

## BIST 100 Endeksi İle Altın Fiyatları İlişkisinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Belirlenmesi (1988-2020)

Meltem KESKİN<sup>1</sup> ve Ahmet YÜCEL<sup>2</sup>

### Öz

Tarihin her döneminde önemli bir ticaret ve finans aracı olan altın, günümüzde de önemli bir yatırım ve rezerv aracı olarak değerlendirilmeye devam etmektedir. Altın fiyatlarındaki değişim ve altına dayalı işlem hacminin büyüklüğü ile borsa ilişkisi çalışmanın temel araştırma konusunu oluşturmaktadır. Çalışmanın veri seti; 1988-2020 yılları arasındaki verilerden oluşmaktadır. Altın fiyatları ve BIST 100 endeksi arasındaki ilişkinin varlığı, yönü ve boyutu çalışma kapsamında incelenmiştir. Yapay sinir ağları (YSA) yöntemi veri analizinde kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkileri doğrusal ve olasılık tabanlı olarak iki aşamada incelenmiştir. Doğrusal ilişkinin %52 ve olasılığa dayalı ilişkinin ise %70 üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu amaçla, 1988-2019 dönemine ait kontrol veri üzerine geliştirilen model, 2020 yılına ait veri üzerinde test edilmiştir. İlgili model %54 üzerinde bir doğruluk oranı sağlamıştır.

*Anahtar Kelimeler:* Finansal Piyasalar, BIST, Altın Fiyatları, Yapay Sinir Ağları Modellemesi

### Prices by Artificial Neural Networks (1988-2020)

### Abstract

Gold, which has been an important trade and finance tool in every period of history, continues to be utilized as an important investment and reserve tool today. The main research subject of the study is the change in gold prices and the size of the gold-based trading volume and the relationship between the stock market. The data set of the research consists of data from 1988 to 2020. The existence, direction, and extent of the relationship between gold prices and the BIST 100 index were examined within the scope of the study. The artificial neural networks (ANN) method was used in data analysis. The causality relationships between the variables were examined in two stages as linear and probabilistic. It has been observed that the linear relationship is over 52%the probability-based relationship is 70%. For this purpose, the model developed on the control data of the period 1988-2019 was tested on the data of 2020. The relevant model provided an accuracy rate of over 54%.

*Key Words:* Financial Markets, BIST, Gold Prices, Artificial Neural Nets Modelling

### Atf İçin / Please Cite As:

Keskin, M. ve Yücel, A. (2022). Bist 100 endeksi ile altın fiyatları ilişkisinin yapay sinir ağları yöntemiyle belirlenmesi (1988-2020). *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 600-611.

**Geliş Tarihi / Received Date:** 17.02.2021

**Kabul Tarihi / Accepted Date:** 19.11.2021

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi - Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, ŞUBF Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, mkeskin@ybu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-8536-4940

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi - Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, ŞUBF Finans ve Bankacılık Bölümü, ayucel@ybu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-2364-9449

## Giriş

Ticaret, insanlığın bugüne kadar sağladığı teknoloji dâhil pek çok gelişmenin temel motivasyon unsurlarından biridir. Altın, tarih boyunca insanların ticarete değişim aracı olarak para yerine kullandıkları ödeme araçlarından biri olmuştur. Yine, altın her dönem finansal sistem içerisinde yer alarak ülkelerce kabul görmüş ve hatta rezerv aracı olarak da kullanılmıştır. Ayrıca altın ekonomik kriz ve savaş dönemlerinde güvenilir finansal enstrüman olarak değerlendirilmiştir. Altın geleneksel ve/veya kültürel nedenlerle bazı ülkelerde daha fazla cazibe odağı olmaktadır. Türkiye’de, altını yatırım aracı olarak değerlendirmenin yanı sıra ziynet eşyası olarak da kullanılmaktadırlar. Bu nedendir ki altın fiyatları tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de her kuşaktan yatırımcı tarafından yakından izlenmekte ve değerlendirilmektedir.

Finansal sistemin temel unsurundan biri olan menkul kıymetler borsasının derinliği ve işlem hacmi ile ülke ekonomisinin gelişmişliği doğru orantılıdır (Mishkin, 2000, ss. 20-22). Borsalar; ekonomik sisteme likidite sağlama, mülkiyeti geniş halk kitlelerine yayma, bilgiye ulaşma, fiyat oluşturma, risk yönetimi, büyük ölçekli işletmelerin kurulması, rekabet artışıını sağlamak gibi önemli işlevleri yerine getirirler. Sonuç olarak bu finansal sistem ekonomideki istikrar ve güveni sağlar. Bu sebeple, ekonominin yönü borsa endeks değerleri üzerinden izlenebilmektedir.

20. yüzyılın ilk çeyreğinden bu yana Anadolu topraklarında var olan borsa, 2012 yılının son çeyreğinden sonra Borsa İstanbul (BİST) olarak işlemlerine devam etmektedir. Borsa İstanbul A.ř. Sermaye Piyasası Kurulunun 19-09-2019 tarih ve 52 sayılı kararları doğrultusunda Yıldız ve Ana Pazarlar, Gelişen İşlemler Pazarı, Yakın İzleme Pazarı, Piyasa Öncesi İşlem Platformu, Yapılandırılmış Ürünler ve Fon Pazarı ve Nitelikli Yatırımcı İşlem Pazarı olmak üzere yeni pazar yapısı oluşturulmuştur (Borsa İstanbul [BİST], 2019). BİST’in bu yeni yapısı ve sonrasında getirilen yeni kriterleriyle manipülatif hareketlerin tamamen önünün kesilmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede aynı büyüklük, derinlik ve likiditeye sahip işletmeler Ana Pazar ve Yıldız Pazar şeklinde kategorize edilmiştir.

Altın hem ödeme hem de yatırım aracı özelliğine sahip olması sebebiyle, dünyada olduğu gibi Türkiye’de de önemli bir portföy unsurudur. Benzer şekilde, borsa ise finansal sistemin omurgasını oluşturmaktadır. Aynı platformda yer alan bu iki kritik unsurun etkileşimlerini ortaya koyabilmek amacıyla karşılaştırmalı bir değerlendirilmesinin yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur.

Finansal teknolojilerdeki gelişim pek çok alanda etkisini göstermektedir. Bu değişim ve gelişim finansal tahmin metodlarının da gelişmesine öncülük etmektedir. Bu modelleme tekniklerinden biri de yapay sinir ağlarıdır (YSA). Bu tekniğin temel mantığı, beyin sinir davranışlarını taklit ederek, bir karar algoritması oluşturmaktır. Yapay zekâ çalışmalarından türeyen YSA; finans dâhil pek çok alanda karmaşık sorunların çözümünde başarıyla uygulanabilen modelleme yöntemidir. YSA modeli ile simülasyonlar sonucu elde edilen veriler ile ağın eğitimi de mümkün olmaktadır.

Çalışmada normal dağılıma sahip ve lineer olmayan bir veri seti kullanılmıştır. Bu nedenle problemin çözümünde yapay sinir ağları kullanmak analizin gücünü arttırmaktadır (Landi, Piaggi, Laurino ve Menicucci, 2010, s. 115). Modelleme aşamasında Statistica programı kullanılmış ve Statistica modelleme programı ile sinir ağı yaratılmıştır. Araştırmada 1988-2020 yılları arındaki BİST 100 ve altın fiyatları günlük olarak değerlendirilmiştir. Otuz üç yıllık veri dönemine ait BİST 100 ve altın verileri temizlenerek senkronizasyon sağlanmıştır. Hazırlanan senkronize veriye ve modele ait kodlama bilgilerine Google drive [linkinden](#) ulaşılabilmektedir.

Çalışmada BİST 100 ve altın değer hareketlerinin bağlı değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu amaçla yapay sinir ağlarına dayalı zaman serisi algoritması kullanılmıştır. Yapay sinir ağları, hem bir bağımlı değerşken değer tahmininde, hem de gelecek veri simülasyonunda (zaman serileri) kullanılabilir. Bu çalışmada 2020 yılına ait zaman serisi öngörü modeli oluşturulmuştur.

Öngörüye dayalı oluşturulan simülasyon veri ve gözleme dayalı 2020 verileri kıyaslanarak modelin başarısı ölçülmüştür. Kontrol veri üzerine geliştirilen bu modelleme, tekrarlı (iteration) öğrenmeler sonucunda %70 üzerinde bir başarıya ulaşmıştır. %70 başarıyla oluşturulan bu sonuç model, test verisi üzerine uygulandığında %54’ün üzerinde bir başarıya sağlamıştır.

## Literatür Araştırması

Altın ve altın fiyatları ile ilgili literatürde çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şöyledir: Green (1993) çalışmasında Likyalıların M.Ö. 560'da ilk altın parayı kullandıklarını belirtmiştir. Selik (1998) ve Seyidoğlu (2003) çalışmalarında altının ülke kalkınmışlık düzeylerini belirlediğine vurgu yapmışlardır. Baur ve McDermott (2010) altına yatırımın güvenli liman olup olmadığını incelemiş ve altın ile bonoları karşılaştırmalı olarak ele almışlardır. Altın fiyatlarının döviz kurları ve/veya petrol fiyatları üzerindeki etkisinin ne yönde ve nasıl olduğu ile ilgili çalışmalar arasında Capie, Terence ve Wood (2005), Tully ve Lucey (2005) ve (2007), Poyraz ve Didin (2008), Sujit ve Kumar (2011), Pukhuanthong ve Roll (2011), Kim ve Dilts. (2011), Ciner, Gurdgiev ve Lucey (2013), Malliaris ve Malliaris (2013), Zagaglia ve Marzo (2013) yer almaktadır. Ayrıca, Baur ve Lucey (2010) çalışmalarında Amerikan spot altın fiyatı ile MSCI hisse senedi ve hazine bonusu endeksini çok değişkenli regresyon analizi kullanarak incelemişlerdir. Altın fiyatının hisse senedi ile aynı yönlü fiyatlandığını tespit ederken hazine bonusu ile altın fiyatlarının aksi yönlü fiyat hareketi gösterdiğini belirlemişlerdir. Rastogi, (2016) ise altın fiyatları ile petrol fiyatları ve hisse senetleri arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. İnal ve Aydın (2016) çalışmalarında altın fiyatlarına etki eden faktörleri incelemişlerdir. Sonuç olarak enflasyonun ve gümüş fiyatlarının altın fiyatı üzerindeki etkisine vurgu yapmışlardır. Fattah ve Kocbıyık (2020), altın fiyatları ile BIST 100 arasında nedensellik bağlantısı kuramamışlardır.

Birçok bilimsel alanda uygulanan YSA ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları şöyledir: Hopfield (1982) toplu hesaplama yeteneklerine sahip sinir ağları ve fiziksel sistemler üzerinde çalışmıştır. White (1989) öğrenme bağlantıları ile matematiksel maddelerin arasında benzerliği tespit etmiştir. Zhang, Gupta ve Devabhaktuni (2003) çalışmalarında, gelişmiş beslemeli oluşum yapay sinir ağı yapısı içinde yaygın kullanıma sahip olduğunu belirterek bilgi çıktıya ulaşırken geçilen katmanlar arasında nöronlar tarafından bağlantı kurulmakta olduğunu da vurgulamışlardır. Dawson ve Wilby (2009) çalışmalarında yapay sinir ağını; birbirine bağlı nöronlardan oluşan, giriş, çıkış ve gizli katman olarak üç katmanı ağ olarak tanımlamışlardır. Bayata ve Hınıslioğlu (2009), lineer ilişki kurulamayan çoklu verilerin modellemesinde, YSA'nın diğer istatistiksel yöntemlere göre iyi sonuç verdiğini belirlemişlerdir. Kaynar ve Taştan (2009) çalışmalarında toptan eşya fiyatları üzerinde yapay sinir ağları ile ARIMA yöntemini karşılaştırmışlardır. Öztemel (2012) çalışmasında, YSA biyolojik sinir ağı yapısını kopyalan bir matematiksel yöntem tanımlamıştır. Bu sayede girdi ve çıktı verileri arasında fonksiyonel bağlantı kurulmuştur ve sonuç olarak olasılığa dayalı matematiksel bir yöntem kurgulanmıştır. YSA metodolojisi literatürde emtia fiyat tahminleri alanında da kullanılmıştır. Bunlardan bazıları şöyledir: Asilkan (2009), ikinci el araba fiyatlarının gelecekte ne olacağı ile ilgili modelleme yapmış ve sonuçlarının başarılı olduğunu belirlemiştir. Avcı (2009) İMKB-30 endeksinde hisse senetleri fiyatlarına ilişkin tahmin yaratabilmek için yapay sinir ağları metodolojisini kullanarak çalışma yapmıştır. İnel (2010), YSA modelini kalite kontrol ve performans ölçümü için kullanmıştır. Serttaş (2011), YSA modellemesi ile perakende sektöründe talebi belirleyen unsurları tespit etmiştir. Budak ve Erpolat (2012), YSA ile bankalarda kredi dönüşlerinin tahmin edilmesinde başarı sağlamışlardır. Ayrıca kredi risklerinin hesaplanmasında da YSA kullanmışlardır. Aygören, Sarıtaş ve Moralı (2012), İMKB 100 endeksinde YSA yöntemini faiz oranlarını ve altın fiyatlarını tahmin etmek amacıyla kullanmışlardır. Coşkun, Güngör ve Çodur (2015), YSA yöntemini kullanarak işletmenin sermaye yapısına etki eden faktörleri belirlemişlerdir. Şahin (2018), araştırmasında, Bitcoin fiyat tahminini, YSA ve regresyon yöntemlerinden biri olan ARIMA ile yapmış ve bu çalışmasında YSA modelinin daha başarılı sonuç verdiğini belirtmiştir.

## Altın

Değerli madenler arasında fiziksel yapısı ile farklılaşan altın, kolay şekil alması, dayanıklılığı ve korozyona uğramadan yıllarca korunabilmesi nedeni ile ödeme, yatırım ve rezerv aracı olarak ekonomilerde değerlendirilmiştir. Milattan önceki dönemlerde fark edilen bu kıymetli maden, elektrik iletkenliği özelliğine sahip olduğunun anlaşılmasıyla, sağlık sektörü dâhil pek çok alanda kullanılmaya başlamıştır. Altın kaynaklarının sınırlı olması bu madenin kıymetini daha da artırmıştır.

Dünya altın arzının %14'ünü Çin, %8.5'ini Avustralya, %8'ini Rusya, %7.5'ini ABD, %5.8'ini Güney Afrika, %5.7'sini Peru, %4'ünü Kanada, %3.35'ini Meksika, %3.27'sini Gana, %3.1'ini Endonezya ve geriye kalan %3.4'ini diğer ülkeler üretmektedir (World Gold Council, 2020, s. 16-17). Dünya altın piyasasında, New York, Londra ve Zürih önemli merkezlerdir. Dünya altın piyasasında altın arzı belirli standartlara bağlanmıştır. Londra Külçe Piyasası Birliği, "Good Delivery List" başlıklı listeleri düzenleyerek rafine standartları belirlemektedir.

Altın, yüzyıllar boyunca medeniyetlerin güç, zenginlik ve asaletlerinin göstergesi olarak kabul görmüştür. Ayrıca toplumlar tarafından değişim, yatırım ve süs eşyası olarak kullanılmıştır. Dünya altın talebini günümüzde; kuyumculuk sektörü, endüstriyel ve yatırım amaçlı altın talepleri oluşturmaktadır. Altının endüstride hammadde olarak kullanımı oldukça yaygındır.

Küreselleşen dünyada artan rekabet gücü, özellikle gelişmiş ülkelere ait finansal piyasalarda büyük değişimlere neden olmaktadır. (Keskin Köylü, 2017, s. 537). Finansal piyasalardaki bu değişim, finansal enştrümanlarda çeşitlilik ihtiyacı oluşturmaktadır. Altın bu ihtiyaca karşılık veren en önemli enştrümanlardan biri olmasının yanında, sadece gelişmiş ülkelerde değil gelişmekte olan ülkelerde de yaygın bir finans aracıdır.

United States Geological Survey'in 2018 yılı maden raporunun verilere göre, dünya altın rezervi 54.000 ton olarak belirtilmiştir. Bu rezervin; 3000 tonu ABD, 9800 tonu Avustralya, 2400 tonu Brezilya, 2200 tonu Kanada, 2000 tonu Çin, 1000 tonu Gana, 2500 tonu Endonezya, 1000 tonu Kazakistan, 1400 tonu Meksika, 1300 tonu Papua Yeni Gine, 2300 tonu Peru, 5500 tonu Rusya, 6000 tonu Güney Afrika, 1800 tonu Özbekistan ve 12000 tonu ise dünyanın diğer ülkelerinde bulunmaktadır (United States Geological Survey [USGS], 2018, ss. 70-71).

Türkiye'deki altın; İstanbul Altın Borsası, Kıymetli Madenler ve Taşlar Piyasası, Kıymetli Madenler Ödünç Piyasası ve Kapalıçarşı Altın Piyasalarında işlem görmektedir. Ayrıca Türkiye'de bankacılık sektöründe altın depo hesapları, altın para ve külçeler, altın bonolar, altın sertifikaları ve altın fonları gibi yatırım araçları da kullanılmaktadır.

Altın belirsizlik zamanlarında iyi bir yatırım aracı olarak görülmektedir. Enflasyona karşı koruma sağlamasının yanı sıra değer kaybeden bir para birimine karşı alternatif bir rezerv olarak işlev gördüğü düşünölmektedir.

### **Altının Ayarı ve Ağırlık Ölçüleri**

Altının saflık derecesi, bir gram bileşeninde bulunan altın miktarıyla belirlenmektedir. Altının saflığı kimya alanında yüzde, mücevher endüstrisinde karat olarak adlandırılmaktadır. 24 karat altın %100 saftır. 22 karat (ayar) altının %91.6 saflık derecesini gösterirken, 21 karat altın %87.5, 18 karat altın %75 ve 14 karat altın %58.5, 10 karat altın %41.7, 9 karat altın %37.5 ve 8 karat altın ise %33.3 oranında altını içerisinde barındırmaktadır (Ünal, Tuncel, Yöleri ve Arslan, 2016, ss. 1-2). 18 ayar altın bileşeninde bakır, gümüş ve platin kullanılmaktadır. 18 ayar altına %25 gümüş eklendiğinde yeşil altın, %12.5 gümüş ve %12.5 bakır bileşeni sarı altını, %0.6 gümüş ve %19 bakır pembe altını, %25 bakır bileşenli altın kırmızı altını oluşturmaktadır (Kurtoglu, 2006, s. 147).

Dünyada farklı altın ağırlık ölçü birimleri kullanılmakla birlikte uluslararası standartlarda altın fiyatları Troy ons cinsinden hesaplanmaktadır. 1 troy ons 31,1034768 grama eşittir. Günlük kullanımda ölçü birimi olarak sadece ons kullanılmaktadır (Kültürcü, 2014, s. 9).

### **Yatırım Aracı Olarak Altın Talebi**

Altın küresel ve/veya yerel ölçekli ekonomik ve politik istikrarsızlık dönemlerinde yatırımcılar için güvenli bir liman olmuştur. Gelişmekte olan ülkelerde ve sığ sermaye piyasalarında yatırımcı için cazip olmasının yanı sıra, gelişmiş ülkelerde de değerli metal piyasalarında spot ve vadeli olarak işlem görmektedir. Yatırımcılar portföylerini çeşitlendirme aşamasında varlıklarının bir kısmını altın olarak bulundurmaya uygun bulmaktadır. Altın piyasaları derin ve likiditesi yüksek piyasalardır. Altın yatırım aracı olarak, külçe ve para olarak tutulabildiği gibi altına dayalı borsa yatırım fonları (ETF) olarak da değerlendirilebilmektedir.

### **BIST (Borsa İstanbul)**

Borsalar; yasalar ve mevzuatlar doğrultusunda değerli madenlerin, finansal araçların ve sermaye piyasalarına konu olan her türlü kıymetin güvenilir ve denetlenir ortamda alınıp satıldığı fiyatların şeffaflıkla oluştuğu piyasadır.

BIST, 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu doğrultusunda kurulmuştur. Borsa İstanbul, yatırımcıların piyasayı izlemelerinde kolaylık sağlamaları için çeşitli endeksler bulunmaktadır. BIST 100 endeksi; hisse senetlerinin işlem hacmi bakımından en çok işlem gören 100 hisse senedinin performans ölçümünü göstermektedir.



## Yöntem ve Veri Seti

Veri madenciliği, net olmayan ve önceden bilinmeyen fakat kullanışlı olabilecek tüm bilgi bağlantılarını keşfetmektedir. Yapay sinir ağları veri madenciliği metodolojisinin yöntemlerinden biridir. Doğrusallığı gözlenemeyen verilerde YSA evrensel sonuçlara ulaşabilir (Yüksel, Birca, Zontul ve Kaynar, 2007, s. 98). Veri madenciliği algoritmalarında kullanılan YSA, genetik algoritmalar ve programlamaların yanı sıra bulanık mantık gibi teknikleri de içinde barındırır. Özellikle doğrusal olmayan, değişken yapıli veri setlerinde diğer istatistik temelli yöntemlerden daha başarılı olduğu bilinmektedir (Baykasoglu, 2005, s.8). Yani, YSA yöntemi belirsiz verilerden anlamlı sonuçlar çıkartabilir (Zakaria, Mabrouka ve Sarhan, 2014, s. 7).

YSA, tasarlanan miktarda yapay sinir hücresinin, yapılandırılması ile katmanlı bir yapı oluşturulur. İlk katman giriş katmanıdır ve bu katmanda işlem yapılmaz ara katmanların (gizli katmanlar) ardından son katman olan çıkış katmanına ulaşılır. Tek katmanlı ağ bağlantılarında giriş, ara ve çıkış katmanları yer alırken, tam bağlantılı ağ sisteminde her katmanda bulunan sinir ağları sonraki katmanın tüm sinir ağlarına bağlanır (Şengür ve Tekin, 2013, s. 9). YSA yapısı Şekil 1’de verilmiştir (Demirceylan, 2012, s. 20).



Şekil 1. Yapay Sinir Ağı Yapısı

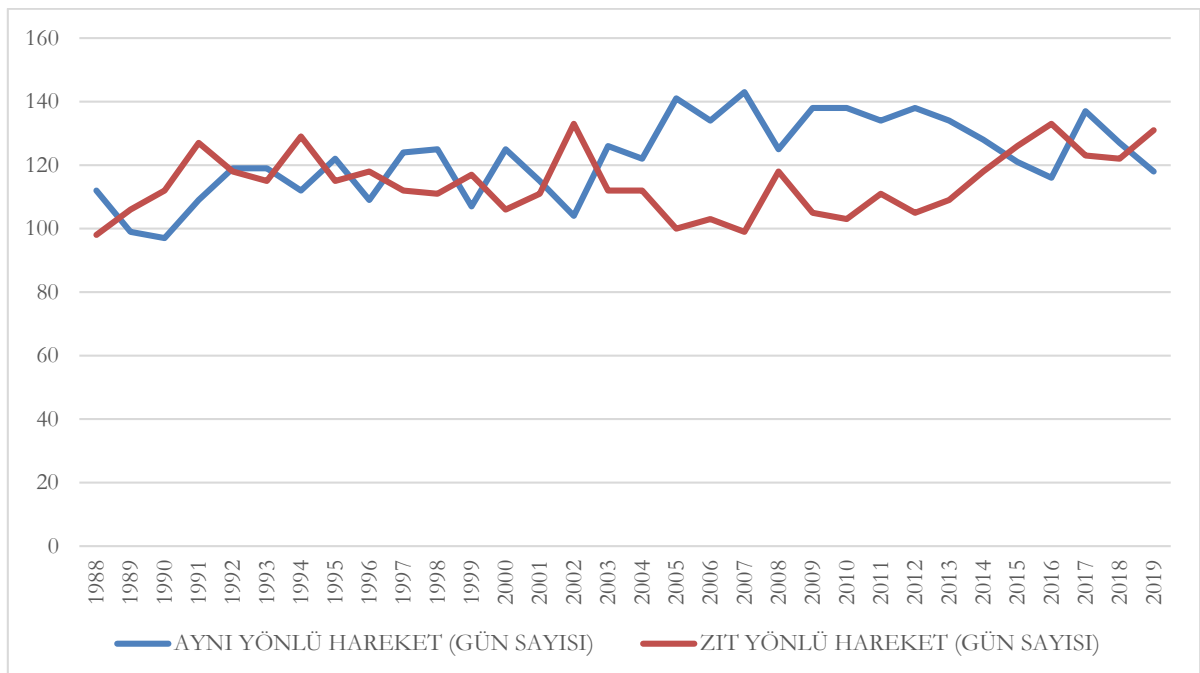
Bu çalışmada 1988-2020 arası döneme ait BIST 100 ve altın fiyatlarının günlük değişim oranları kullanılarak, BIST 100 ve altın arasındaki finansal ilişki incelenmiştir. Veri analizinde, yapay sinir ağlarına dayalı zaman serileri algoritması uygulanmıştır. Yatay olarak kullanılan yapay sinir ağı metodolojisi ile 1988-2019 arası veriler kullanılarak 2020 yılının verileri tahmin edilmiştir. Sonrasında, tahmine dayalı elde edilen ve gözlemlenen veriler kıyaslanarak, oluşturulan modelin başarısı ölçülmüştür. Model %70 üzerinde bir doğruluk oranına ulaşmıştır.

## Ampirik Bulgular

Çalışmada kullanılan veriler BIST DataStore ve investing.com finansal analiz ve veri paylaşımı yapan çevrimiçi platformdan alınmıştır. Temel olarak BIST 100 ve altın oranlarının günlük değişim oranları kullanılmıştır. Veri 1988-2020 arasını kapsamaktadır. BIST 100 ve altın oranlarının tarihsel olarak senkronize olması amacıyla, BIST 100 veya altın değerlerinden birinin mevcut olmadığı güne ait veri çalışmaya dâhil edilmemiştir. Tablo 1’de yıllara göre, BIST 100 ve altın gün sonu oranlarının aşağı/yukarı yönlü hareketleri verilmektedir. 33 yıllık (1988-2020) veri incelendiğinde her iki parametrenin aynı yönlü hareket ettikleri toplam gün sayısı 4009, zıt yönlü hareket ettikleri gün sayısı ise 3729 olarak gerçekleşmiştir. Genel olarak %52 oranında aynı yönlü bir hareket gözlemlenmektedir. Bu durum BIST 100 ve altın ilişkisinin çok kuvvetli bir düzeyde olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. BIST 100 ve Altın Gün Sonu Oranları

	Aynı Yönlü Hareket (Gün Sayısı)	Zıt Yönlü Hareket (Gün Sayısı)	Aynı Yönlü Hareket/Tüm Yıl (Oranı)
1988	112	98	0,53
1989	99	106	0,48
1990	97	112	0,46
1991	109	127	0,46
1992	119	118	0,50
1993	119	115	0,51
1994	112	129	0,46
1995	122	115	0,51
1996	109	118	0,48
1997	124	112	0,53
1998	125	111	0,53
1999	107	117	0,48
2000	125	106	0,54
2001	115	111	0,51
2002	104	133	0,44
2003	126	112	0,53
2004	122	112	0,52
2005	141	100	0,59
2006	134	103	0,57
2007	143	99	0,59
2008	125	118	0,51
2009	138	105	0,57
2010	138	103	0,57
2011	134	111	0,55
2012	138	105	0,57
2013	134	109	0,55
2014	128	118	0,52
2015	121	126	0,49
2016	116	133	0,47
2017	137	123	0,53
2018	127	122	0,51
2019	118	131	0,47
2020	91	71	0,56
<b>GENEL</b>	<b>4009</b>	<b>3729</b>	<b>0,52</b>

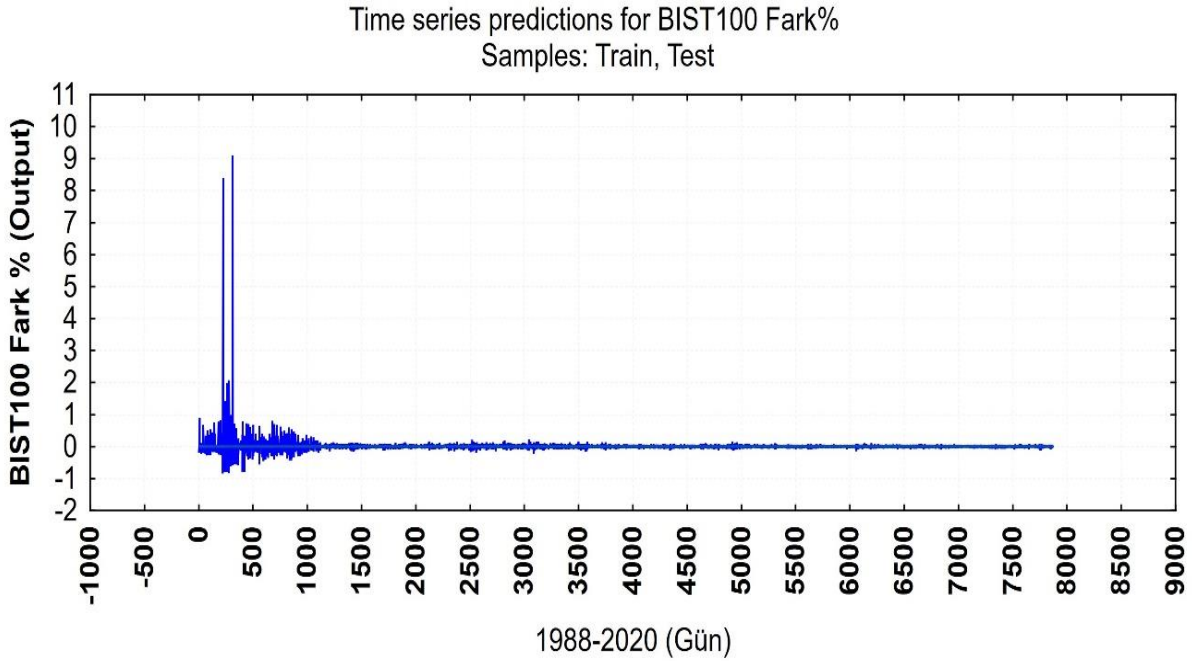


Şekil 2. BIST 100 ve Altın Değer Hareketleri

Şekil 2 incelendiğinde, 1988-2003 arasında BIST 100 ve altın değer hareketleri (aynı/zıt) arasında belirgin bir fark bulunmadığı gözlemlenmektedir. Ancak, 2004-2014 arasındaki değer hareketleri incelendiğinde, aynı yönlü hareketlerin açık şekilde daha baskın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Değer hareketleri 2015 ve sonrasında yeniden 2003 öncesine benzer bir eğilime girmiştir. 2004-2014 arası dönemde, altın ve BIST 100 arasındaki bu belirgin hareketin, dönem içi siyasi ve ekonomik olaylarla ilişkilendirilebilir olup olmadığı, Türkiye ve dünya ölçeğinde ayrı bir tarihsel yaklaşımla incelenebilir.

Genel olarak %52 düzeyinde, hareket yönüne dayalı bir ilişkiye sahip BIST 100 ve altın değerlerinin, bir değer tahmini için performansını incelemek amacıyla yapay sinir ağlarına dayalı zaman serisi algoritması kullanılmıştır. Bu amaçla, 1988-2019 yılları arasında yer alan veri kontrol verisi olarak değerlendirilmiştir. Kontrol veri üzerine modellenen yapay sinir ağlarına dayalı zaman serisi modeli, 2020 yılına ait veri üzerinde test edilmiştir. Modele ait sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Şekil 3’de 2020 yılı BIST 100 değer fark oranlarına ait zaman serisine dayalı oluşturulan tahmin değerleri ile orijinal değerler arasındaki fark çizgi ile belirtilmiştir. Çizgilerin model zaman aralığı büyüdükçe sıfıra yaklaşması, modelin performansının kontrol veri boyutuyla doğru orantılı arttığını göstermektedir.



Şekil 3. 1988-2020 BIST 100 için %Farkın Zaman Serisi Tabmini

Kontrol grubu üzerinde üretilen modeller incelendiğinde, en düşük %59,35, en yüksek %91,77 ve beş modelin ortalama %70,17 bir ilişki düzeyi oluşturulabildiği görülmüştür. Bu modeller, test grubu veya gelecek veri üzerinde uygulandığında ise; en düşük model performansının %54,72, en yüksek model performansının ise %56,44 olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumda, genel olarak %52’lik kuvvetli bir ilişkiye sahip BIST100 ve Altın değerleri, tahmin/öngörü modelleriyle %54’ün üzerinde bir ilişki potansiyeline de sahip olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Tablo 2. BIST 100 ve Altın Değerlerinin 2020 Yılı Tabmini

Index	Net. name	Training Perf.	Test perf.	Training algorithm	Err. Funct.	Hidden activation	Output activation
1	MLP 30-17-3	65,31	56,44	BFGS 23	Entropy	Logistic	Softmax
2	MLP 30-14-3	91,77	55,87	BFGS 58	Entropy	Logistic	Softmax
3	MLP 30-14-3	73,86	54,72	BFGS 39	Entropy	Tanh	Softmax
4	MLP 30-13-3	60,57	54,72	BFGS 20	SOS	Tanh	Logistic
5	MLP 30-11-3	59,35	54,72	BFGS 22	SOS	Exponential	Identity

**Tablo 3. YSA Model apraz Tablo (Doğru/Yanlı Tahmin Dağılımı)**

		BIST 100_Y/A		
		A	Y	Toplam
1.MLP 30-17-3	Toplam	162	187	349
	Doğru	83	114	197
	Yanlış	79	73	152
	Doğru (%)	51,23	60,96	56,45
	Yanlış (%)	48,77	39,04	43,55
2.MLP 30-14-3	Toplam	162	187	349
	Doğru	71	124	195
	Yanlış	91	63	154
	Doğru (%)	43,83	66,31	55,87
	Yanlış (%)	56,17	33,69	44,13
3.MLP 30-14-3	Toplam	162	187	349
	Doğru	67	124	191
	Yanlış	95	63	158
	Doğru (%)	41,36	66,31	54,73
	Yanlış (%)	58,64	33,69	45,27
4.MLP 30-13-3	Toplam	162	187	349
	Doğru	55	136	191
	Yanlış	107	51	158
	Doğru (%)	33,95	72,73	54,73
	Yanlış (%)	66,05	27,27	45,27
5.MLP 30-11-3	Toplam	162	187	349
	Doğru	56	135	191
	Yanlış	106	52	158
	Doğru (%)	34,57	72,19	54,73
	Yanlış (%)	65,43	27,81	45,27

Tablo 3’de test grubu üzerine tahmin dağılımları verilmektedir. Modellere gore yapılan doğru ve yanlış tahmin sayıları ve oranları ilgili tabloda paylaşılmıştır.

### Tartışma, Sonuç ve öneriler

Çalışmada, 1988-2019 yılları arasında alınan BIST 100 ve altın fiyatları verileri ile 2020 yılı kıyaslanarak oluşturulan model ile %70,17’lik başarı sağlanmıştır. BIST 100 ve altın fiyatları hareketleri arasında belirgin olmayan bağlı hareket 1988 yılından 2003 yılına kadar devam ederken bu yıldan itibaren iki veri arasındaki makasın belirgin şekilde aksi yönlü açıldığı görülmektedir. Bu farklılık 2014 yılına kadar devam etmiştir. Dünyada ve Türkiye’de yaşanan ekonomik ve siyasi konjonktür, borsa ve altın fiyatları üzerinde, 2004-2014 yılları arasında belirleyici etkiye sahip olmuş olabilir. Bu ihtimal ayrıca üzerinde çalışılması gereken bir araştırma konusudur. 2015 ve sonrasında, 2003 ve öncesine benzer değer hareketleri gözlemlenmiştir. 2020 yılı ile birlikte covit-19 salgın hastalık sürecinde yaşanan anomaliler sadece Türkiye’de değil tüm dünyada etkili olmuştur. Bu etkilerin sonuçları sonraki yıllarda daha net gözlenebilecektir. Çalışmanın ilk aşaması göstermiştir ki, BIST 100 ve altın değerleri arası 33 yıllık ortalama ilişki %52 düzeyinde ve aynı yönlü hareket baskın şekildedir. Ayrıca, YSA modeli ile değişkenler arası doğrusal olmayan ilişki incelenmiştir. Model kontrol grubu üzerinde üretilen modeller incelendiğinde, modellerin ortalama %70,17 bir doğruluk düzeyine ulaştığı görülmüştür. Bu modeller, test grubu veya gelecek veri üzerine uygulandığında ise; model performansının ortalama %55,29 düzeyinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumda, genel olarak %52’lik kuvvetli bir ilişkiye sahip BIST100 ve Altın değerleri, tahmin/öngörü modelleriyle %55’in üzerinde bir ilişki potansiyeline de sahip olduğu sonucuna ulaşılabilir. Bu alışma, gelecek yıllarda her iki finansal enstrümanın getirilerinin ve eğilimlerinin bugünden belli düzeyde ve anlamlı şekilde hesaplanabilir olduğunu ortaya koymuştur.

### Etik Beyan

“BIST 100 Endeksi İle Altın Fiyatları İlişkisinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Belirlenmesi (1988-2020)” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Bu araştırmada hazır veri seti kullanıldığı için etik kurul kararı zorunluluğu taşımamaktadır.



## Kaynakça

- Asilkan, Ö. ve Irmak, S., (2009). İkinci el otomobillerin gelecekteki fiyatlarının yapay sinir ağları ile tahmin edilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14, 375-391. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/sduibfd/issue/20830/223124>
- Avcı, E., (2009). Yapay sinir ağları modelleri ile hisse senedi getiri tahminleri, *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26-1, 443-461. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/muiibd/issue/485/4282>
- Aygören, H., (2012). İMKB 100 endeksinin yapay sinir ağları ve newton nümerik arama modelleri ile tahmini, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 4 (1) ,Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/uaifd/issue/21593/231861>
- Aygören, H., Sarıtaş, H. ve Morali, T. (2012). İMKB-100 endeksinin yapay sinir ağları ve newton nümerik arama modelleri ile tahmini. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi* C.4, S:1, 73-88.
- Baur D. G. ve Lucey B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, Vol:45 (2), pp.217–229. 10.1111/j.1540-6288.2010.00244.x
- Bayoğlu, A. (2005). Veri madenciliği ve çimento sektöründe bir uygulama. *Akademik Bilişim Konferansları 2005*. Gaziantep.(ss. 1-14). Erişim Adresi: <https://ab.org.tr/ab05/tammetin/171.pdf>
- BIST, (2019). *Pay piyasası yeni pazar yapısında uygulanacak değerlendirme kriterleri ve işlem esasları*. Erişim adresi: <https://www.borsaistanbul.com/duyurular/2019/10/02/pay-piyasasi-yeni-pazar-yapisinda-uygulanacak-degerlendirme-kriterleri-ve-islem-esaslari> (19.12.2019).
- Budak, H. ve Erpolat, S (2012). Kredi riski tahmininde yapay sinir ağları ve lojistik regresyon analizi karşılaştırılması. *Academic Journal of Information Technology* 3 (9), 23-30.
- Capie, F.M., Terence C. ve Wood, G. (2005). Gold as a Hedge Against the Dollar, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Vol: 14, No:4, October 2005, s.343-352. Erişim Adresi: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1042443104000794>
- Ciner, C, Gurdgiev, C. ve Lucey, M. (2013). Hedges and safe havens: An examination of stocks, bonds, gold, oil and exchange rates. *International Review of Financial Analysis*. Volume 29, September, 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2012.12.001>
- Coşkun, A, Güngör, B ve Çodur, M . (2015). Yapay sinir ağı yöntemi ile sermaye yapısını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19 (2), 333-350. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/ataunisobil/issue/2839/38781>
- Dawson, W.C. ve Wilby, R. (2009). An artificial neural network approach to rainfallrunoff modelling, *Hydrological Sciences Journal*. 59. 7. 47-66.
- Demirceylan, Seda (2012). Erzurum’da doğalgaz tüketim miktarının yapay sinir ağı algoritması kullanılarak tahmin edilmesi. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Fattah, A. ve Kocabıyık, T. (2020). Makroekonomik değişkenlerin borsa endeksleri üzerine etkisi: türkiye ve ABD karşılaştırması. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 12 (22) , 116-151 . DOI: 10.14784/marufacd.691108
- Green, T. (1993). *The World of Gold*. London Rosendale Press.
- Hopfield J. (1982). Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 7, 2554–2558.
- İnal, V. ve Aydın, M. (2016). Altın fiyatlarını etkilemesi beklenen faktörler üzerine bir inceleme. *ICPESS 2016-İSTANBUL*, 24-26 August 2016. (ss.61-70). SSRN: <http://registericpess.org/index.php/ICPESS/article/view/663/15> adresinden 06.12.2019 tarihinde erişilmiştir.
- İnsel, İ. (2010). A comparative analysis of the ARMA and neural network models: A case Turkish economy. *İktisat İşletme ve Finans*, 35-64.
- Kaynar, O. ve Taştan, S. (2009). “aman serisi analizinde MLP yapay sinir ağları ve ARIMA modelinin karşılaştırılması. *Erciyes Üniversitesi İktis. ve İdari Bilim. Fakültesi Derg.*, no. 33, 161–172.
- Keskin Köylü, M. (2017). Kooperatiflerin finansal sorunları ve finansal yönetimi. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi*, 2017, 52 Özel sayı. 528-541.
- Kim M.H. ve Dilts D. A. (2011). The relationship of the value of the dollar, and the prices of gold and oil: A tale of asset risk. *Economic Bulletin*, 31(2), 1151–1162.
- Landi, A., Piaggi, P., Laurino, M. ve Menicucci, D. (2010). Artificial Neural Networks for nonlinear regression and classification. *10th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, ISDA 2010 115-120. 10.1109/ISDA.2010.5687280.
- Malliaris A.G. ve Malliaris, M. (2013). Are oil, gold and the euro inter-related? Time series and neural network analysis”. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 40(1), 1–14. 10.1007/s11156-011-0265-9
- Mishkin, F.S. (2000), *Finansal piyasalar ve kurumlar*, (Çev: Şıklar, İlyas, Çakmak, Ahmet ve Yavuz, Suat). İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi.
- Öztemel E., (2012). *Yapay sinir ağları*, İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Rastogi, S. (2016). Gold price, crude oil, exchange rate and stock markets: cointegration and neural network analysis. *International Journal of Corporate Finance and Accounting* (IJCFA), 3(2), 1-13. doi:10.4018/IJCFA.2016070101
- Selik, M. (1998). 100 soruda iktisadi doktrinler tarihi, İstanbul: Gerçek Yayınevi.

- Serttaş, Z., (2011). Türkiye’ de perakende sektöründe talebi etkileyen etmenler ve yapay sinir ağlarıyla talep tahmini uygulaması: (Yüksek Lisans Tezi) Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği. İstanbul.
- Seyidoğlu, H. (2003). *Uluslararası iktisat, teori politika ve uygulama*. İstanbul: Güzem Can Yayınları.
- şahin, A.E., (2018). Kripto para bitcoin: ARIMA ve yapay sinir ağları ile fiyat tahmini. *Fiscaoeconomia*, Vol.2(2), 74-92.
- şengür, D. ve Tekin, A. (2013). Öğrencilerin mezuniyet notlarının veri madenciliği metotları ile tahmini. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 3. 7-17.
- Tully, E. ve Lucey, B. M. (2005). An APGARCH investigation of the main influences on the gold price. Retrieved from: <http://ssrn.com/abstract=792205>
- Tully, E. ve Lucey, B.M. (2007). An APGARCH investigation of the main influences on the gold price. Retrieved from: <http://ssrn.com/abstract=79>
- USGS (2018). United States geological survey. mineral commodity summaries. gold. Retrieved from: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2018/mcs2018.pdf> adresinden 11.12.2020 tarihinde erişilmiştir.
- Ünal, İbrahim H., Tuncel, Serpil, Yöleri, Birnigar ve Arslan, Murat (2016). Türkiye’de ve dünyada altın. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını.
- White, H., (1989), Learning in Artificial neural networks: a statistical perspective, *Neural Computation*, Vol. 1, No. 4. 425-464.
- World Gold Council (2020). Gold demand trends Q1 2020” world gold council report. Retrieved from: <https://www.gold.org/>
- Yüksek, A.G., Birca, H., Zontul, M. ve Kaynar, O. (2007). Sivas ilinde yapay sinir ağları ile hava kalitesi modelinin oluşturulması üzerine bir uygulama. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 8, Sayı 1, 97-112.
- Zagaglia P. ve Marzo M. (2013). Gold and the US dollar: Tales from the turmoil. *Quantitative Finance*, 13(4), 571–582. 10.1080/14697688.2012.708431
- Zakaria, M., Al-Shebany, M. ve Sarhan, S. (2014). Artificial neural network: a brief overview. int. journal of engineering research and applications. *International Journal of Engineering Research and Applications* Vol. 4, Issue 2(Version 1), February. 07-12. Retrieved from: <https://www.academia.edu/6499300/B42010712> (19.12.2019).
- Zhang, Q.J., Gupta, K.C. ve Devabhaktuni, V.K. (2003). Artificial neural networks for RF and microwave design— from theory to practice. *IEEE Transactions On Microwave Theory And Techniques*, 51(4), 1339-1350, 2003.

### EXTENDED ABSTRACT

One of the fundamental elements of the financial system is the stock exchanges. It fulfills functions such as providing liquidity to the economic system, spreading the property to large masses of people, accessing information, creating prices, risk management, establishing large-scale enterprises, increasing competition. Borsa İstanbul (BIST) replaced the Istanbul Stock Exchange in 2012. All interactions are operating in Turkey with this amendment were gathered under a single roof. Istanbul Stock Exchange started its first session in 2013.

Gold is used both as a payment and investment tool. The stock market is the backbone of the financial system all over the world based on the need to compare these two financial elements and determine the possible relationship between them study has been initiated. It is the basic causality of comparing BIST 100 and gold financial values.

The development in financial technologies has an impact on many areas. This change and development lead to the development of financial estimation methods. One of these modeling techniques is artificial neural networks (ANN). The basic logic of this technique is to create a decision algorithm by imitating brain nerve behavior. ANN derived from artificial intelligence studies is a modeling method that can be applied successfully in solving complex problems in many fields including finance. The training of the network is possible with the data obtained from the simulations with the ANN model.

A non-linear data set with normal distribution was used in the study. Therefore, using artificial neural networks in solving the problem will increase the power of the analysis. Statistica 14 software was used in the modeling phase. The neural network was created with a Statistica modeling program. As the data period, BIST 100 and gold prices from 1988 up to 2020 were evaluated daily basis. Thirty-three-year BIST 100 and Gold prices were cleared and synchronized. In the study, the evaluation of BIST 100 and gold value relative movements was made. For this purpose, a time series algorithm based on artificial neural networks has been used. Artificial neural networks can be used both horizontally for a variable estimation and vertically for future data prediction (time series). In this study, the vertical analysis method was used and the time series prediction model for 2020 was created. With the modeling applied in the study, a success of over 70% was achieved for the control data. In this study, the financial relationship between BIST100 and gold was analyzed using the daily change rates of BIST 100 and gold prices for the period 1988-2020. A time-series algorithm based on artificial neural networks was applied in data analysis. The data of 2020 were estimated using the horizontally artificial neural network methodology and the data

between 1988-2019. The success of the model was measured by comparing the predicted and observed data sets. The model achieved an accuracy rate of over 70%.

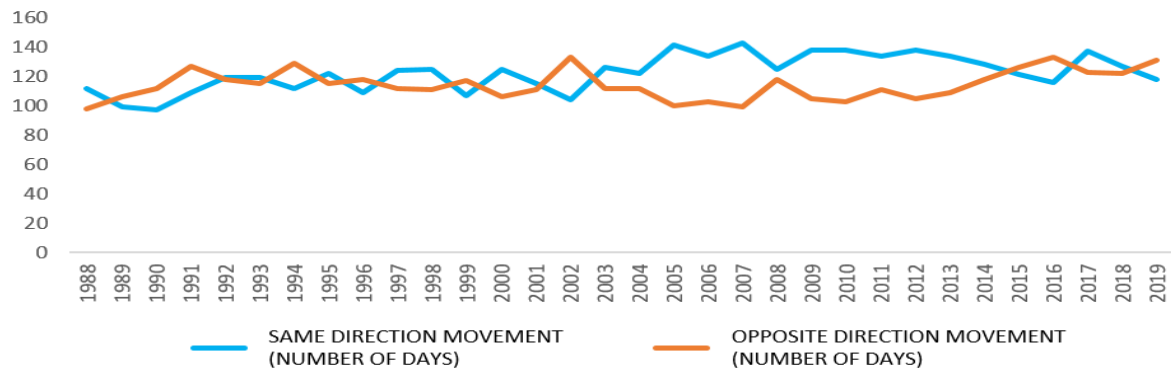


Figure 1. BIST 100 and Gold Value Movements

When Figure 1 is analyzed, it is observed that there is no significant difference between BIST 100 and gold value movements (same/opposite direction) between 1988-2003. However, when the value movements from 2004 up to 2014 are examined, it is concluded that the same-direction movements are more dominant. Value movements have entered a similar trend to the pre-2003 trend in 2015 and after. The period from 2004 to 2014, this apparent movement can be examined by a different historical perspective on Turkey and world scales, whether mid-term political or economic events can be associated with.

To examine the performance of BIST 100 and gold values which have an overall relationship based on movement direction at 52% level, a time series algorithm based on artificial neural networks was used. For this purpose, the data between the years 1988-2019 were evaluated as control data. The time series model designed on control data has been tested on the data of 2020. The results of the model are given in Table 1.

Table 1. BIST 100 and Gold Values Estimated for 2020

Index	Net. name	Training Perf.	Test perf.	Training algorithm	Err. Funct.	Hidden activation	Output activation
1	MLP 30-17-3	65,31	56,44	BFGS 23	Entropy	Logistic	Softmax
2	MLP 30-14-3	91,77	55,87	BFGS 58	Entropy	Logistic	Softmax
3	MLP 30-14-3	73,86	54,72	BFGS 39	Entropy	Tanh	Softmax
4	MLP 30-13-3	60,57	54,72	BFGS 20	SOS	Tanh	Logistic
5	MLP 30-11-3	59,35	54,72	BFGS 22	SOS	Exponential	Identity

When the five models produced on the control group were examined, it was seen that the model performances were at the lowest 59.35%, the highest 91.77%, and the average 70.17%. When these models are applied to test set or future data. It was observed that the lowest model performance was 54.72% and the highest model performance was 56.44%. In this case, we can conclude that BIST100 and Gold values, which have a strong relationship of 52% in general, also have a relationship potential of over 54% with prediction/estimation models.

In the study, it is seen that the unspecified relative movement between BIST 100 and gold prices continued from 1988 to 2003, while the gap between the two opened significantly this year. This difference continued until 2014. Economic and political conjuncture in the world and experienced in Turkey, on the stock market and gold prices, might have had a decisive influence in the years 2004-2014. This possibility is also a topic of research that needs to be studied. In 2015 and after, similar value movements were observed as in 2003 and before. With the 2020 covid-19 anomalies in the process of epidemic diseases, it has been effective not only in Turkey but all over the world. The results of these effects can be observed more clearly in the following years. The first phase of the study has shown that the 33-year average relationship between BIST 100 and gold values is 52% and the same direction is dominant. In addition, the nonlinear relationship between variables was examined with the ANN model. When the models produced on the control set were examined, it was seen that the models reached an average accuracy level of 70.17%. When these models are applied to test set or future data; It was observed that the model performance was on average 55.29%. In this case, it can be concluded that BIST100 and Gold values, which have a strong relationship of 52% in general, also have a relationship

potential of over 55%with prediction/estimation models. The study revealed that the returns and trends of both financial instruments in the coming years can be calculated at a certain level and meaningfully from today.