

# CUMHURİYET ALTINI FİYATLARININ ARIMA YÖNTEMİ KULLANILARAK İLERİ TAHMİNİ\*

## FORECASTING CUMHURİYET GOLD PRICES USING THE ARIMA METHOD

Araştırma Makalesi  
Research Paper

Adem TÜZEMEN\*\*

### Öz:

Altın yatırımında gelecek planlamaların yapılabilmesi için gerekli olan en önemli adımlardan biri gelecek dönemlerdeki fiyatların tahmin edilmesidir. Buradan yola çıkılarak bu çalışmada Türkiye'nin gelecek dönemlerdeki Cumhuriyet altını fiyatlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda zaman serisi yöntemlerinden ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), Holt-Winters (Toplamsal ve Çarpımsal modeller), Basit Üssel Düzeltim ve Holt Doğrusal Trend kullanılmıştır. Bu yöntemler ile yapılan tahmin analiz sonuçları da tahmin değerlendirme kriterlerinden RMSE (Root Mean Squared Error) ve Sum of Squared Residuals (SSR) temelinde kıyaslanmıştır. Temel alınan kriterlere göre en iyi performans gösteren yöntemin ARIMA olduğu belirlenmiştir. Kurulan ARIMA modeli ile yapılan geleceğe yönelik tahmin analizinde Cumhuriyet altını fiyatlarının 2021 yılının ilk altı aylık dilimi içinde de artarak devam edeceği öngörülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Altın Fiyatları, Tahmin Etme, Zaman Serisi Modelleri, ARIMA, Holt-Winters.

### Abstract:

One of the most important steps required for future planning in gold investment is being forecasted the prices in the future periods. Starting from here, it was aimed to be forecasted Cumhuriyet gold prices of Turkey in the future. For this purpose, ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), Holt-Winters (Additive and Multiplicative models), Simple Exponential Correction and Holt Linear Trend from time series methods were used. Forecasting analysis results that were made with these methods were also compared on the basis of RMSE (Root Mean Squared Error) and Sum of Squared Residuals (SSR), which are the forecast evaluation criteria. According to the basic criteria, ARIMA was determined to be the best performing method. In the forecast analysis made with the established ARIMA model, it was forecasted that Cumhuriyet gold prices will continue to increase in the first six months of 2021.

**Keywords:** Gold Prices, Forecasting, Time Series Models, ARIMA, Holt-Winters.

\* Makale Geliş Tarihi: 24.06.2020

Makale Kabul Tarihi: 20.11.2020

\*\* Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, adem.tuzemen@gop.edu.tr, orcid.org/0000-0002-5786-2686

## GİRİŞ

Finansal piyasalar ulusal ve uluslararası alanlarda geliştiğinden dolayı çeşitliliği ve karmaşıklığı da artmaktadır. Finansal piyasalar ve araçlar arasındaki ilişkilerin önemi, bireysel yatırımcılar, portföy yatırımcıları, yatırım ve emeklilik fonları için oldukça değer kazanmaktadır (Topçu ve Aksoy, 2013: 60). Altın, Türkiye’de ve dış dünyada çoğu insan tarafından özel merak duyulan önemli bir yatırım aracıdır. Yatırımcıların temel amacı da olabildiğince kâr elde etmektir. Kısa, orta ya da uzun vadelerde altın yatırımı canlı olduğundan dolayı yatırımcılar gelecek planlamalarını da buna göre yapmaktadırlar. Dolayısıyla küçük ya da büyük fark etmeksizin tüm yatırımcılar gelecekte altın fiyatlarının nasıl bir seyir izleyeceğini öğrenmek ve buna göre yatırım yapmak istemektedirler. Bunu öğrenmenin en önemli yollarından biri de ileriye yönelik tahmin yürütmektir. Bu tahmini gerçekleştirirken bilimsel olarak ortaya konulmuş tahmin etme yöntemlerinden yararlanılması çok daha sağlam temelli olacaktır. Altın fiyatlarının tahmini için birçok tahmin etme yöntemi bulunmaktadır, fakat altın fiyatlarının geçmiş dönemde nasıl bir dalgalanma içinde olduğunun iyi okunup en doğru yöntemlerin kullanılması en doğrusu olacaktır.

Bu çalışmanın hem literatüre hem de uygulama alanında olan yatırımcılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Literatüre olan katkısı; hem kullanılan veri setinin genişliği hem de kullanılan zaman serisi yöntemlerinin hangisinin altın fiyatlarını daha iyi tahminlendiğinin ortaya konmasıdır. Yatırımcılara olan katkısı ise; altın yatırımı ciddiyete alınması gereken işler arasında yer aldığından dolayı bilimsel olarak kanıtlanmış tahmini değerlerin tespit edilmesi ve kullanılmasına müsait olmasıdır.

Bu çalışmanın amacı; altın yatırımlarının gelecek dönem planlamalarının yapılabilmesi için zaman serisi tahmin etme yöntemleri kullanılarak geleceğe yönelik tahmin analizinin gerçekleştirilmesidir. Analiz için belirlenen zaman serisi yöntemlerinden ARIMA, Holt-Winters, Basit Üssel Düzeltim ve Holt Doğrusal Trend yöntemlerini kullanılıp aralarında kıyaslama yapılacaktır. Bu kıyaslamada, tahmin değerlendirme kriterleri olan RMSE ve SSR temel alınacaktır. Yapılacak kıyaslama sonucunda, altın fiyatlarını en az hata ile tahminleyen yöntem belirlenmiş olacaktır. En iyi performansı gösteren tahmin etme yöntemi ile de geleceğe yönelik tahmin yapılarak çalışmanın amacına ulaşılabilecektir. Çalışmanın temelinde yer alan Cumhuriyet altını fiyatlarının ham veri seti, TCMB resmi internet sitesinden elde edilmiştir. Bu veri seti; aylık bazda Ocak 1990-Ekim 2020 dönemini kapsamaktadır. Geleceğe yönelik yapılacak olan tahmin analiz dönemi de Kasım 2020 – Haziran 2021 aylık dönemi olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmanın giriş bölümünden sonra birinci bölümde detaylı bir literatür incelemesi yapılmıştır. İkinci bölümde belirlenen tahmin etme yöntemleri tanımlanarak kavramsal çerçeve çizilmiştir. Üçüncü bölümde uygulamaya yer verilmiştir. Uygulama sonucunda en iyi tahmin performansı gösteren yöntem kullanılarak gelecek altın fiyatları tahminlenmiştir. Dördüncü bölümde modellemelerden elde edilen nihai değerlere yer verilerek tüm analiz sonuçları ortaya konulmuştur. Bu bölümün sonunda da gelecek dönem altın fiyatları temelinde önerilerde bulunmaya çalışılmıştır.

## 1. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Altın fiyatlarının tahmin edilmesi konusunda hem ulusal hem de uluslararası çalışmalar literatürde oldukça geniş yer bulmuştur. Çalışmanın bu kısmında yapılan araştırmalar hakkında literatür özeti verilmiştir.

Poyraz ve Didin, (2008) çalışmalarında, olan altın fiyatlarındaki değişimi incelemek için döviz kuru, döviz rezervi ve petrol fiyatları bağımsız değişkenlerini belirleyerek çoklu faktör modeli kurmuşlardır. Kullanılan verinin tesadüfi olmadığını anlamak için birim kök testini ve Genişletilmiş Dickey Fuller testini kullanmışlardır. Veri setini aylık olarak 1996 Ocak-2005 Aralık dönemi oluşturmuştur. Sonuç olarak bu üç faktörün farklı anlamlılık dereceleri olduğunu test etmişlerdir.

Askari ve Askari (2011) yapmış oldukları çalışmada, İngiltere’de altın fiyatlarını Gri (1,1) model ile tahmin etmişlerdir. Analiz sonucunda fiyatların artan bir seyir izleyeceğini tespit etmişlerdir.

Balı ve Cinel (2011) yaptıkları çalışmada, Ağustos 1995-Mart 2011 dönemi Türkiye altın fiyatlarını temelinde altının İMKB 100 Endeksine olan etkisini araştırmak için Panel Veri analizi yapmışlardır. Bağımsız değişken olarak 9 farklı ekonomik gösterege kullanarak etki sıralaması yapmışlardır. Analiz sonucunda bağımsız değişkenlerden faiz oranlarının istatistiki olarak en anlamlı değişken olduğu ortaya konulmuştur.

Omag (2012) yaptığı çalışmada, Türkiye’de altın fiyatlarını etkileyen faktörlerini belirlemiştir. Altın fiyatları Ocak 2002-Aralık 2011 dönemini kapsamaktadır. Uygulama sonucunda altın fiyatları ile İstanbul Menkul Kıymetler Borsası 100 Endeksi, Türk Lirası ve Dolar arasında pozitif bir ilişki olduğunu test etmiştir.

Topçu ve Aksoy (2013) yaptıkları çalışmada, Türkiye’de altın fiyatlarına etki edebilecek faktörleri belirlemeye çalışmışlardır. Bağımsız değişkenleri; enflasyon ve hisse senedi olarak belirlemiştir. Açıklayıcı değişkenler; ÜFE ve TÜFE kullanarak regresyon analizi yapmışlardır. Çalışma sonucunda ÜFE’nin altın üzerinde pozitif etkisini ölçmüşlerdir.

Elmas ve Polat (2014) yaptıkları çalışmada, altın fiyatlarını etkileyen faktörleri incelemiştir. Ocak-1988 ile Mart-2013 dönemi temelinde bu faktörler; döviz kuru, Dow Jones Endeksi, faiz oranı, enflasyon oranı, gümüş fiyatı ve petrol fiyatı olarak belirlemiştir. Altın fiyatlarını; petrol fiyatları, gümüş fiyatları ve enflasyon oranının pozitif yönde, döviz kuru, Dow Jones Endeksi ve faiz oranının ise negatif yönde etkilediği tespit etmişlerdir.

Benli ve Yıldız (2014) yaptıkları çalışmada, basit üstel düzgunleştirme yöntemi, Holt Doğrusal Trend, ARIMA ve Yapay Sinir Ağları yöntemlerini kullanıp modeller arasında karşılaştırma yapmışlardır. Karşılaştırma sonucunda ARIMA yöntemi ile kurulan modelin çok daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Kristjanpoller ve Minutolo (2015) yaptıkları çalışmada, altın fiyatlarının tahmini için Genelleştirilmiş Otoresgresif Koşullu Heteroskedasticity (GARCH) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri aynı model içinde birleştirmişlerdir. Modelde Euro, Dolar, Yen, Dolar

döviz kurları, DJI ve FTSE borsa endeksleri ve petrol fiyatı faktörlerini kullanmışlardır. Model sonucunda %25'lik bir tahmin hatası ölçülmüştür.

Pierdzioch vd. (2015) yaptıkları çalışmada, altın fiyatlarındaki dalgalanmaları analiz etmek için çeşitli etkileyici değişkenlerinden (enflasyon oranı, döviz kuru dalgalanmaları, borsa getirileri ve faiz oranları) yararlanarak gerçek zamanlı bir arttırma yaklaşımı kullanmışlardır. Analiz sonucunda değişkenler arasında yüksek bir ilişki tespit etmişlerdir.

Gültekin ve Aktürk Hayat (2016) çalışmalarında, Vektör Otoregresif Modeller (VAR) kullanarak altın fiyatlarına etki eden faktörleri tespit etmeyi amaçlamışlardır. 2005:01-2015:04 dönemine ait aylık değerleri temelinde altın fiyatlarına etki edebilecek döviz kuru, faiz oranı, TÜFE ve BİST 100 endeksi, altının ons fiyatı ve petrol fiyatı değişkenleri belirlemiştir.

Yüksel ve Akkoç (2016) çalışmalarında, Türkiye altın fiyatlarını Yapay Sinir Ağları (YSA) ile tahmin analizi gerçekleştirmişlerdir. Analiz için bağımsız değişken olarak Gümüş fiyatları, Brent Petrol fiyatları, ABD doları/EUR paritesi, EuroNext100 endeksi, Amerika Dow Jones Endeksi, 13 Hafta vadeli ABD bonosu faiz oranı ve ABD TÜFE endeksini kullanmışlardır. Modellemelerden elde edilen sonuçlar MSE, MAPE, RMSE gibi tahmin değerlendirme kriterleri temelinde kıyaslanmıştır. Altın fiyatlarını en çok etkileyen faktörler arasından gümüş ve petrol olduğunu tespit etmişlerdir.

Temelli ve Şahin (2019) yaptıkları çalışmada, hisse senedi fiyatları ile altın ve ham petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi 2003: 01 ve 2018: 06 dönemi veri seti temelinde analiz etmişlerdir. Bunun için eşbütünlük ve nedensellik testlerinden yararlanmışlardır.

Literatür incelemesinde bu aşamadan sonra çalışmamız için belirlenen ARIMA ve Üssel Düzeltim yöntemleri temelli çalışmalarını şu şekilde açıklayabiliriz.

Snyder vd. (2001) yaptıkları çalışmada, Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütünde yer alan 10 ülkenin perakende satışlarını tahmin etmek için ARIMA yönteminden yararlanmışlardır.

Güngör vd. (2004) bu çalışmada, endüstriyel odun hammaddesi talebini tahmin etmek için YSA, Hareketli Ortalamalar, Üssel Düzeltme ve Çoklu Regresyon yöntemlerini kullanmış ve sonuçları MAPE ve RMSE temelinde karşılaştırmışlardır. Analiz sonucunda YSA modelinin daha iyi bir tahmin performansı gösterdiği test edilmiştir.

Guo vd. (2010) çalışmalarında, Çin'deki demir yolu taşımacılığına olan talebi Mevsimsel ARIMA (SARIMA) ve Holt-Winters yöntemleri ile tahminlemiştir.

Uğurlu ve Saraçoğlu (2010) bu çalışmalarında 2003:01–2008:02 dönemi aylık veri setini kullanarak Türkiye enflasyonunun geleceğe yönelik tahminini yapmışlardır. Analiz için Naive model, Üssel Düzeltim ve ARIMA modelini kullanmışlardır. Sonuçta ARIMA modelinin diğer yöntemlere nazaran daha iyi sonuçlar verdiği test edilmiştir.

Gamberini vd. (2010) yaptıkları çalışmada, örnek bir talep tahminini (S)ARIMA ve HW yöntemleri ile sonuçlandırmışlardır. Modeller MAD ve MSE kriterleri temelinde kıyas-

lanmıştır. Analiz sonucunda, SARIMA yönteminin çok daha uygun sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Da Veiga vd. (2016) yaptıkları çalışmada, gıda talep tahmini için HW-ARIMA, Dalgacık Sinir Ağlarını ve Takagi-Sugeno Bulanık Sistem kullanmışlardır. Analiz sonucunda ARIMA ile kurulan modelin daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Hansun (2016) yaptığı çalışmada, Jakarta Borsasını (JKSE) tahmin etmek için yeni geliştirilen bir yöntem olan Ağırlıklı Ortalamalı HDT (HDT-WEMA) ile BÜD ve HDT yöntemini kullanarak aralarında kıyaslama yapmıştır. Bu kıyaslamada MSE ve MAPE kriterlerini temel almıştır ve yeni geliştirilen yöntemin daha iyi tahmin yaptığı sonucuna varmıştır.

Rehman vd. (2017) çalışmalarında, Pakistan'ın enerji taleplerini (Doğal gaz, elektrik, kömür ve LPG) tahmin etmek için ARIMA, HW ve Uzun Vadeli Enerji Alternatif Planlama modellerini kullanmışlardır.

Mahajan vd. (2017) yaptıkları çalışmada, hava kirliliğine yol açan partikül madde seviyesini tahmin etmek için saatlik veriler temelinde HW-ARIMA ve Sinir Ağı Otoregresyonu yöntemlerini kullanmışlardır.

Yağımlı ve Ergin, (2017) çalışmalarında, 2005-2016 dönemi yıllık veriler ışığında iş kazalarından dolayı ölen kişilerin sayılarını gelecek dönem olan 2017 yılı için Basit Üssel Düzeltim yöntemini kullanarak tahmin analizi yapmışlardır.

Nichiforov vd. (2017) çalışmalarında, elektrik enerjisi talebini ARIMA ve Doğrusal Olmayan Otoregresif Sinir Ağları (NAR) ile tahminlemişlerdir. Sonuçlar, tahmin değerlendirme kriterleri (RMSE, MAD, MAPE) temelinde kıyaslanmıştır. ARIMA modelinin çok daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır.

Yu vd. (2017) çalışmalarında, Çin'de bulunan Yangtze nehrinin su seviyesini tahmin etmek için ARIMA yönteminden yararlanmışlardır. RMSE ve MAPE temelinde modelin performansını ölçüp oldukça iyi sonuçlar elde etmişlerdir.

Bolat vd. (2017) yaptıkları çalışmada, Türkiye'de yemeklik baklagillerin gelecek tahmini için Holt Doğrusal Trend yöntemini kullanmışlardır.

Fauziah vd. (2017) yaptıkları çalışmada, şeker fiyatlarını Basit Üssel Düzeltim, Holt Doğrusal Trend ve YSA yöntemlerini modelleyerek tahminlemişlerdir. Analiz sonucunda YSA'nın daha iyi sonuçlar verdiği test edilmiştir.

Bajric vd. (2017) çalışmalarında, M2 para arzını tahmin etmek için Benzer Eğim Mevsimselliği (Same slope Seasonality) ve HW yöntemlerini kullanmışlardır. Her iki model de oldukça iyi performanslar sergilemiştir.

Booranawong ve Booranawong (2017) yaptıkları çalışmada, Tayland'da limon fiyatlarını tahmin etmek için BÜD, HDT, THW ve ÇHW yöntemlerini kullanmışlardır. Modeller MAPE temelinde kıyaslanmıştır. Veri seti mevsimsel değişme uğradığından dolayı HW modelleri daha tutarlı tahminler yapmışlardır.

Tian vd. (2018) yaptıkları çalışmada, rüzgâr gücünü tahmin etmek için zaman serisi yöntemlerinden ARIMA ve Logarithmic Generalized Autoregression Conditional Heteroscedasticity (LGARCH) yöntemini birleştirerek hibrid bir model önermişlerdir.

Chi ve Shi (2018) yaptıkları çalışmada, kısa dönemli trafik akışını ARIMA-Destek Vektör Makinesi (SVM) temelli bir model kurarak tahminlemişlerdir. Sonucun gerçek hayatta da uyarlanabileceğini belirterek önerilerde bulunmuşlardır.

Yenidoğan vd. (2018) yapmış oldukları çalışmada, bitcoin fiyatlarını ARIMA ve Propet ile modeller öneri sürerek tahminlemişlerdir. Propet ile kurulan modelin ARIMA modeline göre daha az hata performansı ile tahmin yaptığını test etmişlerdir.

Wang vd. (2018) çalışmalarında, ham petrol üretiminin tahmini için hibrid bir model kurmuşlardır. Bu model; ARIMA ve Gri model oluşturulmuştur. Veri seti olarak 2003-2013 dönemi çeyrek dilimlerden yararlanılmışlardır. Modelin oldukça anlamlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Sunny vd. (2018) çalışmalarında Hindistan'ın bir eyaleti olan Kerala'da yaşanan yol kazalarının tahmini için Holt-Winters ve ARIMA yöntemlerini kullanmışlardır. İki modelin tahmininde de kazadan doğan ölümlerin artacağını test etmişlerdir.

Amini vd. (2018) çalışmalarında, İran'ın Hamadan bölgesinde insanların depresyona uğrama sıklığı tahmin etmek için zaman serisi yöntemlerinden Holt-Winters yöntemini modellemişlerdir.

Dev vd. (2018) yaptıkları çalışmada, Hollanda'da çatılara yerleştirilen güneş panelleri eşliğinde saatlik dilimlerdeki güneş enerjisini tahmin etmek için HW yöntemlerini modellemişlerdir.

Lian ve He (2018) bu çalışmalarında, BÜD yöntemini modelleyerek bir ürünün talep tahminini yapmışlardır. Excel yazılımı eşliğinde bu analizi gerçekleştirerek tahmin değerlendirme kriterlerinden RMSE temelinde sonuçlar değerlendirilmiştir.

Negm ve Safiullin (2018) yaptıkları çalışmada, Mısır'ın buğday üretimini ve tüketimini tahmin etmek için BÜD, Hareketli Ortalama ve HDT yöntemlerini kullanmışlardır.

Tüzemen ve Yıldız (2018a) yaptıkları çalışmada, Türkiye çimento üretiminin gelecek tahminini yapmak için BÜD, HDT ve 3 Dönemli Çift Hareketli Ortalama yöntemlerini kullanmışlardır. 2000-2016 dönemi yıllık çimento üretim verileri temelinde yapılan tahmin analizinde en tutarlı tahmini yapan yöntem olan 3 Dönemli Çift Hareketli Ortalama yöntemi ile 2017, 2018 ve 2019 yıllarının çimento üretimini tahminlemişlerdir. Sonuç olarak da Türkiye'de çimento üretiminin artacağı tespit edilmiştir.

Tüzemen ve Yıldız (2018b) bu çalışmalarında, Türkiye işsizlik oranlarının gelecek tahmini için Çarpımsal ve Toplamsal HW yöntemlerini kullanmışlardır. Kasım 2016- Ocak 2018 dönemi aylık işsizlik oranlarını kullanarak analizi gerçekleştirmişlerdir. Yapılan kıyaslama da Toplamsal HW daha az hata ile performans gösterdiğinden dolayı 11/2016- 01/2018 dönemi için gelecek tahmini yapmışlardır.

Rendon-Sanchez ve de Menezes (2019) bu çalışmada, saatlik elektrik talebini tahmin etmek için Holw-Winters yöntemini modellemişlerdir.

Tran vd. (2019) bu çalışmada, Çin’de kablosuz GSM/GPRS ağlarının tahmini için saatlik ve günlük olarak toplanan gözlemler ile Basit Üssel Düzeltim, Holt Doğrusal Trend ve Holt-Winters modellerini kullanmışlardır. Model sonuçları RMSE temelinde kıyaslanmıştır. Bunun sonucunda HW çarpımsal modeli daha iyi sonuçlar vermiştir.

## 2. VERİ SETİ VE METODOLOJİ

Bu çalışmada kullanılan veri seti, TCMB resmi internet sitesinden elde edilmiştir. Bu veri seti aylık bazda Ocak 1990-Ekim 2020 dönemi Cumhuriyet altını fiyatlarından (TL cinsinden) oluşmaktadır.

Bu bölümde altın fiyatlarının tahmininde modellenecek olan zaman serisi yöntemleri tanımlanmıştır. Bu yöntemler; ARIMA, Basit Üssel Düzeltim, Holt Doğrusal Trend, Toplamsal ve Çarpımsal Holt-Winters olarak belirlenmiştir. Bu yöntemlerin tarihi, niteliksel özellikleri ve formülasyonları aşağıda sırasıyla tanımlanmıştır.

### 2.1. ARIMA

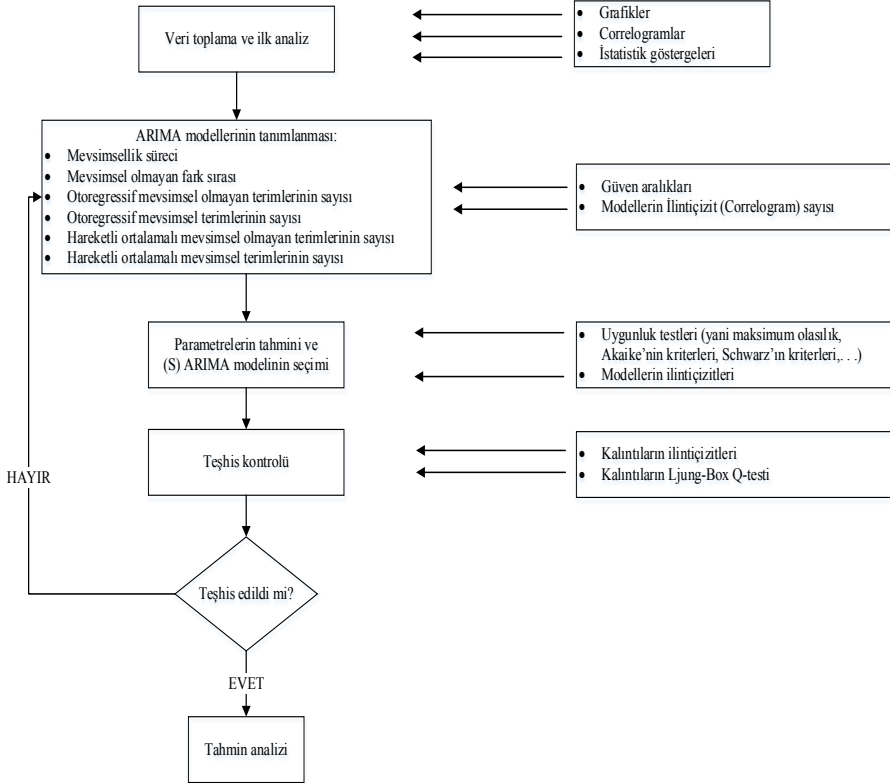
Popüler bir analiz ve tahmin yöntemi olan Box-Jenkins (BJ) tekniği diğer adıyla ARIMA, zaman serilerinde kesikli, doğrusal ve stokastik süreçlere dayanmaktadır (Hamzaçebi ve Kutay, 2004:2). Bu süreçler doğrusal filtreleme modelleri olarak da bilinirler (Yaman, 2001: 20). Modelin temeli otoregresif (AutoRegressive-AR) ile başlar. AR ilk olarak Yule (1927) tarafından ortaya atılmıştır. Daha sonra modelin ikinci parçası olan Hareketli Ortalama (MA-Moving Average) Slutsky (1927) ile literatüre geçmiştir. Ardından AR ve MA modellerinin birleşimi olan Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA-AutoRegressive Moving Average) Wold (1954) tarafından ilk defa ortaya atılan hibrid bir model olarak tarihe geçmiştir. AR, MA ve ARMA modellemeleri genel itibarıyla durağan ve doğrusal olan BJ modellemeleridir. Ancak, bu modeller veri setindeki trendi, mevsimselliği, düzeyi, çeşitli dalgalanmaları yok sayan ve serinin durağan olduğunu varsaydığı durumlarda kullanılmaktadır. Gerçekte bu özelliğin tersi durumlarda veri setlerine rastlanılabilir. Gerçek hayatta gerçekleşen bir zaman serisi, genellikle zaman içinde çeşitli değişimlere uğramaktadır. Bu seride trend, mevsimsellik, devrimsellik gibi temel davranışlar görülebilir. Bu durumda da AR ve MA modellerinin kullanımının olumlu sonuçlar vermemesi normal karşılanabilir. Bu aşamadan sonra bu tip seri davranışlarını ele alacak ve tahmin analizini gerçekleştirecek bir modele ihtiyaç duyulmuştur. Bu model de Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA-AutoRegressive Integrated Moving Average) ile gerçekleştirilmiştir. ARIMA, AR ve MA modellerinin birleşimidir. ARIMA modelini adıyla özdeşleştiren Box ve Jenkins, (1970) yayınladıkları “Time Series Analysis” kitabı eşliğinde bu modeli geliştirip literatüre katmışlardır.

ARIMA modeli, bağımlı değişkeni yorumlamak için bağımsız değişkenleri kullanan diğer regresyon modellerinin aksine, bağımlı değişkeni yorumlamak için gecikmeli değiş-



kenin kendisini ve rastgele hatayı kullanır (Wang vd., 2018: 1322). Modeli seçmeden önce belirtildiği gibi serinin durağan hale getirilmesi gerekmektedir. Seride trend, mevsimsellik, eğim, rastgele dalgalanmalar varsa yok edilip seri durağanlaştırılır.

ARIMA modelinin seçimi konusunda atılması gereken adımlar aşağıdaki diyagram eşliğinde sunulmuştur (Gamberini vd., 2010: 5).



**Şekil 1:** Box-Jenkins Modelleri Akış Diyagramı

**Kaynak:** (Gamberini vd., 2010: 5).

ARIMA modelinin formülasyonu da şu şekilde gösterilebilir (Guo vd., 2010: 3).

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + u_t - \theta_1 u_{t-1} - \theta_2 u_{t-2} - \dots - \theta_q u_{t-q} \quad (1)$$

$$Z_t = \nabla^d y_t \quad (2)$$

Notasyon

$Z_t$  = d derece fark alındıktan sonraki oluşan zaman serisi

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  = otoregressif katsayı



$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  = hareketli ortalama katsayısı

$\nabla$  = ters fark operatörleri

$u_t$  = rastgele bozukluk

$y_t$  = zaman serisi

ARIMA modeli ARIMA ( $p, d, q$ ) olarak ifade edilebilir, burada  $p$ ; otoregresif işleminin derecesini,  $d$ ; farkın derecesi ve  $q$ ; hareketli ortalama işlemlerinin derecesini temsil etmektedir (Wang vd., 2018: 1322).

## 2.2. Basit Üssel Düzeltim Yöntemi

Basit Üssel Düzeltim (SES-Single Exponential Smoothing) yöntemi, üssel düzeltim modellerinin ilk tekniğidir ve Brown (1956) tarafından geliştirilmiştir. Formülasyonunda tek bir düzeltme parametresi kullanılır ve bu parametre  $\alpha$  (alpha) ile gösterilir. Bu yöntemin en önemli özelliği serideki trendin davranışlarını takip ederek tahmin yapmasıdır. Bu yöntem trendli veri setlerinde işe yarayabilir, ancak rastgele dalgalanmaları, mevsimsel etkileri ya da devirselliği analiz etme konusunda kısıtlı bir yöntemdir.

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_t \quad (3)$$

### Notasyon

$F_t$  : t dönemi için tahmin

$F_{t+1}$  : t+1 dönem sonraki tahmin

$Y_t$  : dönemi gözlemlenen değer

$\alpha$  : düzeltme parametresi

Yukarıda bu modelin formülasyonu yer almaktadır. Bu tekniğin amacı; henüz gözlemlenmemiş olan zaman serisinin yani  $Y_t$ 'nin bir sonraki değerini minimum hata ile tahmin etmektir. Tahmin değerleri  $F_t$  ile gösterilir. Tahmin yapıldığında, tahmin hatası;  $Y_t - F_t$  şeklinde tespit edilir. Bu teknik için kullanılan  $\alpha$  parametresi önceki döneme ait tahmini alır. Bu parametre değeri  $0 \leq \alpha \leq 1$  arasında yer alır ve bu değer, tahmin hatasını en az yapan değer olarak belirlenir. Ayrıca  $\alpha$ , tahmin hatasını kullanarak bir sonraki tahmini düzeltir (Makridakis vd., 1998: 147-149).

## 2.3. Holt Doğrusal Trend Yöntemi

Holt Doğrusal Trend yöntemi, Çift Üssel Düzeltim gibi isimle de tanımlanan ve Holt (1957) tarafından geliştirilen bir tekniktir. Holt, Basit üssel düzeltim tekniğini geliştirerek formülasyona bir düzeltme parametresi daha eklemiştir. Bu modelde iki parametre ile trendli serilerin hem trendini hem de seviyesini düzeltilmesi amaçlanmıştır.

Holt Doğrusal Trend tekniğinin genel formülü şu şekilde gösterilebilir (Hyndman ve Athanasopoulos, 2018: 337).

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) (L_{t-1} + b_{t-1}), \quad (4)$$

$$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}, \quad (5)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m \quad (6)$$

### Notasyon

$L_t$  = t zamandaki verinin düzey tahmini

$b_t$  = t zamandaki verinin trend tahmini

$\alpha$  = düzeyin düzeltimini yapan parametre,  $0 \leq \alpha \leq 1$

$\beta$  = trendin düzeltimini yapan parametre,  $0 \leq \beta \leq 1$

Bu formülasyonda,  $L_t$  t zamanda serinin seviyesini tahmin etmektedir,  $b_t$  t zamanda serinin trendini tahmin etmektedir.  $\alpha$  parametresi 0 ve 1 arasında bir değer alır ve seviye için düzeltme parametresidir,  $\beta$  trendin düzeltme parametresidir.  $L_t, Y_t$  gözleminin ağırlıklı bir ortalamasıdır ve  $L_{t-1} + b_{t-1}$  işlemi; t zamanı için bir adım ileri eğitim tahminini vermektedir.  $b_t, L_t - L_{t-1}$  ve  $b_{t-1}$  temelinde t zamandaki trend tahmininin ağırlıklı bir ortalamasıdır. Tahmin işlemi artık düzlükten çıkıp trende geçer. İleri tahmin için de son tahminlenen seviye ile kaçınıcı ileri dönem ise o rakam ile son tahminlenen trend değeri çarpılarak toplanır. Bunun sonucunda tahmini değerler ileri dönemler için de doğrusallığa trendli olarak ayak uyduracaktır.

## 2.4. Holt-Winters Yöntemi

HW modeli, Holt Doğrusal Trend modelinin temelleri üzerine geliştirilen bir tekniktir. Holt'un öğrencisi olan Peter R. Winters, çift parametrelili üssel düzeltim yönteminin mevsimsel etkiye uğramış zaman serileri üzerinde işe yaramadığını belirterek tekniği adıyla özdeşleştirdiği Holt-Winters (1960) modelini geliştirmiştir. Bu modeli diğer üssel düzeltim yöntemlerinden ayıran en önemli özelliği; trend, seviye ve mevsimselliği bir arada çözümlenip tutarlı tahminler yapmasıdır. Holt modeline mevsimsel düzeltme parametresi ekleyerek çok yönlü bir model kurmuştur.

Winters, geliştirdiği tekniğinin son aşaması olan tahmin kısmını iki farklı şekilde (Toplamsal ve Çarpımsal) işlem yaparak serilerin davranışlarına ayak uydurabilecek konuma getirmiştir.

Çarpımsal HW ile Toplamsal HW arasındaki temel farkın, yukarıda da belirtildiği gibi tahmin aşamasında yapılan işlemdir. Bunun yanında, bu iki modelin seçimi konusunda verinin gösterdiği davranış da önemlidir. Çarpımsal model, serinin sahip olduğu mevsimsel etkinin trende göre azalış ya da artış gösterdiği durumlarda daha çok tercih edilmektedir. Toplamsal model ise mevsim dalgalanmaları trendli olarak düzensiz hareket ettiği zaman kullanılabilir.

Bu iki modelin formülasyonu şu şekilde tanımlanabilir (Winters, 1960: 326-327; (Whe-elwright vd., 1998: 165-169).

#### • Çarpımsal Model

$$\text{Eğim} : L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (7)$$

$$\text{Trend} : b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (8)$$

$$\text{Mevsimsel} : S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma) S_{t-s} \quad (9)$$

$$\text{Tahmin} : F_{t+m} = (L_t + b_t m) S_{t-s+m} \quad (10)$$

#### • Toplamsal Model

$$\text{Eğim} : L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (11)$$

$$\text{Trend} : b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (12)$$

$$\text{Mevsimsel} : S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma) S_{t-s} \quad (13)$$

$$\text{Tahmin} : F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (14)$$

#### Notasyon:

$s$  = Mevsimsellik uzunluğu (aylık, çeyreklik, 6 aylık vb.)

$L_t$  = Eğim

$Y_t$  = Gözlemlenen değer

$b_t$  = Trend

$S_t$  = Mevsimsel faktör

$F_{t+m}$  =  $m$  periyot gelecek tahmini

$\alpha$  = Modelin ortalama seviyeyi düzgünleştirme parametresi  $0 \leq \alpha \leq 1$

$\beta$  = Trend düzgünleştirme parametresi  $0 \leq \beta \leq 1$

$\gamma$  = Mevsim düzgünleştirme parametresi  $0 \leq \gamma \leq 1$

## 2.5. Tahmin Değerlendirme Kriterleri

RMSE (Root Mean Squared Error - Ortalama Hata Kareleri Kökü);

$$\text{RMSE} = \sqrt{\left(\frac{e^2}{n}\right)} \quad (15)$$

SSR (Sum of Squared Residuals – Hata Kareleri Toplamı);

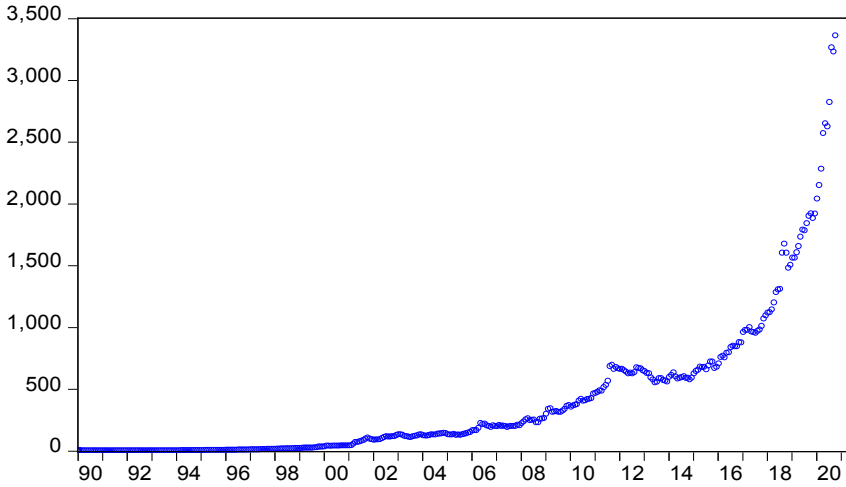
$$SSR = \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad (16)$$

### 3. UYGULAMA

Belirlenen yöntemler arasında en az hata ile performans gösteren yöntem ile gelecek dönem (Kasım 2020 – Haziran 2021) aylık altın fiyatlarının tahminlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda belirlenen yöntemler; ARIMA, BÜD, HDT, HW (Toplamsal ve Çarpımsal) kullanılarak tahmin analizleri gerçekleştirilmiştir. En iyi yöntemin seçimi konusunda ise tahmin değerlendirme kriterlerinden RMSE ve SSR temel alınmıştır. Tüm analizleri gerçekleştirirken MS Excel ve Eviews yazılımlarından yararlanılmıştır. Tüm yöntemler ile yapılan analizlerin sonuçları şu şekilde verilmiştir.

#### 3.1. ARIMA ile Tahmin

ARIMA ile tahmin analizini gerçekleştirmek için ilk olarak serinin durağan olup olmadığı araştırılmıştır. Gözlem değerleri Şekil 2’de gösterilmiştir.



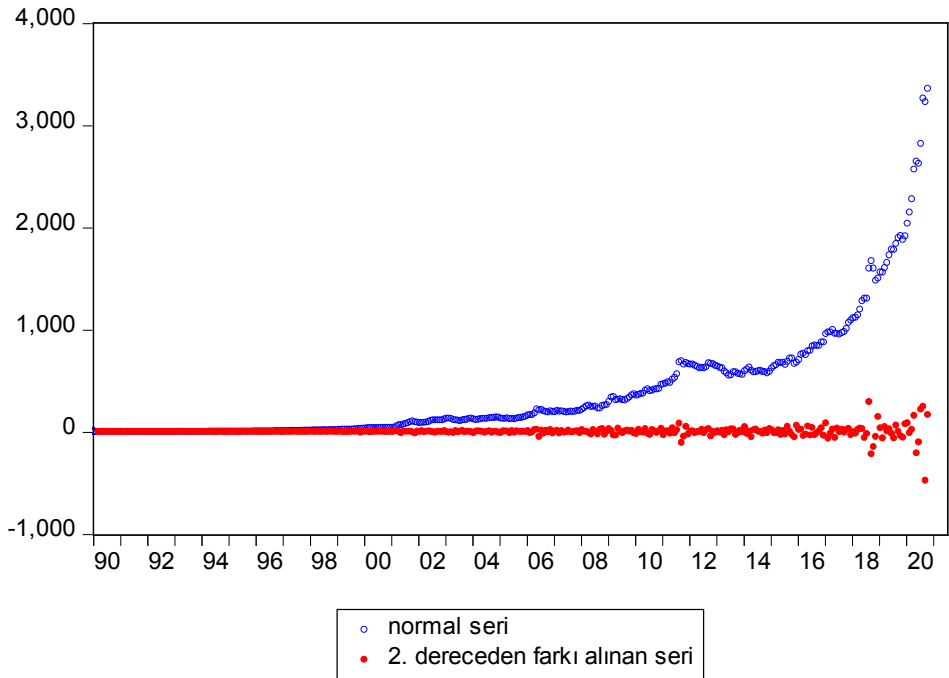
Şekil 2: Altın Fiyatlarının Gözlem Değerleri

Şekil 2 incelendiğinde, seride zaman içindeki büyüme ile açık bir trend etkisinin olduğu gözlemlenmektedir. ARIMA modelinin geliştirilmesi için seri içinde hiçbir dışsal etkinin yer almaması gerektiğinden dolayı, trendin ortadan kaldırılıp seri durağanlaştırılması gerekir. Bunun Birim kök testinden yararlanılmıştır. Bu test için yaygın olarak tercih edilen test Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF-Augmented Dickey Fuller) testidir. Bu test ile serinin uygun farkı alınıp seri durağanlaştırılmıştır. ADF test sonuçları Tablo 1’de yer almaktadır.

**Tablo 1:** ADF Test Sonuçları

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-12.96912	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.571366	
	5% level	-1.941701	
	10% level	-1.616113	

Birim kök içinden ADF testi aracılığıyla serinin 1. dereceden farkı alındığında serinin yeteri kadar durağanlaşmadığı tespit edilmiştir. Bunun için de serinin 2. dereceden farkı alınarak seri ADF temelinde anlamlı hale getirilmiştir. Bunu göstergeler ile desteklediğimizde; ADF olasılık değerinin 0,05'ten küçük olduğu tespit edilmiştir. ADF t-istatistik değerinin düzey değerlerden daha küçük bir değerde olması test için kabul edilebilir bir tespittir. Ayrıca tüm  $t$  değerleri mutlak içine alındığında en büyüğünün de ADF değeri olduğu görülmektedir. Ham veri grafiği ve durağanlaştırılan yeni seri aynı ortamda Şekil 3'te karşılaştırılmıştır.

**Şekil 3:** Normal Seri ile Durağanlaştırılmış Seri Kıyaslaması

Seri durağanlaşacağına göre ARIMA modelleri oluşturulabilir. Birçok ARIMA modeli oluşturulabileceğinden dolayı modeller arası kıyaslamayı yapabilmek için literatürde genel kabul gören çeşitli kriterlerden yararlanılabilir. Bunlar; Akaike Information Criterion (AIC), Schwarz Criterion (SC), SE of Regression (SE of R), Adjusted  $R^2$  (Adj  $R^2$ ) kriterleridir.

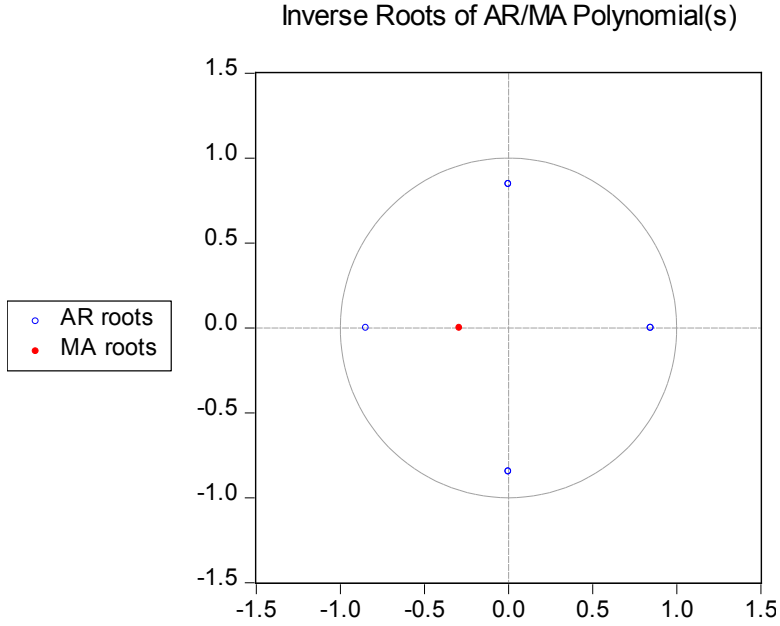
Bunların yanı sıra, kurulan modelin anlamlı olduğunu tespit etmek için olasılık değerlerinin anlamlı olması ve 2. dereceden farkı alınmış serinin kök çember dışında yer almaması gerektiğinden AR ve MA değerlerinin birim kök çemberi içinde yer alıp yer almaması detaylıca incelenmiştir.

Bu kriterlerle birlikte geliştirilen kayda değer tüm ARIMA ( $p, d, q$ ) modelleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2: ARIMA Modeller Özeti**

MODEL	AIC	SC	SE of R	Adj $R^2$	Birim kök çemberinin içinde mi?
ARIMA (0,1,1)	10.09985	10.13164	37.59037	0.105405	Evet
ARIMA (1,1,1)	10.00065	10.04304	35.63380	0.196108	Evet
ARIMA (1,1,2)	10.10047	10.14286	37.55117	0.107269	Evet
ARIMA (2,1,1)	10.10320	10.14560	37.60315	0.104796	Evet
ARIMA (2,1,2)	10.20657	10.24896	39.56972	0.008713	Evet
ARIMA (1,1,3)	10.06511	10.10751	36.88693	0.138573	Evet
ARIMA (3,1,1)	10.03929	10.08168	36.40500	0.160935	Evet
ARIMA (2,1,3)	10.15068	10.19308	38.50117	0.061528	Evet
ARIMA (3,1,2)	10.11283	10.15522	37.75548	0.097529	Evet
ARIMA (1,1,4)	9.984137	10.02653	35.39922	0.206657	Evet
<b>ARIMA (4,1,1)</b>	<b>9.948896</b>	<b>9.991289</b>	34.75628	0.235214	<b>Evet</b>

Geliştirilen ARIMA modelleri incelendiğinde, tüm kriterleri sağlayan ARIMA (4,1,1) modeli diğer yöntemlerle kıyaslanmak üzere belirlenmiştir. Bu modelin AR ve MA değerlerinin birim kök çemberi içindeki konumları Şekil 4’te gösterilmiştir.



**Şekil 4:** ARIMA (4,1,1) Modeli Birim Kök Çemberi

ARIMA ve diğer yöntemler ile yapılan tahmin analizleri sonucunda tespit edilen tahmin değerlendirme kriter değerleri Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3:** Yöntemlerin Tahmin Performansları

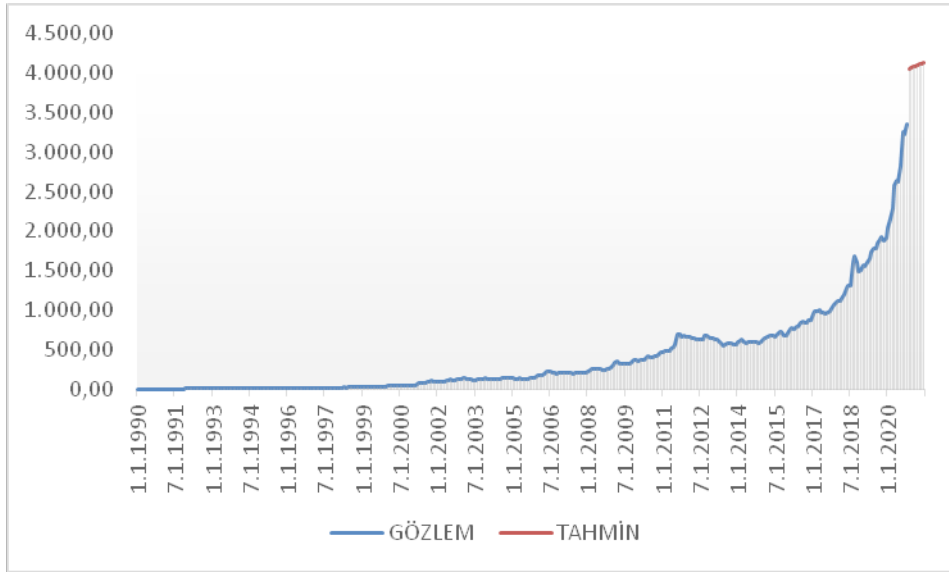
YÖNTEM	RMSE	SSR
<b>ARIMA</b>	<b>12.25207</b>	<b>1791.000</b>
<b>BÜD</b>	40.72775	613737.3
<b>HDT</b>	35.36576	462772.8
<b>TOPLAMSAL HW</b>	34.67944	444985.6
<b>ÇARPIMSAL HW</b>	59.55889	1312487

Her yöntemin tahmin analizinden çıkan tahmin kriter değerleri modeller arası karşılaştırmaya yardımcı olmuştur. ARIMA modeli diğer modellere göre daha az kalıntı vererek gelecek tahmini için kullanılacak yöntem olarak seçilmiştir. Gelecek dönem tahmin edilmesi Kasım 2020 – Haziran 2021 dönemini kapsamaktadır. ARIMA (4,1,1) modeli ile gerçekleştirilen geleceğe yönelik tahmin analizinde ortaya çıkan tahmini değerler Tablo 4’te ve Şekil 5’te gösterilmiştir.



**Tablo 4:** ARIMA Modeli ile Altın Fiyatlarının Gelecek Tahminleri

TARİH	ALTIN FİYATI (TL)
Kas.20	4.057,74
Ara.20	4.068,97
Oca.21	4.080,19
Şub.21	4.091,41
Mar.21	4.102,64
Nis.21	4.113,86
May.21	4.125,09
Haz.21	4.136,31

**Şekil 5:** Tahmini Altın Fiyatları

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye’de altın fiyatlarının gelecek tahmini tüm yatırımcılar için büyük önem taşımaktadır. Bu durumdan yola çıkarak, bu çalışmada Ocak 1990-Ekim 2020 dönemi aylık altın fiyatlarından yararlanarak Kasım 2020 – Haziran 2021 aylık dönemin tahmin analizinin yapılması amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için belirlenen yöntemler; zaman serilerinden, BÜD, HDT, Toplamsal ve Çarpımsal HW ve ARIMA modelleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler kullanılarak yapılan analizler belirlenen tahmin değerlendirme kriterleri temelinde kıyaslanmıştır. Bu kıyaslama sonucunda ARIMA yöntemi ile geliştirilen modelin

diğer yöntemlere göre daha başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Geliştirilen ARIMA (4,1,1) modeli ile 2020 yılı aylık bazında altın fiyatları tahmin edilmiştir. Tahmini fiyatlar incelendiğinde; altın fiyatlarında devamlı bir artış gözlemlenmektedir. Diğer taraftan altın fiyatlarını dolaylı ya da doğrudan etkileyebilecek faktörler de belirlenebilir. Güvenli bir liman olarak görülen sarı madenin fiyatının tahmin edilmesinin yanında bu fiyatlara etki eden faktörler (döviz kurlarındaki ani artış veya azalışlar, enflasyon oranlarındaki değişimler, faiz oranlarındaki dalgalanmalar, işsizlik oranları veya küresel para politikalarındaki değişimler) de göz önüne alınabilir.

Altın fiyatlarının ileriye yönelik tahmin edilmesi konusunda ulaşılan veri seti büyüdükçe kalıntı kareleri toplamının daha düşük seviyelerde sonuçlanma imkânı olabilir. Bu çalışmada aylık veriler temelinde geliştirilen ARIMA modeli de oldukça iyi tahmin performansı ortaya koymuştur. Özellikle yatırımcılar için bu tahmini değerler büyük önem taşıdığından dolayı bu veri setini genişletmenin yolları da haftalık, günlük ya da saatlik değerlere ulaşmakla olabilir. Bu veri seti aralıklarına ulaşıldığı takdirde ARIMA modelinin çok daha yerinde sonuçlar verebilme imkânı olabilir.

Bu çalışmanın literatüre kattığı önemli özelliklerinden biri kullanılan veri setinin aylık olmasına rağmen geniş bir dönemi kapsamasıdır. Veri setinde özel zaman serisi göz önüne alındığında ne kadar çok geçmiş döneme gidilirse kurulan modelin güvenilirliği ve geçerliliği o denli artacaktır. Bu çalışmada da toplamda 358 (ay) değişken kullanılmıştır. Eğer bundan daha büyük bir veri setine ulaşırsa elde edilecek tahmin sonuçlarının hata oranları da minimum seviyelerde olacaktır.

Altın fiyatları devamlı bir büyüme yaşadığından dolayı ARIMA modeli iyi bir tahmin analizi yapmıştır. Bu çalışmada özellikle mevsimsel etkiye sahip olan veri setleri üzerinde etkili olan HW yöntemleri de kullanılmış ve nispeten düşük performanslar göstermişlerdir. Diğer taraftan, altın fiyatlarına etki edebilecek birçok faktör olabileceğinden bahsetmiştik. Zaman serilerinin aksine nedensel yöntemler de bu veri seti üzerinde etkili olabilir. Altın fiyatları üzerinde Regresyon ve Yapay Sinir Ağları gibi yöntemler de uygulanabilir. Bu seriye etki eden değişkenlerin gelecek değerleri tahmin edilirse bu yöntemlerle kurulacak modellerle yapılacak tahminler de etkileyici sonuçlar doğurabilir.

## KAYNAKÇA

- Amini, P., Ghaleiha, A., Zarean, E., Sadeghifar, M., Ghaffari, M. E., Taslimi, Z. & Yazdi-Ravandi, S. (2018). Modelling The Frequency of Depression Using Holt-Winters Exponential Smoothing Method, *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 12 (10), 24-27.
- Askari, M. & Askari, H. (2011). Time Series Grey System Prediction-Based Models: Gold Price Forecasting, *Trends in Applied Sciences Research*, 6 (11), 1287-1292.
- Bajric, H., Kadric, E., Pasic, M. & Bijelonja, I. (2017). A Comparison of Two Parameter Same Slope Seasonality and Holt-Winters Exponential Smoothing Models, *Annals of Daaam and Proceedings*, 28, 101-108.
- Balı, S. & Cinel, M. (2011). Altın Fiyatlarının İMKB 100 Endeksi'ne Etkisi ve Bu Etkinin Ölçülenmesi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25 (3-4), 45-63.
- Benli, Y. K. & Yıldız, A. (2015). Altın Fiyatının Zaman Serisi Yöntemleri ve Yapay Sinir Ağları ile Öngörüsü, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (42), 213-224.
- Bolat, M., Ünüvar, F. İ. & Dellal, İ. (2017). Türkiye'de Yemeklik Baklagillerin Gelecek Eğilimlerinin Belirlenmesi, *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 3 (2), 7-18.
- Booranawong, T. & Booranawong, A. (2017). Simple and Double Exponential Smoothing Methods with Designed Input Data for Forecasting A Seasonal Time Series: In An Application for Lime Prices in Thailand, *Suranaree Journal of Science and Technology*, 24 (3), 301-310.
- Box, G. E. (1970). *GM Jenkins Time Series Analysis: Forecasting and Control*, San Francisco, Holdan-Day.
- Brown, R. G. (1956). *Exponential Smoothing for Predicting Demand*, Cambridge, Mass., Arthur D. Little.
- Chi, Z. & Shi, L. (2018). Short-Term Traffic Flow Forecasting Using ARIMA-Svm Algorithm and R., *5th International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE)*, 517-522.
- Da Veiga, C. P., Da Veiga, C. R. P., Puchalski, W., Dos Santos Coelho, Lve & Tortato, U. (2016). Demand Forecasting Based on Natural Computing Approaches Applied to The Foodstuff Retail Segment, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 31, 174-181.
- Dev, S., Alskaf, T., Hossari, M., Godina, R., Louwen, A. & Van Sark, W. (2018). Solar Irradiance Forecasting Using Triple Exponential Smoothing, *In 2018 International Conference On Smart Energy Systems and Technologies (SEST)*, 1-6.
- Elmas, B. & Polat, M. (2014). Altın Fiyatlarını Etkileyen Talep Yönlü Faktörlerin Tespiti: 1988-2013 Dönemi, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15 (1), 171-187.
- Fauziah, F. N., Gunaryati, A., Sari, K. & Titi, R. (2017). Comparison Forecasting with Double Exponential Smoothing and Artificial Neural Network to Predict The Price of Sugar, *International Journal of Simulation-Systems, Science and Technology*, 18(4). 13.1-13.8

- Gamberini, R., Lolli, F., Rimini, B. & Sgarbossa, F. (2010). Forecasting of Sporadic Demand Patterns with Seasonality and Trend Components: An Empirical Comparison Between Holt-Winters and (S) ARIMA Methods, *Mathematical Problems in Engineering*, 1-14.
- Guo, Y. H., Shi, X. P. & Zhang, X. D. (2010). A Study of Short Term Forecasting of The Railway Freight Volume in China Using Arıma and Holt-Winters Models, *8th International Conference on Supply Chain Management and Information*, 1-6.
- Gültekin, Ö. E., & Hayat, E. A. (2016). Altın Fiyatını Etkileyen Faktörlerin Var Modeli ile Analizi: 2005-2015 Dönemi, *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 16 (4), 611-625.
- Güngör, İ., Kayacan, M. C., & Korkmaz, M. (2004). Endüstriyel Odun Hammaddesi Talebinin Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı ve Bazı Tahmin Yöntemleri ile Karşılaştırılması. *YA/EM'2004 - Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi*, 166-168.
- Hamzaçebi, C., & Kutay, F. (2004). Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 227-233.
- Hansun, S. (2016). H-Wema: A New Approach of Double Exponential Smoothing Method, *Tel-komnika: Telecommunication Computing Electronics and Control*, 14 (2), 772-777.
- Holt, C. C. (1957). *Forecasting Trends And Seasonal By Exponentially Weighted Moving Averages*, ONR Memorandum, 52/1957, Carnegie Institute Of Technology.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice*, Otexts.
- Kristjanpoller, W., & Minutolo, M. C. (2015). Gold Price Volatility: A Forecasting Approach Using The Artificial Neural Network–Garch Model, *Expert Systems with Applications*, 42 (20), 7245-7251.
- Lian, J., & He, L. (2018). Research On Production Prediction Based On Exponential Smoothing Method. *9th International Conference On Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, 961-963.
- Mahajan, S., Chen, L. J., & Tsai, T. C. (2017). An Empirical Study of PM2.5 Forecasting Using Neural Network. In *Ubiquitous Intelligence Computing, Advanced Trusted Computed, Scalable Computing Communications, Cloud Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation, 2017 International IEEE Conferences. IEEE*, 327-333.
- Negm, M. M., & Safiullin, L. N. (2018). Time Series Modeling Of Wheat Production And Share The Self-Sufficient Rate in The Future, Using Double Exponential Smoothing Model, *Dilemmas Contemporáneos: Educación, Política y Valore*, Toluca, 6, 1-17.
- Nichiforov, C., Stamatescu, I., Făgărășan, I., & Stamatescu, G. (2017). Energy Consumption Forecasting Using ARIMA and Neural Network Models, *5th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEEE)*, 1-4.
- Omag, A. (2012). An Observation of The Relationship Between Gold Prices and Selected Financial Variables in Turkey, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (55), 196-204.

- Pierdzioch, C., Risse, M., & Rohloff, S. (2015). Forecasting Gold-Price Fluctuations: A Real-Time Boosting Approach, *Applied Economics Letters*, 22(1), 46-50.
- Poyraz, E., & Didin, A. G. S. (2008). Altın Fiyatlarındaki Değişimin Döviz Kuru, Döviz Rezervi ve Petrol Fiyatlarından Etkilenme Derecelerinin Çoklu Faktör Modeli ile Değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (2), 93-104.
- Rehman, S., Cai, Y., Fazal, R., Das Walasai, G., & Mirjat, N. (2017). An Integrated Modeling Approach For Forecasting Long-Term Energy Demand in Pakistan, *Energies*, 10 (11), 1868-1891.
- Rendon-Sanchez, J. F., & De Menezes, L. M. (2019). Structural Combination of Seasonal Exponential Smoothing Forecasts Applied to Load Forecasting, *European Journal of Operational Research*, 275 (3), 916-924.
- Slutsky, E. (1927). *The Summation of Random Causes As The Source of Cyclic Processes 3 (1)*, Moscow: Conjunction Institute, 1927.
- Snyder, R. D., Ord, J. K., & Koehler, A. B. (2001). Prediction Intervals for ARIMA Models, *Journal Of Business and Economic Statistics*, 19 (2), 217-225.
- Sunny, C. M., Nithya, S., Sinshi, K. S., Vinodini, M. V., Lakshmi, K. A., Anjana, S., & Manojkumar, T. K. (2018). Forecasting of Road Accident in Kerala: A Case Study, *International Conference on Data Science and Engineering (ICDSE)*, 1-5.
- Temelli, F. & Şahin, D. (2019). Hisse Senedi Fiyatları, Altın Fiyatları ve Ham Petrol Fiyatları Arasındaki Nedensellik İlişkinin Analizi, *Ekev Akademi Dergisi*, 23 (77), 161-178.
- Tian, S., Fu, Y., Ling, P., Wei, S., Liu, S., & Li, K. (2018). Wind Power Forecasting Based on ARIMA-Lgarch Model, *International Conference on Power System Technology (POWERCON)*, 1285-1289.
- Topçu, N., Aksoy, M., & Topcu, N. (2013). Altın ile Hisse Senedi ve Enflasyon Arasındaki İlişki, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27 (1), 59-78.
- Tran, Q. T., Li, H., & Trinh, Q. K. (2019). Cellular Network Traffic Prediction Using Exponential Smoothing Methods. *Journal of Ict*, 18 (1), 1-18.
- Tüzemen, A., & Yıldız, Ç. (2018a). Geleceğe Yönelik Tahminleme Analizi: Türkiye Çimento Üretimi Uygulaması, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16 (3), 162-177.
- (2018b). Holt-Winters Tahminleme Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi: Türkiye İşsizlik Oranları Uygulaması, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32 (1), 1-18.
- Uğurlu, E., & Saraçoğlu, B. (2010). Türkiye’de Enflasyon Hedeflemesi ve Enflasyonun Öngörüsü, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 57-72.
- Wang, Q., Song, X., & Li, R. (2018). A Novel Hybridization of Nonlinear Grey Model and Linear ARIMA Residual Correction for Forecasting US Shale Oil Production, *Energy*, 165, 1320-1331.

- Wheelwright, S., Makridakis, S., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods And Applications*, John Wiley & Sons.
- Winters, P. R. (1960). Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages. *Management Science*, 6 (3), 324-342.
- Wold, H. O. (1954), *A Study in The Analysis of Stationary Time Series*, Almquist and Wicksell, Uppsala.
- Yağımlı, M., & Ergin, H. (2017). Türkiye’de İş Kazalarının Üssel Düzeltme Metodu ile Tahmin Edilmesi, *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 29 (4), 118-123.
- Yaman, K., Sarucan, A., Atak, M. & Aktürk, N. (2001). Dinamik Çizelgeleme İçin Görüntü İşleme ve ARIMA Modelleri Yardımıyla Veri Hazırlama, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 19-40.
- Yenidoğan, I., Çayır, A., Kozan, O., Dağ, T., & Arslan, Ç. (2018). Bitcoin Forecasting Using ARIMA and Prophet, *3rd International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)*, 621-624.
- Yu, Z., Lei, G., Jiang, Z., & Liu, F. (2017). Arıma Modelling and Forecasting of Water Level in The Middle Reach Oo The Yangtze River, *4th International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS)*, 172-177.
- Yule, G. U. (1927). VII. On A Method of Investigating Periodicities Disturbed Series, With Special Reference to Wolfer's Sunspot Numbers, *Philosophical Transactions of The Royal Society of London. Series A, Containing Papers of A Mathematical or Physical Character*, 226(636-646), 267-298.
- Yüksel, R., & Akkoç, S. (2016). Altın Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ve Bir Uygulama, 17(1), 39-50.