

DR. N. MELİS ESENYEL İÇEN

**YAPAY SİNİR AĞLARI VE
DESTEK VEKTÖR REGRESYONU
DÖVİZ KURU UYGULAMASI**


FİLİZ KİTABEVİ
2023

ARALIK 2023

ISBN: 978-975-368-942-7

BASKI - CİLT

Filiz Kitabevi Basım Yayın Dağıtım
Petrol Ürünleri Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.
Matbaacı Sertifika Numarası: 48596

YAYINLAYAN



Filiz Kitabevi Basım Yayın Dağıtım
Petrol Ürünleri Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.
Cemal Yener Tosyalı Cad. No: 57/A (113)
Vefa-Fatih/İSTANBUL
Tel: (212) 527 0 718
(850)441 0 359
Faks: (212) 519 20 71

www.filizkitabevi.com

bilgi@filizkitabevi.com

Yayıncı Sertifika Numarası: 48596

Copyright© Bu kitabın Türkiye'deki yayın hakları Filiz Kitabevi Basım Yayın Dağıtım Petrol Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne aittir. Her hakkı saklıdır. Hiçbir bölümü ve paragrafı kısmen veya tamamen ya da özet halinde, fotokopi, faksimile veya başka herhangi bir şekilde çoğaltılmaz, dağıtılamaz. Normal ölçüyü aşan iktibaslar yapılamaz. Normal ve kanunî iktibaslarda kaynak gösterilmesi zorunludur.

ÖNSÖZ

Geleceği tahmin etme isteği, insanların geçmişten günümüze varoluşunun bir parçası olmuştur. İnsanlar, belirsizliği azaltmak, riskleri öngörmek, yatırım stratejisi oluşturmak, gelecek kararlarına yön vermek vb. sebeplerle geleceği bilme arzusundadırlar. Bu sebeple birçok tahmin yöntemi geliştirilmiştir ve geliştirilmeye devam edilmektedir. Teknoloji ve bilgisayar biliminin gelişmesiyle bu yöntemler daha komplike hale gelmiştir. Günümüzde kullanım alanı gittikçe yaygınlaşan yapay zeka temelli yöntemler de şimdilik tahmin yöntemlerinin en son halidir.

Bu kitapta örnek bir uygulama üzerinde, klasik zaman serisi yöntemlerinden ARIMA modellemesi ve yapay zeka yöntemlerinden yapay sinir ağı ve destek vektör makinesi kullanılmıştır. Yapay zeka yöntemlerinin, klasik yöntemlere göre tahmin başarısının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Öncelikle çalışmada, ARIMA modellemesi ve kullanılan yapay zeka yöntemlerinin teorik yapısı anlatılmıştır. Ardından örnek uygulama üzerinden hata ölçüm kriterleri yardımıyla, yöntemlerin tahmin performansları karşılaştırılmıştır.

Döviz kurunun tahmin edilmesi, çok geniş bir uygulama alanı olan önemli bir problemdir. Döviz kurlarının ekonomik gösterge niteliğinde olması ve kriz dönemlerinin habercisi olması tahmin edilmesindeki önemi artırmaktadır. Döviz kurunun ekonomide oynadığı bu büyük rol sebebiyle uygulama konusu olarak döviz kuru tahmini seçilmiştir. Yapılan uygulamada döviz kurunun yüksek doğrulukla tahminlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma, yazarın İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı kapsamında yazmış olduğu “Döviz Kurunun Tahmin Edilmesinde İstatistiksel Yöntemlerin Karşılaştırmalı Analizi” başlıklı yüksek lisans tezinden türetilmiştir. Tez aşamasında bilgisini ve zamanını benimle paylaşan danışman hocam Prof. Dr. Melda Akın’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca Filiz Kitabevi çalışanlarına kitabın hazırlanma sürecinde verdikleri destek ve emek için de teşekkür ederim. Çalışmanın araştırmacılara faydalı olmasını dilerim.

N. Melis Esenyel İçen

İstanbul, 2023

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
-------------	---

BİRİNCİ BÖLÜM KLASİK ZAMAN SERİSİ YÖNTEMLERİ

1.1. Durağan Zaman Serileri	6
1.1.1. Otoregresif Süreç (AR)	7
1.1.2. Hareketli Ortalama Süreci (MA)	9
1.1.3. Otoregresif Hareketli Ortalama Süreci (ARMA)	11
1.2. Durağan Olmayan Zaman Serileri	13
1.2.1. Rassal Yürüyüş Süreci	16
1.2.2. Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Süreci (ARIMA)	18
1.2.3. Model Seçiminde Box-Jenkins Yaklaşımı	18
1.2.4. Box-Jenkins Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları .	21

İKİNCİ BÖLÜM YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ

2.1. Yapay Sinir Ağları (YSA)	23
2.1.1. Yapay Sinir Ağlarının Gelişimi	25
2.1.2. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Genel Özellikleri	27
2.1.3. Yapay Sinir Ağlarının Avantajları ve Dezavantajları	34
2.1.4. Yapay Sinir Ağlarının Ekonomi ve Finansa Kullanımı .	38

2.1.5. Yapay Sinir Ağlarının Yapılarına Göre Sınıflandırılması	39
2.1.5.1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları	39
2.1.5.2. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları	50
2.1.6. Yapay Sinir Ağlarının Mimarilerine Göre Sınıflandırılması	51
2.1.6.1. Tek Katmanlı Yapay Sinir Ağları	51
2.1.6.2. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları	54
2.1.7. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme	56
2.1.7.1. Gözetimli (Supervised) Öğrenme	56
2.1.7.2. Gözetimsiz (Unsupervised) Öğrenme	57
2.2. Destek Vektör Makineleri (DVM)	58
2.2.1. İstatistiksel Öğrenme Teorisi (Vapnik-Chervonenkis-VC Teorisi)	59
2.2.1.1. Ampirik Risk Minimizasyonu (ARM) İlkesi	60
2.2.1.2. Yapısal Risk Minimizasyonu (YRM) İlkesi	63
2.2.2. DVM'nin Gelişimi	64
2.2.3. DVM'nin Yapısı ve Genel Özellikleri	65
2.2.4. DVM'nin Avantajları ve Dezavantajları	66
2.2.5. DVM'nin Finans ve Ekonomideki Uygulama Alanları	68
2.2.6. DVM Sınıflandırıcısı	69
2.2.6.1. Doğrusal Sınıflandırıcı DVM	73
2.2.6.2. Doğrusal Olmayan Sınıflandırıcı DVM	78
2.2.7. Kernel (Çekirdek) Fonksiyonları	81
2.2.7.1. Doğrusal Fonksiyon	81
2.2.7.2. Polinomial Fonksiyon	81
2.2.7.3. Sigmoid Fonksiyon	82
2.2.7.4. Radyal Tabanlı Fonksiyon	82
2.2.8. Destek Vektör Regresyonu (DVR)	82
2.2.8.1. Doğrusal DVR	85
2.2.8.2. Doğrusal Olmayan DVR	89

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
DÖVİZ KURUNUN ARIMA, YAPAY SİNİR AĞLARI VE
DESTEK VEKTÖR MAKİNESİ YÖNTEMLERİYLE TAHMİNİ

3.1. Döviz Kuru Kavramı ve Kapsamı	93
3.1.1. Döviz Kuru Tanımları	93
3.1.2. Döviz Piyasası	95
3.1.3. Döviz Kuru Sistemleri	95
3.1.4. Döviz Kuru Modelleri	98
3.2. Veri	102
3.3. Bulgular	102
3.3.1. ARIMA Modeli Tahmin Sonuçları	102
3.3.2. Yapay Sinir Ağı Modeli Tahmin Sonuçları	107
3.3.3. Destek Vektör Regresyon Modeli Tahmin Sonuçları	112
3.4. Tahmin Performanslarının Karşılaştırılması	115
KAYNAKÇA	119

GİRİŞ

Son 20 yılda yapay zekâ tekniklerinin gelişmesiyle birlikte makroekonomik değişkenlerin tahmininde kullanılan yöntemlere yapay zekâ temelli yöntemler de eklenmiştir. Yapay zekâ temelli yöntemlerin diğer yöntemlere üstünlüğü, veri üretim sürecinde herhangi bir varsayım gerektirmemesidir. Yapay zekâ temelli yöntemler doğrusal olmayan ilişkileri yakalayabilme kapasitesine sahiptir. Değişkenler arasındaki ilişkileri verilerden öğrenerek tahminleme yaparlar. Bu gibi özellikleri sayesinde yapay zekâ uygulamaları gelecek tahmini için dikkat çeken bir yöntem olmaktadır.

Günümüzün küreselleşen dünyasında para birimleri arasındaki kurlar kritik bir öneme sahiptir ve ekonominin tüm alanlarına etki etmektedir. Ülke ekonomilerini kıyaslamada önemli bir gösterge olması, kriz habercisi olması ve uluslararası ticareti etkilemesi gibi özellikleri döviz kurlarını önemli kılan sebeplerdendir. Bu gibi sebeplerden dolayı döviz kurunun doğru ve güvenilir bir şekilde tahmin edilmesi önemli bir gereklilik haline gelmiştir. Döviz kurlarındaki hareketliliğin belirlenmesinin kritik bir öneme sahip olması nedeniyle literatürde döviz kurları, çok fazla uygulama alanı bulmaktadır. Araştırmacılar tarafından döviz kurunu tahmin etmek için çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Bu çalışmada döviz kurunu tahmin etmede kullanılan tek değişkenli zaman serisi yöntemlerinden olan Otoresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) modellemesi ile yapay zekâ yöntemlerinden olan Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Destek Vektör Makineleri (DVM)'nin karşılaştırmalı analizi yapılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde ARIMA modellerinin temelleri ve teorik yapısı anlatılmıştır. Bu bağlamda yöntemin varsayımları, avantajları, dezavantajları ve genel özelliklerinden bahsedilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde yapay zekâ yöntemlerinden olan YSA ve DVM yöntemlerinin teorik temelleri anlatılmıştır. Bu bağlamda yöntemlerin ortaya çıkışı, gelişimi, avantajları, dezavantajları ve günümüzde aldığı son hal detaylı olarak incelenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, ilk iki bölümde anlatılan yöntemlerin karşılaştırılması amacıyla ampirik bir uygulama yapılmıştır. Bu bağlamda TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sistemi'nden elde edilen 02.01.2002-31.12.2015 dönemi günlük Euro/TL döviz kuru verileri elde edilmiştir. Bahsedilen üç tahmin yönteminin performanslarını değerlendirmek için Ortalama Hata Karesi (MSE) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) hata ölçüm kriterlerinden yararlanılmıştır. Kullanılan yöntemler arasından en küçük MSE ve MAPE değerine sahip olan yöntem daha uygun olarak seçilmiştir.