gülüm, P., Tulum, G. (2020). Finansal Piyasalarda Hisse Fiyatlarının Derin Öğrenme ve Yapay Sinir Ağı Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi; S&P 500 Endeksi Örneği. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9*, 446-460.

Taş, O., Yakak, E., Ugurlu, U. (2018). EURO/TL Kuru Tahmininde İstatistik ve Yapay Sinir Ağı Kullanımı. *PressAcademia Procedia, 7*(1), 414-417.

Taşer, M. (2013). Bist 30 Endeksi ile Amerikan 10 Yıllık Tahvil Faizi ve CBOE Volatilite Endeksi Arasındaki İlişki. Yüksek Lisans Tezi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 348018.

Topçu, A. (2010). Altın Fiyatlarını Etkileyen Faktörler. *Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu.*

Tuna, M. (2019). Altın Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ve Arma Modelleri ile Tahminlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın, 589740.

URL-1: https://www.piyasarehberi.org/piyasa/121-dolarendeksi-nedir-nasil-hesaplanir (Ziyaret Tarihi: 06 Aralık 2021).

URL-2: https://www.yatirimkredi.com/cds-nedir-cds-primi-turkey-kac.html (Ziyaret Tarihi: 22 Kasım 2021).

URL-3: https://aman.ai/primers/backprop/derivative-sigmoid/ (Ziyaret Tarihi: 04 Kasım 2021).

URL-4: https://medium.com/databulls/yapay-sinir-ağlarındanda-aktivasyon-fonksiyon ları-1100 2b8ac522 (Ziyaret Tarihi: 04 Kasım 2021).

URL-5: https://tr.wikipedia.org/wiki/Korelasyon (Ziyaret Tarihi: 29 Eylül 2021).

Yıldırım, M. (1998). Bulanık Mantıklı Yapay Sinir Ağı ile Doğrusal Olmayan Sistem Modelleme. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 78212.

Yılmaz, A., Altay, H. (2016). İthal Ham Petrol Fiyatları ve Döviz Kuru Arasındaki Eşbütünleşme ve Oynaklık Yayılma Etkisinin İncelenmesi: *Türkiye Örneği. Ege Akademik Barış, 16*(4), 655-671.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Uçarsu, O., Yıldırım, M. (2021). Yapay Sinir Ağları ile Yatırım Araçlarının Gelecek Değer Tahmini. *International Marmara Science And Social Science Congress (IMASCON 2021)*, Kocaeli, Türkiye, 10-11 Aralık 2021.

ÖZGEÇMİŞ

Lise eğitimini Milas Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2013 yılında Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümüne başladı. 2017 yılında mezun oldu. 2019 yılında Teknoloji Fakültesi Bilişim Sistemleri Mühendisliği bölümünde Yüksek lisans eğitimine başladı. Şuan IBTECH firmasında mobil uygulama geliştiricisi olarak iş hayatına devam etmektedir. Yüksek lisans eğitimi tez aşamasında yapay sinir ağları kullanarak, yatırım araçlarının gelecek tahmini yapılması konusu üzerinde çalışmaktadır.