

TÜRKİYE VE DİĞER BAZI GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDEKİ MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLER VE DÖVİZ KURU ARASINDAKİ İLİŞKİ^{1 2}

THE RELATIONSHIPS BETWEEN THE MACROECONOMICAL VARIABLES AND EXCHANGE RATES FOR TURKEY AND SOME OTHER DEVELOPING COUNTRIES

Deniz İŐLER ³ Turgut ÖZKAN ⁴

Araştırma Makalesi/ GeliŐ Tarihi: 15.04.2021

Yayın Tarihi: 30.06.2021

Öz

Bu çalıŐmanın amacı, dvız kurları ile seçili makroekonomik değişkenler arasındaki karŐılıklı duyarlılığı ve etkileŐim derecesini analiz etmektir. Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika'da Ocak 2003 ve Aralık 2018 dönemi aylık verilerle gerçekleştirilen çalışmada, bağımlı değişken nominal USD/EUR dvız kuru sepetidir. Bağımsız değişkenler ise bte açığı, cari açık, dış ticaret açığı, faiz oranı, petrol fiyatları, sanayi üretim endeksi, tüketicici fiyat endeksi ve üretici fiyat endeksidir. Belirli bir zaman aralığında ele alınan bu çalışmada, VAR modeli, Granger Nedensellik analizi ve Yapay Sinir Ağları gibi doğrusal ve doğrusal olmayan modeller uygulanmıştır. Çalışma sonucunda cari açık, dış ticaret açığı, tüketicici fiyat endeksi, üretici fiyat endeksi ve petrol fiyatlarının dvız kuru üzerinde anlamlı ve etkili olduğu tespit edilmiştir. Yapay Sinir Ağı analizinden elde edilen yüksek performans değerleri ile ağım ürettiği tahmini değerlerin gerçek değerlere çok yakın olduğu gözlemlenmiŐtir.

Anahtar Kelimeler: Dvız Kuru, Yapay Sinir Ağları, VAR Yöntem, Granger Nedensellik Analizi

Jel Sınıflaması: C01, C45, E00, G00

Abstract

The aim of this study is to analyze the mutual sensitivity and degree of interaction of between exchange rates and selected macroeconomic variables. In Turkey, Brazil, Mexico and South Africa with the study on monthly data between January of 2003 and December of 2018 dependent variable is nominal USD/EUR exchange rate basket. Independent variables are also the budget deficit, current account deficit, the foreign trade deficit, interest rate, oil prices, industrial production index, consumer price index and producer prices index. With this at study that is considered in a certain time interval linear and nonlinear models such as VAR model, Granger Causality analysis and Artificial Neural Nets have been applied. As conclusion of the study, it was determined which the variables such as the current account deficit, the foreign trade deficit, the consumer prices index, the producer prices index and the oil prices are significant and effective on the exchange rates. With the high performance values obtained from the Artificial Neural Network analysis, it has been observed that the estimated values produced by the network are very close to the real values.

Key Words: Exchange Rate, Artificial Neural Network, VAR Methodology, Granger Causality Test

Jel Classification: C01, C45, E00, G00

¹ Bu alıŐma, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İŞletme Yönetimi Anabilim Dalında 2021 yılında hazırlanan “Türkiye ve Diğer Bazı lkelerdeki Makroekonomik Değişkenler ve Dvız Kuru Arasındaki İlişki” adlı doktora tez çalıŐmasından türetilmiŐtir.

² **Bibliyografik Bilgi (APA):** FESA Dergisi, 2021; 6(2) ,336-358 / DOI: 10.29106/fesa.916432

³ Dr. Deniz İŐLER, DoėuŐ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, deniz.isler@windowslive.com, İstanbul, Türkiye, ORCID: 0000-0001-8569-4547

⁴ Prof. Dr., DoėuŐ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, tozkan@dogus.edu.tr, İstanbul, Türkiye, ORCID: 0000-0002-5017-0257

1. Giriş

İkinci Dünya Savaşı sonrası zayıflayan ekonomilerin güçlendirilmesi ve uluslararası ticaretin serbestleştirilmesi amacıyla kurulan ve sabit bir kur modeli niteliği taşıyan Bretton Woods sisteminin çöküşünün ardından dalgalı kur sistemine geçiş yaşanmıştır. Bununla birlikte 1980'li yıllarda iletişim ve ulaşım teknolojisinde yaşanan gelişmeye paralel olarak küreselleşmenin önemli bir boyutu olan finansın küreselleşmesi sonucu ulusal finans piyasaları arasındaki sınırlar tamamen ortadan kalkmış ve herhangi bir ülkede yaşanan olumsuz bir durum özellikle gelişmekte olan ve kırılğan yapıya sahip ülke ekonomilerini önemli derecede etkiler bir hale gelmiştir. Bu nedenle ulusal bir para biriminin diğer bir ulusal para birimi cinsinden değerini ifade eden döviz kurunun istikrarının sağlanması, muhtemel dış şokların da etkisini azaltacağından ülke ekonomilerinin faaliyetlerini olumlu yönde etkileyecektir (Adığuzel, 2011; s.108). 1970'li yıllarda sabit kur sistemini terk ederek serbest kur sistemine geçiş yapan gelişmiş ülkeler, kurlarda yaşanan volatiliteden yüksek faydalar elde etmeye başlamışlardır. Aynı zamanda ortaya çıkan döviz kuru belirsizlikleri, döviz kuru öngörüsüne yönelik çalışmaları başlatmıştır. Gelişmekte olan ülke ekonomileri ise 1990'lı yıllardan sonra finansal serbestlik konusunda ilerleme kaydederek, dışa açılmaya başlamışlardır. Gelişmekte olan ülkelerin uyguladığı dışa açılma politikası döviz rezerv birikimi, ekonomik büyümenin sağlanması ve büyümenin finansmanı açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak bu politika, doğru uygulandığı takdirde diğer makroekonomik büyüklükleri olumlu yönde etkileyebilecektir. Aksi durum söz konusu olduğunda ise döviz kurlarının aşırı değerlenmesi enflasyon oranlarının artmasına, ödemeler dengesinde yaşanan sorunlara ve cari açığın artmasına neden olabilmektedir (Hacievliyagil ve Demir, 2016; s.42).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülke ekonomileri arasında yapısal farklılıklar söz konusu olduğu için iç ve dış dengenin korunması amacıyla uygulanacak döviz kuru rejimlerinin ve oluşturulacak politikaların doğru belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Döviz kurlarında yaşanan yükselişler ithalata bağımlı gelişmekte olan ülke ekonomilerinde ithal mal fiyatlarını da arttıracacağından dolayı ekonomik istikrarın sağlanması için doğru dış ticaret politikalarının uygulanması gerekmektedir. Döviz kurlarında yaşanan volatilitenin ekonomik göstergeler üzerinde yarattığı tahribat yalnız ülke ekonomilerini değil aynı zamanda firmaları ve hane halklarını da belirsizliğe ve tedirginliğe sürüklemektedir. Bu gibi durumlar söz konusu olduğunda merkez bankaları yeterli döviz rezervine sahip oldukları takdirde uygulayacakları para politikası araçları ile döviz kurlarına müdahale ederek döviz kuru istikrarını sağlamaya çalışmaktadırlar (Bulut, 2018; s.2).

Döviz kurları ile makroekonomik göstergeler arasındaki ilişkilere yönelik çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar incelendiğinde özellikle döviz kuru ile cari açık , dış ticaret açığı, petrol fiyatları, üretici fiyat endeksi ve tüketici fiyat endeksi arasında anlamlı ve etkili bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın amacı; Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerinde döviz kuru ile bütçe açığı, cari açık, dış ticaret açığı, petrol fiyatları, üretici fiyat endeksi, faiz oranı, sanayi üretim endeksi ve tüketici fiyat endeksi arasındaki ilişkiyi analiz etmektir. Bu amaç doğrultusunda ilgili ülkelere ait değişkenlerin Ocak 2003- Aralık 2018 dönemi aylık verileri kullanılarak VAR model, Granger Nedensellik analizi ve Yapay Sinir Ağları analizi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın literatürde yer alan diğer çalışmalardan farkı, bir ülke ekonomisi için büyük önem taşıyan makroekonomik göstergelerin yer alması ve Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerinin belirli bir dönem aralığının doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemler ile kapsamlı bir şekilde analiz edilmesidir. Çalışmanın ikinci bölümünde Türkiye'de ve dünyada döviz kuru ve diğer makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin incelendiği literatürdeki çalışmalar belirtilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde veri seti ve yöntem anlatılmıştır. Dördüncü bölümde ise analizlerden elde edilen bulgular ve sonuçlara yer verilmiştir.

2. Literatür

2.1. Döviz Kuru ile Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişkilere Yönelik Literatür

Edwards (1988), reel döviz kuru davranışını analiz etmek amacıyla gelişmekte olan 12 ülke (Brezilya, Kolombiya, Yunanistan, Hindistan, Filipinler, Güney Afrika, Tayland, Yugoslavya, El Salvador, Malezya, Sri Lanka ve İsrail) verileriyle uyguladığı regresyon analizi ile döviz kurlarının makroekonomik göstergeler tarafından etkilendiği sonucuna ulaşmıştır.

Dornbusch, Sturzenegger ve Wolf (1990), Arjantin, Bolivya, Meksika, Brezilya ve Peru ekonomilerinde VAR metodu ile döviz kuru ve enflasyon arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında Bolivya dışında tüm ülkelere döviz kuru ve enflasyon arasında kuvvetli bir ilişki tespit etmişlerdir.

Calderon vd. (2000), gelişmekte olan 44 ülke ekonomisinde 1966-1995 dönem verileriyle yapılan çalışmada ulusal üretimde yaşanan artışın cari açığı arttırdığı, cari açık ve reel döviz kuru arasında bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Zengin (2000), Türkiye'de Ocak 1994-Kasım 2000 dönen verilerini kullanarak ihracat fiyat endeksi, ithalat fiyat endeksi ve reel döviz kurları arasındaki ilişkiyi koentegrasyon ve VAR analizi ile incelemiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ihracat, ithalat fiyatları ve reel döviz kuru arasında çift yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir.

McCharty (2000), 9 gelişmiş ülkenin (Amerika, Japonya, Almanya, Fransa, İngiltere, İsveç, İsviçre, Belçika ve Hollanda) 1976:1-1998:4 çeyrek dönem verileriyle yapılan çalışmada döviz kuru ve ithalat fiyatlarındaki değişimlerin TÜFE ve ÜFE enflasyon oranları üzerine etkisi VAR model ile araştırılmıştır. Çalışma sonucunda döviz kurunun tüketici fiyat endeksi ve üretici fiyat endeksinin enflasyon oranı üzerinde yumuşak geçişlilik etkisine sahip olduğu ve nominal döviz kurundan ithalata doğru sert bir geçişlilik etkisine sahip olduğu belirlenmiştir.

Dekle vd. (2002), Malezya, Kore ve Tayland'da döviz kuru ile faiz oranları arasındaki ilişkiyi VAR model ile araştırdıkları çalışma sonucunda kriz dönemlerinde yükselen faiz oranlarının nominal döviz kurları üzerinde küçük bir etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Rowland (2004), Kolombiya ekonomisinde 1983-2002 dönem aralığında döviz kurunun üretici fiyat endeksi ve tüketici fiyat endeksi üzerindeki etkilerinin VAR yöntemi ile araştırıldığı çalışma sonucunda döviz kuru şoklarına ithalat fiyatlarının %80 oranında tepki verdiği, TÜFE'nin sınırlı, ÜFE'nin ise belirli bir düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Brzezina ve Cuaresma (2007), 22 OECD ülkesi (Avusturya, Kanada, Finlandiya, Belçika, Avustralya, Danimarka, Yunanistan, Almanya, İzlanda, İspanya, Portekiz, Yeni Zelanda, Japonya, İtalya, İrlanda, İsveç, İsviçre, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri, Fransa, Norveç ve Hollanda) 1983-2005 yıllık dönem verileriyle Bayesian Dinamik Faktör yöntemini uyguladıkları çalışmada reel kısa vadeli faiz oranı, reel GSYİH büyüme oranı, TÜFE enflasyonu, cari işlemler dengesi, bağımlılık oranı, bütçe açığı, GSMH, efektif döviz kuru, nominal uzun vadeli faiz oranı ve iş gücü verimliliği değişkenler olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda ülkelerin sabit ya da dalgalı kur sistem uygulamalarının faiz oranlarını etkilediği tespit edilmiştir.

Peker ve Hotunluoğlu (2009), 1992:01-2007:12 dönem aralığını kapsayan aylık verilerle VAR yöntemin uygulandığı çalışmada cari işlemler açığının nedenleri araştırılmaya çalışılmıştır. Analiz sonucunda reel döviz kuru, İMKB ve reel faiz oranının cari açığın belirleyicilerini açıklayan en önemli değişkenler olduğu belirlenmiştir.

Balamurali ve Sivaraasingam (2011), 1977-2008 dönemini kapsayan yıllık verilerle Sri Lanka ekonomisi için gerçekleştirilen çalışmada döviz kuru ile TÜFE arasındaki ilişki eşbütünleşme, hata düzeltme ve nedensellik testi ile araştırılmıştır. Çalışma sonucunda eşbütünleşme analiziyle döviz kuru ve TÜFE arasında uzun dönemli pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Nedensellik analiz sonuçlarında ise döviz kurundan enflasyona doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik bulunmuştur.

Mirchandani (2013), 1991-2010 dönemi yıllık verilerle gerçekleştirilen çalışmada makroekonomik değişkenler ve döviz kuru arasındaki ilişki Pearson Korelasyon analiziyle araştırılmıştır. Çalışma sonucunda döviz kurlarının enflasyon oranı, GSYİH ve faiz oranı gibi değişkenlerle korelasyon içinde olduğu bulunmuştur.

Güneş vd. (2013), Türkiye ekonomisi için 1995:1-2010:2 çeyrek dönem verileriyle yapılan çalışmada reel döviz kuru, dış ticaret hadleri ve petrol fiyatları VAR yöntemi ile araştırılmıştır. Çalışma sonucunda petrol fiyatları ve dış ticaret hadlerinin reel döviz kurunu etkilediği tespit edilmiştir.

Çiftçi (2014), 2001:1-2012:3 dönem aralığını kapsayan verilerle yapılan çalışmada VAR yönteme dayalı Johansen Eşbütünleşme analiziyle cari işlemler açığı ile reel döviz kurları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışma sonucunda cari açığın GSYİH ve reel döviz kurundaki değişimlerin nedeni olduğu belirlenmiştir.

Bayar vd. (2014), Türkiye ekonomisinde 2000:Q4-2013:Q3 dönem verileriyle cari işlemler dengesi ile ham petrol fiyatları, ekonomik büyüme, portföy yatırımları, Borsa İstanbul 100 endeksi, enflasyon, reel efektif döviz kuru, doğrudan yabancı yatırım girişleri ve ihracatın ithalatı karşılama oranı VAR yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda Borsa İstanbul 100 endeksi, reel efektif döviz kuru, portföy yatırımları, ihracatın ithalatı karşılama oranı ve kamu brüt toplam borç stoğunun cari işlemler dengesinin Granger nedeni olduğu tespit edilmiştir.

Lebe ve Akbaş (2015), 1991:M12-2012:M11 dönemi aylık verileri ile Türkiye'de reel döviz kuru ile petrol fiyatlarının cari açık üzerindeki etkileri VAR yöntemi ve Dolado-Lütkepohl nedensellik analiziyle araştırılmıştır. Analiz sonucunda reel ham petrol fiyatları ve reel döviz kurundan cari açığa doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca reel ham petrol fiyatlarının reel döviz kurunda meydana gelen bir birimlik değişmeye neden olduğu ve cari açık üzerinde etkili olduğu bulunmuştur.

Korkmaz ve Bayır (2015), 2003:01-2014:11 dönemi aylık verileri ile Türkiye'de döviz kuru dalgalanmalarının yurtiçi fiyatlara etkisi incelenmiştir. Uygulanan Granger nedensellik analizinin sonucunda döviz kurundan üretici fiyat endeksine doğru işleyen tek yönlü ve tüketici fiyat endeksinden döviz kuruna doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Karagöl ve Erdoğan (2016), Türkiye'de 2003:Q1-2015:Q2 dönem verileriyle cari açık değişkeni ile reel efektif döviz kuru, reel faiz oranı, ihracatın ithalatı karşılama oranı, petrol fiyatları ve BIST 100 değişkenleri VECM

çerçevesinde Granger nedensellik, varyans ayrıştırma ve etki-tepki analizleriyle incelenmiştir. Çalışma sonucunda reel efektif döviz kuru, BIST 100 endeksi ihracatın ithalatı karşılama oranı ile cari açık arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca reel faiz oranı, ihracatın ithalatı karşılama oranı ve petrol fiyatlarından cari açığa doğru işleyen tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Bulut (2018), Türkiye’de 2001:2-2017:3 dönem verileriyle gerçekleştirilen çalışmada döviz kuru sepeti ve ÜFE arasındaki ilişki Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik analizi ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda döviz kuru sepetinden ÜFE’ye doğru işleyen tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi ve ÜFE ile döviz kuru sepetinin uzun dönemde birlikte hareket ettiği tespit edilmiştir.

2.2. Döviz Kurunun Yapay Sinir Ağları İle Analizine Yönelik Literatür

Kuan ve Liu (1993), 1 Mart 1980-28 Ocak 1985 dönem verileriyle yapılan çalışmada beş farklı döviz kuru (İngiliz Sterlini, Alman Markı, İsviçre Frangı, Kanada Doları ve Japon Yeni) Amerikan Dolarına karşı ileri ve geri beslemeli Yapay Sinir Ağları ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda beş seriden dördünde ağ modellerinin iyi bir performans gösterdiği, ayrıca ileri beslemeli ve geri beslemeli ağlar arasında önemli bir fark olmadığını tespit etmişlerdir.

Hann ve Steurer (1996), doğrusal olmayan yöntemlerin doğrusal yöntemlerden daha iyi sonuçlar verip vermediklerini araştırdıkları çalışmalarında hata düzeltme modelleri çerçevesinde her iki yöntemi aylık ve haftalık veriler ile karşılaştırmışlar ve analizler sonucunda haftalık verileri kullandıkları çalışmalarında Yapay Sinir Ağları modellerinin doğrusal yöntemlere göre daha yüksek performans gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Gradojevic ve Yang (2000), ham petrol fiyatlarını ve faiz oranını bağımsız makroekonomik değişken olarak kullandıkları çalışmalarında ABD Doları ve Kanada Doları arasındaki çapraz kurun tahmin edilmesi amacıyla Rassal Yürüyüş Modeli, Regresyon Modeli ve Yapay Sinir Ağları analizlerini uygulamışlardır. Analizler sonucunda Yapay Sinir Ağı modelinin diğer modellerden daha iyi performans gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Qi ve Wu (2002), 1973:3-1997:7 dönemi aylık verileri ile döviz kurlarının tahmin edilebilirliğinin araştırıldığı çalışmada döviz kuru olarak Amerikan Doları, Alman Markı, Japon Yeni, İngiliz Sterlini ve Kanada Doları verileri kullanılmıştır. Makroekonomik değişkenler ise para arzı, reel gelir, sanayi üretim endeksi, İnterbank piyasası faiz oranları (Japonya ve Almanya), hazine bonusu faiz oranları (İngiltere, Kanada ve Amerika) dır. 1 ay, 6 ay ve 12 aylık döviz kuru tahmini için Doğrusal Para Modeli, Rassal Yürüyüş Modeli ve Yapay Sinir Ağı modeli ile analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda Kanada Doları ve Sterlin kur tahmininde Yapay Sinir Ağı modelinin daha anlamlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Altan (2008), 1997:1-2007:9 dönemini kapsayan aylık verilerle yapılan çalışmada döviz kuru (TL/USD), mevduat faiz oranı (F), para arzı (M2Y), toptan eşya fiyat endeksi (TEFE) ve GSYİH değişkenleri ile VAR model ve Yapay Sinir Ağları analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda Yapay Sinir Ağları ve doğrusal VAR yöntemin öngörülerinin birleştirilmesiyle döviz kuru öngörü performansının arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Helhel (2009), 1992-2008 dönem aralığını kapsayan aylık verilerle 11 adet makroekonomik değişken (Cari Açık, İMKB Endeksi, ABD Faiz Oranı, TÜFE, İhracatın İthalatı Karşılama Oranı, Cumhuriyet Altını, Sanayi Üretim Endeksi, Yabancı Portföy Yatırımı, Hazine Bonusu Faiz Oranı, M2 Para Arzı ve Yabancı Sermaye Yatırımı) döviz kuru öngörüsünde gözönüne alınmıştır. VAR yöntem ve Yapay Sinir Ağları modeli uygulanan analiz sonucunda Yapay Sinir Ağları tekniğinin daha yüksek performans gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca döviz kurundan cari açık, İMKB endeksi, faiz oranı, M2 para arzı ve Cumhuriyet altınına doğru işleyen tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Özkan (2011), USD ve EUR döviz kuru tahmini gerçekleştirilen çalışmada USD için 1986-2010 dönemini kapsayan veriler, EUR için 1999-2010 Avrupa Bölgesi verileri kullanılmıştır. Satınalma Gücü Paritesi (SGP), Parasal ve ARİMA modelleri ile Yapay Sinir Ağı modelleri karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda Yapay Sinir Ağının en iyi performansı gösterdiği belirlenmiştir.

3. Veri Seti ve Yöntem

Bu çalışma Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerinin Ocak 2003-Aralık 2018 dönemini kapsayan aylık verileriyle gerçekleştirilmiştir. Bağımlı değişken olarak USD/EUR döviz kuru sepeti, bağımsız değişkenler olarak ise bütçe açığı, cari açık, dış ticaret açığı, faiz oranı, petrol fiyatları, sanayi üretim endeksi, tüketici fiyat endeksi ve üretici fiyat endeksi verileri kullanılmıştır. Gayrisafi Yurtiçi Hasıla oranlı olarak elde edilen bütçe açığı, cari açık ve dış ticaret açığı yıllık verileri aylık verilere dönüştürülmüştür. Faiz oranı ise aylık mevduat faiz oranı olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada Türkiye için USD/TL ve EUR/TL, Brezilya için USD/BRL ve EUR/BRL, Meksika için USD/MXN ve EUR/MXN, Güney Afrika için USD/ZAR ve EUR/ZAR nominal döviz kurları kullanılmıştır. Değişkenlere ilişkin veriler TCMB-EVDS (Elektronik Veri Dağıtım Sistemi), TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), FRED (Federal

Reserve Economic Data), EIA (U.S. Energy Information Administration), Worldbank ve <https://finance.yahoo.com> veri tabanlarından elde edilmiştir. VAR model ve Granger Nedensellik analizi EViews 11 ekonometrik yazılım programında, Yapay Sınır Ağları analizi ise MATLAB R2019a istatistik paket programında gerçekleştirilmiştir.

3.1. VAR Model ve Granger Nedensellik Analizi

3.1.1. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Birim Kök Testi

Zaman serisi analizlerinde anlamlı sonuçlara ulaşabilmek için serilerin durağanlık koşulunu sağlaması gerekmektedir. Durağan olmayan zaman serilerinin uzun dönemde deterministik seyir izleme eğilimleri olmadığından dolayı varyansları değişebilmektedir. Durağan olmayan zaman serilerin üzerinde rassal şokların da etkisi söz konusu olduğu için uzun dönem içerisinde serilerin hareketleri rassal yürüyüş sürecine uygunluk göstermektedir (Kitagawa, 2010; s. 92-93). Zaman serisi analizlerinde en yaygın kullanılan birim kök testi Dickey ve Fuller'ın 1979-1981 yılları arasında geliştirdiği Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testidir. Bu test, Dickey-Fuller (DF) birim kök testinde kullanılan değişkenlere bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri eklenerek oluşturulmuştur. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) test aşağıda belirttiğimiz denklemlere dayanmaktadır (Lütkepohl ve Kratzig, 2004; s. 54-55).

$$\Delta y_t = \theta_{y_{t-1}} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad \text{Sabitli ve Trendsiz} \quad (1)$$

$$\Delta y_t = \mu + \theta_{y_{t-1}} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad \text{Sabitli ve Trendsiz} \quad (2)$$

$$\Delta y_t = \mu + \theta_{y_{t-1}} + \beta_t + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad \text{Sabitli ve Trendli} \quad (3)$$

3.1.1.2. VAR (Vektör Otoregresyon) Model

1980 yılında C. Sims tarafından literatüre kazandırılmış olan vektör otoregresif modeller (VAR) birden fazla değişken için öngörüle bulunmayı sağlayan ve değişkenler arası etkileşimi ortaya koyan ekonometrik modellerdir. Y_1 ve Y_2 olmak üzere iki değişkenli p'inci dereceden basit bir vektör otoregresif (VAR) model denklemi aşağıdaki gibi gösterilebilir (Sevüktekin ve Çınar, 2017; s.496).

$$Y_{1t} = \delta_{1t} + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} Y_{1t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} Y_{2t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (4)$$

$$Y_{2t} = \delta_{2t} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} Y_{1t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} Y_{2t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (5)$$

3.1.1.3. VAR Gecikme Uzunluğu

VAR modelde uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi amacıyla çapraz denklem kısıtlamaları ve bilgi kriterleri olmak üzere iki yöntem uygulanmaktadır. Ancak en yaygın kullanılan yöntem bilgi kriterleridir. Bunlar Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz-Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) ve Hannan-Quinn Bilgi Kriteri (HQ)'dir. Bir VAR (p) modeli için k değişkenli normallik varsayımı altında Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz-Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) ve Hannan-Quinn Bilgi Kriteri (HQ) denklemleri aşağıda gösterildiği gibidir (Enders, 2015; s. 316-317).

$$AIC(p) = \ln|\Sigma(p)| + pk^2 \frac{2}{T} \quad (6)$$

$$BIC(p) = \ln|\Sigma(p)| + pk^2 \frac{\ln T}{T} \quad (7)$$

$$HQ(p) = \ln|\Sigma(p)| + pk^2 \frac{2 \ln(\ln T)}{T} \quad (8)$$

3.1.1.4. VAR Granger Nedensellik/Blok Dışsallık Wald Testi

VAR model değişkenlere içsel ve dışsal ayrımı yapmadığından dolayı modelde kullanılan tüm değişkenlere bu test uygulanmaktadır (Sarıkovanlık vd.,2019; s.121). Wald test istatistiğinin denklemi aşağıda sunulduğu gibidir (Hill, Griffiths ve Lim, 2018; s. 695).

$$W = \frac{\Sigma e_{kst}^2 - \Sigma e_{ksz}^2}{\sigma_\varepsilon^2} \quad (9)$$

3.1.1.5. Etki-Tepki Analizi

Bir değişkenin hatasına bir birimlik şok verildiğinde uzun dönemde diğer değişkenleri nasıl etkilediği etki-tepki analizi ile araştırılmaktadır. Ancak değişkenlerin durağanlık koşulunu sağlaması gerekmektedir. Aksi takdirde verilen şokların etkisi sonsuza dek süreceğinden değişkenler arasındaki ilişkinin ölçümü doğru bir şekilde gerçekleştirilemez (Sevüktekin ve Çınar, 2017; s.510). Etki-tepki fonksiyonunun hesaplanabilmesi için öncelikle VAR model hareketli ortalamalar katsayılarının belirlenmesi gerekmektedir. VAR model hareketli ortalama denklemi aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Enders, 2015; s.308).

$$\begin{bmatrix} r_t^y \\ r_t^z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{t-1}^y \\ r_{t-1}^z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\begin{bmatrix} r_t^y \\ r_t^z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{r}^y \\ \bar{r}^z \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \phi_{11}^{(i)} & \phi_{12}^{(i)} \\ \phi_{21}^{(i)} & \phi_{22}^{(i)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{t-i}^{ry} \\ \varepsilon_{t-i}^{rz} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Kısaca aşağıda sunulan denklem ile de gösterilebilmektedir.

$$r_t^x = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i \varepsilon_{t-i} \quad (12)$$

X'de gösterilen denklemde ε_t^{ry} ve ε_t^{rz} şoklarının $\{r_t^y\}$ ve $\{r_t^z\}$ dizilerine yönelik zaman patikası üzerinde oluşturduğu etkiler ϕ_i matrisinin parametreleri ile tespit edilebilmektedir (Çil, 2018; s.345-346).

3.1.1.6. VAR Varyans Ayırıştırma

Bağımlı değişkenin kendi şoklarından oluşan hareketleri ile bağımsız değişkenlerin şoklarından oluşan hareketlerin birbirine yüzdesel olarak oranlanmasıyla tespit edilen varyans ayırıştırma analizinde, bağımlı değişkenin hata varyansı bağımsız değişkenlerden birinin veya daha fazlasının hata varyansına oranı tüm dönemlerde sıfır olduğunda bağımsız değişkenin dışsal olduğu sonucuna varılmaktadır. Eğer ki hata varyanslarının oranı sıfırdan farklı ise değişkenlerin içsel olduğu söylenebilmektedir. Varyans ayırıştırma analizinde h dönem sonunda öngörü ve öngörü hata denklemleri aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2017; s.515-516).

$$E(Y_{t+h}) = (I + A_1 + A_1^2 + \dots + A_1^{h-1})\delta + (A_1^h)Y_t \quad (13)$$

$$\varepsilon_{t+h} + A_1\varepsilon_{t+h-1} + A_1^2\varepsilon_{t+h-2} + \dots + A_1^{h-1}\varepsilon_{t+1} \quad (14)$$

3.1.1.7. Granger Nedensellik Analizi

1969 yılında Clive W. Granger tarafından geliştirilmiş olan analizde iki veya daha fazla değişken arasında bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığı araştırılmaktadır. Y_1 'deki değişikliklerin Y_2 'deki değişikliklere neden olup olmadığı sorusunu yanıtlamaya çalışan nedensellik testleri aşağıda sunulan denklemlerle ifade edilebilmektedir (Brooks, 2008; s.297-298).

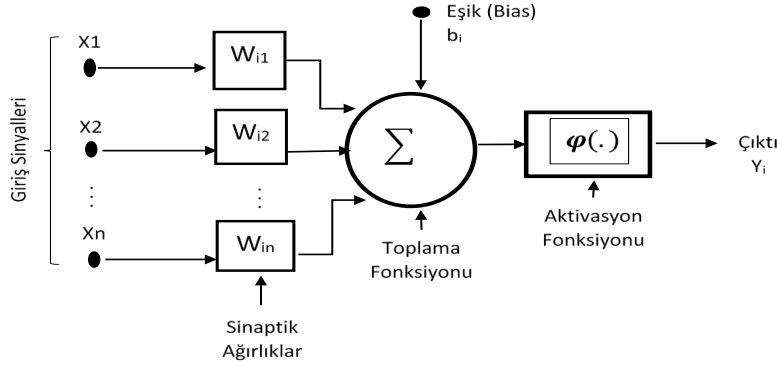
$$y_{1t} = \alpha_{10} + \beta_{11}y_{1t-1} + \beta_{12}y_{2t-1} + \gamma_{11}y_{1t-2} + \gamma_{12}y_{2t-2} + \delta_{11}y_{1t-3} + \delta_{12}y_{2t-3} + u_{1t} \quad (15)$$

$$y_{2t} = \alpha_{20} + \beta_{21}y_{1t-1} + \beta_{22}y_{2t-1} + \gamma_{21}y_{1t-2} + \gamma_{22}y_{2t-2} + \delta_{21}y_{1t-3} + \delta_{22}y_{2t-3} + u_{2t} \quad (16)$$

3.2. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, yapay zekanın bir alt dalı olarak nitelendirilmektedir. Birbirleriyle paralel çalışan ve hiyerarşik bir düzenle bağlı yapay hücrelerden oluşan yapay sinir ağları, insan beyninin sahip olduğu öğrenme fonksiyonu aracılığıyla bilgiyi oluşturma ve keşfetme gibi yetenekleri herhangi bir yardıma ihtiyaç duymadan gerçekleştiren bilgisayar sistemleridir. Biyolojik sinir sisteminden elde edilen bulgulara dayanan yapay sinir ağları, optimizasyon, öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma gibi konularda başarıyla uygulanmaktadır (Öztemel, 2016; s.29-30).

Şekil 1: Yapay Sinir Hücresi



Kaynak: (Haykin, 1999; s.11)

Yapay sinir hücrelerinden oluşan yapay sinir ağları, girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve hücre çıktısı olarak beş temel faktörden oluşmaktadır. Yapay sinir hücresine dışarıdan veya diğer hücrelerden gelen bilgiler girdiler olarak adlandırılmaktadır. Gelen bilginin önemi ve hücre üzerindeki etkisi ise sabit veya değişken değerlerde olabilen ağırlıklar tarafından belirlenmektedir. Yapay sinir hücresine gelen her girdi (bilgi) değeri sahip olduğu ağırlık ile çarpılarak toplanır ve böylece hücreye gelen net girdi değeri toplama fonksiyonunda hesaplanmış olmaktadır. Aktivasyon fonksiyonunda ise hücreye gelen net girdi değeri işlenir ve bu girdi değerine yönelik hücre çıktısı belirlenir (Öztemel, 2016; s.49).

Yapay sinir ağları yapılarına göre, ileri beslemeli yapay sinir ağları ve geri beslemeli yapay sinir ağları olarak ikiye ayrılmaktadır. İleri beslemeli ağ yapılarında nöronlar, katmanlara ayrılmaktadır ve giriş katmanından çıkış katmanına kadar ağ içerisindeki işaretler, tek yönlü bağlantılarla iletilmektedir. Ulaşılmak istenen bilgi, girdi katmanından çıkış katmanına kadar işlenerek iletilmekte ve ağ çıkışı belirlenmektedir (Rojas, 1996: s.21). Bir nöronun kendi katmanında yer alan bir nörona veya kendinden önceki katmanda yer alan bir nörona girdi olarak bağlanabildiği geri beslemeli ağ yapılarında ise bir hata oluştuğu takdirde geri besleme hatayı tespit edip geriye dönük hata düzeltmesi yapabilmektedir (Haykin, 1999; s.25).

Öğrenme algoritmalarına göre yapay sinir ağları danışmanlı, danışmansız ve takviyeli öğrenme olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Danışmanlı öğrenme stratejisinde ağırlık girdi ve çıktı değerleri sisteme öğretildiğinden dolayı ağ, bu değerlerle ilgili bilgi sahibi olmaktadır. Ağa sunulan bu değerler eğitim seti olarak adlandırılmakta ve bu setin yardımıyla ağ eğitilmekte ve ağırlıklar değiştirilmektedir. Diğer bir ifadeyle eğitim seti ağırlık eğitiminde danışman veya öğretmen gibi görev yapmaktadır (Çakır, 2018; s.40). Danışmansız öğrenme stratejisinde ağ, girdi bilgileriyle çalışmakta ve gizli nöronlar yardım almadan kendi kendilerine öğrenmeye çalışmaktadırlar. Bu stratejide sistemin doğru çıktı (olması gereken) ile ilgili bir bilgisi olmadığından girdi özelliklerine göre kendini geliştirmektedir. Girdi katmanında yer alan nöronların sahip olduğu bilgilerin özellikleri ağırlıkları belirlemekte ve bu ağırlıklar hedeflenen çıktı düzeyine ulaşılan kadar yenilenmekte ve dönüştürülmektedir (Vashisth ve Chandra, 2010; s.15-24). Bir danışman veya bir öğretmenin bulunduğu takviyeli öğrenme stratejisinde, çıktıların doğruluğu kontrol edilebildiği için çıktı değerlerinin bilinmesine gerek yoktur. Bu stratejide üretilen çıktı değerleri ve bu değerlerin kontrolü sistemden beklenmektedir (Çakır, 2018; s.40).

4. Bulgular ve Değerlendirmeler

Bu bölümde VAR model ve Granger Nedensellik analizi ile Yapay Sinir Ağı analizine yönelik bulgular alt başlıklar şeklinde sunulmaktadır. Tablo 1'de çalışmaya konu olan Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerine ait değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri yer almaktadır.

Tablo 1: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Ülke	Değişken	Ortalama	Medyan	Maksimum	Minimum	Standart Sapma	Gözlem
Türkiye	DK*	2.313854	1.866000	6.896000	1.441000	1.037086	192
	BA*	-2.518344	-2.138500	-0.687000	-7.639000	1.512728	192
	CA*	-4.725541	-4.645900	-1.620000	-8.870000	1.440329	192
	FO*	20.13021	16.50000	55.00000	8.750000	11.77969	192
	PF*	72.01688	67.61500	138.4000	23.60000	28.13091	192
	SUE*	78.48281	75.15000	120.4000	44.00000	21.10281	192
	DTA*	-3.802934	-3.731200	-0.790000	-8.140000	1.639305	192
	ÜFE*	194.8178	180.6400	443.7800	94.31000	74.27909	192
TÜFE*	198.1296	182.5000	401.2700	94.77000	75.32424	192	
Brezilya	DK*	2.807077	2.597550	4.245400	1.949800	0.631960	192
	BA*	-4.744917	-3.402500	-1.534000	-10.32700	2.672817	192
	CA*	-1.338475	-1.476500	1.690000	-4.140000	1.810674	192
	FO*	19.33797	18.43500	33.90000	12.78000	4.660243	192
	PF*	4.512656	3.330000	18.11000	0.240000	3.840967	192
	SUE*	104.6932	103.4500	118.8000	87.50000	8.573153	192
	DTA*	0.271640	0.105000	3.410000	-2.660000	1.782876	192
	ÜFE*	102.6264	101.4000	115.6100	85.33000	8.027723	192
TÜFE*	79.02240	74.45500	118.4100	48.39000	20.98035	192	
Meksika	DK*	15.51134	15.03450	21.30590	11.65550	2.848950	192
	BA*	-2.647781	-2.326000	-0.713000	-4.537000	1.149073	192
	CA*	-1.417581	-1.344150	-0.380000	-2.630000	0.638287	192
	FO*	5.674844	5.175000	9.750000	2.670000	1.947464	192
	PF*	61.71271	56.72500	121.3600	20.83000	26.11626	192
	SUE*	91.78438	90.10000	108.3000	75.60000	8.022009	192
	DTA*	-1.612289	-1.600000	1.880000	-2.370000	0.390128	192
	ÜFE*	85.63021	85.30000	126.4000	53.60000	19.69228	192
TÜFE*	85.72672	85.61000	119.9800	61.06000	15.86796	192	
Güney Afrika	DK*	11.32802	10.68875	15.59500	7.567500	2.576233	192
	BA*	-2.979354	-4.268000	1.356000	-5.202000	2.169925	192
	CA*	-4.144659	-3.570000	-0.991700	-83.00000	5.861497	192
	FO*	8.582917	8.495000	10.38000	6.960000	0.720195	192
	PF*	67.18073	63.75500	131.2200	28.13000	23.63756	192
	SUE*	97.95521	99.10000	111.0000	87.20000	4.828664	192
	DTA*	-0.336881	-0.235000	2.370000	-2.300000	1.137956	192
	ÜFE*	80.72292	77.50000	122.3000	51.20000	21.19183	192
TÜFE*	82.82375	80.45000	117.1700	55.85000	20.51670	192	

*DK: Döviz Kuru, BA: Bütçe Açığı, CA: Cari Açık, FO: Faiz Oranı, PF: Petrol Fiyatları, SUE: Sanayi Üretim Endeksi, DTA: Dış Ticaret Açığı, ÜFE: Üretici Fiyat Endeksi, TÜFE: Tüketici Fiyat Endeksi.

4.1. VAR Model ve Granger Nedensellik Analiz Bulguları

Zaman serisi analizlerinde anlamlı sonuçlara ulaşabilmek için serilerin durağanlık koşulunu sağlaması gerekmektedir. Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerine ait orijinal zaman serilerinin durağanlık koşulunu sağlamadığı tespit edilmiştir. Logaritmaları ve birinci dereceden farkları alınan seriler, Akaike ve Schwarz bilgi kriterleri seçilerek sabitli ve sabitli trendli olarak Augmented Dickey Fuller (ADF) birim kök testi ile analiz edilmiştir. Tablo 2’de görüldüğü gibi analizi gerçekleştirilen seriler durağan çıkmıştır.

Tablo 2: Augmented Dickey-Fuller (ADF) Birim Kök Testi Sonuçları

Ülke	Değişken	Seviye Düzeyinde Sabitli ve Sabitli Trendli ADF Testi		I. Farklara Göre Sabitli ve Sabitli Trendli ADF Testi	
		Sabit	Sabit ve Trendli	Sabit	Sabit ve Trendli

		Hata Terimi	Önem Değeri	Hata Terimi	Önem Değeri	Hata Terimi	Önem Değeri	Hata Terimi	Önem Değeri
Türkiye	DK*	4.488838	1.0000	3.142081	1.0000	-7.203952	0.0000	-7.605252	0.0000
	BA*	-3.763459	0.0039	-3.726987	0.0229				
	CA*	-2.815846	0.0580	-2.774803	0.2086	-4.554682	0.0002	-4.61408	0.0013
	FO*	-3.620221	0.0062	-1.842347	0.6802	-13.79294	0.0000	-14.08774	0.0000
	PF*	-2.428359	0.1353	-2.281761	0.4414	-11.00314	0.0000	-11.04605	0.0000
	SUE*	-0.848001	0.8026	-1.827093	0.6878	-16.31895	0.0000	-16.34709	0.0000
	DTA*	-2.373082	0.1509	-2.463962	0.3457	-5.646224	0.0000	-5.808416	0.0000
	ÜFE*	2.399498	1.0000	2.518769	1.0000	-8.944853	0.0000	-9.124285	0.0000
TÜFE*	3.638180	1.0000	4.059959	1.0000	-10.41561	0.0000	-8.643993	0.0000	
Brezilya	DK*	-1.093089	0.7184	-1.561658	0.8044	-13.67085	0.0000	-14.21866	0.0000
	BA*	-1.505335	0.5289	-2.619756	0.2721	-3.540643	0.0079	-3.578916	0.0343
	CA*	-2.497405	0.1178	-2.081130	0.5523	-5.992094	0.0000	-6.013580	0.0000
	FO*	-3.232422	0.0197	-3.600464	0.0324				
	PF*	1.001874	0.9966	-2.478847	0.3383	-12.68428	0.0000	-12.66012	0.0000
	SUE*	-1.789624	0.3849	-1.745075	0.7273	-16.88518	0.0000	-17.04670	0.0000
	DTA*	-2.747532	0.0680	-2.389320	0.3839	-13.51442	0.0000	-13.47847	0.0000
	ÜFE*	-2.047081	0.2667	-1.859813	0.6713	-16.08188	0.0000	-16.20633	0.0000
TÜFE*	0.897787	0.9953	-2.032352	0.5793	-7.624269	0.0000	-7.592486	0.0000	
Meksika	DK*	0.036169	0.9598	-1.924438	0.6378	-13.01574	0.0000	-13.00909	0.0000
	BA*	-2.58115	0.0987	-2.212116	0.4795	-4.992868	0.0000	-4.980626	0.0003
	CA*	-2.176304	0.2157	-2.787610	0.2039	-3.562701	0.0074	-14.41241	0.0000
	FO*	-1.537526	0.5125	-1.179278	0.9111	-5.992205	0.0000	-5.916076	0.0000
	PF*	-2.661476	0.0827	-2.552171	0.3029	-8.856465	0.0000	-8.876001	0.0000
	SUE*	-0.621756	0.8616	-2.636369	0.2648	-14.40304	0.0000	-14.36983	0.0000
	DTA*	-2.830680	0.0560	-2.790090	0.2029	-13.95666	0.0000	-13.91972	0.0000
	ÜFE*	1.363917	0.9989	-1.209166	0.9052	-16.57352	0.0000	-16.53315	0.0000
TÜFE*	1.875116	0.9998	-1.221875	0.9024	-10.46367	0.0000	-10.43449	0.0000	
Güney Afrika	DK*	-0.574984	0.8719	-2.311405	0.4253	-15.51846	0.0000	-15.47747	0.0000
	BA*	-2.095992	0.2466	-3.044164	0.1232	-13.61035	0.0000	-13.57571	0.0000
	CA*	-2.371476	0.1512	-2.167523	0.5045	-116.1780	0.0001	-119.7845	0.0001
	FO*	-3.533539	0.0081	-3.456139	0.0473				
	PF*	-2.713327	0.0736	-2.536203	0.3105	-9.355758	0.0000	-9.394447	0.0000
	SUE*	-2.290307	0.1762	-2.438680	0.3585	-19.25852	0.0000	-19.21047	0.0000
	DTA*	-3.081670	0.0296	-3.157608	0.0963				
	ÜFE*	0.904368	0.9954	-2.861280	0.1777	-13.87013	0.0000	-14.13031	0.0000
TÜFE*	-1.462451	0.5506	-2.630826	0.2672	-9.031259	0.0000	-9.010026	0.0000	

*DK: Döviz Kuru, BA: Bütçe Açığı, CA: Cari Açık, FO: Faiz Oranı, PF: Petrol Fiyatları, SUE: Sanayi Üretim Endeksi, DTA: Dış Ticaret Açığı, ÜFE: Üretici Fiyat Endeksi, TÜFE: Tüketici Fiyat Endeksi.

Tablo 3’de Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerinin serileri için Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilen eşbütünleşme testi uygulanmıştır. İkili eşbütünleşme çerçevesinde gerçekleştirilen analiz sonucunda tau-istatistik olasılık değerleri ve z-istatistik olasılık değerleri 0,05’den büyük olduğu için yokluk hipotezi (H₀: Seriler eşbütünleşik değildir.) reddedilememektedir. Eşbütünleşme sorunu olmadığı tespit edilen çalışmada VAR (Vektör Otoregresyon) model uygulanmıştır.

Tablo 3: Engle-Granger Koentegrasyon Testi

Ülke	Bağımlı Değişken	tau-istatistik	Olasılık	z-istatistik	Olasılık
Türkiye	Döviz Kuru	0.256994	0.9571	0.688524	0.9686
	Cari Açık	-0.561688	0.8459	-1.547485	0.8107
	Döviz Kuru	0.954558	0.9991	1.671690	0.9986
	Bütçe Açığı	-2.945439	0.1287	-14.08267	0.1680
	Döviz Kuru	0.317553	0.9944	1.156522	0.9971
	Faiz Oranı	-1.737654	0.6610	-7.167603	0.5529
	Döviz Kuru	1.224291	0.9996	2.223522	0.9994

	Petrol Fiyatı	-2.300526	0.3756	-9.567591	0.3813
	Döviz Kuru	-1.641550	0.7049	-7.597066	0.5196
	Sanayi Üretim	-2.547518	0.2631	-10.54286	0.3230
	Döviz Kuru	-0.689294	0.9454	-1.581812	0.9486
	Dış Tic. Açığı	-2.832647	0.1604	-13.61937	0.1838
	Döviz Kuru	-1.415961	0.7941	-5.256172	0.7087
	TÜFE	-2.251066	0.4001	-7.037826	0.5631
	Döviz Kuru	-2.270842	0.3903	-7.711536	0.5108
	ÜFE	-3.000343	0.1151	-9.247527	0.4019
Ülke	Bağımlı Değişken	tau-istatistik	Olasılık	z-istatistik	Olasılık
Brezilya	Döviz Kuru	-1.117596	0.8782	-3.293036	0.8585
	Cari Açık	-2.491309	0.2870	-13.55342	0.1860
	Döviz Kuru	-1.656249	0.6984	-5.370505	0.6994
	Bütçe Açığı	-2.276272	0.3876	-10.26955	0.3385
	Döviz Kuru	-0.940195	0.9120	-3.005243	0.8771
	Faiz Oranı	-2.533665	0.2689	-11.89099	0.2539
	Döviz Kuru	-2.008501	0.5250	-8.412417	0.4589
	Petrol Fiyatı	-1.586963	0.7284	-4.506606	0.7692
	Döviz Kuru	-1.678617	0.6883	-6.384559	0.6159
	Sanayi Üretim	-2.604030	0.2402	-11.97787	0.2500
Döviz Kuru	-1.080960	0.8860	-3.257995	0.8609	
Dış Tic. Açığı	-2.255777	0.3977	-9.772854	0.3685	
Döviz Kuru	-1.774755	0.6432	-3.243461	0.8618	
TÜFE	-2.302194	0.3748	-3.228077	0.8628	
Döviz Kuru	-1.357566	0.8136	-4.662635	0.7569	
ÜFE	-2.576122	0.2513	-11.37156	0.2791	
Ülke	Bağımlı Değişken	tau-istatistik	Olasılık	z-istatistik	Olasılık
Meksika	Döviz Kuru	-1.493949	0.7657	-4.992973	0.7302
	Cari Açık	-2.362745	0.3455	--11.56637	0.2694
	Döviz Kuru	-0.201971	0.9803	-0.306481	0.9829
	Bütçe Açığı	-1.896268	0.5828	-7.456615	0.5304
	Döviz Kuru	0.198769	0.9924	0.367344	0.9919
	Faiz Oranı	-1.150203	0.8708	-3.778496	0.8246
	Döviz Kuru	-0.072400	0.9854	-0.106222	0.9862
	Petrol Fiyatı	-2.505119	0.2810	-11.60074	0.2678
	Döviz Kuru	-1.629255	0.7103	-5.388251	0.6979
	Sanayi Üretim	-1.889565	0.5862	-6.625350	0.5963
Döviz Kuru	-0.423331	0.9681	-0.646309	0.9762	
Dış Tic. Açığı	-2.967951	0.1230	-18.83211	0.0637	
Döviz Kuru	-2.114141	0.4700	-7.997573	0.4894	
TÜFE	-2.194459	0.4287	-7.822359	0.5025	
Döviz Kuru	-2.168201	0.4421	-7.811962	0.5033	
ÜFE	-2.350958	0.3511	-7.891753	0.4973	
Ülke	Bağımlı Değişken	tau-istatistik	Olasılık	z-istatistik	Olasılık
Güney Afrika	Döviz Kuru	-1.981774	0.2444	-7.235879	0.3031
	Cari Açık	-2.206639	0.1666	-9.157828	0.2031
	Döviz Kuru	-2.333870	0.3593	-9.249824	0.4018
	Bütçe Açığı	-2.862570	0.1515	-15.30508	0.1321
	Döviz Kuru	-2.167239	0.1789	-5.198670	0.4514
	Faiz Oranı	-2.295789	0.1411	-5.508476	0.4258
	Döviz Kuru	-0.424898	0.9680	-0.690054	0.9752
	Petrol Fiyatı	-2.693835	0.2064	-12.89869	0.2106
	Döviz Kuru	-1.166102	0.8670	-2.773593	0.8912
	Sanayi Üretim	-2.439296	0.3100	-11.56763	0.2694
Döviz Kuru	-1.148992	0.8711	-1.733112	0.9427	
Dış Tic. Açığı	-2.939744	0.1302	-16.23449	0.1095	
Döviz Kuru	-2.426943	0.3156	-12.46582	0.2285	
TÜFE	-2.300118	0.3758	-11.31670	0.2818	

Döviz Kuru	-2.209632	0.4210	-9.723913	0.3715
ÜFE	-1.923610	0.5688	-8.071937	0.4839

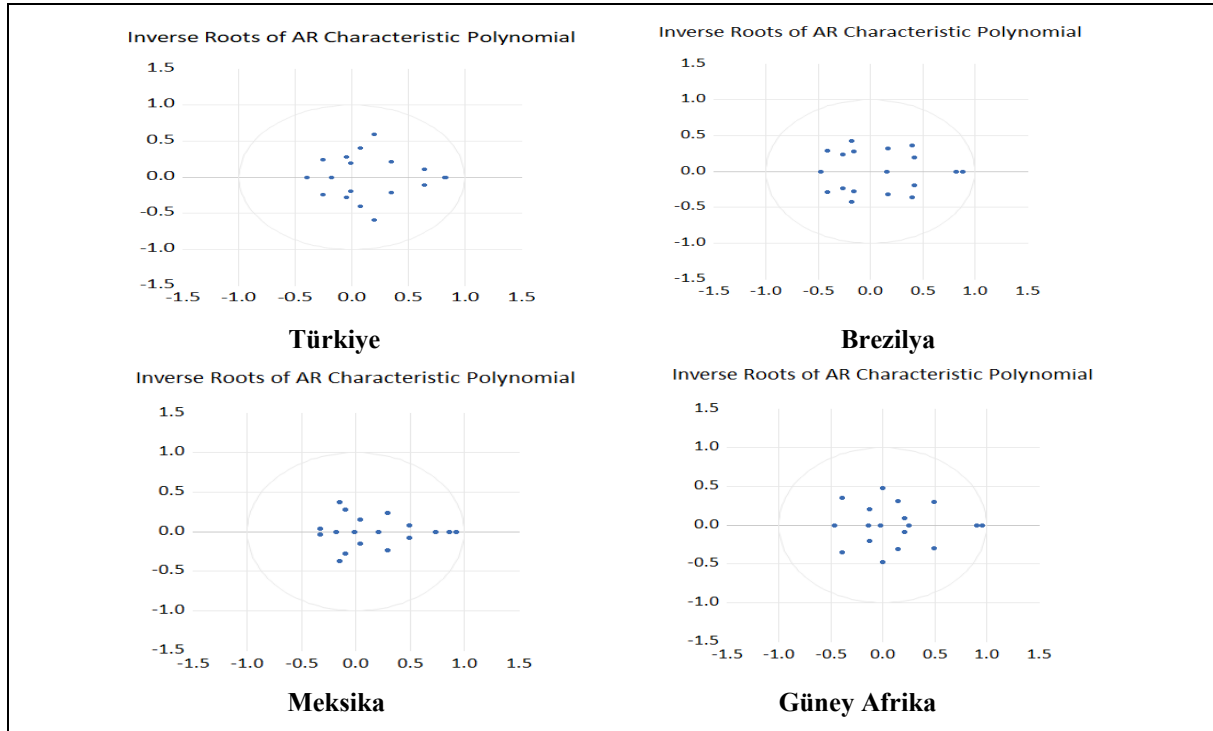
Tablo 4’de görüldüğü gibi çalışmada kurulan VAR modeli için uygun gecikme uzunluğu kriteri tüm ülkeler için Akaike (AIC), Schwarz (SC), Hannan Quinn (HQ) bilgi kriterleri ve Son Tahmin Hatası (FPE) doğrultusunda “2” olarak belirlenmiş ve modele dahil edilmiştir.

Tablo 4: VAR Gecikme Uzunluğu Kriteri

Ülke	Gecikme Uzunluğu Kriteri	LR	FPE	AIC	SC	HQ
Türkiye	0	NA	33038883	42.85409	43.01075	42.91758
	1	5520.530	1.58e-06	12.18388	13.75054	12.81881
	2	981.9830	1.03e-08*	7.143993*	10.12065*	8.350357*
	3	119.9788	1.17e-08	7.255472	11.64212	9.033273
	4	122.2028	1.26e-08	7.305454	13.10209	9.654690
	5	129.3188*	1.25e-08	7.250778	14.45741	10.17145
	6	84.17805	1.69e-08	7.478930	16.09556	10.97104
	7	89.02364	2.15e-08	7.618873	17.64549	11.68242
Brezilya	0	NA	312.9087	31.28680	31.44347	31.35030
	1	5996.953	9.85e-13	-2.105822	-0.539162	-1.470893
	2	842.1400	1.49e-14*	-6.303279*	-3.326625*	-5.096914*
	3	105.4230	1.85e-14	-6.099087	-1.712440	-4.321287
	4	54.75507	3.16e-14	-5.593378	0.203262	-3.244142
	5	113.4053*	3.52e-14	-5.533568	1.673066	-2.612896
	6	91.63948	4.48e-14	-5.362811	3.253816	-1.870704
	7	102.3493	5.11e-14	-5.332998	4.693623	-1.269454
Meksika	0	NA	1.01e-30	-43.52375	-43.36590	-43.45976
	1	874.4979	1.57e-32	-47.69340	-46.11497	-47.05358
	2	67.41990	2.53e-32*	-47.21925*	-44.22022*	-46.00360*
	3	92.57862	3.43e-32	-46.93129	-42.51167	-45.13980
	4	92.63891	4.54e-32	-46.68055	-40.84034	-44.31323
	5	82.96378	6.30e-32	-46.40088	-39.14008	-43.45772
	6	133.5425	5.78e-32	-46.55894	-37.87754	-43.03994
	7	112.3421*	6.06e-32	-46.61774	-36.51575	-42.52291
	8	99.44284	6.87e-32	-46.63652	-35.11394	-41.96586
Güney Afrika	0	NA	10659.70	34.81512	34.97237	34.87885
	1	6032.053	2.26e-11	1.028583	2.601106	1.665946
	2	917.3324	2.11e-13*	-3.650572*	-0.662779*	-2.439583*
	3	136.7347*	2.15e-13	-3.646642	0.756422	-1.862025
	4	77.10115	3.16e-13	-3.290705	2.527630	-0.932461
	5	76.25902	4.61e-13	-2.962872	4.270734	-0.031001
	6	79.09140	6.47e-13	-2.695548	5.953328	0.809949
	7	71.09183	9.56e-13	-2.407545	7.656601	1.671579
	8	86.00636	1.22e-12	-2.301943	9.177475	2.350808

Şekil 2’de Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkeleri için AR Birim Kök sonuçları yer almaktadır. Değişkenlerin köklerini ifade eden tüm noktalar birim çemberin içerisinde yer aldığından dolayı, dört ülke için oluşturulan VAR modelin durağan ve istikrarlı bir yapıya sahip olduğu söylenebilmektedir.

Şekil 2: AR Birim Kökler



Tablo 5’de VAR Granger Nedensellik Blok Dışsallık Wald testi sonuçları yer almaktadır. Bu analiz sonucunda Türkiye’de cari açık, dış ticaret açığı, tüketici fiyat endeksi ve üretici fiyat endeksi değişkenlerinin %5 anlamlılık düzeyinde döviz kuru üzerinde anlamlı ve etkili olduğu, Brezilya’da cari açık, petrol fiyatları ve dış ticaret açığı değişkenlerinin %5 anlamlılık düzeyinde döviz kuru üzerinde anlamlı ve etkili olduğu, Meksika’da ise dış ticaret açığı değişkeninin %5 anlamlılık düzeyinde döviz kuru üzerinde anlamlı ve etkili olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5: VAR Granger Blok Dışsallık Wald Testi

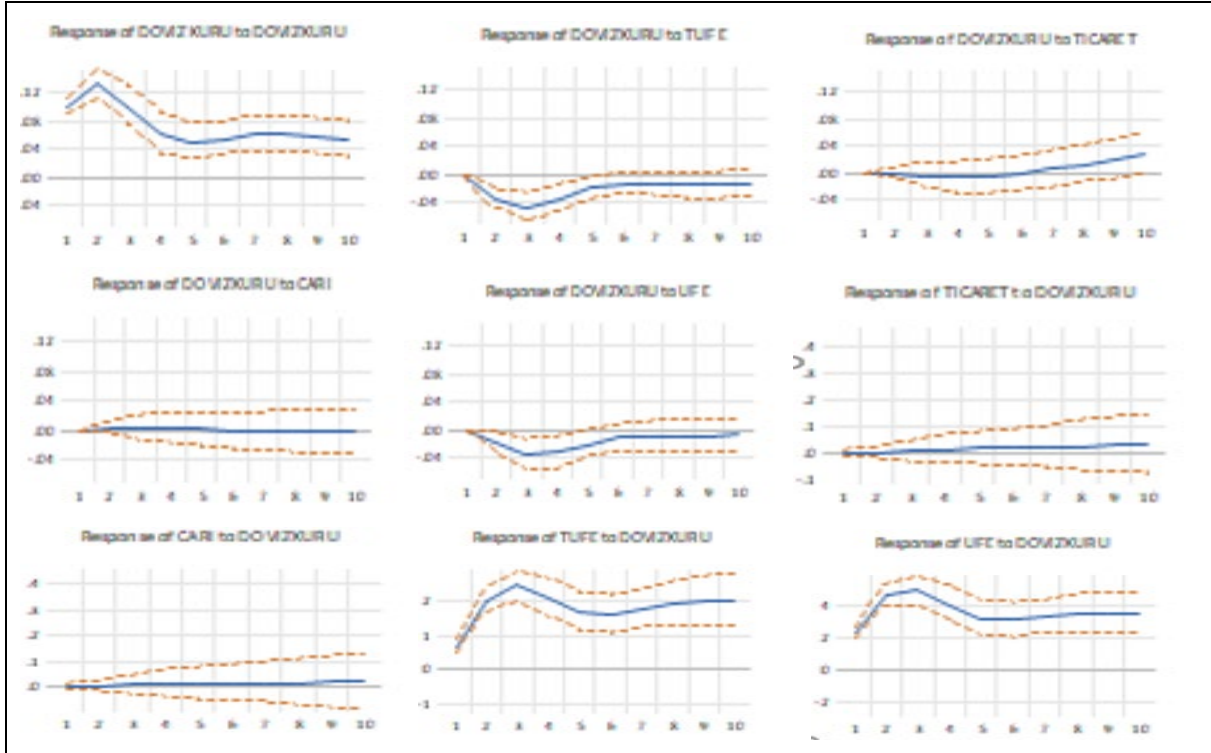
Ülke	Bağımlı Değişken: Döviz Kuru			
Türkiye	Dışsallık	Ki-kare	Df	Olasılık
	Bütçe Açığı	2.880372	2	0.2369
	Cari Açık	12.51022	2	0.0019
	Faiz Oranı	3.216333	2	0.2003
	Petrol Fiyatı	4.530366	2	0.1038
	Sanayi Üretim	1.131236	2	0.5680
	Dış Tic. Açığı	13.55366	2	0.0011
	TÜFE	11.52522	2	0.0031
	ÜFE	12.05672	2	0.0024
	Tümü	100.2689	16	0.0000
Brezilya	Dışsallık	Ki-kare	Df	Olasılık
	Bütçe Açığı	1.346554	2	0.5100
	Cari Açık	6.275692	2	0.0434
	Faiz Oranı	0.816502	2	0.6648
	Petrol Fiyatı	6.066140	2	0.0482
	Sanayi Üretim	2.241784	2	0.3260
	Dış Tic. Açığı	6.135767	2	0.0405
	TÜFE	0.903205	2	0.6366
	ÜFE	4.167241	2	0.1245
	Tümü	40.68964	16	0.0006
Meksika ^a	Dışsallık	Ki-kare	Df	Olasılık
	Bütçe Açığı	3.718969	2	0.1558
	Cari Açık	2.341091	2	0.3102
	Faiz Oranı	1.451550	2	0.4839

	Petrol Fiyatı	4.246329	2	0.1197
	Sanayi Üretim	0.720483	2	0.6975
	Dış Tic. Açığı	11.70528	2	0.0029
	TÜFE	0.516567	2	0.7724
	ÜFE	1.888923	2	0.3889
	Tümü	34.86564	16	0.0041
Güney Afrika	Dışsalık	Ki-kare	Df	Olasılık
	Bütçe Açığı	1.918854	2	0.3831
	Cari Açığ	3.218738	2	0.2000
	Faiz Oranı	2.004856	2	0.3670
	Petrol Fiyatı	3.472758	2	0.1762
	Sanayi Üretim	2.606322	2	0.2717
	Dış Tic. Açığı	4.761172	2	0.0925
	TÜFE	2.917794	2	0.2325
	ÜFE	2.698385	2	0.2594
		Tümü	26.98616	16

*Df: Gecikme Uzunluğu

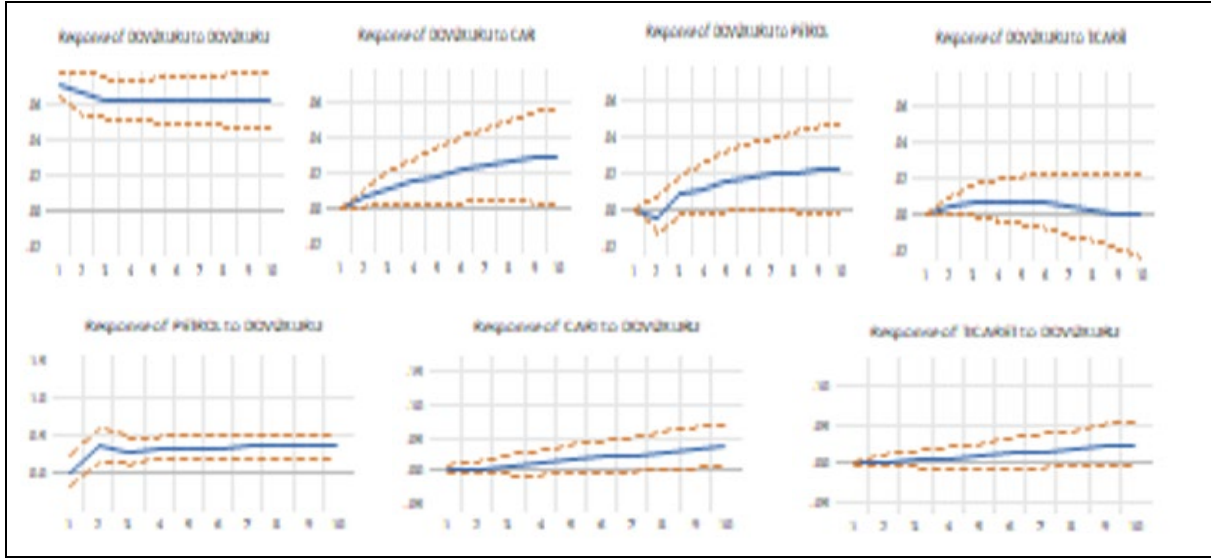
Türkiye için gerçekleştirilen etki-tepki analiz sonuçlarına göre; Şekil 3’de görüldüğu gibi döviz kurunda meydana gelen bir Őoka karşı döviz kuru değişkeni üçüncü döneme kadar bir artış göstermekte ve bu dönemde denge seviyesine gelmektedir. Döviz kurundaki bir standart hata Şok karşısında cari açık değişkeni ikinci dönemde 0,00143’lük bir artış göstermektedir. Bu artış üçüncü dönem sonuna kadar devam etmektedir ve bu dönemden itibaren denge değerine yaklaşmaktadır. Őokun etkisi altıncı dönemden itibaren negatif yönde büyüme göstererek devam etmektedir. Döviz kurunda meydana gelen bir Őoka karşı dış ticaret açığı değişkeni ikinci dönemde -0,000917’lik negatif yönde bir eğilim göstermektedir. Dördüncü dönem sonuna kadar negatif yönde büyüme gösteren dış ticaret açığı değişkeni beşinci dönemden itibaren pozitif yönde bir büyüme göstermektedir. Döviz kurunda meydana gelen bir Őoka karşı tüketici fiyat endeksi değişkeni ikinci dönemde -0,034643’lük negatif yönde bir eğilim göstermektedir. Dördüncü dönemden itibaren pozitif yönde artışlar göstermektedir. Döviz kurunda meydana gelen bir Őoka karşı üretici fiyat endeksi değişkeni ikinci dönemde -0,020179’luk negatif bir eğilim göstermekte ve dördüncü dönemden itibaren pozitif artışlarla devam etmektedir.

Şekil 3: Türkiye –Birimlik Şok Karşısında Değişkenlerin Zaman İçerisinde Gösterdiği Tepkiler



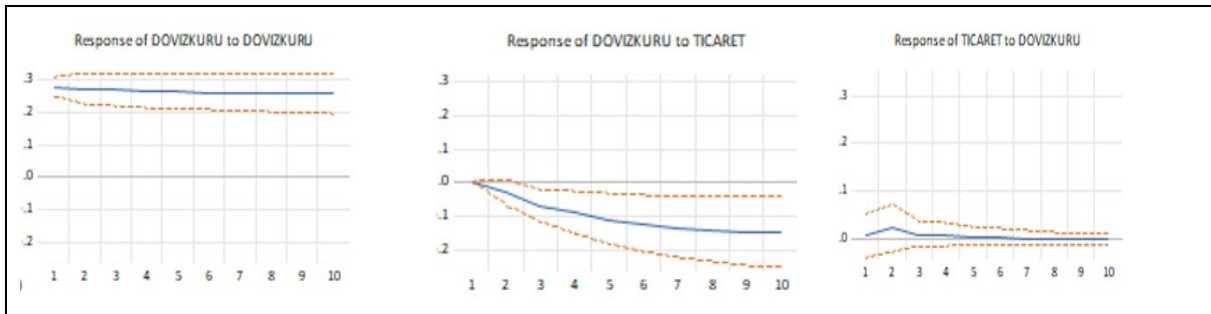
Brezilya için gerçekleştirilen etki tepki analiz sonuçlarına göre; Şekil 4’de görüldüğü gibi dvz kurunda meydana gelen bir Őoka karşı dvz kuru değişkeni dokuzuncu döneme kadar negatif yönde bir büyüme göstermekte, dokuzuncu dönemden itibaren pozitif yönde büyümektedir. Dvz kurundaki bir standart hata Şok karşısında cari açık değişkeni ikinci dönemde 0,005623’lk pozitif yönde bir artış göstermekte ve bu artış onuncu dönem sonuna kadar devam etmektedir. Dvz kurunda meydana gelen bir Őoka karşı petrol fiyatları ikinci dönemde -0,004294’lk negatif yönde bir büyüme göstermekte ve nc dönemden onuncu dönem sonuna kadar pozitif yönde büyümektedir. Dvz kurundan meydana gelen bir Őoka karşı dış ticaret açığı değişkeni ikinci dönemde 0,003419’luk pozitif bir artış göstermekte ve bu artış beşinci dönem sonuna kadar devam etmektedir. Dış ticaret açığı değişkeni altıncı dönemden onuncu dönem sonuna kadar negatif yönde bir büyüme göstermektedir.

Şekil 4: Brezilya- Birimlik Şok Karşısında Değişkenlerin Zaman İçerisinde Gösterdiği Tepkiler



Meksika için gerçekleştirilen etki tepki analiz sonuçlarına göre; Şekil 5’de görüldüğü gibi dvz kurunda meydana gelen bir Őoka karşı dvz kuru değişkeni onuncu dönem sonuna kadar negatif yönde bir büyüme göstermektedir. Dvz kurundaki bir standart hata Şok karşısında dış ticaret açığı değişkeni ikinci dönemde -0,028991’lik negatif yönlü bir büyüme göstermektedir. Dış ticaret açığı değişkenindeki bu negatif yönlü büyüme onuncu dönem sonuna kadar devam etmektedir.

Şekil 5: Meksika -Birimlik Şok Karşısında Değişkenlerin Zaman İçerisinde Gösterdiği Tepkiler



Tablo 6’da Türkiye için gerçekleştirilen VAR Varyans Ayrıştırma analiz sonuçları yer almaktadır. Değişkenlerin 10 dönemlik varyans ayrıştırma analiz sonuçlarına göre; birinci dönem sonunda dvz kurundaki hata varyansının tamamı kendisi tarafından açıklanırken, onuncu dönem sonunda dvz kurundaki hata varyansının %84,59’luk kısmı kendisi tarafından açıklanmakta, %0,05’lik kısmı cari açık tarafından açıklanmakta, %2,04’lk kısmı dış ticaret açığı değişkeni tarafından açıklanmakta, %8,32’lik kısmı tüketicici fiyat endeksi tarafından açıklanmakta ve %5’lik kısmı ise üretici fiyat endeksi değişkeni tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 6: Türkiye VAR Varyans Ayrıştırma Analiz Sonuçları

Döviz Kuru Varyans Ayrıştırma						
Dönem	S.E	DövizKuru	Cari Açık	Dış Tic.Açığı	TÜFE	ÜFE
1	0.100903	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.172570	94.59299	0.006915	0.002821	4.029977	1.367301
3	0.208955	88.34165	0.021841	0.050228	7.748173	3.838111
4	0.223358	85.03280	0.029116	0.151499	9.261044	5.525536
5	0.230315	84.29941	0.027987	0.212976	9.445213	6.014414
6	0.237250	84.65708	0.028132	0.203082	9.205186	5.906518
7	0.245861	85.20049	0.032020	0.242323	8.897113	5.628054
8	0.254615	85.40797	0.037779	0.483207	8.692175	5.378867
9	0.262403	85.18869	0.044779	1.046499	8.532816	5.187217
10	0.269669	84.59391	0.052832	2.037864	8.317572	4.997826

Tablo 7’de Brezilya için gerçekleştirilen VAR Varyans Ayrıştırma analiz sonuçları yer almaktadır. Değişkenlerin 10 dönemlik varyans ayrıştırma analiz sonuçlarına göre; birinci dönem sonunda döviz kurundaki hata varyansının tamamı kendisi tarafından açıklanırken, onuncu dönem sonunda döviz kurundaki hata varyansının %86,26’lık kısmı kendisi tarafından açıklanmakta, %8,32’lik kısmı cari açık değişkeni tarafından açıklanmakta, %5,01’lik kısmı petrol fiyatları tarafından açıklanmakta ve %0,40’lık kısmı dış ticaret açığı değişkeni tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 7: Brezilya VAR Varyans Ayrıştırma Analiz Sonuçları

Döviz Kuru Varyans Ayrıştırma					
Dönem	S.E	Döviz Kuru	Cari Açık	Petrol Fiyatı	Dış Tic. Açığı
1	0.071581	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.097827	99.35491	0.330342	0.192365	0.122113
3	0.116851	98.13936	0.979441	0.523846	0.357349
4	0.133854	96.58414	1.863990	1.031222	0.520647
5	0.149299	94.75535	2.916045	1.724068	0.604540
6	0.163798	92.87759	4.053048	2.455400	0.613961
7	0.177604	91.05105	5.209506	3.165635	0.573809
8	0.190873	89.32608	6.331739	3.831107	0.511075
9	0.203706	87.72609	7.379100	4.445824	0.448986
10	0.216166	86.25840	8.322883	5.013784	0.404931

Tablo 8’de Meksika için gerçekleştirilen VAR Varyans Ayrıştırma analiz sonuçları yer almaktadır. Değişkenlerin 10 dönemlik varyans ayrıştırma analiz sonuçlarına göre birinci dönem sonunda döviz kurundaki hata varyansının tamamı kendisi tarafından açıklanırken, onuncu dönem sonunda döviz kurundaki hata varyansının %85,46’lık kısmı kendisi tarafından açıklanmakta ve %15’lik kısmı ise dış ticaret açığı değişkeni tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 8: Meksika VAR Varyans Ayrıştırma Analiz Sonuçları

Döviz Kuru Varyans Ayrıştırma			
Dönem	S.E	Döviz Kuru	Dış Tic. Açığı
1	0.276366	100.0000	0.000000
2	0.388956	99.44443	0.555570
3	0.477405	97.68237	2.317635
4	0.553203	95.72448	4.275522
5	0.621856	93.62756	6.372440
6	0.685118	91.64859	8.351407
7	0.744300	89.82241	10.17759
8	0.800044	88.18721	11.81279
9	0.852869	86.73605	13.26395
10	0.903129	85.45782	14.54218

Tablo 9’da değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkiyi belirlemek amacıyla İkili Granger Nedensellik testi (Pairwise Granger Causality Tests) gerçekleştirilmiştir. Bu analizin yapılabilmesi için serilerin durağanlık koşulunu sağlaması gerekmektedir. Augmented Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi ile serilerimizin durağan olduğu belirlenmişti. Ayrıca “2” olarak belirlenen gecikme uzunluğu kriteri ile %5 anlamlılık düzeyinde

değişkenler arasındaki nedensellik ilişkileri araştırılmıştır.. Analiz sonuçlarına göre; Türkiye’de sanayi üretim endeksi ile döviz kuru arasında çift yönlü, tüketici fiyat endeksi ile döviz kuru arasında çift yönlü ve üretici fiyat endeksi ile döviz kuru arasında çift yönlü bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Brezilya’da bütçe açığından döviz kuruna doğru işleyen tek yönlü, cari açıktan döviz kuruna doğru işleyen tek yönlü ve dış ticaret açığı değişkeninden döviz kuruna doğru işleyen tek yönlü bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ayrıca petrol fiyatları ile döviz kuru arasında çift yönlü, tüketici fiyat endeksi ile döviz kuru arasında çift yönlü, üretici fiyat endeksi ile döviz kuru arasında çift yönlü ve sanayi üretim endeksi ile döviz kuru arasında çift yönlü bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Meksika’da cari açık değişkeninden döviz kuru değişkenine doğru işleyen tek yönlü, sanayi üretim endeksi değişkeninden döviz kuru değişkenine doğru işleyen tek yönlü, dış ticaret açığı değişkeninden döviz kuru değişkenine doğru işleyen tek yönlü ve döviz kuru değişkeninden üreti fiyat endeksi değişkenine doğru işleyen tek yönlü bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Güney Afrika’da ise döviz kuru değişkeninden cari açık değişkenine doğru işleyen tek yönlü bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Tablo 9: Granger Nedensellik Analiz Sonuçları

Ülke	Parametreler	df	F-İstatistik	Olasılık
Türkiye	Sanayi Üretim → Döviz Kuru	2	4.27194	0.0154
	Döviz Kuru → Sanayi Üretim	2	3.37628	0.0363
	TÜFE → Döviz Kuru	2	28.6362	1.E-11
	Döviz Kuru → TÜFE	2	79.7509	1.E-25
	ÜFE → Döviz Kuru	2	25.5498	2.E-10
	Döviz Kuru → ÜFE	2	49.3454	7.E-18
Brezilya	Bütçe Açığı → Döviz Kuru	2	9.00419	0.0002
	Cari Açık → Döviz Kuru	2	5.09197	0.0070
	Petrol Fiyatı → Döviz Kuru	2	6.96372	0.0012
	Döviz Kuru → Petrol Fiyatı	2	5.32701	0.0056
	Dış Tic. Açığı → Döviz Kuru	2	5.75621	0.0038
	TÜFE → Döviz Kuru	2	4.90167	0.0084
	Döviz Kuru → TÜFE	2	3.12889	0.0461
	ÜFE → Döviz Kuru	2	8.65660	0.0003
	Döviz Kuru → ÜFE	2	6.45119	0.0020
	Sanayi Üretim → Döviz Kuru	2	7.13784	0.0010
	Döviz Kuru → Sanayi Üretim	2	7.63200	0.0007
	Meksika	Cari Açık → Döviz Kuru	2	3.94946
Sanayi Üretim → Döviz Kuru		2	5.04071	0.0074
Dış Tic. Açığı → Döviz Kuru		2	4.26527	0.0155
Döviz Kuru → ÜFE		2	3.08823	0.0479
Güney Afrika	Döviz Kuru → Cari Açık	2	3.83683	0.0233

4.2. Yapay Sinir Ağları Analiz Bulguları

Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerinin 2003 Ocak-2018 Aralık dönemini kapsayan aylık verilerle yapay sinir ağı analizi gerçekleştirilmiştir. Analizde 8 adet değişken (bütçe açığı, cari açık, dış ticaret açığı, faiz oranı, petrol fiyatları, sanayi üretim endeksi, tüketici fiyat endeksi ve üretici fiyat endeksi) input yani girdi değerleri, nominal USD/EUR döviz sepet kuru ise output yani çıktı değeri olarak yer almaktadır. İleri beslemeli geri yayılım (feed-forward backprop) algoritması kullanılan çalışmada ağ, Levenberg-Marquardt algoritması (trainlm) ile eğitilmiştir. Input (girdi) bölümünde 8 adet açıklayıcı değişken bulunan ağ yapısının Hidden Layer (gizli katman) bölümünde Tanjant Sigmoid fonksiyonu kullanılarak ağırlık katsayıları belirlenmiştir. Test verilerini kendi içerisinde %70 öğrenme, %15 geçerlilik ve %15 test olarak ayıran yapay sinir ağı modelinin gizli katman bölümünde 10 nöron kullanarak en iyi performans değerleri elde edilmeye çalışılmıştır. Yapay sinir ağı analizinin verimli olabilmesi için veriler [0,1] aralığında normalizasyona tabi tutularak, iki katmanlı ileri beslemeli ağ yapısında R² değerinin 1’e ve MSE (Mean Squared Error) değerinin 0’a yaklaştığı en iyi performans değerlerine ulaşılmaya çalışılmıştır. Ayrıca 8 adet değişkenin (girdi değerleri) 2018 Ocak-2018 Aralık dönemini kapsayan

aylık verileriyle bir örneklem (sample) oluşturularak eğitime tabi tutulmuştur. Bu eğitimden elde edilen tahmini değerler aynı dönem içerisinde yer alan USD/EUR döviz kuru sepetinin gerçek değerleriyle karşılaştırılmıştır.

4.2.1. Verilerin Normalizasyonu

Yapay sinir ağları analizinde eğitimin verimli olabilmesi için verilerin normalizasyona tabi tutulması gerekmektedir. Normalize edilmeyen bir veri kümesi ile yapılan yapay sinir ağı analizinde ağı eğitimi süresi uzayacağından dolayı analizden elde edilecek verim oranı düşmektedir. Veri setindeki değerlerin dağılımını düzenli bir hale getirdiği için özellikle çok katmanlı ağ modellerinde girdi ve çıktı değerlerinin normalizasyonu ağı performansını önemli derecede etkilemektedir. Yapay sinir ağı girdileri arasında çok büyük ve çok küçük değerler ya da hatalı değerler yer alabilir. Bunların belirli bir ölçek (çoğunlukla 0,1 aralığı) üzerine indirgenmesi yapay sinir ağı analizinin yüksek verimle çalışmasını sağlamaktadır. Çalışmada tüm değişkenlere ait veriler aşağıda gösterilen formül ile normalize edilmiştir.

$$X_n = \frac{X_0 - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (17)$$

X_n =Normalleştirilmiş Veri

X_0 =Orijinal Veri

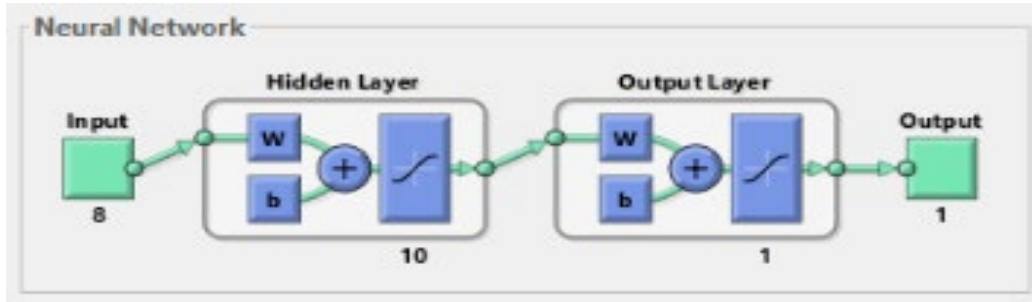
X_{min} =İlgili Değişkenin Sütun Boyunca Minimum Değeri

X_{max} =İlgili Değişkenin Sütun Boyunca Maksimum Değeri

4.2.2. Ağı Mimarisi

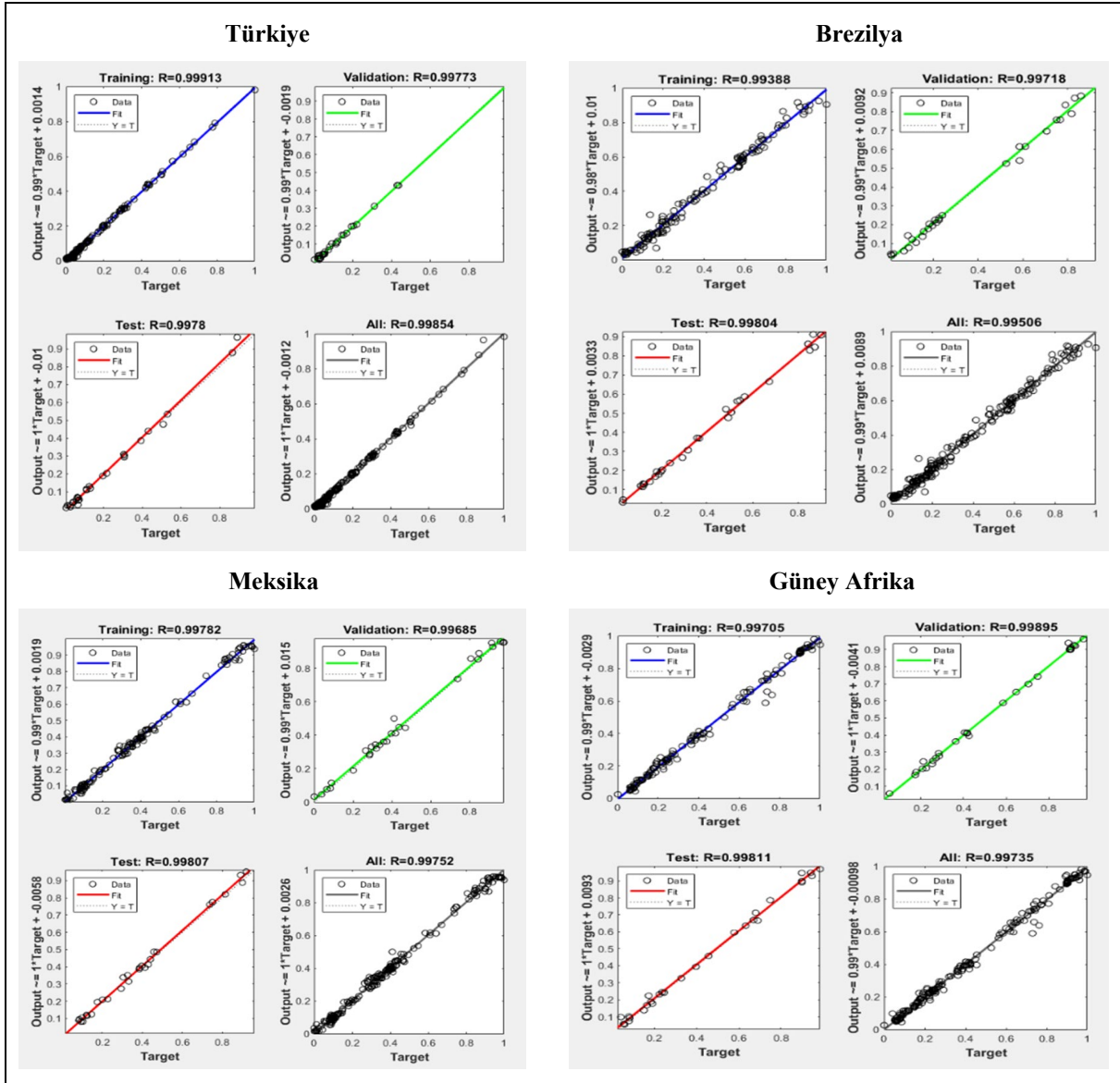
Şekil 6'daki Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerinin yapay sinir ağı modeli, MATLAB R2019a istatistik paket programında nntool (Neural Network Toolbox) aracılığı ile oluşturulmuştur. Girdi katmanında sekiz adet bağımsız değişken (bütçe açığı, cari açık, dış ticaret açığı, faiz oranı, petrol fiyatları, sanayi üretim endeksi, tüketici fiyat endeksi ve üretici fiyat endeksi) bulunan ağ yapısının gizli katman bölümünde 10 nöron kullanılmıştır. Çıktı katmanında ise bağımlı değişkene (USD/EUR döviz sepet kuru) ait bir adet nöron bulunmaktadır.

Şekil 6: Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika Yapay Sinir Ağı Modeli



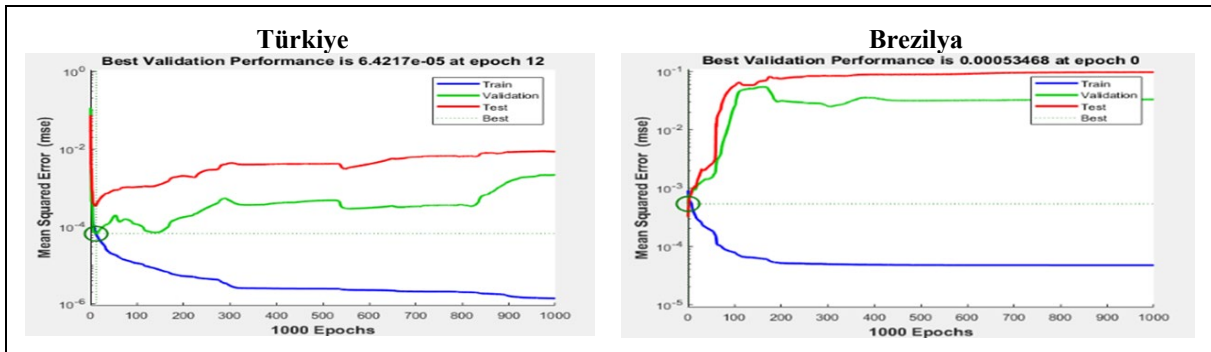
Şekil 7'de Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkeleri için gerçekleştirilen yapay sinir ağı analiz sonuçları yer almaktadır. Türkiye için gerçekleştirilen yapay sinir ağı analizi sonucunda modelin öğrenme aşaması için R^2 değeri 0.99913, geçerlilik sınaması için R^2 değeri 0.99773, test aşaması için R^2 değeri 0.99780 ve modelin tümü için R^2 değeri 0.99854 olarak gerçekleşmiştir. Modelin MSE (Mean Squared Error) ölçütü ise 0.0680'dir. Brezilya için gerçekleştirilen yapay sinir ağı analizi sonucunda modelin öğrenme aşaması için R^2 değeri 0.99388, geçerlilik sınaması için R^2 değeri 0.99718, test aşaması için R^2 değeri 0.99804 ve modelin tümü için R^2 değeri 0.99506 olarak gerçekleşmiştir. Modelin MSE (Mean Squared Error) ölçütü 0.000906'dır. Meksika için gerçekleştirilen yapay sinir ağı analizi sonucunda modelin öğrenme aşaması için R^2 değeri 0.99782, geçerlilik sınaması için R^2 değeri 0.99685, test aşaması için R^2 değeri 0.99807 ve modelin tümü için R^2 değeri 0.99752 olarak gerçekleşmiştir. Modelin MSE (Mean Squared Error) ölçütü ise 0.000511'dir. Güney Afrika için gerçekleştirilen yapay sinir ağı analizi sonucunda modelin öğrenme aşaması için R^2 değeri 0.99705, geçerlilik sınaması için R^2 değeri 0.99805, test aşaması için R^2 değeri 0.99811 ve modelin tümü için R^2 değeri 0.99735 olarak gerçekleşmiştir. Modelin MSE (Mean Squared Error) ölçütü ise 0.000652'dir. Dört ülke için gerçekleştirilen yapay sinir ağı analizlerinde elde edilen yüksek R^2 değerleri ve düşük MSE değerleri, oluşturulan modelin oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.

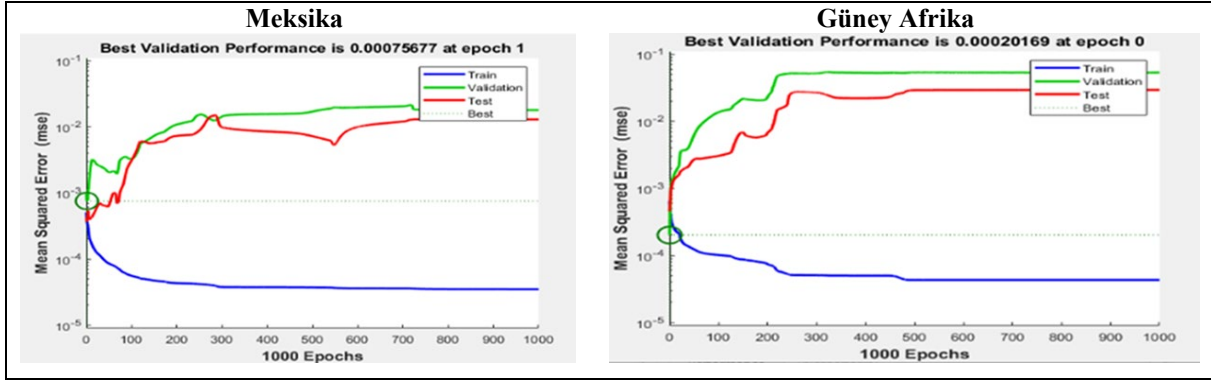
Şekil 7: Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika Yapay Sinir Ağı Analiz Sonuçları



Şekil 8'de Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkeleri için gerçekleştirilen yapay sinir ağı analizinde her iterasyondaki öğrenme, geçerlilik ve test kümelerine ilişkin hata değerlerinin ne şekilde değiştiğini gösteren grafikler yer almaktadır. Grafiklerde görüldüğü gibi ağın eğitimi 1000 iterasyonda optimum sonuca ulaşmıştır.

Şekil 8: YSA Devir Performans Grafikleri





4.2.3. Gerçek ve Tahmini Değerlerin Karşılaştırılması

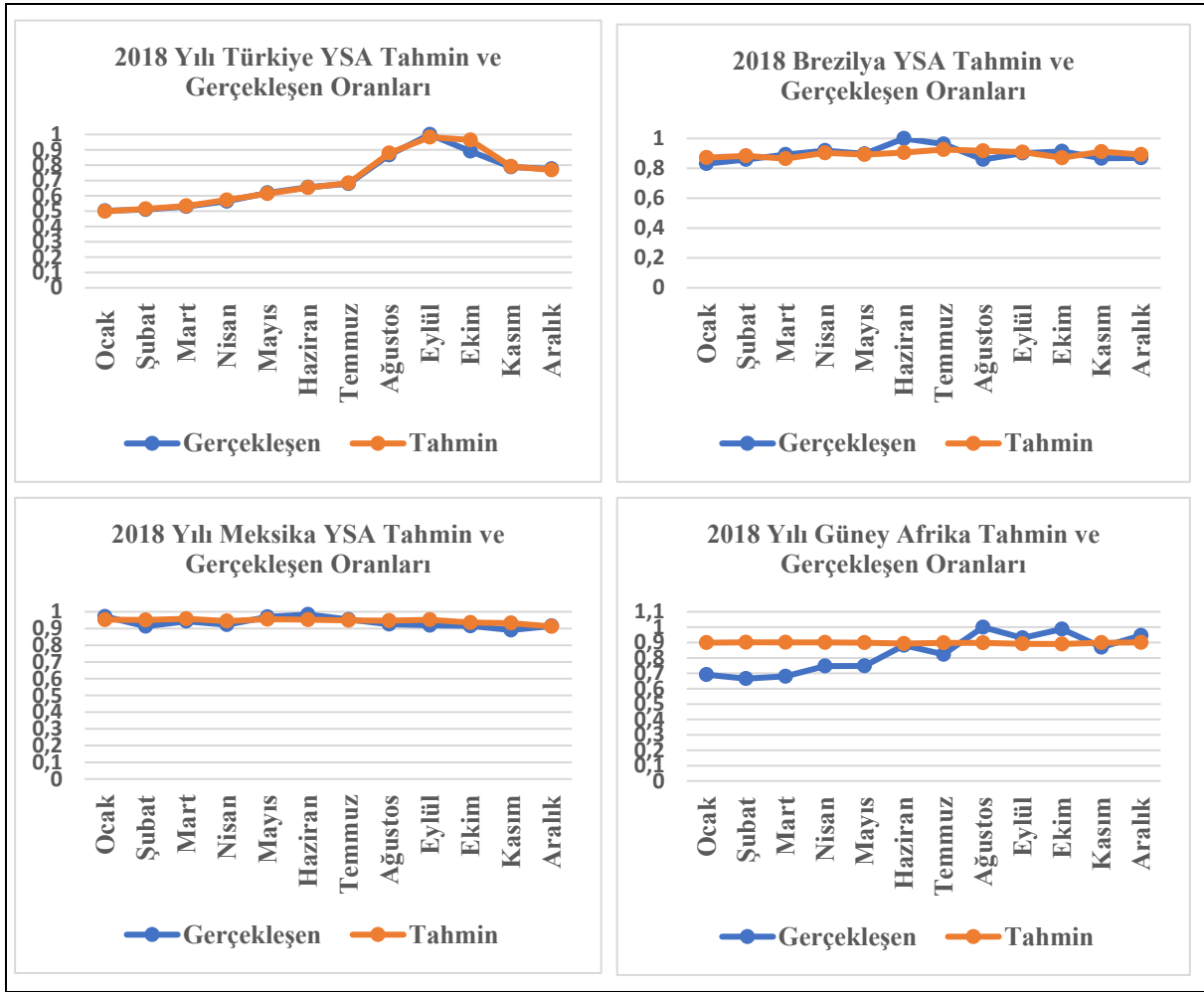
Tablo 10’da Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerinin 2018 Ocak-2018 Aralık dönemini kapsayan aylık verilerle yapılan çalışmada 8 adet bağımsız değişken (bütçe açığı, cari açık, dış ticaret açığı, faiz oranı, petrol fiyatları, sanayi üretim endeksi, tüketici fiyat endeksi ve üretici fiyat endeksi) yani input değerleri ile bir örneklem (sample) oluşturularak eğitime tabi tutulmuştur. Eğitimden elde edilen tahmini değerler aynı dönem içerisinde yer alan bağımlı değişkenin (USD/EUR döviz kuru sepeti) gerçek değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Tablo 10: Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika 2018 Yılı Gerçek ve Tahmini Değerler

Türkiye			Brezilya		
2018	Gerçekleşen	Tahmin	2018	Gerçekleşen	Tahmin
Ocak	0,502447	0,49836	Ocak	0,831395	0,87178
Şubat	0,510475	0,51468	Şubat	0,859056	0,88341
Mart	0,530197	0,53365	Mart	0,891902	0,86474
Nisan	0,564250	0,57288	Nisan	0,918518	0,90323
Mayıs	0,619121	0,61442	Mayıs	0,896781	0,89222
Haziran	0,655672	0,65317	Haziran	1	0,90563
Temmuz	0,679334	0,68351	Temmuz	0,962646	0,92570
Ağustos	0,866648	0,87824	Ağustos	0,859035	0,91724
Eylül	1	0,98262	Eylül	0,901551	0,90857
Ekim	0,890874	0,96396	Ekim	0,913225	0,87056
Kasım	0,788072	0,79134	Kasım	0,867355	0,91162
Aralık	0,775718	0,76891	Aralık	0,869838	0,89191
Meksika			Güney Afrika		
2018	Gerçekleşen	Tahmin	2018	Gerçekleşen	Tahmin
Ocak	0,971856	0,95251	Ocak	0,691052	0,89921
Şubat	0,913206	0,95092	Şubat	0,665562	0,90155
Mart	0,943541	0,95810	Mart	0,680446	0,90120
Nisan	0,922630	0,94467	Nisan	0,746891	0,90092
Mayıs	0,969209	0,95574	Mayıs	0,74824	0,89895
Haziran	0,983679	0,95284	Haziran	0,881816	0,89334
Temmuz	0,953624	0,94818	Temmuz	0,823205	0,89794
Ağustos	0,925765	0,94694	Ağustos	1	0,89812
Eylül	0,919195	0,95233	Eylül	0,930193	0,89179
Ekim	0,915439	0,93578	Ekim	0,987345	0,89053
Kasım	0,890911	0,93203	Kasım	0,869570	0,89903
Aralık	0,915268	0,91207	Aralık	0,946199	0,90042

Şekil 9’da Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerinin 2018 yılı tahmin ve gerçekleşen oran grafikleri yer almaktadır. Grafiklerde görüldüğü gibi gerçek ve tahmini değerler birbirlerine oldukça yakın bir eğilime sahiptir. Bu durum oluşturulan yapay sinir ağı modelinin ve analiz için belirlenen input değerlerinin seçiminin gayet başarılı olduğunu göstermektedir.

Şekil 9: Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika 2018 Yılı Tahmin ve Gerçekleşen Oranları



5. Sonuç

Bu çalışmada 2003 Ocak-2018 Aralık dönemini kapsayan aylık veriler ile Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerinde nominal USD/EUR döviz sepet kuru ile seçili makroekonomik göstergeler olan bütçe açığı, cari açık, dış ticaret açığı, petrol fiyatları, sanayi üretim endeksi, faiz oranı, üretici fiyat endeksi ve tüketici fiyat endeksi arasındaki ilişki VAR model, Granger Nedensellik analizi ve Yapay Sinir Ağları analizi ile incelenmiştir. Uluslararası ticaret ve küresel rekabet gücü açısından büyük bir öneme sahip olan döviz kuru diğer makroekonomik değişkenleri etkileme ve onlardan etkilenme potansiyeline sahiptir. Özellikle kırılgan bir yapıya sahip gelişmekte olan ülke ekonomilerinde döviz kurunun analiz edilmesi, çeşitli makroekonomik değişkenlerle olan ilişkisinin belirlenmesi ve bu doğrultuda makropolitikaların oluşturulması büyük önem arz etmektedir. Ulusal ve uluslararası literatürde döviz kurları ile makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiye yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde farklı dönem ve ekonometrik yöntemlerin kullanılmış olması, ülkelerin gelişmişlik düzeylerindeki farklılıklar gibi nedenlerden dolayı benzer sonuçlar olduğu gibi farklı sonuçlarla da karşılaşmaktadır.

Türkiye için gerçekleştirilen VAR analizi sonucunda; cari açık, dış ticaret açığı, tüketici fiyat endeksi ve üretici fiyat endeksi değişkenlerinin %5 anlamlılık düzeyinde döviz kuru üzerinde anlamlı ve etkili oldukları tespit edilmiştir. Varyans ayrıştırma analiz sonuçlarında ise; döviz kurundaki hata varyansının %84,59'luk kısmı kendisi tarafından açıklanmaktadır. Döviz kurundaki hata varyansını en fazla açıklayan diğer iki değişken ise tüketici fiyat endeksi ve üretici fiyat endeksidir. Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkiyi belirlemek amacıyla gerçekleştirdiğimiz İkili Granger Nedensellik analiz sonuçlarına göre; %5 anlamlılık düzeyinde döviz kuru ile sanayi üretim endeksi arasında çift yönlü, döviz kuru ile tüketici fiyat endeksi arasında çift yönlü ve döviz kuru ile üretici fiyat endeksi arasında çift yönlü bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Brezilya için gerçekleştirilen VAR analizi sonucunda; cari açık, petrol fiyatları ve dış ticaret açığı değişkenlerinin %5 anlamlılık düzeyinde döviz kuru üzerinde anlamlı ve etkili oldukları tespit edilmiştir. Varyans ayrıştırma analiz sonuçlarında

döviz kurundaki hata varyansının %86,26'lık kısmı kendisi tarafından açıklanmaktadır. Döviz kurundaki hata varyansını en yüksek oranda açıklayan diğer değişkenler ise sırasıyla cari açık ve petrol fiyatlarıdır. Gerçekleştirilen İkili Granger Nedensellik analiz sonuçlarına göre ise; %5 anlamlılık düzeyinde bütçe açığı değişkeninden döviz kuru değişkenine doğru işleyen tek yönlü, cari açık değişkeninden döviz kuru değişkenine doğru işleyen tek yönlü, dış ticaret açığı değişkeninden döviz kuru değişkenine doğru işleyen tek yönlü, petrol fiyatları değişkeni ile döviz kuru değişkeni arasında çift yönlü, tüketici fiyat endeksi değişkeni ile döviz kuru değişkeni arasında çift yönlü, üretici fiyat endeksi değişkeni ile döviz kuru değişkeni arasında çift yönlü ve sanayi üretim endeksi değişkeni ile döviz kuru değişkeni arasında çift yönlü bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Meksika için gerçekleştirilen VAR analizi sonucunda %5 anlamlılık düzeyinde dış ticaret açığı değişkeninin döviz kuru üzerinde anlamlı ve etkili olduğu tespit edilmiştir. 10 dönemlik varyans ayrıştırma analiz sonuçlarında ise; döviz kurundaki hata varyansının %85,46'lık kısmı kendisi tarafından açıklanırken, %14,54'lük kısmı dış ticaret açığı değişkeni tarafından açıklanmaktadır. İkili Granger Nedensellik analiz sonuçlarına göre; %5 anlamlılık düzeyinde cari açık değişkeninden döviz kuru değişkenine doğru işleyen tek yönlü, sanayi üretim endeksi değişkeninden döviz kuru değişkenine doğru işleyen tek yönlü, dış ticaret açığı değişkeninden döviz kuru değişkenine doğru işleyen tek yönlü ve döviz kuru değişkeninden üretici fiyat endeksi değişkenine doğru işleyen tek yönlü bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ayrıca Güney Afrika için gerçekleştirilen analizde döviz kuru değişkeninden cari açık değişkenine doğru işleyen tek yönlü bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmuştur. İthalata bağımlı gelişmekte olan ülke ekonomilerinde döviz kurlarında yaşanan hareketlilik ülke ekonomilerinin makroekonomik göstergelerini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu nedenle döviz kurlarında yaşanan artışlara karşı doğru politikaların uygulanması ülke ekonomilerinin istikrarı için büyük önem taşımaktadır. Analizlerden elde edilen bulgular Peker ve Hotunluoğlu (2009); Güneş vd. (2013); Çiftçi (2014);Korkmaz ve Bayır (2015); Bulut (2018) gibi literatürde yer alan pek çok çalışma ile benzer sonuçlara sahiptir.

Türkiye, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkeleri için gerçekleştirilen yapay sinir ağı analiz sonuçlarında ise; modellerin öğrenme aşaması için, geçerlilik sınaması için, test aşaması için ve tümü için R^2 değerleri %99 olarak belirlenmiştir. Nonlinear (doğrusal olmayan) bir model olan yapay sinir ağı analizi sonucunda elde edilen yüksek performans değerleri, döviz kuruna yönelik analizlerde doğrusal olmayan modellemenin oldukça etkili olduğunu göstermiştir. Genellikle yapılan çalışmalarda doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerin karşılaştırmaları yapılmış olsa da çoğu çalışmada yapay sinir ağı analizinin %99 korelasyon katsayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni; nonlinear bir model olan yapay sinir ağının verilerdeki fark edilmemesi ve bilinmesi güç ilişkileri de ortaya çıkarabilmesidir. Yapay sinir ağı analizinden elde ettiğimiz bulgular literatürdeki çalışmalarla paralellik göstermektedir. Kuan ve Liu (1993); Hann ve Steurer (1996); Gradojevic ve Yang (2000); Qi ve Wu (2002); Altan (2008); Helhel (2009); Özkan (2011).

Belirli bir dönem aralığını kapsayan bu çalışma, önemli katkılara sahip olmasına karşın belirli kısıtlara sahiptir ve gelecek çalışmalar için fırsatlar sunmaktadır. Farklı ülkeler, diğer konvertibl döviz türleri ve farklı yöntemler ile çalışmalar gerçekleştirilebilir. Ayrıca modelde yer alan değişkenler dışında döviz kurunu etkilediği düşünülen sosyo ekonomik faktörler, siyasi faktörler, askeri faktörler vb. gibi farklı değişkenlerin analize dahil edilmesinin araştırmacılar için faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- ADIGÜZEL, M. (2011). Ekonomik, Kültürel ve Politik Küreselleşme ve Sonuçları, Birinci Basım, ISBN 978-605-5426-64-4, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- ALTAN, Ş. (2008). Döviz Kuru Öngörü Performansı İçin Alternatif Bir Yaklaşım: Yapay Sinir Ağı, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10/2, ss. 141-160.
- BALAMURALI, N. ve SIVARAJASINGAM, S. (2011). Does Exchange Rate Cause Inflation in Sri Lanka? An Empirical Study, *Annual Academic Sessions*, ISSN2012-9912, ss. 214-216.
- BAYAR, Y., KILIÇ, C. ve ARICA, F. (2014). Türkiye'de Cari Açığın Belirleyicileri, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 15, Sayı 1, ss. 451-471.
- BROOKS, C. (2008). Introductory Econometrics for Finance, Second Edition, *Cambridge University Press*, ISBN 0 521 79018 2 (hardback), ISBN 0 521 79367 X (paperback).
- BRZEZINA, M. ve CUARESMA, J. (2007). Mr. Wicksell and The Global Economy: What Drives Real Interest Rates?, *Economics and Statistics*, 06, ss. 1-26.
- BULUT, Ş. (2018). Fiyatlar Genel Düzeyi ile Döviz Kuru Arasındaki Eşbütünlük ve Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği, *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, Cilt.2, Sayı.1, ss. 1-10.

- CALDERON, C., CHONG, A. ve LOAYZA, N. (2000). Determinants of Current Account Deficits in Developing Countries, *Policy Research Working Paper*, 2398, ss. 1-37.
- ÇAKIR, F. (2018). Yapay Sinir Ağları- Matlab Kodları ve Matlab Toolbox Çözümleri, Birinci Basım, ISBN 978-605-7928-12-2, *Nobel Akademik Yayıncılık*, Ankara.
- ÇİFTÇİ, N. (2014). Türkiye’de Cari Açık, Reel Döviz Kuru ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiler: Eş Bütünleşme Analizi, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Vol.14, No.1, ss. 129-142.
- ÇİL, N. (2018). Finansal Ekonometri, Birinci Basım, ISBN 978-975-353-526-7, *Der Kitabevi*, İstanbul.
- DEKLE, R., HSIAO, C. ve WANG, S. (2002). High Interest Rates and Exchange Rate Stabilization in Korea, Malaysia and Thailand: An Empirical Investigation of the Traditional and Revisionist Views, *Review of International Economics*, 10 (1), ss. 64-78.
- DORNBUSCH, R., STURZENEGGER, F. ve WOLF, H. (1990). Extreme Inflation: Dynamics and Stabilization, *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, ss. 1-84.
- EDWARDS, S. (1988). Real and Monetary Determinants of Real Exchange Rate Behaviour: Theory and Evidence from Developing Countries, *National Bureau Economic Research*, 2721, ss. 1-41.
- ENDERS, W. (2015). Applied Econometric Time Series. Fourth Edition, *John Wiley&Sons, INC.*
- ENGLE, R. F. ve GRANGER, C.W.J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing, *Econometrica* 55: 251-276.
- GRADOJEVIC, N. ve YANG, J. (2000). The Application of Artificial Neural Networks to Exchange Rate Forecasting: The Role of Market Microstructure Variables, *Bank of Canada Working Paper*, 23, ss. 1-27.
- GRANGER, C. W. J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods, *Econometrica*, Vol.37, No.3 August, ss. 1-48.
- GÜNEŞ, S., GÜREL, S. ve CAMBAZOĞLU, B. (2013). Dış Ticaret Hadleri, Dünya Petrol Fiyatları ve Döviz Kuru İlişkisi, Yapısal VAR Analizi: Türkiye Örneği, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, Cilt.9, Sayı.20, ss. 1-17.
- HACIEVLİYAGİL, N. ve DEMİR, Y. (2016). Döviz Kurunun Temel Makroekonomik Değişkenlerle İlişkisi: Türkiye ve BRICS Ülkeleri Karşılaştırması, *Finans, Politik ve Ekonomik Yorumlar*, Cilt.53, Sayı 615, ss. 41-64.
- HANN, T. ve STEURER, E. (1996). Much Ado About Nothing? Exchange Rate Forecasting: Neural Networks vs. Linear Models Using Monthly and Weekly Data, *Neurocomputing*, <http://www.researchgate.net/publication/222138329>, ss. 1-17.
- HAYKIN, S. (1999). Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Second Edition, *Prentice Hall International, Inc.* ISBN 0-13-908385-5, USA.
- HELHEL, Y. (2009). Makroekonomik Değişkenler ve Döviz Kuru İlişkisi: Yapay Sinir Ağı ve VAR Yaklaşımları ile Öngörü Modellemesi, *Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı*.
- HILL, R. C., GRIFFITHS, W. E. ve LIM, G. C. (2018). Principles of Econometrics, *John Wiley&Sons, Inc.*, Fifth Edition, ISBN: 9781118452271 (PBK), ISBN: 9781119320951 (EVALC).
- KARAGÖL, V. ve ERDOĞAN, M. (2016). Cari Açığın Belirleyicilerine Yönelik Bir Zaman Serisi Analizi: Türkiye Örneği, *Sakarya İktisat Dergisi*, 5(2), ss. 31-56.
- KITAGAWA, G. (2010). Introduction to Time Series Modeling, CRC Press, *Taylor&Francis Group*, ISBN:978-1-58488-921-2, USA.
- KORKMAZ, S. ve BAYIR, M. (2015). Döviz Kuru Dalgalanmalarının Yurtiçi Fiyatlara Etkisi, *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt.8, Sayı.4, ss. 69-85.
- KUAN, C. ve LIU, T. (1993). Forecasting Exchange Rates Using Feedforward and Recurrent Neural Network, *Bureau of Economic and Business Research College of Commerce and Business Administration University of Illinois at Urbana-Campaign, Faculty Working Paper*, 93-0137, ss. 1-40.

- LEBE, F. ve AKBAŞ, Y. E. (2015). İthal Ham Petrol Fiyatları ile Döviz Kurunun Cari Açık Üzerindeki Etkisi: Türkiye İçin Bir Araştırma, *Gazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(2), ss. 170-196.
- LUTKEPOHL, H. ve KRATZIG, M. (2004). *Applied Time Series Econometrics*, Cambridge University Press, ISBN-13: 978-0-511-21739-5 eBook, ISBN-10: 0-511-21739-0 eBook, NewYork.
- McCHARTY, J. (2000). Pass-Through of Exchange Rates and Import Price to Domestic Inflation in Some Industrialized Economies, *Federal Reserve Bank of NewYork, Research Department*, ss. 1-52.
- MIRCHANDANI, A. (2013). Analysis of Macroeconomic Determinants of Exchange Rate Volatility in India, *International Journal of Economics and Financial Issues*, Vol 3, No.1, ss. 172-179.
- ÖZKAN, F. (2011). Döviz Kuru Tahmininde Yapay Sinir Ağlarıyla Alternatif Yaklaşım, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(2), ss. 185-200.
- ÖZTEMEL, E. (2016). Yapay Sinir Ağları, 4. Basım, ISBN: 978-975-6797-39-6, *Papatya Yayıncılık Eğitim*, İstanbul.
- PEKER, O. ve HOTUNLUOĞLU, H. (2009). Türkiye’de Cari Açığın Nedenlerinin Ekonometrik Analizi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt.23, Sayı.3, ss. 221-237.
- QI, M. ve WU, Y. (2003). Nonlinear Prediction of Exchange Rates with Monetary Fundamentals, *Journal of Empirical Finance*, 10, ss. 623-640.
- ROJAS, R. (1996). *Neural Networks, A Systematic Introduction*, Springer-Verlag, Berlin.
- ROWLAND, P. (2004). Exchange Rate Pass-Through to Domestic Prices: The Case of Colombia, *Banco de la Republica*, ss. 1-34.
- SARIKOVANLIK, V., KOY, A., AKKAYA, M., YILDIRIM, H. ve KANTAR, L. (2019). Finans Biliminde Ekonometri Uygulamaları, Birinci Baskı, ISBN 978-975-02-5331-7, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara.
- SEVÜKTEKİN, M. ve ÇINAR, M. (2017). Ekonometrik Zaman Serileri Analizi, 5. Baskı, ISBN 978-605-4485-22-2, *DORA Basım Yayın*, Bursa.
- SIMS, C. A. (1980). Macroeconomics and Reality, *Econometrica*, Vol.48, No.1, ss. 1-48.
- VASHISTH, R. ve CHANDARA, A. (2010). Predicting Stock Returns in Nifty Index: An Application of Artificial Neural Network, *International Research Journal of Finance and Economics*, 49, ss. 15-24.
- ZENGİN, A. (2000). Reel Döviz Kuru Hareketleri ve Dış Ticaret Fiyatları (Türkiye Ekonomisi Üzerine Ampirik Bulgular), *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt.2, Sayı.2, ss. 27-41.