

YAPAY SINIR AĞLARI İLE TÜRKİYE’NİN BRÜT DÖVİZ TAHMİNLERİNE YÖNELİK ÖNGÖRÜ¹

FORECAST OF GROSS FOREIGN EXCHANGE RESERVES OF TURKEY WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Cavid SÜLEYMANLI* 

*Araştırma Makalesi / Geliş Tarihi: 22.06.2021
Kabul Tarihi: 31.12.2021*

Öz

Çalışmada Yapay Sinir Ağları (YSA) teknikleri ile 2013-2021 yıllarını kapsayan aylık verilerden hareketle Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankasının brüt döviz rezervleri tahmin edilmiştir. Çalışma kapsamında Türkiye'nin brüt döviz rezervlerinin IMF'nin optimal rezerv büyüklüğüne uyum sağlayıp sağlamadı değerlendirildikten sonra, YSA modeli kurulmuştur. Brüt Döviz Rezervlerine etki eden makro iktisadi faktörler olan değişkenlerin seçiminde literatürde kabul görmüş ve özellikle Türkiye için ampirik olarak uygulanarak doğrulanmış değişkenler kullanılmıştır. Tek katmanlı ve 20 nöronlu model ile tahmin edilen YSA modeli Levenberg-Marquardt geri yayılım algoritması ile eğitim yürütölmüştür. Modelde yanlılık sorunları çözümlenerek, 1000 yenileme denemeleri ile eğitilmiş ve RMSE,MAE,MAPE ve R² değerlerine göre model başarısı değerlendirilmiştir. Başarılı model belirlendikten sonra, Temmuz 2021 ve Haziran 2022 ayları için brüt döviz rezervi tahminleri yapılmıştır. Yapılan tahmine göre, ilerleyen 12 ayda olası bir yapısal değişiklik olmayacağı durumda, brüt döviz rezervlerinde azalan bir değişim hareketinin yaşanması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler : Döviz Rezervleri, Brüt Döviz Rezervleri, Yapay Sinir Ağları, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası

JEL Kodları : C45,C53, E47, E58

Abstract

In the study, Gross Foreign Exchange Reserves of the Central Bank of Turkey Republic were estimated based on 2013-2021 data using Artificial Neural Networks (ANN) techniques. Within the scope of the study, after evaluating whether Turkey's gross foreign exchange reserves adapt to the IMF's optimal reserve size, the ANN model was established. In the selection of the variables that are macroeconomic factors affecting the Gross Foreign Exchange Reserves, variables accepted in the literature and empirically validated especially for Turkey were used. The ANN structure estimated with a single layer and 20-neuron model was trained with the Levenberg-Marquardt back propagation algorithm. Yanlılık problems were solved in the model, it was trained with 1000 interaction trials, and the model success was revealed according to RMSE, MAE, MAPE and R² values. After the successful model was determined, gross foreign exchange reserve estimates were made for July 2021 and June 2022. According to the forecast, gross foreign exchange reserves are expected to move in a horizontal-stable manner in the following 12 months.

Keywords: FX Reserves, Gross FX Reserves, Artificial Neural Networks, Central Bank of Turkey Republic

Jel Classification: C45,C53, E47, E58

¹ **Bibliyografik Bilgi (APA):** FESA Dergisi, 2021; 6(4), 612-624 / DOI: 10.29106/fesa.956225

* Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi, Öğretim Görevlisi, Türk Dünyası İktisat Fakültesi, Ekonomi ve İşletme Bölümü, suleymanli_javid@unec.edu.az, Bakü - Azerbaycan, ORCID: 0000-0003-2381-4085

1. GİRİŞ

Merkez bankası rezervleri, para otoriteleri tarafından tutulan ve kontrol edilen yabancı varlıklardan ibaret resmi kamu varlıklarıdır. Bu varlıklar hem işlem hem de ihtiyat amacıyla tutulmaktadır. Rezervler, genelde ülke adına ödeme dengesizliği durumlarında ve döviz piyasalarına müdahale durumlarında kullanılmaktadır. Bir ülkenin sahip olduğu rezerv miktarı, o ülkenin borç ödeme kabiliyetinin ve parasal istikrarının önemli göstergelerindedir. Merkez bankalarının likit rezerv tutmalarının temel nedenleri olası bir spekülâtif saldırı veya ticaret dengesindeki değişimlere karşı savunma mekanizması oluşturmaktır.

Merkez bankasının rezerv tutmasının ve bu rezerv hacminin büyük olmasının, ülkede uygulanan para politikasını merkez bankası açısından kolaylaştırmaktadır. Olası bir döviz kuru şoklarında veya finansal kriz sinyalleri doğduğunda, yerel piyasada döviz talebi yükseldiğinde veya artan ithalat talebini karşılamaya yönelik döviz talebi artışı sağlamak açısından döviz rezervleri oldukça önemlidir. Aynı zamanda içsel ve dışsal ekonomik olayların yarattığı bazı konjunktürlerde yerel veya merkezi bütçelerin ödeme kabiliyetleri olmadığı ülke adına önemli durumlarda da rezervler kullanılmaktadır. Bunlarla birlikte, merkezi bütçenin ödemesi gereken dış borçların ödenmesinde de döviz rezervlerine başvurulmaktadır. Bu gibi durumları göz önüne alındığında, döviz rezervlerini ülkenin “parasal ihtiyatı” olarak değerlendirebiliriz. İster 2008 Küresel Krizi olsun, isterse de 1990’lı yıllarda yaşanan mali krizlerden çıkan sonuçlara göre de, rezerv büyüklüğü ile seçilen ülkeler krizler karşısında yaşanan mali dengesizliklerden daha çabuk toparlana bilmişlerdir.

Döviz rezervlerinin hacminin optimal olarak hangi büyüklükte olmasına yönelik literatürde farklı görüşler olsada, en çok benimsenilen görüş IMF’nin ölçütleridir. İleriki bölümde bu ölçüte deyinilerek, bu ölçütlere göre Türkiye’nin rezerv büyüklüklerinin hangi düzeyde olduğu tartışılacaktır. Son yıllarda Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankasının (TCMB) döviz rezervlerinde yılbayıl yaşanan düşüşler kamuoyunda büyük bir tepki ile karşılanmıştır. Kısa bir süre içinde üç TCMB başkanının değişimi ile eleştirilerin hedef noktasına gelen merkez bankasının swap hariç bilançosunun şu an eksilerde olması bu tartışmaları daha da hızlandırmış, hatta siyasi propogandalarda da kullanılabilir hale gelmiştir. TCMB’nin yüksek miktarda döviz satışları yaparak kurdaki dalgalanmaları stabilize etme amaçlı kullandığı açıklamasının üzerine bu tartışmalar durmamış, TCMB’nin rezerv yönetimi politikaları şok sayıda eleştiri almıştır.

Çalışma, Yaşanan bu gelişmelerin güncelliği ışığında, TCMB rezervlerinin bir yıllık geleceği ile ilgili tahmin çalışması yürütmek motivasyonu ile hareketle, ilgili literatüre güncel bir katkı sunmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, TCMB brüt döviz rezervlerinin büyüklüğünün IMF standartlarına uyumlu olup olmadığı grafikler ile gösterilmiştir. Çalışmanın ampirik kısmında tahmin yöntemleri arasında başarılı metodoloji sunan Yapay Sınır Ağları (YSA) ile tahmin yürütülmüştür. Çalışma, TCMB Brüt Döviz Rezervlerinin YSA ile tahmin edilip edilmeyeceğine ilişkin soruya, yani YSA’nın ilgili vaka için tahmin başarısına ve bir yıllık tahminin aylar üzere ne kadar olduğu sorusuna yanıt arayacaktır.

2. MERKEZ BANKASI REZERVLERİNİN OPTİMAL BÜYÜKLÜĞÜ VE TÜRKİYE

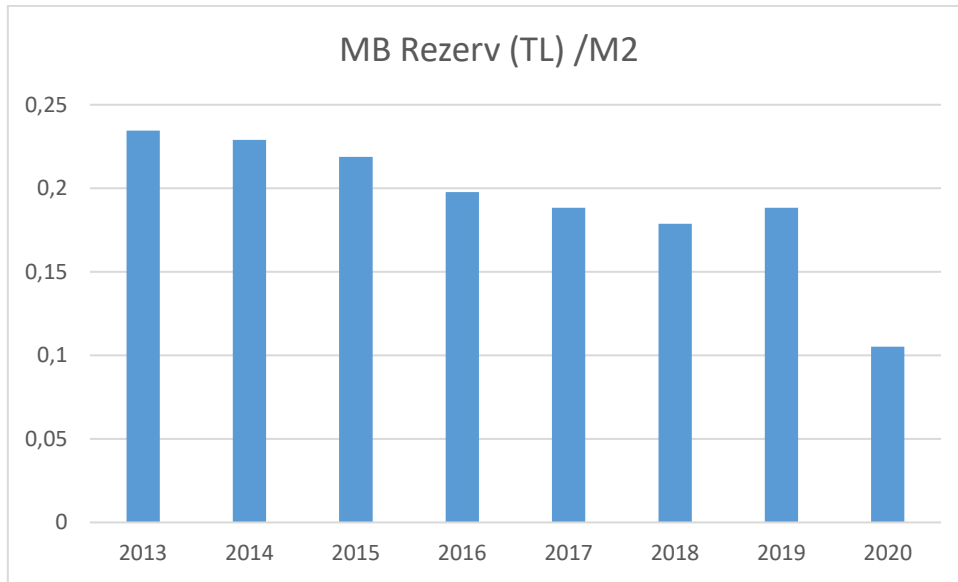
2008 Finansal krizi ile birlikte büyük merkez bankaları ekonomilerini canlandırmak için politika faiz oranlarını düşürmüş ve finansal sistemdeki rezerv miktarını önemli ölçüde artırmıştır (Führer vb,2020:2) . ABD’nin en büyük bankalarından olan Lehman Brothers’in iflası ile birlikte başlayan kriz dönemlerine gelindiğinde, önceki yıllarda gerçekleşen finansal krizlerden ders çıkararak önemli bir miktarda döviz ve altın rezervi biriktirmiş olan merkez bankalarının yanı sıra, rezerv tutmanın maliyetine katlanmayan merkez bankasının da olduğu görülmektedir. Krizin ardından, kriz sürecinde ve krizin aşılması açısından merkez bankası rezervleri büyüklüğü ile seçilen ülkelerin krizi daha kolay atlattığı yönündeki bir sav oluşmuştur. Bu savın üzerine literatürde optimal rezerv büyüklükleri üzerine tartışmalar da artmıştır (Chang ve Valesco,2014:13). Heller’e (1966) göre rezerv tutmanın temel amacı dış yükümlülüklerindeki değişiklikler ve dış ödemeler dengesindeki aksaklıkları gidermektir. Jeanne ve Ranciere’e (2011) göre ise rezerv büyüklüğü, finansal iç ve dış şoklar karşısında ekonomik bütünlüğü korumak açısından önemlidir. Yazarlara göre, rezerv tutmanın fırsat maliyeti, ülke içinde yaşanan finansal hareketsizlik veya dış finansal şoklardan kaynaklı olan denge değişikliği durumuna göre göreceli olarak yüksektir. Uluslararası rezervlerle ilgili literatür, genellikle rezervlerin fırsat maliyetini, ülkenin bilançosunun bileşiminin değiştirilmesiyle ilgili takaslara atıfta bulunarak tanımlar. Rezervlerin fırsat maliyeti, ülkenin yükümlülüklerine ödenen faiz oranı ile rezervlerden elde edilen daha düşük getiri arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (Rodrik,2006:223). Cespedes ve Chang (2020) ise rezervleri dış şoklar karşısında “savaş sandığı” olarak isimlendirmektedirler. Yazarlara göre, merkez bankası rezervi büyüklükleri, optimal rezerv oranı üzerinde olduğu sürece dış dengedeki değişimler karşısında dirençli bir parasal politikalar yürütmek mümkün ola bilmektedir.

Merkez bankalarının optimal rezerv büyüklüğüne yönelik tartışmalara ilgili literatürde sıkça rastlanmaktadır (Rodrik,2006:256). Frenkel ve Jovanovic`e (1981) göre, bir ülkenin döviz rezervi büyüklüğü, ülkedeki olası ticari şoklar karşısında ithalatı ve yabancı borçları karşılayacak düzeyde olmalıdır. Schherbakov (2002) de benzeri bir şekilde rezerv büyüklüğünün ülkenin dış zayıflığını büyük ölçüde onarabildiğini savunmuştur. Bunun yanı sıra, dış borç yeterliliği, ithalat yeterliliği ve parasal büyüklük yeterliliği gibi göstergeler ile rezerv kapasitesi arasındaki karşılama düzeyine dikkat çekmiştir. Garcia ve Soto`ya (2004) göre, döviz rezervleri büyüklüğü ile bir yıl içerisinde vadesi gelen dış borçları karşılamaya yetiyorsa, bu ülke ekonomik açıdan sağlıklı bir ülkedir ve olası dış şoklar karşısında dirençli olmaktadır.Yani, döviz rezervlerinin kısa vadeli borçlara olan oranının 1`in üzerinde olması gerekmektedir (Cinel, 2015:5). IMF`nin 2000 yılındaki önerdiği ve hala revize edilmeyen rezerv büyüklüğünün ithalatı karşılama oranı kriterine göre, ülkeye para girişi ve çıkışları durduğu varsayımı altında döviz rezervinin üç aylık veya altı aylık ithalatı karşılayacak düzeyde olması gerekmektedir. Döviz rezervi büyüklüğünün kısa vadeli dış borç ve ithalatı karşılama oranı ile birlikte M2 parasal büyüklüğünün belirli bir kısmını karşılama gerektiği de önemli ölçütler arasındadır (Summer,2006:akt.Ahsan ve ark.,2006:11). Özellikle, zayıf bankacılık sistemi olan ülkeler için bu gösterge oldukça önemlidir. Bankacılık krizlerinde veya yaşanan para krizinde ülkenin yerel parasının dövize değişimi durumu yaşandığı için, bu değişim talebini karşılayacak ölçüde bir rezerv büyüklüğü gerekmektedir. IMF`e göre bu büyüklük %5-20 arasında olmaktadır (IMF,2000:akt.Colomoris,2000:9) .

Literatürde yer alan çalışmalarda hem de iktisadi politika yapıcılarının fikirlerine göre rezerv büyüklüğünün optimal seviyesine yönelik farklı bakış açıları mevcuttur. Minimalist rezerv seviyesini savunanlara göre, yukarıda belirtilen kriterleri karşılayacak kadar rezerv tutmak gerekmektedir. Bu büyüklüklerin üzerinde tutulan rezervler, rezerv tutma maliyeti açısından sakıncalıdır. Bu görüşü savunanlar , özellikle bir dönem rezerv büyüklüğü ile seçilen Asya ülkelerini eleştirmektedirler (Fisher,2001, akt.Comelli,2006:12) . Daha güncel literatürdede merkez bankası rezervi büyüklükleri ile diğer makro iktisadi değişkenler arasındaki ilişkilere aynı perspektiften yaklaşılmaktadır.

Çalışmamızda Türkiye`nin rezerv büyüklüğünün yukarıdaki göstergeleri değerlendirmek açısından IMF`nin önerdiği rezerv/3-6 aylık ithalat, rezerv/bir yıl vadeli dış borç ve rezerv/ M2 para arzının %20`si değerlerine göre ele alacağız. Aşağıdaki tablolarda 2013-2020 yılları için ilgili göstergelerin aldığı değerler verilmiştir :

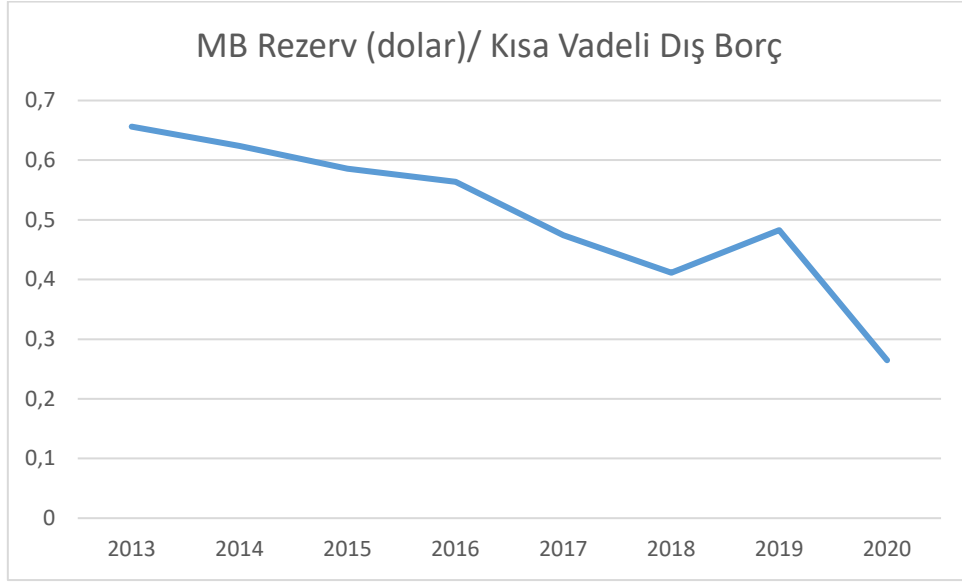
Grafik 1 : Brüt Merkez Bankası Rezervlerinin M2 Para Arzına Oranı



Kaynak: TCMB, EVDS

Merkez Bankası rezervinin M2 parasal büyüklüğüne oranının genel kabul edilen rasyoya göre %5-20 Aralığında olması gerekmektedir. 2013-2020 yılları arasında tüm dönemler için rezerv miktarının bu rasyoyu karşıladığı görülmektedir.

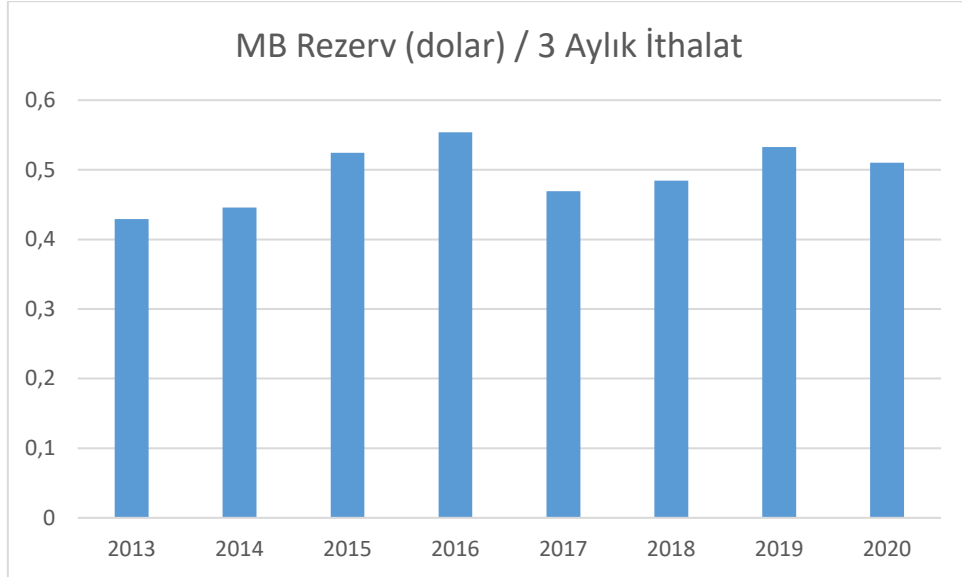
Grafik 2: Brüt Merkez Bankası Rezervlerinin Kısa Vadeli Dış Borç Miktarına Oranı



Kaynak: TCMB, EVDS

MB rezervlerinin bir yıl içerisinde ödenmesi gereken borç rakamlarına oranının 1 değeri çok altında olması, olası bir dış borç krizi göstergesi olarak yorumlana bilir. Giderek daha da düşüş yaşayan bu oran, başta CDS (Kredi Risk Primi) olmakla, Türkiye'nin dış piyasadaki kredibilitesi açısından oldukça kötü bir gösterge olarak algılanmaktadır.

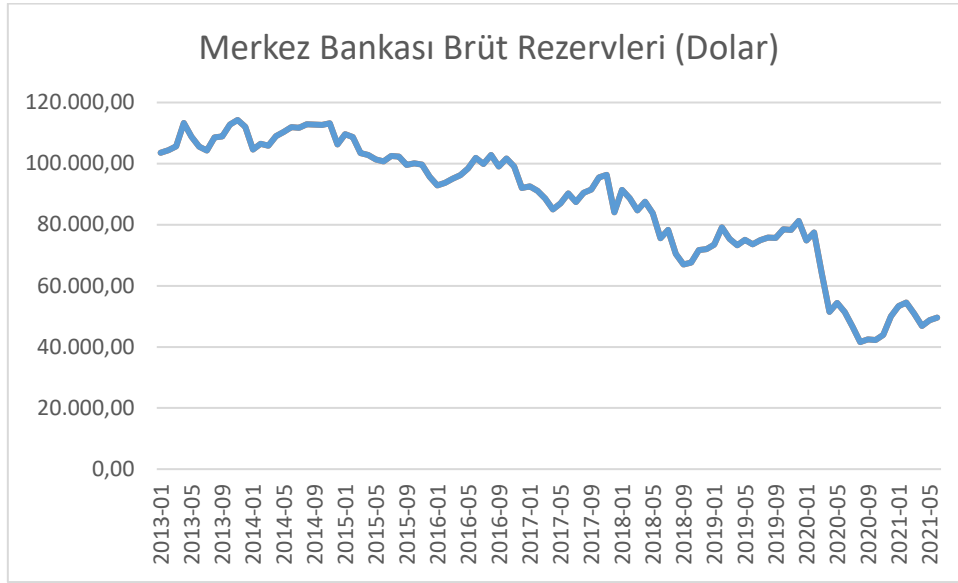
Grafik 3: Brüt Merkez Bankası Rezervlerinin 3 Aylık İthalatın %25'ne Oranı



Kaynak: TCMB, EVDS

MB rezervlerinin ithalatı karşılama oranlarını incelediğimizde, kısa vadeli borçları karşılamada olduğu gibi 1 değeri çok altında olduğu görülmektedir. 2013-2020 yılları arasında durağan seyir eden bu gösterge de MB rezervlerinin yetersiz olduğunun bir başka örneğidir.

Grafik 4: Merkez Bankası Brüt Rezervleri



Kaynak: TCMB, EVDS

3. AMPİRİK UYGULAMA

Çalışmanın ampirik kısmında TCMB Brüt Döviz Rezervleri, Yapay Sinir Ağları modeli ile tahmin edilecektir. Bu kapsamda Merkez Bankası Veri Dağıtım Merkezinden (EVDS) derlenen 2013-2021 yılını kapsayan 103 gözlemlik aylık veriler ile MB Brüt Döviz Rezervleri tahmin edilmiştir. Zaman aralığı, aylık frekanslı veri erişilebilirliği durumuna göre seçilmiştir. Çalışmada, çıktı değişken olan MB rezervlerinin YSA ile tahmin başarısının ne kadar olduğu ve ileriye dönük kısa dönemli tahmin yapılmıştır. YSA modelinin kurulmasında ve tahmin edilmesinde Jupyter/ Python ve Matlab r2013 kullanılmıştır. Aşağıdaki tabloda YSA'nın tahmininde kullanılan değişkenler (girdiler) verilmiştir :

Tablo 1 : Model Tahminindeki Girdi Değişkenler

Değişken/Girdi	Sembol	Referans
Cari İşlemler Dengesi	CİS	Frenkel ve Jovanovic (1981), Karfakis (1997), Romero (2005),Cinel ve Yamak (2014), Gumus (2016), Sula (2011), Bird ve Ragan (2003), Shcherbakov (2002), Gosselin ve Parent (2005), Chowdhury vd. (2014), Machlup (1966), Kelly (1970), Irefin & Yaaba(2011), Kartal & Tan (2018), Mahraddika (2019), Yüksel & Özsarı (2017), Göğül (2020),
Kısa Vadeli Dış Borç (Vadesi 1 yıla kadar)	DB	Frenkel ve Jovanovic (1981)Bird ve Ragan (2003)Cinel ve Yamak (2014), Gumus (2016), Senibi vd. (2016), , , Shcherbakov (2002), Gosselin ve Parent (2005), Machlup (1966), Irefin & Yaaba(2011), Kartal & Tan (2018), Mahraddika (2019), Yüksel & Özsarı (2017),
ABD Doları Faiz Oranı	ABDFZ	Cinel ve Yamak (2014), Karfakis (1997), Jo (2011), Gumus (2016), Bird ve Ragan (2003), Courchene ve Youssef (1967), Irefin & Yaaba(2011), Mahraddika (2019), Yüksel & Özsarı (2017), Ghosh (2016)
Dolar/TL Döviz Kuru	USDTL	Cinel ve Yamak (2014), Romero (2005), Jo (2011), Senibi vd. (2016), Kasman ve Ayhan (2008), Sula (2011), Irefinve Yaaba (2011), Disyatat ve

		Mathieson (2001), Panda ve Trivedi (2016), Gosselin ve Parent (2005), Chowdhury vd. (2014), Minjie ve Degong (2016)
TL Faiz Oranı	TLFZ	Cinel ve Yamak (2014), Gumus (2016), Irefin ve Yaaba (2011), Bird ve Ragan (2003), Gosselin ve Parent (2005), Chowdhury vd. (2014), Ghosh (2016)
TÜFE (Tüketici Fiyat Endeksi) – Enflasyon	TUFE	Gumus (2016), Chowdhury vd. (2014), Kartal & Tan (2018), Yüksel & Özsarı (2017),
İthalat	İMP	Cinel ve Yamak (2014), Yüksel & Özsarı (2017), Ghosh (2016), Gosselin ve Parent (2005), Chowdhury vd. (2014), Minjie ve Degong (2016), Minjie ve Degong (2016),
İhracat	EXP	Chowdhury (2014), Yüksel & Özsarı (2017), Ghosh (2016).

Veri setindeki değişkenler farklı değer yüzdelerinde olduklarında bağımlı değişken üzerindeki etkileri farklılık göstermektedir. Bu yüzden veri seti üzerinde Z dönüşümlü normalleştirme işlemi yapılmıştır. YSA tahmin modellerinde zaman serisi çalışmalarında olduğu gibi durağanlık ve başka varsayımlara (değişen varyans, otokorelasyon, çoklu doğrusal bağlantı) bakılmaksızın model inşa etmek mümkündür.

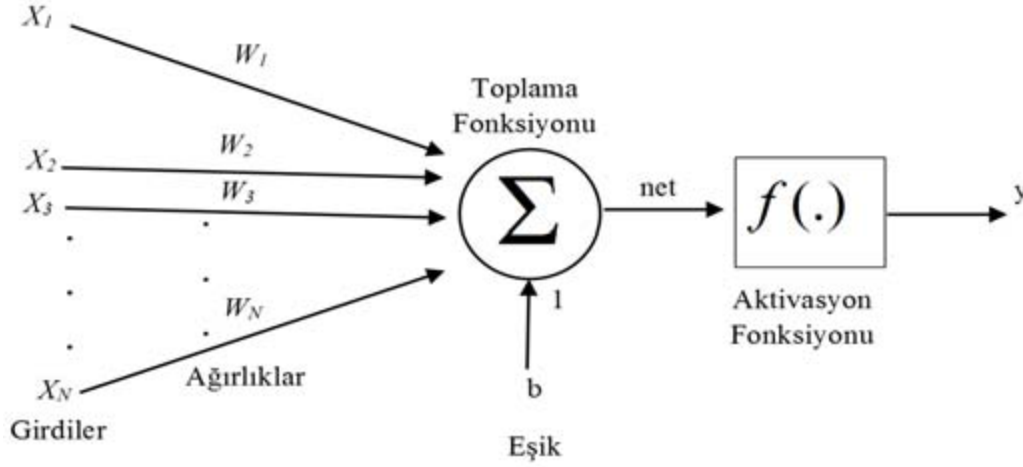
3.1. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları (YSA) birbirine bağlı çoklu işlemciler ve hesaplama yolları kullanarak karmaşık verileri işlemek için çalışan bir hesaplama mimarisidir. İnsan beynine benzetilerek oluşturulan yapay sinir ağları, daha doğrusal algoritmalar kullanarak işlenmesi son derece zor olan büyük ve karmaşık veri kümelerini öğrenip analiz edebiliyor (Elmas, 2003).

Yapay sinir ağının çalışma prensibi, her biri biyolojik bir varlığın beyindeki bir nöronun benzeri olarak hizmet eden birçok farklı işlem elemanı arasında bağlantıların oluşmasından oluşmaktadır (Öztemel, 2006). Nöronlar fiziksel olarak çoğaltılabilir veya dijital bir bilgisayar kullanılarak simüle edilebilmektedir. Her nöron birçok girdi alır ve daha sonra iç ağırlık katsayıları sistemini hesaba katarak, kural olarak başka bir nöron için girdi görevi gören bir çıkış sinyali üretmektedir (Yegnanarayana,2009,16). Nöronlar birbirleriyle yakından bağlantılı olmakla birlikte, birkaç farklı seviyede organize edilmektedir. Girdi seviyesi girdiyi alır ve çıktı nihai sonucunu üretir. Genellikle bu iki seviye arasında bir veya daha fazla gizli seviye vardır.

İlk olarak, yapay sinir ağları için, kural olarak, rastgele atanmış ağırlıklardan oluşan bir sistem oluşturulur. Bu ağların “bilmediği” ve belirli bir sorunu çözmek için eğitilmeleri gerektiği anlamına gelir (Hopfield,1988,23). Genel olarak, ağın hangi problemi çözmek için tasarlandığına bağlı olarak uygulanan iki eğitim yöntemi vardır. Kendi kendini organize eden bir yapay sinir ağı, büyük miktarda veriyi işlemek için tasarlanmıştır ve kalıpları bulmalı ve aralarındaki ilişkileri belirlemelidir. Bilim adamları, deneysel verileri analiz etmek için genellikle bu tür bir aę kullanır. Öte yandan, bir geri yayılım ağı, belirli görevleri yerine getirmek için bir insan (kullanıcı) tarafından eğitilir. Eğitim sırasında yapay sinir ağının elde ettiği sonucun doğru olup olmadığını değerlendirir. Doğruysa, onu elde etmek için kullanılan ağırlıklar artırılır. Sonuç yanlış ise bu ağırlıklar azaltılır (Gerven ve Bohte,2017,21). Bu tür ağlar genellikle biliş sürecini öğrenmek ve belirli sorunları çözen uygulamalar için kullanılır. Aşağıdaki şekilde ileri beslemeli danışmanlı öğrenimli yapay sinir ağının genel hali verilmiştir :

Şekil 1: ileri Beslemeli Yapay Sinir Ağıının Genel Görünümü



Kaynak : Yüksel ve Akkoç (2016)

Şekil 1`de görüldüğü gibi girdiler (bağımsız değişkenler(x_1, x_2, \dots, x_n), diğer hücrelerden toplama hücresine giren değişkenlerdir. Ağırlıklar (w_1, w_2, \dots, w_n), girdi kümesi veya kendinden önceki bir tabakadaki başka bir işlem elemanın bu işlem elemanı üzerindeki etkisini gösteren değerlerdir. Her bir girdi, o girdiyi işlem elemanına bağlayan ağırlık değeriyle çarpılarak, toplam fonksiyonu aracılığıyla birleştirilir (Yüksel ve Akkoç, 2016).

Çalışmamızda kullanacağımız sinir ağıımızda kullanacağımız aktivasyon fonksiyonuna sigmoid adı verilmektedir. Sigmoid formülü aşağıdaki gibidir:

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

Bu işlev, 0 ile 1 aralığında $-\infty$ ile $+\infty$ arasındaki herhangi bir sayıyı almaktadır. Burada:

f(x) - aktivasyon fonksiyonu

x - girdi verilerinin ağırlıklarla çarpımının toplamı ve sapma

i - girdi verisi dizisi

w - ağırlık dizisi

b - yanlılık

j - girdi verilerinin ve ağırlıkların miktarını göstermektedir.

Çalışmada Newton algoritma türlerinden olan Levenberg-Marquardt(LM) algoritması ile ileri beslemeli yayımlı model ile eğitim yapılmıştır. LM algoritması, kendi içerisinde az sayıda parametre barındırması, sadece kısmi türevler ile işlemesi ve hızlı yakınsama özelliklerine göre avantajlı bir algoritmadır. Algoritmanın genel yapısı aşağıdaki denklemde verilmiştir:

$$\Delta W(k) = -[J_k^T]_k + \lambda_k I_k^T e_k \quad (2)$$

$\Delta W(k)$ k. iterasyonda ağırlıklarındaki değişimi sembolize etmektedir. Burada J Jakoben matrisi ifade etmekte olup ağırlıkları olan e'nin ağırlıklara göre birinci türevlerinden oluşmaktadır. λ Marquardt parametresini, I ise birim matrisi temsil etmektedir. Marquardt parametresi de LM algoritmasında iterasyonlar boyunca güncellenebilen bir parametredir (Okkan ve ark., 2018,5).

3.2 Bulgular

Model, iki katmanlı ileri beslemeli sinir ağı ile tahmin edilmiştir. Tahmin ağı, Levenberg-Marquardt geri yayılım algoritması ile eğitilmiştir. 8 girdi ve tek katmandan oluşan ileri beslemeli ađ hiperbolik tanjant fonksiyonu kullanılarak çözümlenmiştir. Tek katmanın seçilmesinde veri setinin yapısı ve girdi sayısını göz önünde tutarak metodolojik literatür dikkate alınarak karar verilmiştir. Veri setinin %70'i eğitim, %15 ve %15 olarak geçerlilik ve test olarak ayrılmıştır. Momentum katsayısı 0,7 olarak belirlenmiştir. Model performansının ölçümü için R², RMSE,MAE ve MAPE göstergeleri kullanılmıştır. En optimal nöron sayılı modeli bulmak için 2 ve 20 nöron arasında denemeler yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda farklı nöron sayılarında elde edilen performans değerleri verilmiştir :

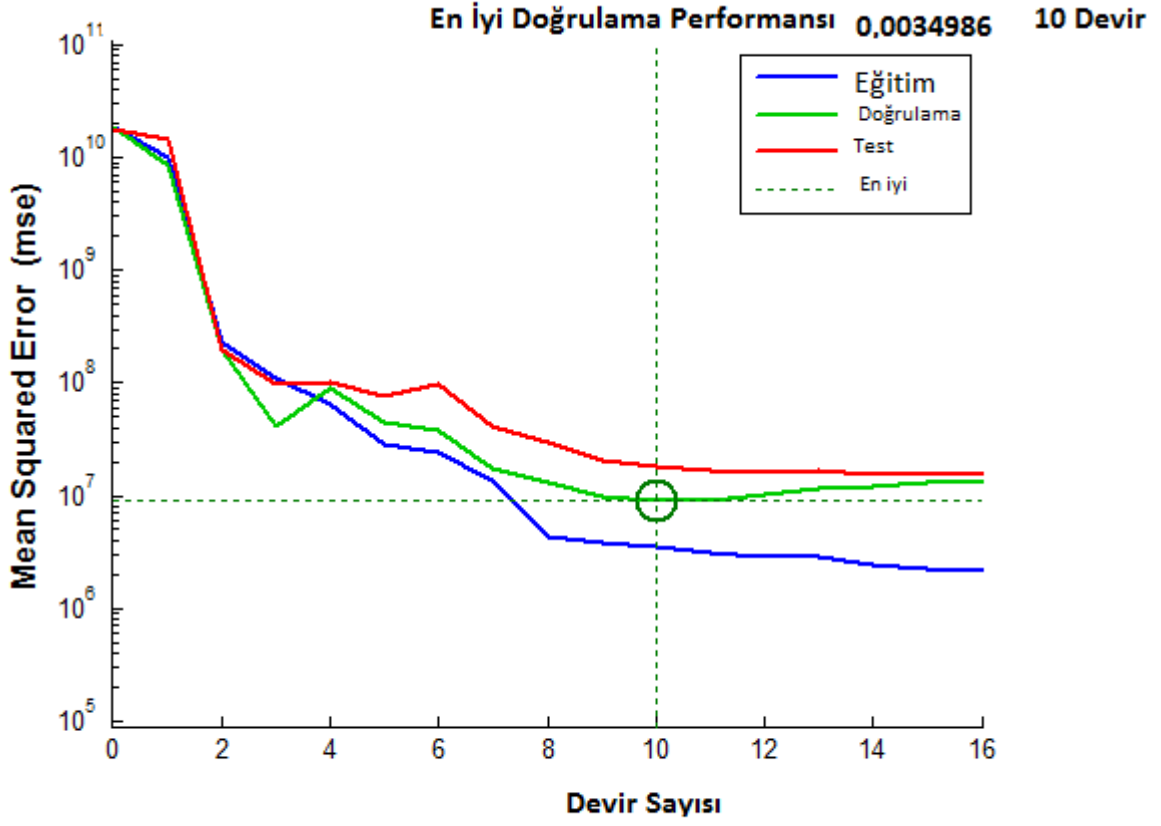
Tablo 2: Optimal Nöron Sayısının Belirlenmesi

Nöron Sayısı	RMSE	MAE	MAPE	R ²
2n	33410,56	1,333996	13,28571	0,18158
3n	28881,52	0,166017	70,29747	0,45989
4n	20422,32	0,166017	70,29747	0,5305
5n	28275,32	1,333996	8,301266	0,5666
6N	22395,93	1,333996	13,28571	0,70886
7N	33561,79	1,26766	13,02802	0,78454
8N	20737,39	1,333996	13,28571	0,84065
9N	20153,72	0,166017	70,29747	0,88984
10N	5248,307	2,519954	1,852161	0,97014
11N	5022,755	0,779019	3,561561	0,97312
12N	6882,356	1,90536	5,9315	0,97959
13N	2942,112	0,101808	7,237631	0,98224
14N	3935,181	0,414246	8,075756	0,98249
15N	3376,622	0,052358	13,28571	0,98656
16N	2834,12	0,152435	8,192947	0,98746
17N	2697,183	6,038342	1,052966	0,99016
18N	2790,291	0,558787	5,017662	0,99092
19N	5099,3	0,148209	8,402053	0,99237
20N	3561,035	2,36508	3,1569	0,99344

Düşük MSE, MAE, MAPE ve yüksek R² kare değerine sahip model 20 nöronlu model belirlenmiştir. Nöron sayısı arttıkça MSE, MAE ve MAPE değerlerinin düştüğünü ve R² değerinin ise yükseldiği görölmektedir. Çalışma, 20 nörondan fazla nöronlu modelde aşırı ezber sorunu (yüksek yanlılık, düşük varyans durumları) olabileceği durumuna (Cawley ve Tabldot,2010,2097; Schaffer,1993,162) karşın en fazla 20 nöron denenmiş ve en uygun değerlere 20 nöronda ulaşılmıştır.

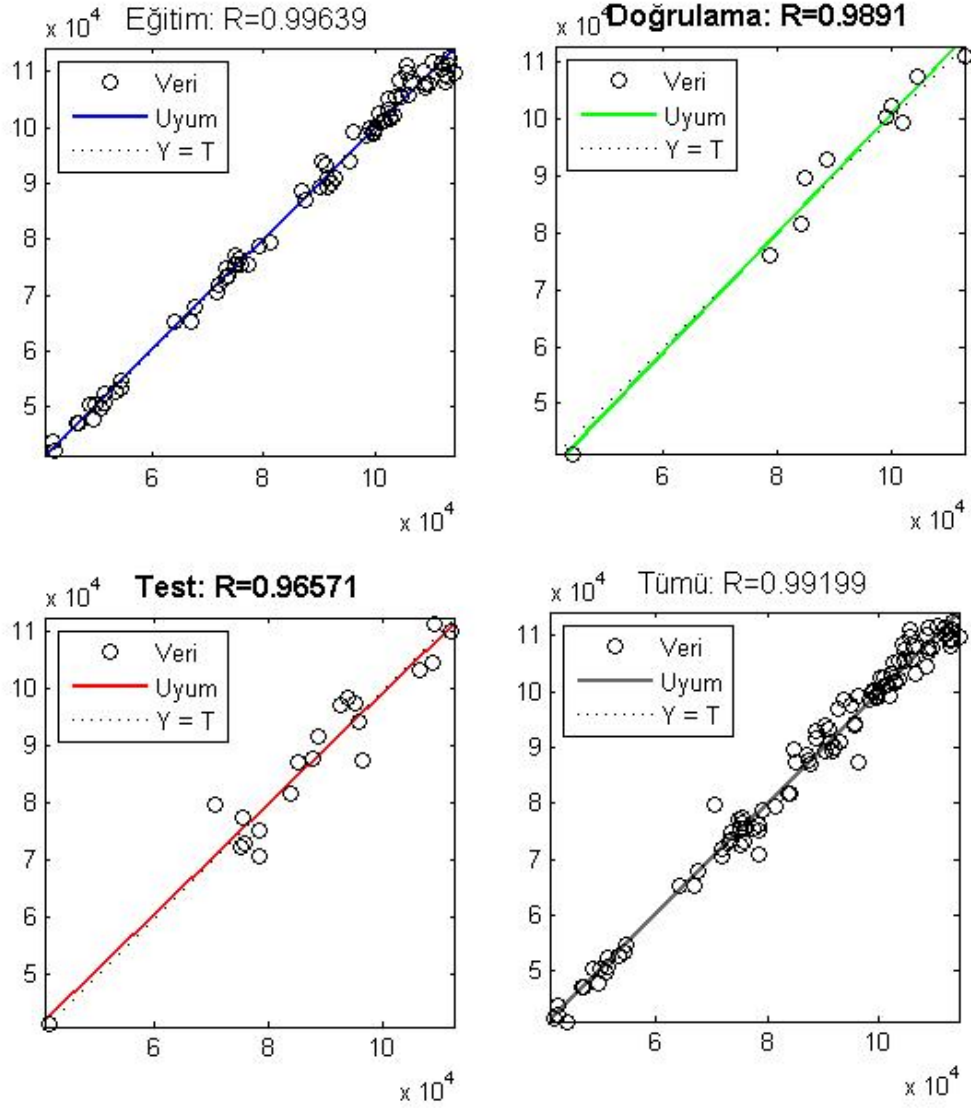
şekil 1'de geri yayılım algoritması ile en iyi doğrulama performansı sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlar ile modelde ezberleme sorunun olup olmaması gözlemlenmektedir. Aynı zamanda doğrulama seti ve eğitim setinin hareketlerini karakterize etmek mümkündür.

Şekil 2 : Geri Yayılımlı En İyi Doğrulama Performansı Algoritması



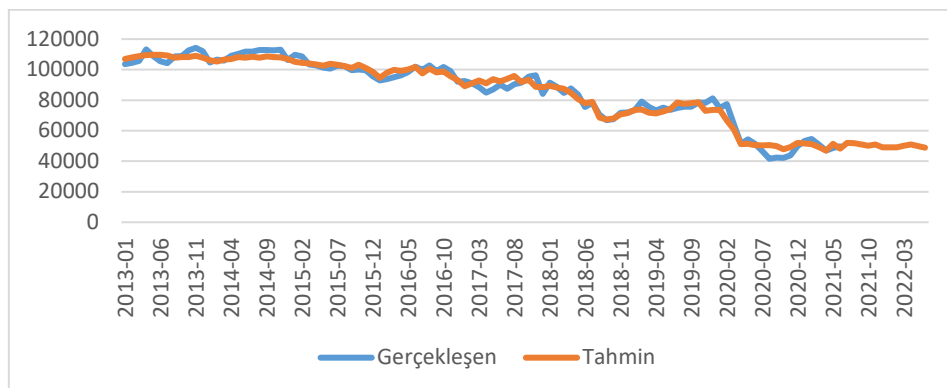
Sonuçlara göre, en iyi doğrulama değerinin oluştuğu 10. İnterasyona kadar ezberleme yaşanmamaktadır. Belirlenen yenileme sayısından sonra eğitim ve doğrulama serilerinde hata oranlarının artmaması ve serilerin hareketlerinin birlikte karakterize olduğuna bakarak modelde sorun olmadığı kanaatine gelinmektedir.

Şekil 3: YSA Tahmininin Çıktı Grafiği



Şekilden görüldüğü üzere hem test hem doğrulama hem de eğitim serileri R değerlerinin 1'e oldukça yakın olduğu görülmektedir. Toplam R değerinin 0,99199 gibi bir değer alması modelin oldukça başarılı tahmin edildiğinin göstergesidir.

Grafik 5: Gerçek Veriler ile Tahmin Verilerinin Birlikte Gösterimi



Grafik 5'te gerçekleşen değerler ile tahmin değerlerinin birlikte hareket ettiği grlmektedir. 2021-07-2022-06 tarihleri arasındaki tahmin dönemi için brüt döviz rezervlerinde azalma durumu söz konusudur. Tablo 3'te 2021 yılının Temmuz ve 2020 yılının Haziran ayları arasındaki dönem için TCMB Brüt Döviz Rezerv büyüklüğünün tahmini gösterilmiştir. Herhangi bir yapısal değişim durumu yaşanmayacağı, yabancı bankalar ile yapılacak olası swap anlaşmaları büyüklüklerinde değişmeler ve borç (IMF SDR'i dahil) veya temin edilecek herhangi bir beklenmedik fon değişikliği olayacağı durumunda, tahmin edilen azalma gerçekleşmesi muhtemeldir.

Tablo 3: TCMB Brüt Rezervleri için Bir Yıllık Tahmin Değerleri (Milyon Dolar)

2021-07	52057,13
2021-08	51905,45
2021-09	50904,51
2021-10	50076,1
2021-11	51030,93
2021-12	49095,85
2022-01	48975,19
2022-02	49095,12
2022-03	50104,04
2022-04	51051,16
2022-05	49905,1
2022-06	48792,36

4. SONUÇ

Son yıllarda TCMB Brüt Döviz Rezervlerinin hızlıca azalması, başta rezerv yöneticilerinin eleştiriler alması ile beraber, döviz rezervlerine duyarlı olan makro iktisadi değişkenler açısından da olumsuz etki yaratmıştır. Son yıllarda Türk Lirasında yaşanan hızlı düşüşe paralel olarak hızlı bir şekilde eriyen rezervler, kurdaki düşüşü önlemek açısından yetersiz kalmış, Dolar-TL paritesinde birçok psikolojik sınırlar aşılmıştır. Rezerv yeterliliği ile ilgili nc göstergeler olan ve IMF tarafından 20 yılı aşkın süredir ki, kullanılan “Rezerv/M2 para arzının %5-20’si”, “Rezerv/Kısa Vadeli Dış Borç” ve “Rezerv/3-6 Aylık İthalat” göstergeleri gitgide olumsuz sonuçlar göstermiştir. Rezervler adına yaşanan bu olumsuzluklar rezervlerin geleceğine ilgili kuşkuları giderek artırmıştır.

Türkiye'nin brüt döviz rezervlerinin 12 aylık dönem için tahmininin yapılması için istatistiksel tahmin metodolojileri arasında özellikle kısa vadeli tahminlerde oldukça başarılı olan yapay sinir ağları yöntemi uygulanmıştır. ıktı değişken olan rezerv miktarını etkileyen girdi değişkenleri seçiminde literatürde kullanılmış, özellikle Türkiye rneğinde yapılmış çalışmalarda doğrulamacı sonuçları olan değişkenler kullanılmıştır. Uygun YSA modelinin kurulması için 2 ve 20 nöron arasında denemeler yapılmış, nöron sayısındaki artış ile RMSE, MAE ve MAPE değerlerinin düştüğü ve R² değerinin yükseldiği grlmştir. Aşırı ezber sorunu olmaması adına 20 nörondan çok modeller denenmemiş ve kriterlere bakan 20 nöronlu (RMSE:3561,035;MAE:2,36508;MAPE:3,1569;R²=0,99344) tek katmanlı model seçilmiştir. Modelin aşırı ezber yapmadığı sorunları zmlenmiş ve model tahmin edilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, YSA'nın tahmin ettiği aylık değerlerin gerçekleşeceği halde, rezerv büyüklüğünün yine optimal seviyenin çok altında olacağı grlmektedir. Türkiye'nin 2021-2022 yılı için vadesi gelen dış borç ödemesini, ithalat beklentilerini ve m2 para arzı seviyesini göz önüne aldığımızda, tahmin edilen rezerv miktarı ile ilgili makro iktisadi değişkenlere oranı, yine yetersiz bir miktarda rezerv olduğu gösterecektir. TCMB'nin rezerv politikalarında yapısal bir değişiklik olmazsa, Dolar-TL kur paritesinde volatillik yüksek seyir etmezse ve genel olarak ekonomik düzende köklü reform süreci yaşanmazsa rezervlerin YSA modelinin tahminindeki değerlere yakın değerler alması muhtemeldir. Fakat, bu durumun aksini yaratacak ve tahmin edilenden farklı senaryolar yaratacak durumlar da söz konusu olabilir. Swap büyüklüklerindeki değişiklikler, elde edilecek SDR'lerin kullanılma durumları ve başka yapısal değişiklikler, çalışmada tahmin edilen değerlerden büyük sapmaların yaşanmasına neden olabilir. Bu durumda 2021-2022 yılı için de Merkez Bankası Brüt Döviz Rezervi göstergesine duyarlı hareket eden CDS primi, ülke kredibilitesi, net yabancı yatırımlar gibi etmenleri negatif yönde etkileyeceği beklenmektedir. Özellikle, son yıllarda eriyen hızlı rezervler ile birlikte kamuoyunda sıkça eleştirilen rezerv yönetimi konusunun muhalif siyasi propagandalara yol açtığı grlmştir.

Rezervlerin bir kısmının 2020 yılında Dolar-TL paritesinin 6.50-7.0 psikolojik bandında tutulması denemeleri için harcandığına dikkat çeken rezerv yöneticileri, çalışmada elde edilen YSA bulgularının gerçekleşeceği takdirde de yaşanacak iktisadi durumun eleştirileceği beklenmektedir. Bunun yanı sıra 2020-2022 yılı için Türk Lirasının döviz karşısındaki durumu ile ilgili verilen bazı tahminlerin yeni yüksek psikolojik sınırlar yaratacağı beklentisini göz önüne aldığımızda, YSA tahminlerinin döviz rezervleri açısından iyi bir senaryo olarak değerlendirilebilir.

Kaynakça

- AHSAN, A., SKULLY, M. T., & WICKRAMANAYAKE, J. (2006). Determinants of central bank independence and governance: Problems and policy implications. *Journal of administration and governance*, 1, 47-67.
- BİRD, G., & RAJAN, R. (2003). Too much of a good thing? The adequacy of international reserves in the aftermath of crises. *World Economy*, 26(6), 873-891.
- CALOMİRİS, C. W. (2000). When Will Economics Guide, IMF and World Bank Reforms. *Cato J.*, 20, 85.
- CAWLEY, G. C., & TALBOT, N. L. (2010). On over-fitting in model selection and subsequent selection bias in performance evaluation. *The Journal of Machine Learning Research*, 11, 2079-2107.
- CÉSPEDES, L. F., & CHANG, R. (2020). *Optimal foreign reserves and central bank policy under financial stress* (No. w27923). National Bureau of Economic Research.
- CÉSPEDES, L. F., CHANG, R., & VELASCO, A. (2014). Is inflation targeting still on target? The recent experience of Latin America. *International Finance*, 17(2), 185-208.
- CHOWDHURY, M. N. M., UDDİN, M. J., & ISLAM, M. S. (2014). An econometric analysis of the determinants of foreign exchange reserves in Bangladesh. *Journal of World Economic Research*, 3(6), 72-82.
- CİNEL, E. (2015). Türkiye’de Döviz Rezervleri Yeterli mi?. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(12), 131-144.
- CİNEL, E. A., & Yamak, N. (2014). Merkez Bankası döviz rezervlerinin belirleyicileri: Türkiye örneği. *Ekonomik Yaklaşım*, 25(93), 21-38.
- DORRUCCI, E., GAVİLÁ, S., KREYE, A., RAUTAVA, J., BALCAO REİS, T., GHİRGA, M., ... & Lalouette, L. (2006). *The accumulation of foreign reserves* (No. 43). European Central Bank.
- ELMAS, Ç. (2003) Yapay sinir ağları, Gazi Kitabevi.
- FRENKEL, J. A., & JOVANOVIĆ, B. (1981). Optimal international reserves: a stochastic framework. *the economic Journal*, 91(362), 507-514.
- BAERİSWYL, R., FUHRER, L. M., GERLACH-KRİSTEN, P., & TENHOFEN, J. (2021). *The Dynamics of Bank Rates in a Negative-rate Environment: The Swiss Case* (No. 2021-05). Swiss National Bank.
- GHOSH, A. (2016). What drives gold demand in central bank's foreign exchange reserve portfolio?. *Finance Research Letters*, 17, 146-150.
- GOSELİN, M. A., & PARENT, N. (2005). *An empirical analysis of foreign exchange reserves in emerging Asia* (No. 2005-38). Montreal, Quebec: Bank of Canada.
- GUMUS, I. (2016). The relationship between sovereign spreads and international reserves: does the exchange rate regime matter?. *Emerging Markets Finance and Trade*, 52(3), 658-673.
- HELLER, H. R. (1966). Optimal international reserves. *The Economic Journal*, 76(302), 296-311.
- İREFİN, D., & YAABA, B. N. (2011). Determinants of foreign reserves in Nigeria: An autoregressive distributed lag approach. *CBN Journal of Applied Statistics*, 2(2), 63-82.
- JEANNE, O., & RANCIERE, R. (2011). The optimal level of international reserves for emerging market countries: A new formula and some applications. *The Economic Journal*, 121(555), 905-930.
- Jo, G. J. (2011). Analysis of international reserve hoarding in Korea. *Pacific Economic Review*, 16(2), 154-167.

- KARFAKİS, C. (1997). The demand for international liquidity: a cointegration approach. *Applied Financial Economics*, 7(6), 673-678.
- KARTAL, M. T., & TAN, Ö. F. (2018). A Recommendation for Strengthening Reserves of the Central Bank of The Republic of Turkey (CBRT): Reserve Tax To Financial Intermediaries. In *İstanbul Finance Congress* (Vol. 11, p. 2018).
- KASMAN, A., & AYHAN, D. (2008). Foreign exchange reserves and exchange rates in Turkey: Structural breaks, unit roots and cointegration. *Economic Modelling*, 25(1), 83-92.
- KELLY, M. G. (1970). The demand for international reserves. *The American Economic Review*, 60(4), 655-667.
- MACHLUP, F. (1966). The need for monetary reserves. *PSL Quarterly Review*, 19(78).
- MAHRADDİKA, W. (2019). Does international reserve accumulation crowd out domestic private investment?. *International Economics*, 158, 39-50.
- MİNJİE, M., & DEGONG, M. (2016). The Effect of Export Rebate on RMB Exchange Rate and Foreign Exchange Reserves—Based on the Data from 1996 to 2014. *Journal of Sichuan University (Philosophy and Social Science Edition)*, 1(9).
- OKKAN, U., SERBEŞ, Z. A., & GEDİK, N. (2018). MATLAB ile Levenberg-Marquardt algoritması tabanlı YSA uygulaması: Aylık yağış-akış modellemesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 9(1), 351-362.
- ÖZTEMEL, E. (2003) Yapay sinir ağları. *PapatyaYayincilik, İstanbul.*
- PANDA, D. P., & TRİVEDİ, P. (2016). Macroeconomic Determinants of India's Foreign Exchange Reserves: An Empirical Analysis. *IUP Journal of Applied Economics*, 15(4), 31.
- RODRİK, D. (2006). The social cost of foreign exchange reserves. *International Economic Journal*, 20(3), 253-266.
- ROMERO, A. M. (2005). Comparative Study: Factors that Affect Foreign Currency Reserves in China and India.
- SENİBİ, V., ODUNTAN, E., UZOMA, O., SENİBİ, E., & OLUWASEUN, A. (2016). Public Debt and External Reserve: The Nigerian Experience (1981–2013). *Economics Research International*, 2016.
- SHCHERBAKOV, S. G. (2002). Foreign reserve adequacy: case of Russia. In *Fifteenth Meeting of the IMF Committee on Balance of Payments Statistics, Australia*. SCHAFFER, Cullen. Overfitting avoidance as bias. *Machine learning*, 1993, 10.2: 153-178.
- SULA, O. (2011). Demand for international reserves in developing nations: A quantile regression approach. *Journal of International Money and Finance*, 30(5), 764-777.
- VAN GERVEN, M., & BOHTE, S. (2017). Artificial neural networks as models of neural information processing. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 11, 114.
- YEGNANARAYANA, B. (2009). *Artificial neural networks*. PHI Learning Pvt. Ltd..
- YÜKSEL, R., & AKKOÇ, S. (2016). Altın fiyatlarının yapay sinir ağları ile tahmini ve bir uygulama. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(1), 39-50.
- YUKSEL, S., & ÖZSARI, M. (2017). Türkiye'nin kredi notunu etkileyen faktörlerin Mars yöntemi ile belirlenmesi. *Politik Ekonomik Kuram*, 1(2), 16-31.