



T.C.
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Çanakkale Onsekiz Mart University

BİLİM-TEKNOLOJİ-YENİLİK EKOSİSTEMİ DERGİSİ
JOURNAL OF SCIENCE-TECHNOLOGY-INNOVATION ECOSYSTEM

CİLT 4 • SAYI 1 • YIL 2023
VOLUME 4 • NUMBER 1 • YEAR 2023
E-ISSN: 2757-6140

BİLİM-TEKNOLOJİ-YENİLİK EKOSİSTEMİ DERGİSİ
JOURNAL OF SCIENCE-TECHNOLOGY-INNOVATION ECOSYSTEM

Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi (BİTYED) yılda İki (Haziran ve Aralık) kez yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Gönderilen yazılar ilk olarak editörler ve yazı kurulunca bilimsel anlatım ve yazım kuralları yönünden incelenir. Daha sonra uygun bulunan yazılar alanında bilimsel çalışmaları ile tanınmış üç ayrı hakeme gönderilir. Hakemlerin kararları doğrultusunda yazı yayımlanır veya yayımlanmaz.

Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi'nde yayınlanan yazılarda fikirler yalnızca yazar(lar)ına aittir. Dergi sahibini, yayıncıyı ve editörleri bağlamaz. Bu yayında yer alan tüm çalışmalar başvuru anında ve yayın öncesi olmak üzere iki kez iThenticate uygulaması aracılığıyla benzerlik taramasından geçirilmiştir.

Yayın Türü: Yaygın Süreli Yayın
Yayın Şekli: 6 aylık (Haziran ve Aralık) Türkçe ve İngilizce

Tüm hakları saklıdır. Önceden yazılı izin alınmaksızın hiçbir iletişim, kopyalama sistemi kullanılarak yeniden basılamaz. Akademik ve haber amaçlı kısa alıntılar bu kuralın dışındadır.

Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi (BİTYED)
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Prof. Dr. Ramazan Aydın Yerleşkesi, Ağaköy, Biga, Çanakkale,
Turkey Phone: +90 (286) 335 8738 Fax: +90(286) 3358736
Web: [http:// http:// http://bityed.dergi.comu.edu.tr/](http://http://http://bityed.dergi.comu.edu.tr/) E-mail: bityeddergi@comu.edu.tr



Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi (BİTYED); *Index Copernicus International*, *ASSOS İndeks* tarafından indekslenmektedir.

E-ISSN: 2757-6140

BİLİM-TEKNOLOJİ-YENİLİK EKOSİSTEMİ DERGİSİ
JOURNAL OF SCIENCE-TECHNOLOGY-INNOVATION ECOSYSTEM

Cilt 4 • Sayı 1 • Yıl 2023 / Volume 4 • Number 1 • Year 2023

E-ISSN: 2757-6140

SAHİBİ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Bilim, Teknoloji ve Yenilik Ekosistemi Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü
Prof. Dr. Ercan SARIDOĞAN

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Rüya ATAKLI YAVUZ

EDİTÖR YARDIMCILARI

Prof. Dr. Burcu KILINÇ SAVRUL
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TORUN

ALAN EDİTÖRLERİ

Prof. Dr. Suat UĞUR (Çalışma Eko. ve End. İlişkileri)
Prof. Dr. Hikmet YAVAŞ (Kamu Yönetimi)
Prof. Dr. Meliha ENER (İktisat)
Prof. Dr. Nazan YELKİKALAN (İşletme)
Prof. Dr. Selçuk İPEK (Maliye)
Doç. Dr. Cemre PEKCAN (Uluslararası İlişkiler)
Doç. Dr. Mesut SAVRUL (Ekonometri)

DİL EDİTÖRÜ

Doç. Dr. Özgür TOPKAYA

YAZI İŞLERİ

Arş. Gör. Bedirhan KALE
Arş. Gör. Gülistan CAN

DANIŐMA KURULU/Alfabetik Sıra ile

ACER Yücel (Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi)	KARAGÜL Soner (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
AKATAY Ayten (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	KAYA İbrahim (İstanbul Üniversitesi)
AKCAN Ahmet Tayfur (Necmettin Erbakan Üniversitesi)	KILIÇ Cüneyt (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
AKDEMİR Ali (Arel Üniversitesi)	KURT Serdar (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
ATMACA Metin (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	MURAT Sedat (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
AYDIN Ahmet (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)	ÖZEKİCİOĞLU Halil (Akdeniz Üniversitesi)
AYDIN Murat (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	ÖZCAN Burcu (Fırat Üniversitesi)
AYTEMİZ Levent (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)	SARIDOĞAN Ercan (Çanakkale Onsekiz Mart Üniv.)
BACAK Bünyamin (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	SEREL Alpaslan (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)
BAYAR Yılmaz (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)	ŞAHİN Levent (İstanbul Üniversitesi)
DARICI Burak (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)	TAŐ Fatma (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
ENER Meliha (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	UĞUR Suat (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
GÜLOĞLU Bülent (İstanbul Teknik Üniversitesi)	YAVAŞ Hikmet (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
İNCEKARA Ahmet (İstanbul Üniversitesi)	YELKİKALAN Nazan (Çanakkale Onsekiz Mart Üniv.)
İPEK Selçuk (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	YİĞİT Yusuf (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)

HAKEM KURULU/Alfabetik Sıra ile

AKATAY Ayten (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	GÜLER Ruhi (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
AKCAN Ahmet Tayfur (Necmettin Erbakan Üniversitesi)	İNCEKARA Ahmet (İstanbul Üniversitesi)
AKYILDIZ Murat (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	İPEK Selçuk (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
AKDEMİR Ali (İstanbul Arel Üniversitesi)	KANTEN Selahattin (Çanakkale Onsekiz Mart Üniv.)
ALBAYRAK BarıŐ (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	KANTEN Pelin (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
ATMACA Metin (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	KARAGÜL Soner (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
AYDIN Erdal (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	KILIÇ Cüneyt (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
AYDIN Murat (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	KILINÇ SAVRUL Burcu (Çanakkale Onsekiz Mart Üniv.)
AYDIN Ahmet (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)	KIZILGÖL Özlem (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)
AZAZİ Hasan (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	KURT Serdar (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
BABA Gürol (Ankara Üniversitesi)	KURT Ünzüle (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
BACAK Bünyamin (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	ÖZEKİCİOĞLU Halil (Akdeniz Üniversitesi)
BALAN Feyza (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	ÖZCAN Burcu (Fırat Üniversitesi)
BAYAR Yılmaz (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)	PAZARCIK Yener (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
BEKTAŐ Selahattin (Uludağ Üniversitesi)	POLAT K. Ebru (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
BİLGİLİ Alper (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	SAVRUL Mesut (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
ÇETİN Emine (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	ŞAHİN Levent (İstanbul Üniversitesi)
DARICI Burak (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)	TAN Sabri Sami (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
DAVASLIGİL A. Verda (Çanakkale Onsekiz Mart Üniv.)	TOPKAYA Özgür (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
DİLBAZ A. Nur (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	TORUN Mustafa (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
ELAGÖZ İsmail (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	TUNALI Halil (İstanbul Üniversitesi)
ENER Meliha (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	UĞUR Suat (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
ENGİN Rıdvan (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	YAVAŞ Hikmet (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
EROĞLU Umut (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	YELKİKALAN Nazan (Çanakkale Onsekiz Mart Üniv.)
EROĞLU Filiz (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	YİĞİT Yusuf (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
GÖKTEPE Ahmet Orkun (Çanakkale Onsekiz Mart Üniv.)	YILDIRIM Tansoy Yavuz (Bandırma Onyedi Eylül Üniv.)
GÖRÜN Mustafa (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)	YILDIZ Tayfun (Ardahan Üniversitesi)

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

İçindekiler / Contents.....	V
Türkiye'de Para Arzı, Vergi Gelirleri Ve Yurtiçi Hasıla Arasındaki İlişkiler: Açık Enflasyon Hedeflemesi Sürecinden Bulgular	
Relations Between Money Supply, Tax Revenues and Domestic Product in Turkey: Findings From the Open Inflation Targeting Process	
<i>Yunus Emre TATLI, Dilek SÜREKÇİ YAMAÇLI</i>	1-10
Modelling the Renewable Energy Utilization Rate of Türkiye Using Autoregressive Neural Networks	
Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kullanımı Oranının Otoresif Sinir Ağları Kullanılarak Modellenmesi	
<i>Çağatay TUNÇSİPER, Dilek SÜREKÇİ YAMAÇLI</i>	11-23
İşsizlik ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1961-2021)	
The Relationship between Unemployment and Economic Growth: The Case of Türkiye (1961-2021)	
<i>Merve YAĞMUR</i>	24-34

Türkiye'de Para Arzı, Vergi Gelirleri Ve Yurtiçi Hasıla Arasındaki İlişkiler: Açık Enflasyon Hedeflemesi Sürecinden Bulgular^a

Relations Between Money Supply, Tax Revenues and Domestic Product In Turkey: Findings From The Open Inflation Targeting Process

Yunus Emre TATLI^b

Doç. Dr. Dilek SÜREKÇİ YAMAÇLI^c

Özet

Çalışmada, açık enflasyon hedeflemesi döneminde, 2006:Ç01-2019:Ç04, para arzı, vergi gelirleri, sabit sermaye yatırım harcamaları ve yurtiçi hasıla arasındaki ilişkiler incelenmektedir. Çalışmanın uygulama yöntemleri gecikmesi dağıtılmış otoregresif model (Auto Regressive Distributed Lag, ARDL) ve hata düzeltme modelidir (Error Correction Model, ECM). ARDL analizi sonuçlarına göre uzun dönemde vergi gelirindeki bir birimlik artış reel yurtiçi hasılayı 1.44 birim, sabit sermaye yatırım harcamalarındaki bir birimlik artış reel yurtiçi hasılayı 0.94 birim, M2 para arzındaki bir birimlik artış reel yurtiçi hasılayı 0.006 birim artırmaktadır. ECM analizine göre modelde yaşanan dengesizlik her bir çeyrek dönemde 0,97 oranında azalmaktadır. Vergi gelirleri ve hasıla arasındaki pozitif ilişki vergi gelirlerinin arttığı dönemlerde kamu harcamalarının da artış göstermiş olması ile açıklanabilmektedir. Edinilen bulgular, maliye politikası ile hasıla arasındaki ilişkinin para politikasına göre daha güçlü olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yanısıra sabit yatırım harcamaları ile hasıla arasındaki ilişki güçlüdür. Bu kapsamda Türkiye'de ekonomik büyüme amacıyla genişlemeci maliye politikalarının ve sabit sermaye yatırımlarını artırıcı politikaların izlenmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, Para arzı, Vergi gelirleri, Sabit Sermaye Yatırımları.

Jel Kodları: E22, E23, H25, E51.

Abstract

In the study, in the period of explicit inflation targeting, 2006:Q01-2019:Q04, the relationships between money supply, tax revenues, fixed capital investment expenditures and domestic product are examined. The application methods of the study are the auto regressive distributed lag model (ARDL) and the error correction model (ECM). According to the results of ARDL analysis, a one-unit increase in tax revenues increases real domestic product by 1.44 units, a one-unit increase in fixed capital investment expenditures increases real domestic product by 0.94 units, and a one-unit increase in M2 money supply increases real domestic product by 0.006 units in the long run. According to the ECM analysis, the imbalance experienced in the model decreases by 0.97 in each quarter. The positive relationship between tax revenues and domestic product can be explained by the increase in public expenditures during periods of increased tax revenues. The findings reveal that the relationship between fiscal policy and domestic product is stronger than monetary policy. In addition, the relationship between fixed investment expenditures and domestic product is strong. In this context, expansionary fiscal policies and policies to increase fixed capital investments for the purpose of domestic product growth in Turkey are important.

Key Words: Gross Domestic Product, Money Supply, Tax Revenues, Fixed Capital Investments.

Jel Codes: E22, E23, H25, E51.

^aÇalışma Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Ana Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı 2021 yılı mezunu Ermre Tatlı'nın, "Türkiye'de Para ve Maliye Politikalarının Etkinliği: 2006-2019 Dönemi İçin Bir Analiz" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Tez danışmanı Doç.Dr. Dilek Sürekçi Yamaçlı'dır.

^bNuh Naci Yazgan Üniversitesi, Kocasinan, Kayseri, Türkiye.

^cNuh Naci Yazgan Üniversitesi İktisat Bölümü öğretim üyesi, Kocasinan, Kayseri, Türkiye. dsurekci@gmail.com. ORCID: 0000-0002-8224-1144

1. GİRİŞ

İktisadi politikaların reel hasılaya etkileri iktisadi okulların önemli tartışma konuları arasındadır. Klasik yaklaşıma göre uzun dönemde para ve maliye politikaları ile reel hasıla arasında ilişki bulunmamaktadır. Klasik “Dikotami İlkesi”ne göre para sadece mübadele aracıdır. Bireylerin para talebi işlem amaçlı gerçekleşir ve istikrarlıdır. Hasıla düzeyi emek piyasasında emek arz ve talebi tarafından belirlenmektedir. Bu yaklaşımda, denge reel ücret düzeyi emek arz ve talebi tarafından belirlenmektedir. Emek arz edenler denge reel ücret düzeyinde iş bulabilmekte, gayri iradi işsizliğe maruz kalmamaktadırlar. Emek talep edenler denge reel ücret seviyesinde ihtiyaç duyduğu ölçüde işgücü istihdam edebilmektedir. Ücret ve fiyatların esnek olması denge ücret düzeyinin kalıcı olmasına ve negatif/pozitif arz şokları yaşanmasına engel olmaktadır (Greenwald & Stiglitz, 1987). Örneğin denge reel ücret yükseldiğinde işverenler emek talebini kısmakta, bu durumda emek arzı fazlası oluşturmakta, emek arz fazlası iş bulabilmek amacıyla düşük ücrete razı olmaktadır. Bu süreç reel ücretlerin eski denge düzeyine geri dönmesi ile tamamlanmaktadır. Öte yandan reel ücretler düşerse emek arzı gerilemekte, işverenler işçi bulabilmek için yüksek reel ücret düzeyine razı olmakta, denge ücret seviyesi yine eski düzeyine dönmektedir (Sürekcı Yamaçlı, 2016: s. 28) Dolayısıyla, Klasik yaklaşıma göre parasal veya mali bir araçla piyasaya müdahale etmeye gerek bulunmamaktadır. Parasal yada mali bir genişleme sadece fiyatlar genel seviyesinde artış yaratmaktadır.

1929 yılında büyük dünya buhranı Klasik görüşün varsayımlarının geçerli olmadığını, fiyat ve ücret mekanizmasının mükemmel işlemediğini ortaya koymuştur. Bu dönemde Keynes, piyasalarda ücret ve fiyatların katı olmasına bağlı olarak, efektif talep yetersizliği olduğunu, bunun çözümünde ise devletin önemli rol üstlendiğini ileri sürmüştür (Sürekcı Yamaçlı, 2016). Bu anlamda Keynesyen teoriler Klasik iktisadi teorilerin eleştirileri biçimindedir (Fishbach, 2020). Keynesyen yaklaşıma göre ücret ve fiyat katılıklarının nedeni güçlü sendikaların ücret pazarlıkları ve mevcut ücret sözleşmeleridir. Keynesyen teorilere göre efektif talep yetersizliği, devletin ekonomiye müdahalesi ile önlenilecektir. Devlet efektif talebi artırıcı politikalar izlediğinde istihdam artacak ve üretim hacmi yükselecektir. Dolayısıyla, Keynesyen yaklaşım makro iktisadi politikaların reel hasıla üzerinde etkili olduğu görüşündedir. Keynes’e göre özellikle maliye politikası çarpan etkisi dolayısıyla da para politikasına göre hasılayı daha fazla etkilemektedir.

1970’li yıllarda dünyada baş gösteren stagflasyon sorunu Milton Friedman’ın kuruculuğunu yaptığı Parasalcı (Monetarist) yaklaşımın görüşlerini ön plana çıkarmıştır. Parasalcı yaklaşım, Keynesyen politikaları eleştirmiş, kısa dönemde arz şoklarını kabul etmekle birlikte, uzun dönemde tam istihdam üretim düzeyinin gerçekleştiği varsayımını benimsemiştir. Bu yaklaşıma göre ekonomik istikrarsızlığın nedeni yanlış uygulanan para politikalarıdır. Genişleyen para arzı fiyatların yükselmesine yol açacaktır (Friedman, 1956). Parasalcı yaklaşımda kısa dönemde yaşanan arz şokları, adaptif (uyarlayıcı) beklentiler teorisine göre de açıklanabilir. Bu yaklaşıma göre bireyler geleceğe yönelik tahminlerinde mevcut politikaların etkilerini içermeyen sadece geçmiş dönem verilerin dikkate alındığı bir yöntem izlerler. Bu çerçevede, örneğin genişlemeci bir politika uygulanması ve buna bağlı olarak toplam talebin artması ve fiyatların yükselmesi, toplam arz miktarına hemen yansımaz, Bu nedenle kısa dönem toplam arz eğrisi pozitif eğimlidir.

Öte yandan aynı yıllarda Muth tarafından geliştirilen Rasyonel Beklentiler Hipotezine göre bireyler beklenen politika değişikliklerinde sistematik hata yapmazken beklenmeyen politika sonucunda hata yapmaktadırlar. Rasyonel beklentilere göre bireylerin tahminleri geçmiş dönem ve mevcut politikaların sonuçlarını içerir niteliktedir. Rasyonel beklentiler hipotezinde iktisadi politikaların reel hasıla üzerindeki etkileri “beklenen ve beklenmeyen politikalar” olarak iki ayrı biçimde değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, rasyonel beklentiler hipotezini benimseyen Yeni Klasik yaklaşıma göre beklenmeyen iktisadi politikalar kısa dönemde reel hasıla üzerinde etkili olacak ancak uzun dönemde denge tam istihdam seviyesinde tekrar istikrar kazanacaktır. Rasyonel beklentiler hipotezini benimseyen Yeni Keynesyen yaklaşıma göre ise üretimde eksik istihdam koşullarının geçerli olmasına bağlı olarak, reel hasıla hem beklenen hem de beklenmeyen politikalarından etkilenecektir. Yeni Keynesyen yaklaşımda ücret ve fiyatların katı olması, uzun dönemde tam istihdam hasıla düzeyine ulaşılmasına engel olmaktadır (Snowdon & Vane, 2005).

Çalışmada, 2006-2019 döneminde Türkiye’de para arzı, vergi gelirleri ve sabit sermaye yatırım harcamalarının reel gayri safi yurtiçi hasılaya etkileri gecikmesi dağıtılmış otoregresif model (Auto Regressive Distributed Lag, ARDL) ve hata düzeltme modeli (Error Correction Model, ECM) kullanılarak incelenmektedir. Çalışmanın literatüre katkısı, bağımsız değişken olarak vergi gelirlerinin hasılaya etkisinin görülebilmesi, sabit sermaye yatırımları ile hasıla arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve verilerin güncel olmasına bağlı olarak son yıllar için etkinlik analizi sonuçlarının görülebilmesidir. Parasal gösterge literatürde de yaygın olarak kullanılan M2 para arzı büyüklüğüdür. Çalışma giriş, literatür analizi, yöntem, bulgular ve sonuç bölümlerinden oluşmaktadır.

2. LİTERATÜR ANALİZİ

Literatürde para ve maliye politikası araçları ile hasıla arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda yaygın olarak kamu harcamalarının hasılaya etkilerinin incelendiği, vergi gelirleri ile hasıla arasındaki ilişkilerin incelendiği sınırlı çalışma olduğu, Türkiye için çalışmaların araştırma dönemlerine bakıldığında ise güncellenme ihtiyacı olduğu görülmüştür. Bu çalışmalardan Düzgün (2010) 1987-2007 döneminde Türkiye’de para ve maliye politikasının hasılaya etkilerini araştırdığı çalışmasında ARDL yöntemini kullanarak GSYH, para arzı (M2) ve kamu harcamaları arasındaki ilişkileri incelemiştir. Çalışma sonucunda, Türkiye’de hasıla ile kamu harcaması arasında negatif yönlü ilişki belirlenmiştir. Duman (2016), 1998-2015 döneminde Türkiye’de para politikasının ekonomik büyüme üzerine etkisini incelediği çalışmasında Johansen eş bütünleşme ve hata düzeltme modeli kullanılmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkeni GSYH, bağımsız değişkeni politika faiz oranıdır. Çalışmanın bulguları, iki değişken arasında kısa ve uzun dönemde güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir. Sancar (2015) 1990-2014 döneminde Türkiye’de para ve maliye politikalarının GSYH’ya etkilerini araştırdığı çalışmasında ARDL modeli kullanılmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkeni GSYH büyüme oranı, bağımsız değişkenleri kamu harcamalarının GSYH’ya oranı, kamu gelirlerinin GSYH’ya oranı, kısa vadeli faiz oranları ve geniş tanımlı para arzı (M2) değişkenleridir. Çalışma sonucunda maliye politikasının para politikasına göre hasıla üzerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir. Alizadeh, Mutlu ve Erkilic (2011) 1990-2008 döneminde Türkiye’de para ve maliye politikalarının GSYH üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında EKK yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkeni GSYH yıllık büyüme oranı iken bağımsız değişkenleri dış borç, iç borç, vergi gelirleridir. Çalışma sonucunda, GSYH ile dış borçlanma arasında pozitif, iç borç stoku ile negatif yönlü ilişki olduğu belirlenmiş, borçla büyümenin vergi ile büyümeden daha avantajlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Susam ve Oktayer (2008) 1970-2005 döneminde Türkiye’de EKK yöntemini kullanarak, iktisadi politikaların GSYH’ye etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın bağımlı değişkeni GSMH büyüme oranı, bağımsız değişkenler işgücü, sermaye ve konsolide bütçe giderleridir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre toplam kamu harcamalarının ekonomik büyüme üzerine etkisi anlamlı çıkmamıştır. Kamu yatırım harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Dalyancı ve Oktar (2012) 2003-2011 döneminde Türkiye’de para politikasının ekonomik büyüme üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, Granger nedensellik ve VAR analizleri kullanılmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkeni GSYH, bağımsız değişkeni politika faiz oranıdır. Granger nedensellik analizi sonuçlarına göre değişkenler arasında nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. VAR analizi sonuçlarına göre politika faizden kaynaklanan şoklar karşısında GSYH önce azalan sonra ise artan bir etki yaratmaktadır. Karagöl ve Benli (2019) 1997-2018 döneminde BRICS-T ülkelerinde para ve maliye politikasının etkinliğini Sabit Etkiler, Rassal Etkiler ve Genelleştirilmiş Momentler Metodu kullanarak araştırmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkeni GSYH, bağımsız değişkenleri kamunun nihai tüketim harcamaları ve geniş tabanlı para arzıdır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre kamunun nihai tüketim harcamaları ve para arzı ile GSYH arasında pozitif yönlü ilişki vardır. Elde edilen esneklik katsayıları, BRICS-T grubundaki ülkelerde maliye politikalarının hasıla üzerinde para politikalarına göre nispeten daha güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Aslan (2007) 1987-2006 döneminde Türkiye’de para ve maliye politikasının hasılaya etkisini incelediği çalışmasında VAR analizi kullanılmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkeni GSMH, bağımsız değişkenleri kamu harcamaları, kamu cari harcamaları, kamu yatırım harcamaları, dolaşımdaki para, dar tabanlı para arzı, geniş tabanlı para arzı ya da içsel para arzıdır. Çalışmanın bulgularına göre GSMH ile hem para hem de maliye politikalarının etkileri oldukça sınırlıdır sonucuna ulaşılmıştır.

Karaca (2017) 2004-2017 döneminde Türkiye’de para ve maliye politikalarının etkinliğini VAR analizine dayalı Granger nedensellik analizi, etki tepki fonksiyonları ve varyans araştırması yöntemlerini kullanarak incelemiştir. Çalışmanın bağımlı değişkeni GSYH, bağımsız değişkenleri politika faizindeki nispi değişim, faiz dışı bütçe harcamalarındaki nispi değişim göstergeleridir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre Türkiye’de para politikası maliye politikasına göre hasılaya daha fazla etkilemektedir. Dikmen (2006) 1987-2003 dönemi için St. Louis modelini Türkiye için OLS yöntemini kullanarak incelemiştir. Çalışmanın bağımlı değişkeni GSMH büyüme hızı, bağımsız değişkenleri para arzı ve kamu harcamalarındaki büyüme hızıdır. Çalışmanın bulguları Türkiye’de para politikasının etkili olduğunu ve bunun yanı sıra Türkiye için St. Louis modelinin uygulanabileceğini ortaya koymuştur.

3. YÖNTEM

Çalışmada değişkenlerin mevsimsellik analizinde hareketli ortalama yöntemi kullanılmış, durağanlık sınamaları Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) ve Kwiatkowski-Phillips-Schmidt Shin (KPSS) birim kök testi gerçekleştirilmiştir. ADF birim kök testinde aşağıdaki denklemler kullanılmaktadır (Dickey & Fuller, 1981);

ADF birim kök testi denklemi aşağıda sunulmaktadır:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y(t-1) + \alpha_1 + u \quad (1)$$

Birim kök testi için sabit terimli, hem sabit terimli hem trendli denklemler aşağıda sunulmaktadır:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{(t-1)} + u_t \quad \text{Sabit Terim} \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{(t-1)} + u_t \quad \text{Sabit Terim ve Trend} \quad (3)$$

KPSS birim kök testinde H_0 hipotezi serinin durağan yapıda olduğunu, alternatif hipotez (H_1) serinin birim köke sahip olduğunu yani durağan yapıda olmadığını ileri sürmektedir.

$$H_0: \sigma_u^2 = 0 \quad \text{Birim kök yoktur.}$$

$$H_1: \sigma_u^2 \neq 0 \quad \text{Birim kök vardır.}$$

KPSS birim kök testinde kullanılan denklemler aşağıda sunulmaktadır:

$$Y_t = B_t + W_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$W_t = W_{t-1} + U_t \quad (5)$$

W_t model için rassal yürüyüş süreci, t deterministik trend ve durağan hataları göstermektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2006, s.247).

ARDL analizi serilerin farklı duraganlık özelliklerine sahip olması durumunda değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkileri inceleme olanağı sunmaktadır. ARDL analizinde kullanılan denklem aşağıda sunulmaktadır:

$$Y_t = B_0 + \sum_{i=1}^p B_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=0}^q B_{2i} Y_{t-i} + \dots + \sum_{i=0}^n B_{ki} \Delta X_{kt-i} + \varepsilon_t \quad (6)$$

ARDL analizine bağlı elde edilen hata düzeltme modeli aşağıda sunulmaktadır:

$$\Delta Y_t = B_0 + \sum_{i=1}^p B_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=0}^q B_{2i} Y_{t-i} + \dots + \sum_{i=0}^n B_{ki} \Delta X_{kt-i} + \varepsilon \text{ecm}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Denklemden yer alan $\text{ecm}_{(t-1)}$ bir dönem gecikmeli hata terimini göstermektedir. Bu katsayı bağımsız değişkenin dengeden sapmaya verdiği tepkiyi ölçmektedir. Hata düzeltme mekanizması $\text{ecm}_{(t-1)}$ teriminin katsayısının (ε) negatif ve istatistiki olarak anlamlı olması durumunda işlemektedir. ECM modelinde değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkiler de gözlenebilmektedir.

3.1. Değişkenlerin Tanımlanması

Çalışmanın bağımlı değişkeni reel GSYH, bağımsız değişkenleri, vergi gelirleri, M2 para arzı ve sabit sermaye yatırım harcamalarıdır. Değişkenlerle ilgili bilgiler Tablo 1'de sunulmaktadır. Değişkenler, 2003 yılı TUFBE bazlı fiyat endeksi kullanılarak reel hale getirilmiştir.

Tablo 1. Değişkenlerin Tanımlanması

Değişkenler	Açıklama	Kaynak
RGDPSA	Reel GSYH, mevsimsellikten arındırılmıştır.	T.C. Merkez Bankası
RM2SA	M2 Para arzı, mevsimsellikten arındırılmıştır.	T.C. Merkez Bankası
RTSA	Vergi gelirleri, mevsimsellikten arındırılmıştır.	T.C. Merkez Bankası
RSSYSA	Sabit sermaye yatırım harcamaları, mevsimsellikten arındırılmıştır.	T.C. Strateji Bütçe Başkanlığı

Değişkenler arasında beklenen iktisadi ilişkiler aşağıda özetlenmiştir:

- Klasik yaklaşıma göre para arzı ile hasıla arasında ilişki gözlenmezken, Keynesyen ve Parasalcı yaklaşıma göre para politikası etkin bir politika aracıdır. Eksik istihdam koşullarında, para arzındaki artış hasıla artışı yaratacaktır. Dolayısıyla para arzı ile hasıla arasında pozitif yönlü ilişki beklenmektedir.

Vergi gelirleri ile hasıla arasındaki ilişkinin yönü konusunda iktisadi yaklaşımların görüşleri farklıdır. Klasik yaklaşıma göre maliye politikaları hasıla üzerinde etkili değildir. Bunun nedeni, İyimser Ricardocu yaklaşım ile anlatılabilir. İyimser yaklaşıma göre hükümet vergi oranlarını düşürdüğünde bireyler tüketimlerini artırmak yerine ileride devletin vergi oranlarını yükselteceğini düşünerek tasarruflarını artıracaklardır. Bu anlamda vergi oranlarının düşürülmesi ile hasıla arasında ilişki yoktur. Arz yanlı yaklaşıma göre ise hükümet vergi oranlarını düşürürse özel

sektör yatırım harcamaları artacak ve bu durum hasılanın yükselmesine katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla vergi oranlarındaki azalmaya bağlı vergi gelirlerinde gerileme yaşanan dönemlerde özel sektör yatırımlarındaki artışlara bağlı hasıla artışları gerçekleşebilecektir. Keynesyen yaklaşıma göre vergiler çarpan etkisi de dikkate alınarak -vergi çarpanı negatif değer almaktadır- hasılanın azalmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşıma göre vergi gelirleri ile hasıla arasında negatif yönlü ilişki olduğu ileri sürülmektedir.

- Sabit sermaye yatırım harcamaları Keynesyen milli gelir özdeşliğinde hasılayı artıran bir harcama kalemi olarak tanımlanmıştır. Bu kapsamda çalışmada sabit sermaye yatırım harcamaları ile hasıla arasında pozitif yönlü ilişki beklenmektedir.

4. BULGULAR

Çalışmanın bulguları birim kök analizi sonuçları ile başlamaktadır. Tablo 2’de ADF birim kök testi sonuçları sunulmaktadır.

Tablo 2. ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Seviye	Sabit	Olasılık	Trend&Sabit	Olasılık
RGDPSA	Düzye	-0,332	0,912	-2,761	0,217
	Birinci fark	-9,293*	0,000	-9,245*	0,000
RTSA	Düzye	-1,06	0,724	-2,897	0,171
	Birinci fark	-7,613*	0,000	-7,530*	0,000
RM2SA	Düzye	0,409*	0,912	-4,514*	0,003
RSSYSA	Düzye	-1,117	0,702	-2,011	0,582
	Birinci fark	-8,161*	0,000	-8,072*	0,000

Not: *, istatistiki olarak %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

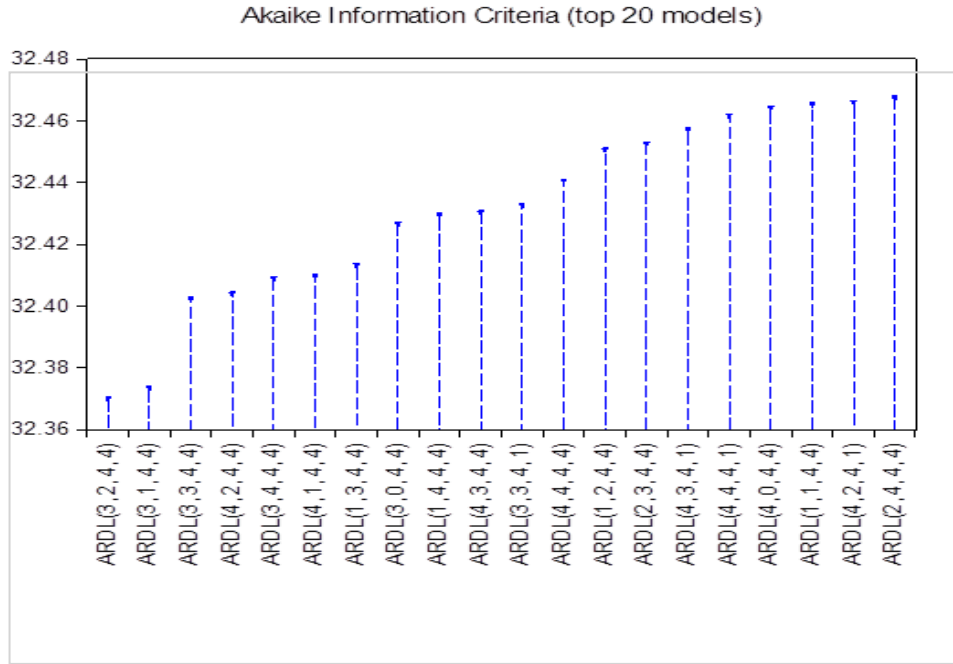
Tablo 3. KPSS Birim Kök Testi Sonuçları

KPSS	Sabitli		Sabitli ve trendli	
	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
	t-stat	t-stat	t-stat	t-stat
RGDPSA	0.876	0.087*	0,433	0,063*
RM2SA	0.907	-	0.135**	-
RSSYSA	0,779	0,067*	0,254	0,017*
RTSA	0.848	0,075*	0.219	0.016*
1%	0.739		0.216	
%5	0.463		0.146	
%10	0.347		0.119	

Not: Not: * ve ** sırasıyla istatistiki olarak %1 ve %5 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

ADF ve KPSS birim kök testi sonuçlarına göre reel para arzının düzeyde durağan yapıdadır. Reel GDP, reel sabit sermaye yatırım harcamaları ve reel vergi gelirlerinin ise birinci farkta durağan oldukları gözlemlenmiştir.

ARDL analizinde bağımlı değişken reel gayri safi yurtiçi hasıla, bağımsız değişkenler reel M2 para arzı, reel vergi geliri ve reel sabit sermaye yatırım harcamasıdır. ARDL analizinde gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriteri’ne göre belirlenmiştir. Akaike Bilgi Kriterine göre en uygun 20 model için gecikme uzunlukları Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Akaike Bilgi Kriteri

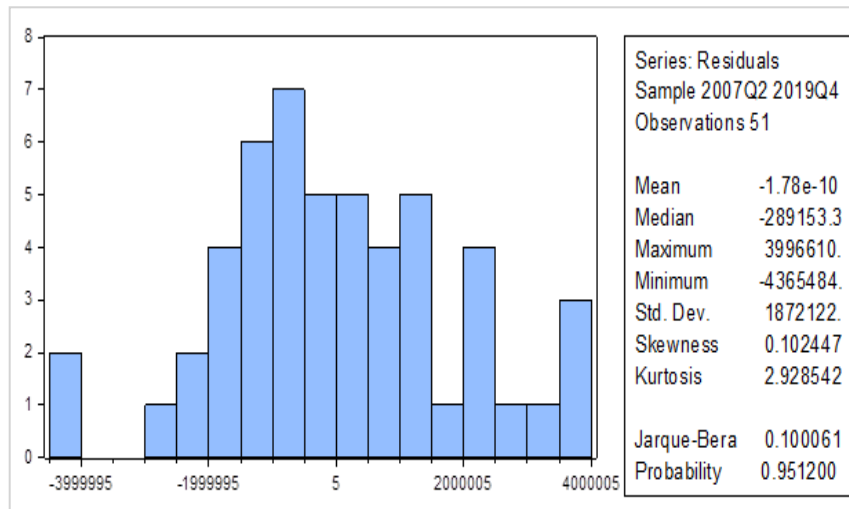
Akaike Bilgi Kriteri tablosunda uygun gecikme uzunluğu dört dönem olarak belirlenmiştir. Dört gecikmeye bağlı tahmin edilen modelde otokolerasyon, değişen varyans sorunu olmadığı ve hata terimlerinin normal dağılıma sahip olduğu gözlenmiştir. İlgili sonuçlar Tablo 4, Tablo 5 ve Şekil 2'de sunulmaktadır.

Tablo 4. LM Otokolerasyon Testi Sonucu

F- İstatistik	Obs R-squared	Prob. F(2,26)	Prob. Chi-square(2)
0.210019	0.660762	0.8117	0.7186

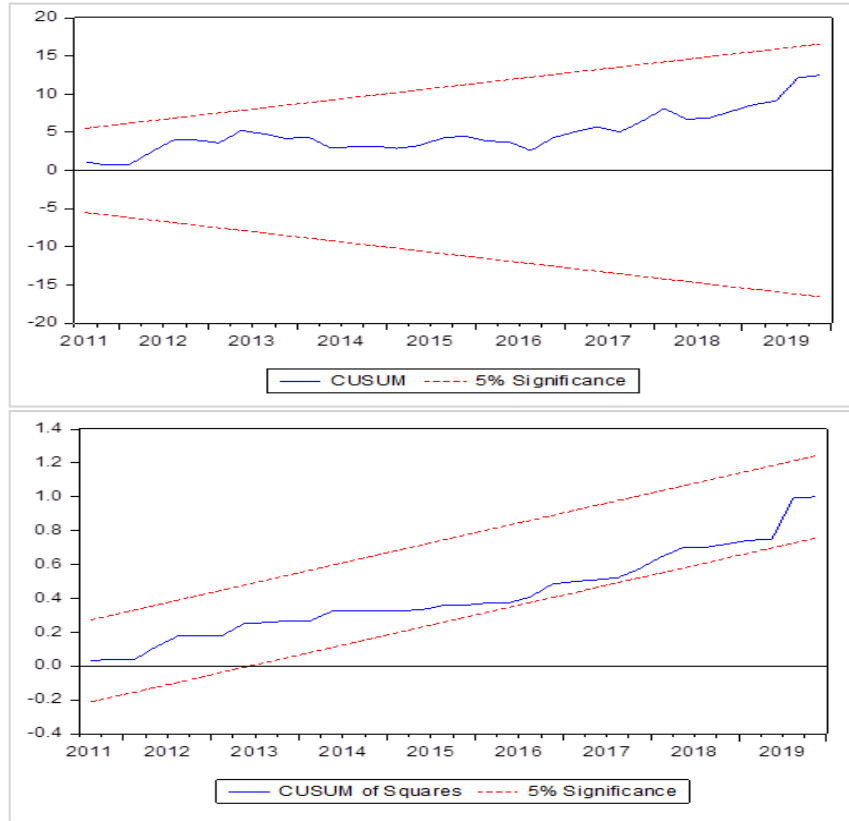
Tablo 5. Breusch – Pagan – Godfrey Değişen Varyans Testi Sonucu

Breusch – Pagan - Godfrey Değişen Varyans Testi	
F- istatistik	Prob.
0.737743	0.7378



Şekil 2. Jarque – Bera Test Sonucu

Dört dönem gecikmeli tahmin edilen modelin istikrarlı olup olmadığı CUSUM ve CUSUM Q testleri kullanılarak incelenmiş, bu doğrultuda elde edilen sonuçlar modelin istikrarlı olduğunu göstermiştir. İlgili sonuçlar Şekil 3’de sunulmuştur.



Şekil 3. CUSUM ve CUSUMQ Testleri

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin belirlenmesinde kullanılan Sınır Testi sonuçları (Bound Test) Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Sınır Testi

F-İstatistik Katsayısı	Kritik Değerler						k Terimi
	%1		%5		%10		
	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	
11.58407	3.65	4.66	2.79	3.67	2.37	3.2	3

H_0 hipotezi, “değişkenler arasında uzun dönemli ilişki yoktur” şeklindedir. Tablo 6’da bulunan k terimi bağımsız değişkenin katsayısını göstermektedir. Modelde F-istatistik katsayısı kritik değerlerin üst ve alt sınırların üzerinde olduğu için değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu doğrulanmıştır. Bu durumda H_0 hipotezi reddedilmekte ve modelde eş bütünleşme ilişkisinin olduğu görülmektedir.

Bu doğrultuda modeldeki değişkenler arasında uzun dönemli katsayılar ve bu katsayılarla ait istatistikler Tablo 7’de sunulmaktadır.

Tablo 7. Uzun Dönem ARDL Analizi Sonuçları

	Katsayı	Standart hata	t- istatistik	Olasılık
C	-1250477	750698.8	-1.665	0.105
D(RSSYSA)	0.944	0.229	4.116	0.000
RM2SA	0.006	0.001	3.391	0.001
D(RTSA)	1.442	0.722	1.995	0.054

Bu kapsamda ARDL analizine bağlı olarak elde edilen eşbütünleşme denklemi aşağıda sunulmuştur:

$$RGDP\text{SA} = -1250476.9322 + 0.944\text{RSSYSA} + 0.006\text{RM2SA} + 1.442\text{RTSA} \quad (8)$$

Tablo 7’de modelin uzun dönem katsayıları incelendiğinde reel vergi geliri katsayısı 1.442, reel sabit sermaye yatırım harcamalarının katsayısı 0.944’tür. Gerek vergi gelirlerindeki artış gerece sabit sermaye yatırım harcamalarının yükselmesi gayri safi yurtiçi hasılayı olumlu etkilemektedir. Bununla birlikte reel para arzının ile gayrisafi yurtiçi hasıla ile arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır (0,006). Reel sabit sermaye yatırım harcamalarının artması, ekonomide genişletici bir etkiye sahip olması nedeniyle iktisadi beklentiye uygundur. Öte yandan vergi gelirleri ile ilgili literatürde farklı sonuçlar elde eden çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan Terzi ve Yurtkuran (2016), Göçer, Mercan, Bulut ve Dam (2010), Boğa (2020) çalışmalarında vergi gelirlerinin GSYH’yı pozitif yönde etkilediğini, Bayraktutan ve Arslan (2008) ise sabit sermaye yatırım harcamalarının GSYH’da pozitif yönde etki sağladığı bulgusunu elde etmişlerdir. Çalışmanın sonucu, söz konusu çalışmaların sonuçlarını desteklemektedir.

Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkileri görmeyi de sağlayan hata düzeltme modeli sonuçları Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. Hata Düzeltme Modeli (ECM) Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	T- İstatistik	Olasılık
D(RGDP\text{SA}(-1),2)	0.382	0.161	2.364	0.023
D(RGDP\text{SA}(-2),2)	0.233	0.792	2.941	0.005
D(RSSY\text{SA},2)	1.005	0.109	9.157	0.000
D(RSSY\text{SA}(-1),2)	-0.258	0.151	-1.700	0.098
D(RM2\text{SA})	0.052	0.026	1.999	0.053
D(RM2\text{SA}(-1))	0.003	0.030	0.107	0.915
D(RM2\text{SA}(-2))	-0.111	0.029	-3.740	0.000
D(RM2\text{SA}(-3))	0.107	0.031	3.458	0.001
D(RTR\text{SA},2)	1.545	0.234	6.594	0.000
D(RTR\text{SA}(-1),2)	-0.657	0.377	-1.741	0.090
D(RTR\text{SA}(-2),2)	-0.557	0.347	-1.604	0.117
D(RTR\text{SA}(-3),2)	-0.865	0.220	-3.926	0.000
ecm(-1)	-0.976	0.245	-8.045	0.000

Tablo 8’de belirtilen ecm(-1) değişkeni ARDL modelinden elde edilen hata terimlerinin bir dönem gecikmeli değerlerini ifade etmektedir. Hata teriminin bir dönem gecikmeli değeri sıfır ile bir arasında olmalı, katsayının işareti negatif olmalıdır. Bu kapsamda ecm(-1) değeri istatistiksel olarak anlamlıdır ve modelde oluşan dengesizliğin her bir çeyrek dönemde 0,97 azalacağını, uzun dönemde modelin dengeye geleceği göstermektedir. Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkilere bakıldığında; sabit sermaye yatırım harcamalarının cari dönem gecikmeli değeri ile gayri safi yurtiçi hasıla arasında istatistiki olarak anlamlı ve pozitif yönlü ilişki varken bir dönem gecikmeli değeri ile istatistiki olarak anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki vardır. M2 para arzının cari ve üç dönem gecikmeli değeri ile gayri safi yurtiçi hasıla arasında istatistiki olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki varken iki dönem gecikmeli değeri ile istatistiki olarak anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki vardır. Vergi gelirlerinin bir ve üç dönem gecikmeli değeri ile gayri safi yurtiçi hasıla arasında istatistiki olarak anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki vardır.

5. SONUÇ

Çalışmada Türkiye’de 2006:Ç01-2019:Ç04 döneminde, açık enflasyon hedefleme sürecinde, para ve maliye politikalarının etkinliği GSYH, M2 para arzı, vergi gelirleri ve sabit sermaye yatırım harcamaları değişkenleri kapsamında incelenmiştir. M2 göstergesi para politikasının hasılaya etkilerini belirlemeye olanak sağlarken, vergi gelirleri maliye politikasının hasılaya etkilerinin gözlenmesine olanak sağlamaktadır. Sabit sermaye yatırım harcamaları kamu ve özel sektör yatırım harcamalarının hasılaya etkileri belirlemede kullanılmaktadır. Çalışmanın uygulama yöntemleri gecikmesi dağıtılmış otoregresif model (Auto Regressive Distributed Lag, ARDL) ve hata düzeltme modelidir (Error Correction Model, ECM). ARDL analizi sonuçlarına göre uzun dönemde vergi gelirindeki bir birimlik artış reel yurtiçi hasılayı 1.44 birim, sabit sermaye yatırım harcamalarındaki bir birimlik artış reel yurtiçi hasılayı 0.94 birim, M2 para arzındaki bir birimlik artış reel yurtiçi hasılayı 0.006 birim artırmaktadır. ECM analizine göre modelde yaşanan dengesizlik her bir çeyrek dönemde 0,97 oranında azalmaktadır. Öte yandan çalışmada belirlenen vergi gelirleri ve hasıla arasındaki pozitif ilişki vergi gelirlerinin arttığı dönemlerde kamu harcamalarında artış gözlenmesine bağlı olarak açıklanabilmektedir. Çalışmanın bir diğer bulgusu, sabit yatırım harcamaları ile hasıla arasındaki ilişkinin para arzına göre daha güçlü olduğudur. Bu kapsamda Türkiye’de maliye politikası, para politikasına göre hasıla

üzerinde daha etkili olup, sabit sermaye yatırımları ile hasıla arasındaki ilişki de güçlüdür. Vergi gelirlerinin ekonomik büyüme amaçlı alanlarda kullanımı ve sabit sermaye yatırım harcamalarını artırıcı politikalar Türkiye’de yurtiçi hasıla üzerinde para politikasına göre daha etkili olabilecektir.

6. TEŞEKKÜR VE BİLGİLENDİRME

Çalışma Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Ana Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı 2021 yılı mezunu Yunus Emre Tatlı’nın, “Türkiye’de Para ve Maliye Politikalarının Etkinliği: 2006-2019 Dönemi İçin Bir Analiz” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Tez danışmanı Doç. Dr. Dilek Sürekçi Yamaçlı’dır.

KAYNAKÇA

- Alizadeh, N., Umutlu, G., & Erkılıç, A. (2011). Maliye Politikası Araçlarından Borçlanma ve Vergilerin Ekonomik Büyüme Etkileri. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 30(1), 75-93.
- Aslan, M. (2007). Türkiye’de 1987-2006 Dönemlerinde Maliye ve Para Politikalarının İktisadi Büyüme Etkileri Üzerine Ampirik Bir Çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 8(2), 1-24.
- Bayraktutan, Y., & Arslan, İ. (2008). Türkiye’de Sabit Sermaye Yatırımlarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Ko-Entegrasyon Analizi (1980-2006). *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 10(14), 1-12.
- Boğa, S. (2020). Türkiye’de Vergi Gelirleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Asimetrik İlişki: NARDL Eşbütünleşme Yaklaşımı. *Third Sector Social Economic Review*. 55(1), 487-507.
- Dalyancı, L., & Oktar, S. (2012). Türkiye Ekonomisinde Para Politikasının Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 32(1), 1-18.
- Dickey, D., & Fuller, W. (1981). Likelihood Ratio Statistics For Autoregressive Time Series With A Unit Root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. 49(4), 1057-72.
- Dikmen, N. (2006). Nominal GSUH ve Politika Tercihi: St. Louis Model Uygulaması, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 87-105.
- Duman, K. (2016). Türkiye Ekonomisinde Para Politikasının Uzun ve Kısa Dönemli Etkisi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar Dergisi*. 53(617), 73-80.
- Düzgün, R. (2010). Türkiye Ekonomisi’nde Para ve Maliye Politikalarının Etkinliği. *Uluslararası Araştırmalar Dergisi*. 3(11), 230-265.
- Göçer, İ., Mercan, M., Bulut, Ş., & Dam, M. M. (2010). Ekonomik Büyüme ile Vergi Gelirleri Arasındaki İlişki: Sınır Testi Yaklaşımı. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 28, 97-110.
- Gökova, H. (2018). *Para Politikasının Merkez Bankası Sermaye Maliyetine Etkisi: Türkiye’deki Para Politikası Uygulamaları (1980-2017)*. (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Atılım Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Granger, C. W. J., Newbold, P., & Econom, J. (1974). Spurious Regressions In Econometrics. *Journal of Econometrics*. 2, 111-120.
- Greenwald B. & J. E. Stiglitz (1987). Keynesian, New Keynesian and New Classical Economics, *Oxford Economic Papers, New Series, Vol. 39, No. 1, pp. 119-133* Published by: Oxford University Press Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/2663132> . Accessed: 29/04/2013 13:45
- Kara, Z. (2009). *Fiyat İstikrarının Sağlanmasında Para ve Maliye Politikaları ve Fiyat Düzeyi Mali Teori* (Yayımlanmış doktora tezi). Anadolu Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Karaca, O. (2017). Türkiye’de Para ve Maliye Politikalarının Göreli Etkinliği: VAR Analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13), 227-240.

- Karagöl, V., & Benli, A. (2019). BRICS-T Ülkelerinde Para ve Maliye Politikalarının Etkinliği. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 20(3), 60-70.
- Keynes J. M., Wright Q.. An Economic Analysis of Unemployment, Unemployment as a World Problem, 1931
Chicago, ILUniversity of Chicago Press
- Köktaş, A. (2015). *Maliye Ders Notları*. Ankara: Yediiklim Eğitim Bilgisayar Yayıncılık.
- Pınar, A., Önder, İ., & Gümüş, E. (2010). *Maliye Politikası*. Ankara: Naturel Yayınları.
- Sancar, C. (2015). Para ve Maliye Politikalarının Nispi Etkinliği: Türkiye İçin Bir Uygulama. *Uluslararası Araştırma Dergisi*. 8(39), 933-965.
- Sayaner, K. (2018). *Türkiye' de Gelir Eşitsizliğinin Maliye Politikası Araçları ve Kurumsal Faktörler Açısında Analizi ve Çözümleri*. (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). İzzet Baysal Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Serin, V. (1987). *Para Politikası Tarihi, Teorik Gelişmeler ve Türkiye Uygulaması*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları.
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2010). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi EViews Uygulamalı*. (Geliştirilmiş 3. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Snowdon, B., & Vane, H. (2005). *Modern Macroeconomics*. Lincolnshire: Edward Elgar Publishing.
- Susam, N., & Oktayer, N. (2008). Kamu Harcamaları-Ekonomik Büyüme İlişkisi: 19702005 Yılları Türkiye Örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 22(1), 145-154.
- Süreççi Yamaçlı, D. (2017). *Türkiye' de Parasal İstikrar ve 1923 Yılından Günümüze Para Politikasındaki Gelişmeler*. Ankara: Nobel Bilimsel Eserler Yayınevi.
- Terzi, H., & Yurtkuran, S. (2016). Türkiye'de Dolaylı/Dolaysız Vergi Gelirleri ve GSYH İlişkisi. *Maliye Dergisi*. 171, 19.

Modelling the Renewable Energy Utilization Rate of Türkiye Using Autoregressive Neural Networks

Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kullanımı Oranının Otoregresif Sinir Ağları Kullanılarak Modellenmesi

Dr. Çağatay TUNÇSİPER^a
Doç. Dr. Dilek SÜREKÇİ YAMAÇLI^b

Özet

Yenilenebilir enerji kullanımının çevre kirliliğini azaltma ve sürdürülebilirliği sağlama başta olmak üzere birçok faydası vardır. Bu noktadan hareketle bu çalışmada, Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanım oranının modellenmesi yapılmıştır. Dünya Bankası’nın veri tabanından alınan 1960-2015 aralığını kapsayan ve toplam elektrik üretimindeki hidroelektrik harici yenilenebilir enerji kaynağı kullanım oranını ifade eden veriler kullanılmıştır. Öncelikle bu verilerin mevsimsellik bileşenleri ve doğrusal olmama davranışları Eviews yazılımı ortamındaki mevsimsel-trend ayrıştırması yöntemi ile elde edilmiş ve yorumlanmıştır. Daha sonra, yenilenebilir enerji kullanım oranını otoregresif bir şekilde modellemek üzere beş girişli ve bir çıkışlı olan, üç adet gizli katmanı bulunan bir yapay sinir ağı Python programlama dilinde SK-Learn kütüphanesinde bulunan sınıflar kullanılarak geliştirilmiştir. Geliştirilen otoregresif yapay sinir ağının kullanımı için yenilenebilir enerji kullanım oranı verisinden giriş verisini elde eden bir ayrıştırma fonksiyonu da yine Python ortamında yazılmıştır. Bir sonraki aşamada ise elde edilen verilerin %70’i eğitim verisi olarak kullanılarak otoregresif yapay sinir ağı eğitime tabi tutulmuştur. Geri kalan %30’luk veri ise test verisi olarak kullanılmıştır. Gerçek yenilenebilir enerji kullanım oranı verisi ile geliştirilen otoregresif yapay sinir ağından elde edilen veriler aynı eksen takımı üzerinde çizdirilmiş ve model sonucunun gerçek verileri hassas bir şekilde temsil ettiği gözlemlenmiştir. Modele ilişkin performans parametreleri de bu hassasiyeti doğrulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, otoregresif, yapay sinir ağları, modelleme, tahmin.

Jel Kodları: Q40, Q42, Q47.

Abstract

The use of renewable energy has many benefits, notably reducing environmental pollution and ensuring sustainability. In this study, the rate of renewable energy use in Turkey has been modelled. Data from the World bank database covering the period 1960-2015 and expressing the rate of use of renewable energy sources are employed. First of all, the seasonality components and nonlinearity behaviours of these data are obtained and interpreted. As the next step, an artificial neural network with five inputs and one output and three hidden layers is developed to autoregressively model the renewable energy usage rate. A parsing function that generates the lagged input data is also developed in Python environment for the usage of the autoregressive artificial neural network. In the next stage, the autoregressive artificial neural network is trained by using 70% of the available data as training data. The remaining 30% data is used as test data. The data obtained from the autoregressive artificial neural network developed and the real renewable energy usage rate data are plotted on the same axes and it is observed that the model result accurately represents the real data. The performance metrics of the model also confirm this accuracy.

Key Words: Renewable energy, autoregressive, artificial neural networks, modelling, estimation.

Jel Codes: Q40, Q42, Q47.

^aDr. Çağatay Tunçsiper, Centrade Fulfillment services kurucusu, İzmir, Türkiye. E-mail: tuncsipercty2@gmail.com. ORCID Numarası: 0000-0002-0445-3686.

^bNuh Naci Yazgan Üniversitesi İktisat Bölümü öğretim üyesi, Kocasinan, Kayseri, Türkiye. dsurekci@gmail.com. ORCID: 0000-0002-8224-1144

1. INTRODUCTION

The renewable energy utilization rate is a critical factor in determining the success of global efforts to achieve a sustainable energy future. This metric indicates the proportion of energy consumption that comes from renewable sources such as solar, wind, hydro, biomass, and geothermal. According to the International Renewable Energy Agency (IRENA), the global renewable energy utilization rate stood at 26.2% in 2018, with hydropower being the primary contributor, followed by wind and solar energy. Nevertheless, there is still a long way to go in realizing a sustainable energy system.

The intermittent nature of renewable energy sources poses a significant challenge to achieving the renewable energy utilization rate. Solar and wind energy are reliant on weather conditions, resulting in their production varying significantly. Various approaches are being implemented to overcome this challenge, such as energy storage technologies, grid integration, and demand-side management. Energy storage technologies like batteries and pumped hydroelectric storage systems can store excess energy and discharge it when needed. Demand-side management involves shifting energy consumption to times when renewable sources are producing more power. Grid integration involves connecting various renewable energy sources and optimizing their use to ensure a stable and reliable supply of electricity. The high cost of renewable technologies is a significant challenge to the renewable energy utilization rate. Although renewable energy costs have been declining in recent years, they are still higher than those of fossil fuels in many regions of the world. This is particularly true for developing nations where access to financing is limited, and the cost of capital is high. To address this challenge, several initiatives have been launched, such as the Green Climate Fund, which finances renewable energy projects in developing countries.

Regulatory and policy barriers are also a significant obstacle to achieving the renewable energy utilization rate. Some countries have policies that favour fossil fuels over renewable energy, such as subsidies or tax breaks for oil and gas companies, creating an unfair competition environment for renewable energy technologies. To address this challenge, several countries have introduced policies that incentivize the adoption of renewable energy, such as feed-in tariffs, renewable portfolio standards, and carbon pricing. Public awareness and acceptance of renewable energy play a critical role in achieving the renewable energy utilization rate. Although significant progress has been made in recent years, many individuals still lack knowledge and understanding of renewable energy technologies. Educating the public about the advantages of renewable energy and addressing their concerns about the cost, reliability, and environmental impact of these technologies can increase public support and accelerate the transition to a sustainable energy future.

As the need for alternative energy sources continues to grow, renewable energy is becoming increasingly important in addressing both energy security and environmental concerns. Renewable energy sources, such as wind, solar, hydro, geothermal, and bioenergy, have been found to have lower environmental impacts than traditional energy sources, emitting fewer greenhouse gases and pollutants while using fewer resources. Among the renewable energy sources available, solar energy shows particularly great promise in reducing greenhouse gas emissions. Solar panels convert sunlight directly into electricity without producing harmful pollutants or greenhouse gases. Projections by the International Energy Agency indicate that solar energy could potentially provide up to a third of the world's electricity needs by 2050, offering the potential to mitigate climate change.

Wind energy is another renewable energy source with potential to significantly reduce environmental impacts. Wind turbines harness the power of wind to generate electricity, providing a clean and renewable energy source. However, there are some environmental impacts to consider, including noise pollution, bird and bat mortality, and visual impacts. Geothermal energy is another renewable energy source that can significantly reduce greenhouse gas emissions. Geothermal power plants use the Earth's heat to generate electricity, offering a clean and renewable resource. However, there are some environmental impacts to consider, such as subsidence, land use, and water use. Finally, bioenergy, which comes from organic matter such as plants and animal waste, is another renewable energy source. While bioenergy is considered carbon-neutral, its production can have environmental impacts, including changes in land use, soil degradation, and water use.

The necessity for alternative energy sources continues to grow, with renewable energy playing an increasingly important role in addressing energy security and environmental concerns. Renewable energy sources such as hydro, geothermal, wind, solar, and bioenergy have been found to have a significantly lower environmental impact than traditional energy sources. They emit fewer pollutants and greenhouse gases while also consuming fewer resources. Solar energy is considered one of the most promising renewable energy sources in reducing greenhouse gas emissions. Solar panels transform sunlight directly into electricity without producing harmful pollutants or greenhouse gases. According to the International Energy Agency, solar energy could potentially supply one-third of the world's electricity needs by 2050, making it a viable option in mitigating the effects of climate change.

Wind energy is another renewable energy source that has the potential to significantly reduce the environmental impact. Wind turbines use the power of wind to produce electricity, providing a clean and renewable source of energy. Nevertheless, several environmental factors such as noise pollution, bird and bat mortality, and visual impacts must be considered. Geothermal energy is another renewable energy source that can significantly reduce greenhouse gas emissions. Geothermal power plants use the Earth's heat to generate electricity, providing a clean and renewable energy source. Nonetheless, certain environmental considerations such as subsidence, land use, and water use must be considered. Bioenergy, which comes from organic matter like plant and animal waste, is another renewable energy source. While bioenergy is considered carbon-neutral, its production can have environmental impacts such as changes in land use, soil degradation, and water use.

In recent years, Turkey has become increasingly focused on the importance of renewable energy in reducing its dependence on fossil fuels and meeting its growing energy needs. The country is endowed with abundant natural resources that can be harnessed for renewable energy, including wind, solar, geothermal, and hydro power. The Turkish government has set targets to increase the share of renewable energy in the country's electricity generation mix, with an aim to achieve 38% by 2023 and 60% by 2040. Turkey's wind energy potential is one of the key sources of renewable energy in the country, with ample wind resources in coastal areas and mountainous regions. According to the Turkish Wind Energy Association, Turkey had an installed wind energy capacity of 9,300 MW in 2020 and aims to reach 16,000 MW by 2023.

Solar energy is also an important source of renewable energy in Turkey, with high solar radiation potential in the southeastern region. The government aims to install 10,000 MW of solar power by 2023, and as of 2020, Turkey's solar energy capacity was 6,200 MW, with an additional 10,000 MW under construction or in the planning stages. Turkey ranks third globally in geothermal power capacity, with significant potential to harness this renewable energy source. The country had an installed geothermal power capacity of 1,590 MW in 2020 and aims to reach 2,000 MW by 2023, with a further target of 4,000 MW by 2030.

Considering the importance of the subject, the renewable energy utilization rate in Türkiye is modelled in this work. The renewable energy rate of Türkiye is taken from the World bank database and then the seasonal-trend decomposition is performed in Eviews software followed by the inspection of the nonlinearity of the data. Then, an autoregressive neural network consisting of five inputs and one output is developed in Python programming language. The 70% of the available data is utilized as the training data whereas the remaining 30% is employed as the test data. The actual renewable energy utilization rate and the result of the developed model are plotted together indicating overlap in a wide range. The performance metrics of the developed model is also computed verifying the accuracy of the model.

2. LITERATURE REVIEW

There are large number of studies in the literature regarding the renewable energy production and consumption in Türkiye considering the importance of the subject. The renewable energy consumption is related to several macroeconomic parameters such as the economic growth. For example, the economic data of South Africa is investigated considering the renewable energy consumption, economic growth and capital formation and it is concluded that there is a bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth using Granger causality test (Shakouri and Yazdi, 2017). In another work, the panel data analysis approach is utilized for the analysis of the relationship between the renewable energy consumption and the economic growth for the selected sixteen developed countries and it is observed that there exists a bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth in the short term (Dogan et al., 2014). The economies of selected African countries are studied in another work where it is exposed that environmental sustainability has positive impacts on the economic growth (Dike, 2016). The impact of the utilization of the renewable energy consumption on the economic growth in Iran is studied for the 1981-2012 period employing the autoregressive distributed lag method and it is shown that the renewable energy consumption has little effects on the economic growth of Iran due to the focus on the usage of the fuel sources (Taghvae et al., 2017). In another study, the correlation of the renewable energy consumption and the economic growth of Türkiye is investigated for the 1990-2017 period and it is exposed that the renewable energy consumption positively affects the economic growth (Kilic and Acdoyuran, 2018). The economic data of 28 European Union countries is analysed for the 1990-2012 period and it is shown that the renewable energy consumption affects the economic growth positively in twelve of these countries (Simelyte and Dudzeviciute, 2017). Similarly, the economic data of the European Union countries are investigated in another work and it is observed that economic growth impacts the renewable energy consumption positively (Lee, 2019). The structural vector autoregressive method is utilized for the analysis of the economic data of Türkiye for the 1970-2014 period where it is shown that shocks of the renewable energy consumption decreases the per capita income (Cetin and Sezen, 2018). The economic data of the OECD countries are studied in another work for the 1996-2014 period and it is observed that the renewable energy consumption has positive impacts on the economic growth (Felix, 2020). Similarly, the

Vietnamese economy is investigated in another study where it is shown that the continuity of the renewable energy supply positively affects the economic growth (Tiep et al., 2020).

The generalized method of moments method is used to investigate the relationship between the renewable energy usage and the economic growth in selected developing countries and it is observed that the renewable energy consumption affects the economic growth in a positive way (Joseph and Charles, 2021). The economic data of eleven Eastern European countries are studied for the 1995-2015 period using the panel cointegration analysis and it is observed that there exists bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth (Neagu et al., 2021). In another work, the relationship between the renewable energy consumption and the economic growth for Croatia in the 1996-2008 period employing the autoregressive distributed lag method and it is exposed that the renewable energy consumption has positive effects on the economic growth in the short and long terms (Pearson, 2021). A similar result was concluded for the Indian economy in the period of 1970-2018 employing the nonlinear autoregressive distributed lag model (Akadiri and Adebayo, 2021). The panel vector error correction model is employed for the analysis of the economic data of the South Asian Association for Regional Cooperation (SAARC) countries in the period of 1995-2018 and it is concluded that renewable energy consumption has positive effects on the economic growth (Yikun et al., 2021). The panel cointegration test is utilized for the analysis of the economies of India, Bangladesh and Pakistan for the 1971-2008 period and it is shown that there exists a unidirectional causality relationship from the energy consumption to the economic growth in the long term (Imran and Siddiqui, 2010). In another work, the real gross domestic product and the energy consumptions of G7 countries are investigated using panel cointegration and Granger causality tests and it is exposed that the 1% increase of the energy consumption increases the real gross domestic product by 0.12-0.39% (Narayan and Smyth, 2008). The economic data of Taiwan for the 1954-2003 period is studied utilizing the cointegration tests with structural breaks and it is shown that the energy consumption affects the gross domestic product in a positive way (Lee and Chang, 2005). The Turkish economy is analysed in another work using the cointegration tests for the 1970-2003 period and it is observed that there exists a bidirectional causality relationship between the energy consumption and the gross domestic product (Lise and van Monfort, 2007). Similarly, the economic data of Türkiye is studied employing the vector error correction model for the 1960-1995 period and it is observed that there is a unidirectional causality relationship from the energy consumption to the gross domestic product (Soytas et al., 2001).

The South African economy is investigated for the period of 1965-2006 period using the Granger causality test and it is shown that there is a unidirectional causality relationship from the energy consumption to the economic growth (Menyah and Wolde-Rufael, 2010). The vector autoregressive model and the Granger causality test are used for the analysis of the Turkish economy for the period of 1960-2010 and it is concluded that renewable energy consumption has positive effects on the economic growth (Buyukyilmaz and Mert, 2015). In another work, Toda-Yamamoto causality tests and the Bayer-Hanck cointegration analysis is used for the investigation of the relationships among the real gross domestic product, employment rate, renewable energy consumption and the gross fixed capital formation in Türkiye for the period of 1990-2017 where it is observed that the 1% increment of the renewable energy consumption leads to 0.19% increase in the economic growth (Findik, 2018). The economic data of the BRICS countries and Türkiye are analysed in another study for the period of 2000-2013 using panel cointegration and panel autoregressive distributed lag methods where it is exposed that there exists a positive causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth in long term (Ozsahin, 2016). In another work, the Johansen cointegration test and the vector autoregressive analysis are used on the economic data of Türkiye for the period of 1965-2017 where it is shown that there is a unidirectional causality relationship from the renewable energy consumption to the economic growth (Apaydin and Tasdogan, 2019). The US economy is investigated employing the Markov switching vector autoregressive model for the period of 1960-2015 and it is shown that there exists a bidirectional causality relationship between the energy consumption and the economic growth (Fallahi, 2011). The parameter sensitivity analysis is utilized to analyse the economic data of China for the period of 2006-2010 and it is observed that the increment of the renewable energy consumption leads to the increase in the employment rate (Cai et al., 2011). The economy of Pakistan is studied using the autoregressive distributed lag method for the period of 1972-2011 and it is exposed that the renewable energy consumption positively affects the economic growth (Shahbaz et al., 2015). In another study, the economic data of the US metropolitan areas is investigated using the regression method and it is shown that green energy policies have positive effects on the employment rate (Yi, 2013). Similarly, the economies of the OECD countries are studied for the period of 1997-2006 employing the panel threshold model and it is concluded that there is a correlation between the renewable energy consumption and the economic growth rate (Chang et al., 2009).

The economic data of the Middle East and North African (MENA) countries is analysed using panel vector autoregressive model for the period of 1988-2010 and it is shown that the increase of the renewable energy utilization rate leads to the increase in the economic growth rate (Akay et al., 2015). The short term and long-term causality relationships among several economic variables of the selected SAARC countries such as Bangladesh, India, Nepal, Pakistan and Sri Lanka are studied for the period of 1975-2010 using the Granger causality analysis and it is concluded that the renewable

energy consumption leads to the increase in the gross domestic product (Zeb et al., 2014). Similarly, the economic data of selected developing countries are investigated in another study for the 1990-2013 period using the panel data analysis method and it is observed that the increase of the renewable energy consumption increases the economic growth (Yilmazer and Cinar, 2015). The impacts of the changes of the gross domestic products on the renewable energy consumptions of the G20 countries are studied for the 1992-2010 period and it is exposed that the 1% increase in the gross domestic product causes the 0.79% increase in the renewable energy consumption (Bakirtas and Cetin, 2015). The dynamical panel data analysis method is utilized to investigate the relationship between the renewable energy consumption and the per capita income of the first five countries employing the renewable energy where it is found out that the renewable energy consumption positively affects the per capita income (Acaravci and Erdogan, 2017). In another extensive work, the economic data of selected 80 countries are studied for the 1990-2013 period using Granger causality analysis and it is exposed that the renewable energy consumption decreases the unemployment rate (Apergis and Salim, 2015). The panel data analysis method is used to study the relationship between the renewable energy consumptions and the per capita income of the European Union countries for the period of 2006-2015 where it is concluded that the 1% increase of the renewable energy consumption leads to the 0.39% increase of the per capita income (Bayrac and Cildir, 2017). The Chinese economic data is studied for the period of 1978-2018 period using the ordinary least squares method and it is observed that there exists a unidirectional causality relationship from the renewable energy consumption to the economic growth (Fang, 2011). Similarly, the Portuguese economic data is studied for the 1970-2010 period using the generalized method of moments and the Granger causality analysis and it is exposed that there is a bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth (Leitao, 2014). The structural variance analysis is utilized for the investigation of the Indian economy for the period of 1960-2009 in another study where it is concluded that the renewable energy consumption affects the gross domestic product in a positive way (Tiwari, 2011).

The panel estimation method with the ordinary least squares approximation is utilized to investigate the economic data of selected 38 countries in another work for the 1991-2012 period and it is shown that the renewable energy consumption positively affects the economic growth (Bhattacharya et al., 2016). The fully modified ordinary least squares and the dynamic ordinary least squares methods are utilized to investigate the economic data of 19 selected countries for the period of 1994-2003 and it is exposed that the increments in the per capita income increases the renewable energy consumption (Sadorsky, 2009). Similarly, the relationship between the renewable energy consumption and the economic growth of 42 selected developing countries are studied for the period of 1990-2012 using Canning and Pedroni causality tests and it is exposed that there exists a unidirectional causality relationship from the renewable energy consumption to the economic growth (Fotourehchi, 2017). In another work, the relationship between the renewable energy consumption and the economic growth of Türkiye for the period of 1990-2010 is studied employing the autoregressive distributed lag method and the Toda-Yamamoto causality test and it is argued that there exists a unidirectional causality relationship from the economic growth to the renewable energy consumption (Ocal and Aslan, 2013). The panel cointegration, error correction model and the Granger causality tests are utilized for the analysis of the economic data of OECD countries for the period of 1985-2005 and it is shown that there exists a bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth (Apergis and Payne, 2010a). Similarly, the heterogenous panel cointegration test is applied on the economic data of 13 Eurasian countries for the period of 1992-2007 where it is concluded that there is a bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth (Apergis and Payne, 2010b). The relationship between the renewable energy consumption and the economic growth of the selected 29 OECD countries are studied in the period of 1980-2011 utilizing the Granger causality tests and it is observed that there is a unidirectional causality relationship from the renewable energy consumption to the economic growth (Salim et al., 2014). In another study, the economic data of the selected 6 Central American countries are analysed for the period of 1980-2006 using the panel cointegration and error correction models and it is exposed that there exists a bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth (Apergis and Payne, 2011). The relationships between the renewable energy consumption and the economic growth for five Mediterranean countries namely Türkiye, Italy, Greece, Spain and Portugal are analysed using the autoregressive distributed lag model for the 1965-2009 period and it is shown that there exists a bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth (Fuinhas and Marques, 2012). In another extensive study, the economic data of 80 selected countries are investigated for the period of 1980-2007 using the panel causality tests and it is concluded that there exist bidirectional causality relationships between the renewable energy consumptions and the economic growths (Apergis and Payne, 2012).

The relationships between the renewable energy consumption and the economic growth rate for the G7 countries are analysed for the period of 1980-2009 using the Hatemi-j causality tests and it is shown that there exist bidirectional causality relationships between the renewable energy consumptions and the economic growths (Tugcu et al., 2012). The economic data of China is analysed for the 1977-2011 period using the Johansen cointegration and Granger causality test and it is concluded that there is a bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the

economic growth (Lin and Moubarak, 2014). Similarly, the structural vector autoregressive method is utilized for the analysis of the economies of four selected developed countries for the 1960-2004 period and it is exposed that there is a bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth (Silva et al., 2012). The Brazilian economy is investigated for the 1980-2010 period using the error correction model and it is found out that there exists bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth (Pao and Fu, 2013). The relationship between the renewable energy consumptions, CO₂ emissions and the economic growths for the BRICS countries are studied using the autoregressive distributed lag model and the Granger causality tests and it is observed that there exist bidirectional causality relationships between the renewable energy consumptions and the economic growths (Sebri and Ben-Salha, 2014). The economic data of selected 69 countries are analysed for the period of 1980-2012 employing panel cointegration methods and it is concluded that there exist bidirectional causality relationships between the renewable energy consumptions and the economic growths (Jebli and Youssef, 2015). In another study, the economy of Germany is analysed using the vector error correction model and the Granger causality test for the 1971-2013 period and it is exposed that there is a bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth (Rafindadi and Ozturk, 2017). The economic data of Türkiye is studied employing the Johansen cointegration and Granger causality test for the period of 1988-2012 where it is concluded that there is bidirectional causality relationship between the renewable energy consumption and the economic growth (Dogan, 2016). In another work, the economies of Türkiye, Mexico, Indonesia and Nigeria are studied for the 1993-2017 period utilizing the autoregressive distributed lag method and it is observed that there are bidirectional causality relationships between the renewable energy consumption and the economic growth in Türkiye and Mexico (Odugbesan and Rjoub, 2020). The economic data of Türkiye is studied for the 1980-2018 period using the Toda-Yamamoto causality test and it is concluded that the renewable energy consumption affects the economic growth in a positive way (Demirgil and Birol, 2020).

As it can be observed from the above literature survey, the renewable energy consumption affects several macroeconomic variables such as the economic growth, per capita income and the CO₂ emission. In this study, the renewable energy consumption rate of Türkiye is modelled employing a specially developed autoregressive neural network structure. The details of the utilized data and the developed autoregressive neural network model are explained in the next section.

3. MATERIAL AND METHODS

First of all, the electricity generation percentage from renewable sources excluding hydro, which is abbreviated as the renewable energy utilization rate, is gathered from the World bank database (World bank, 2023). The World bank data is a yearly data ranging from 1961 to 2015 as plotted in Figure 1.

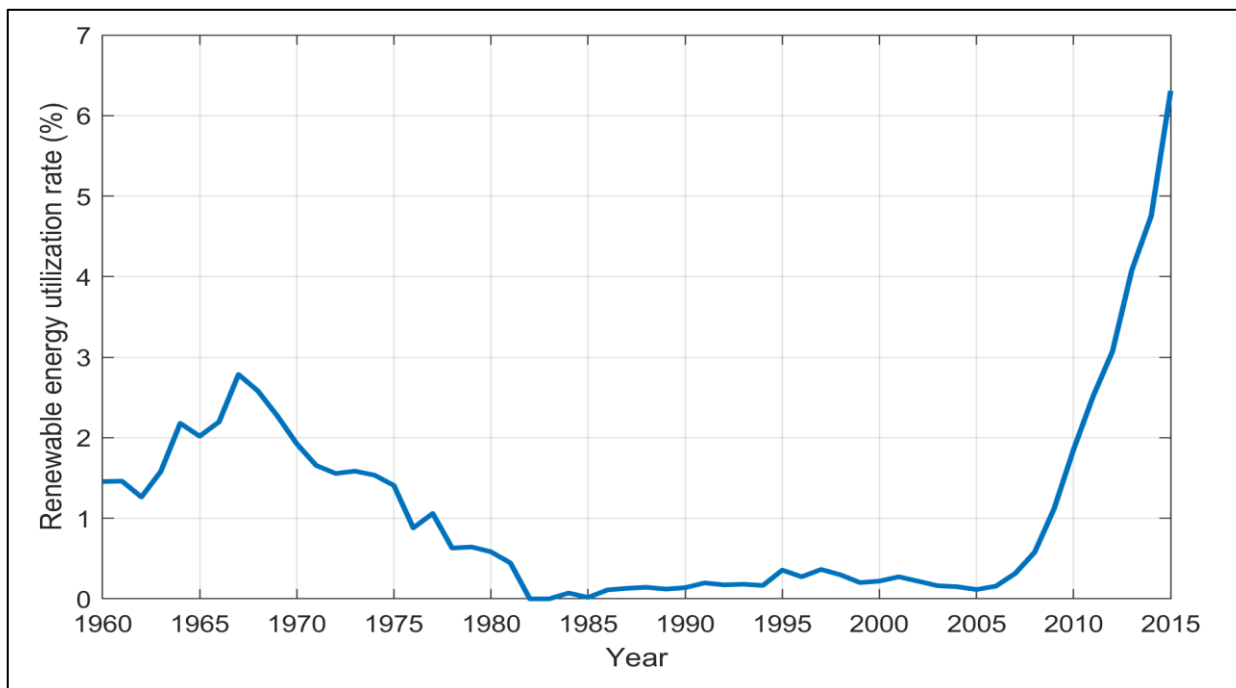


Figure 1. The variation of the renewable energy utilization rate of Türkiye in the period of 1960-2015

As the next step, the seasonal-trend decomposition employing loess (STL) is performed in Eviews environment on the renewable energy utilization rate for the investigation of the seasonality and the nonlinearity of the data. The seasonal, trend and seasonally adjusted components of the renewable energy utilization rate are obtained as in Figure 2.

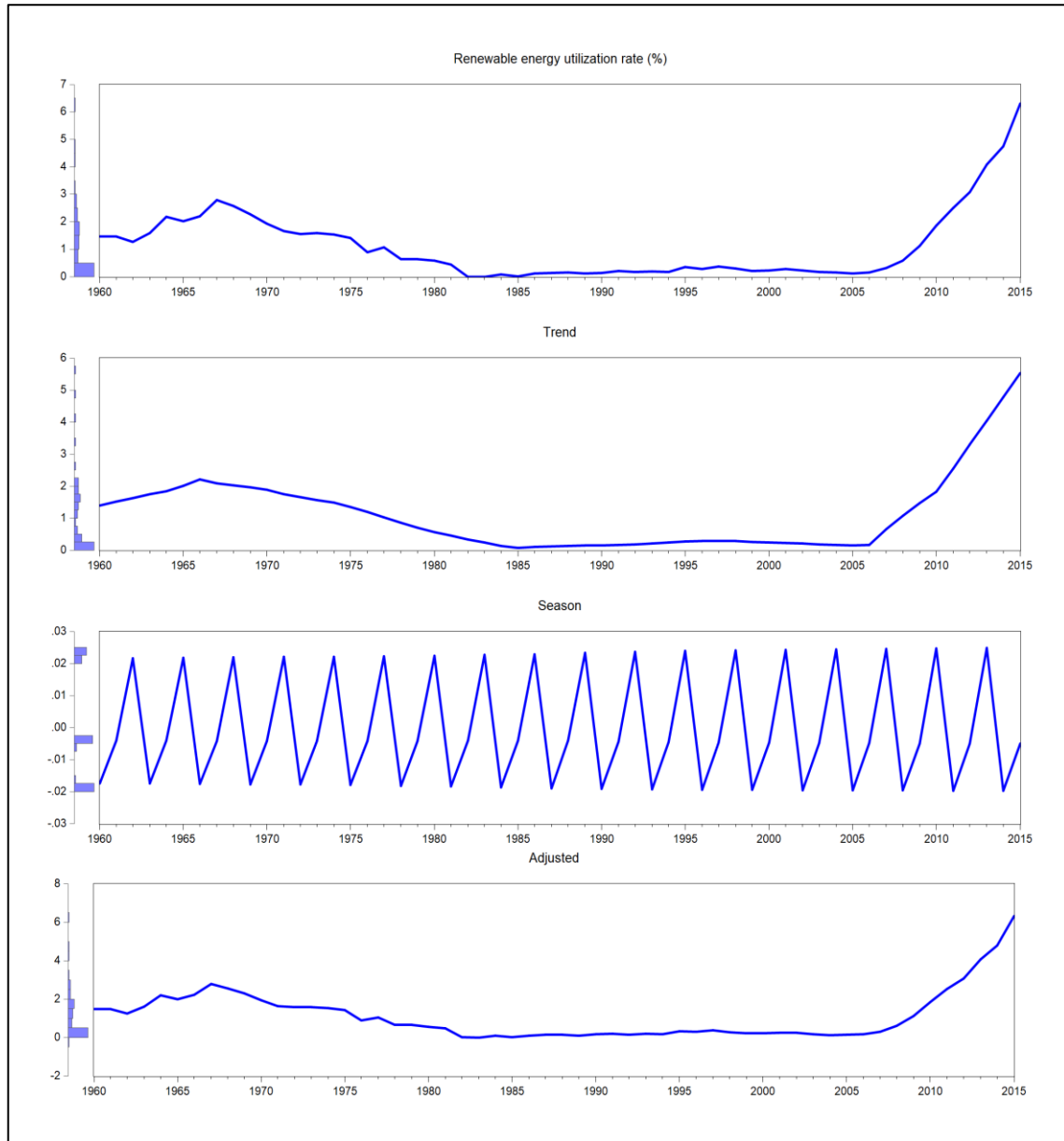


Figure 2. The renewable energy utilization rate data, its trend and seasonal components and the seasonally-adjusted renewable energy utilization rate data

As it can be observed from Figure 2, the renewable energy utilization rate data, its trend and seasonally-adjusted components have strong nonlinearity therefore nonlinear methods have to be utilized for the modelling of the renewable energy utilization rate for the accurate representation of the data. In order to fulfil this requirement, machine learning methods which provide the accuracy for the modelling of the nonlinear data can be used. Considering this, an autoregressive artificial neural network model is developed in this work for the accurate modelling of the renewable energy utilization rate. The developed artificial neural network has five inputs which are the previous values of the renewable energy utilization rate data therefore making the model an autoregressive artificial neural network. Furthermore, a parsing function is custom coded in Python programming language for the generation of the input vector which consists of the five lagged values of the output data. The structure of the developed autoregressive artificial neural network is shown in Figure 3. As it can be observed from Figure 3, the developed autoregressive artificial neural network structure consists of one

input layer, three hidden layers and one output layer. The hidden layers employ ten neurons each and the number of the hidden layers and the number of neurons are optimized for the minimization of the modelling error.

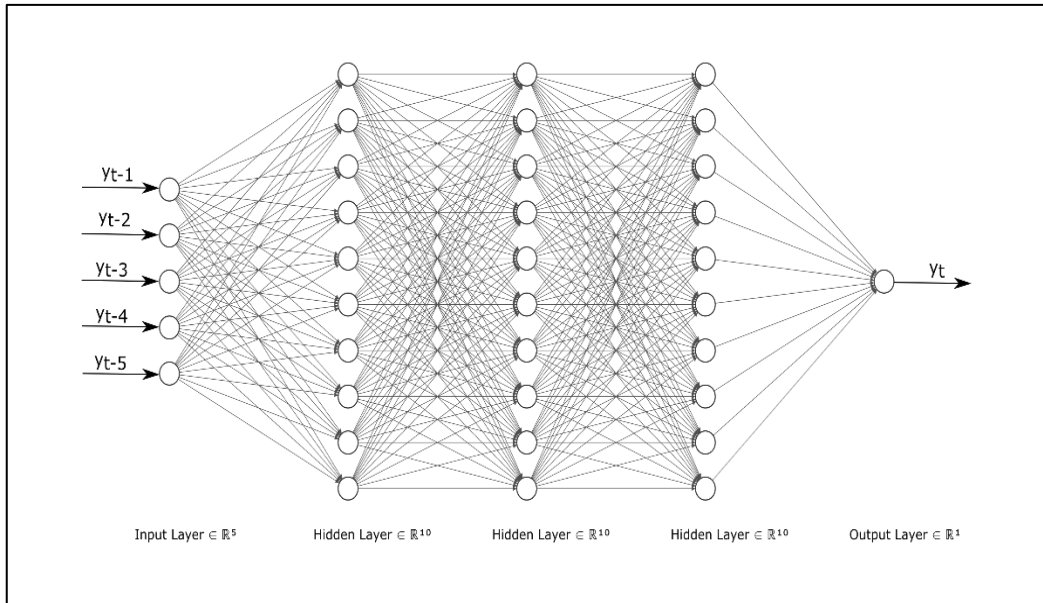


Figure 3. The developed autoregressive artificial neural network structure

The developed autoregressive neural network is trained by the 70% of the available data while the remaining 30% is used as the test data. The `test_train_split` method of Python programming language is utilized for the splitting of the training and the test data objectively. The results of the training phase and the assessment of the result of the developed model are presented in the next section.

4. RESULTS AND DISCUSSION

The developed autoregressive artificial neural network model is trained using the 70% of the available data. The loss curve regarding the training phase of the developed neural network is shown in Figure 4.

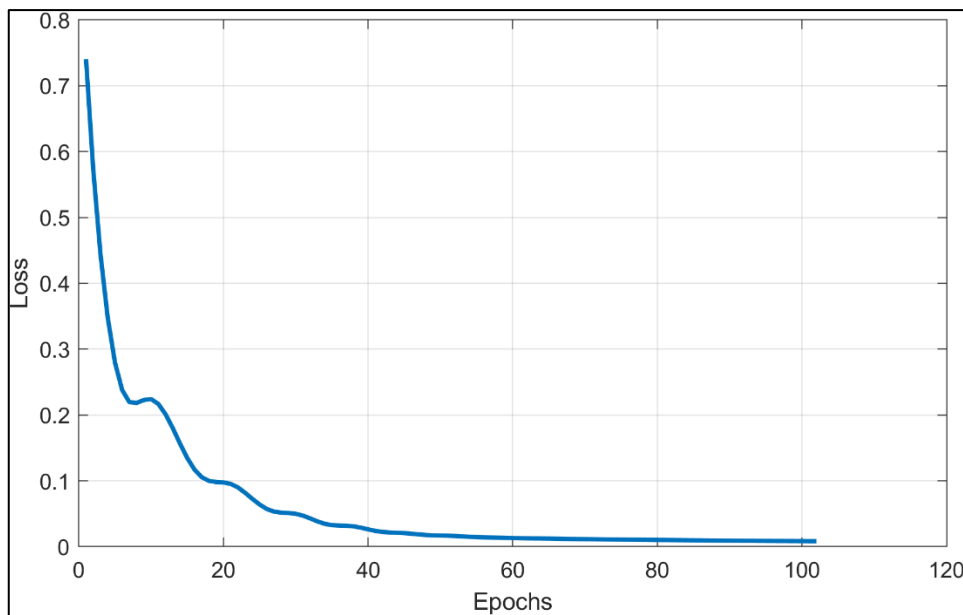


Figure 4. The loss curve of the training phase of the developed autoregressive neural network model

The Figure 4 shows that the training phase of the developed autoregressive artificial neural network model rapidly converges in 102 epochs. It is worth noting that the training convergence performance can be considered to be effective although the number of data samples is low. As the next step, the actual renewable energy utilization rate and the result of the developed autoregressive neural network model are plotted on the same axis pair as shown in Figure 5.

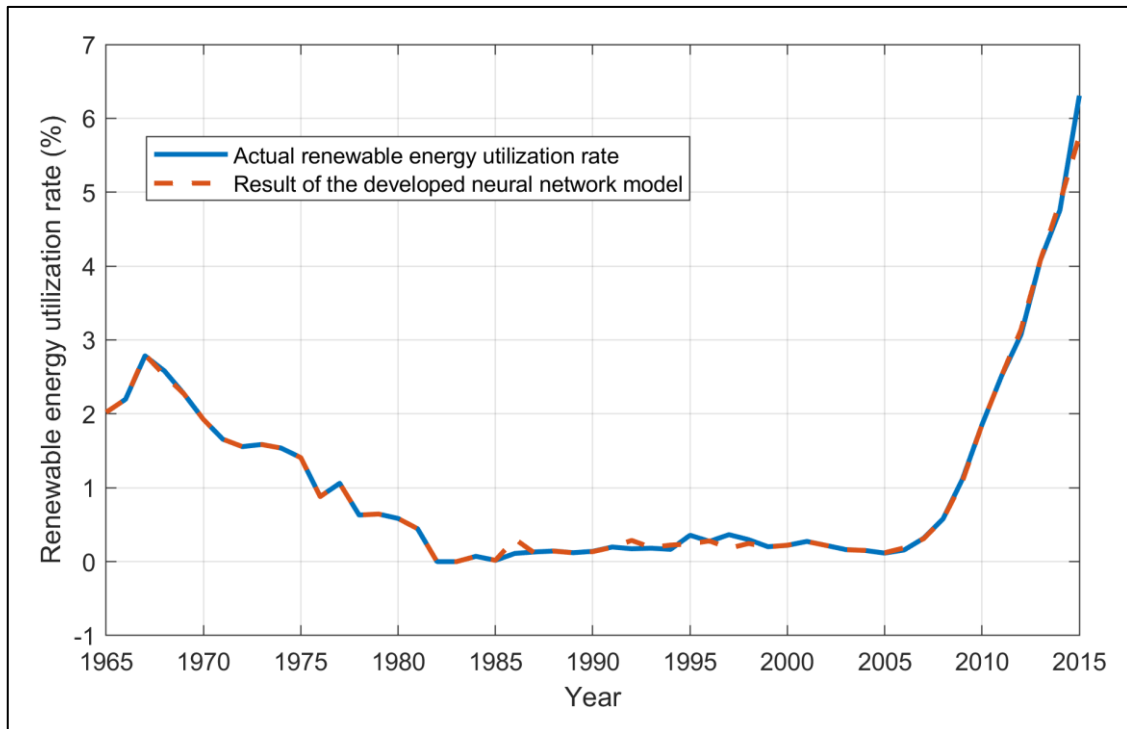


Figure 5. The actual renewable energy utilization rate and the result of the developed autoregressive artificial neural network model

As it can be observed from Figure 5, the developed autoregressive artificial neural network accurately models the renewable energy utilization rate of Türkiye. It is worth noting that the resulting data of the developed model starts from the year 1965 since the first five data are used as the input data as depicted in Figure 3. In order to assess the performance of the developed model, the coefficient of determination, mean absolute error, mean absolute percentage error and the root mean square error values regarding the developed model result are calculated according to Eqs. (1)-(4), respectively (Mombeini and Chamzini, 2015).

$$R^2 = \frac{\sum_1^d (O - avg(O))^2 - \sum_1^d (O - M)^2}{\sum_1^d (O - avg(O))^2} \tag{1}$$

$$MAE = \frac{\sum_1^d |O - M|}{d} \tag{2}$$

$$MAPE = \frac{100}{d} \sum_1^d \left| \frac{O - M}{M} \right| \tag{3}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_1^d (O - M)^2}{d}} \tag{4}$$

In Eqs. (1)-(4), O represents the original data, M is the model result and d is the number of samples. The obtained values of the coefficient of determination, mean absolute error, mean absolute percentage error and the root mean square error values are given in Table 1.

Table 1. The performance metrics of the developed autoregressive artificial neural network model

Performance metric	Coefficient of determination	Mean absolute error	Mean absolute percentage error	Root mean square error
Value	0.985	0.049	9.249%	0.160

The values shown in Table 1 indicates that the developed model accurately represents the actual renewable energy utilization rate data. It is worth noting that the coefficient of determination is found to be $R^2=0.985$ and the mean absolute percentage error is calculated as $MAPE=9.249\%$ further verifying the high accuracy of the developed model. The developed autoregressive model performs accurately even with low number of samples of the modelled data. Therefore, it can be argued that similar autoregressive artificial neural network architectures can be utilized for the modelling of other macroeconomic variables having low number of samples.

5. CONCLUSIONS

This study aims to model the rate of renewable energy use in Türkiye by employing data from the World bank database covering the period of 1960-2015. Firstly, the seasonality components and nonlinearity behaviour of the data are investigated using the seasonal-trend decomposition module of the Eviews software. Then, an artificial neural network with five input variables, three hidden layers and one output variable is developed to autoregressively model the renewable energy utilization rate. A parsing function is also developed in Python environment to generate the lagged input data for the autoregressive artificial neural network. In the next stage, the autoregressive artificial neural network is trained using the 70% of the available data as training data, while the remaining 30% of the data was used as test data. The available data is split as the training and the test data using the `test_train_split` method of the Python programming language to maintain objectivity. The loss curve regarding the training phase shows that the developed autoregressive neural network model rapidly converges in 102 epochs. After the training phase, the actual renewable energy utilization rate and the result of the developed autoregressive neural network are plotted on the same axis pair indicating an overlap in a wide range. Furthermore, the performance metrics of the developed model namely the coefficient of determination, mean absolute error, mean absolute percentage error and the root mean square error are computed for the objective assessment of the developed model. The coefficient of determination and the mean absolute percentage error regarding the developed model are obtained as $R^2=0.985$ and $MAPE=9.249\%$ indicating the high accuracy of the developed model. It is worth noting that high accuracy is achieved despite low number of data samples thanks to the optimization of the developed neural network. It can be argued that the developed autoregressive artificial neural network can be adapted for other modelling problems with low number of data samples.

REFERENCES

- ACARAVCI A. & ERDOGAN S. (2017). "Yenilenebilir Enerji, Çevre ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş Ülkeler için Ampirik Bir Analiz". *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 13(1): 53-64.
- AKADIRI S. & ADEBAYO T. S. (2021). "Asymmetric Nexus among Financial Globalization, Non-Renewable Energy, Renewable Energy Use, Economic Growth, and Carbon Emissions: Impact on Environmental Sustainability Targets in India". *Environmental Science and Pollution Research*, 29(2): 16311-16323.
- AKAY C. A. & ABDIVA R. & OSKONBEVA Z. (2015). "Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki Nedensel İlişki: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği". *Proceedings of the International Conference on Eurasian Economies*, 1(2): 628-636.
- APAYDIN S. & TASDOGAN C. (2019). "Türkiye'de Yenilenebilir ve Birincil Enerji Talebinin Büyüme Üzerindeki Uzun Dönem Etkileri". *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54(1): 431-445.
- APERGIS N. & PAYNE A. C. (2012). "Renewable and Non-Renewable Energy Consumption-Growth Nexus: Evidence from a Panel Error Correction Model". *Energy Economics*, 34(3): 733-738.
- APERGIS N. & PAYNE J. E. (2010a). "Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from a Panel of OECD Countries". *Energy Policy*, 38(1): 656-660.
- APERGIS N. & PAYNE J. E. (2010b). "Renewable Energy Consumption and Growth in Eurasia". *Energy Economics*, 32(6): 1392-1397.
- APERGIS N. & PAYNE J. E. (2011). "The Renewable Energy Consumption-Growth Nexus in Central America". *Applied Energy*, 88(1): 343-347.

- APERGIS N. & SALIM R. (2015). "Renewable energy consumption and unemployment: evidence from a sample of 80 countries and nonlinear estimates". *Applied Economics*, 47(52): 5614-5633.
- BAKIRTAS I. & CETIN M. A. (2015). "Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri". *Sosyoekonomi*, 24(28): 131-145.
- BAYRAC N. & CILDIR M. (2017). "AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi". *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 17(1): 201-212.
- BHATTACHARYA M. & PARAMATI S. R. & OZTURK I. & BHATTACHARYA S. (2016). "The Effect of Renewable Energy Consumption On Economic Growth: Evidence From Top 38 Countries". *Applied Energy*, 162(15): 733-741.
- BUYUKILMAZ A. & MERT M. (2015). "CO₂ Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin MS Var Yaklaşımı İle Modellenmesi: Türkiye Örneği". *Zeitschrift Für Die Welt Der Türken*, 7(3): 103-117.
- CAI W. & WANG C. & CHEN J. & WANG S. (2011). "Green Economy and Green Jobs: Myth or Reality? The Case of China's Power Generation Sector". *Energy Policy*, 36(10): 5994-6003.
- CETIN M. & SEZEN S. (2018). "Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Karbondioksit Salınımı Arasındaki İlişki: Bir SVAR (Yapısal Var) Analizi". *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 3(2): 136-157.
- CHANG T-H. & HUANG C-M. & LEE M-C. (2009). "Threshold Effect of The Economic Growth Rate on The Renewable Energy Development From A Change In Energy Price: Evidence From OECD Countries". *Energy Policy*, 37(12): 5796-5802.
- DEMIRGIL B. & BIROL Y. E. (2020). "Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye İçin Bir Toda Yamamoto Nedensellik Analizi". *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1): 68-83.
- DIKE S. (2016) "Decoupling Energy Development, Economic Growth and Environmental Sustainability in African States: The Trade-offs". *Proceedings of the International conference on Energy, Environment and Economics*, 1(1):186-195.
- DOGAN E. (2016). "Analyzing the Linkage Between Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth by Considering Structural Break in Time-Series Data". *Renewable Energy*, 99(1): 1126-1136.
- DOGAN I. & TULUCE N. S. & ASKER E. & GURBUZ S. (2014) "The Dynamic Effects of Renewable Energy on Economic Growth" *Proceedings of the 5th International Renewable Energy Congress*, 1(2): 46-52.
- FALLAHI F. (2011). "Causal Relationship between Energy Consumption (EC) and GDP: A Markov-Switching (MS) Causality". *Energy*, 36(2): 4165-4170.
- FANG Y. (2011). "Economic Welfare Impacts From Renewable Energy Consumption: The China Experience". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9): 5120-5128.
- FELIX R. (2020). "Renewable Energy Contribution to Economic Growth in OECD Countries". *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2): 86-93.
- FINDIK A. O. (2018). "Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği". *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2): 223-242.
- FOTOUREHCHI Z. (2017). "Clean Energy Consumption and Economic Growth: A Case Study for Developing Countries". *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(2): 61-64.
- FUINHAS J. A. & MARQUES A. C. (2012). "Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Portugal, Italy, Greece, Spain and Turkey: An ARDL Bounds Test Approach (1965-2009)". *Energy Economics*, 34(2): 511-517.
- IMRAN K. & SIDDIQUI M. M. (2010). "Energy Consumption and Economic Growth: A Case Study of Three SAARC Countries". *European Journal of Social Sciences*, 16(2): 206-213.
- JEBLI M. B. & YOUSSEF S. B. (2015). "Output, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and International Trade: Evidence from a Panel of 69 Countries". *Renewable Energy*, 83(1): 799-808.
- JOSEPH T. E. & CHARLES A. C. (2021). "Renewable Energy Consumption, Environmental Sustainability, and Economic Growth in Developing Countries". *Asian Bulletin of Energy Economics and Technology*, 6(1): 43-49.
- KILIC N. O. & ACDOYURAN B. (2018). "Yenilenebilir Enerji Kullanımı ve CO₂ Salınımının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Amerika Örneği". *Proceedings of the İksad International Conference on Sciences*, 1(2): 2-11.

- LEE C-C. & CHANFG C-P. (2005). "Structural Breaks, Energy Consumption, And Economic Growth Revisited: Evidence from Taiwan". *Energy Economics*, 27(6): 857-872.
- LEE J. W. (2019) "Long-Run Dynamics of Renewable Energy Consumption on Carbon Emissions and Economic Growth in the European Union". *Proceedings of the International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 26(1): 69-78.
- LEITAO N. C. (2014). "Economic Growth, Carbon Dioxide, Renewable Energy and Globalization". *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3): 391-399.
- LIN B. & MOUBARAK M. (2014). "Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus for China". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40(1): 111-117.
- LISE W. & VAN MONFORT K. (2007). "Energy Consumption and GDP in Turkey: Is There A Co-Integration Relationship?". *Energy Economics*, 29(6): 1166-1178.
- MENYAH K. & WOLDE-RUFAEL Y. (2010). "Energy consumption, pollutant emissions and economic growth in South Africa". *Energy Economics*, 32(6): 1674-1382.
- MOMBEINI H. & CHAMZINI A. Y. (2015). "Modeling gold price via artificial neural network". *Journal of Economics and Business Management*, 3(1): 699-703.
- NARAYAN P. K. & SMYTH R. (2008). "Energy Consumption and Real GDP in G7 Countries: New Evidence From Panel Cointegration With Structural Breaks". *Energy Economics*, 30(5): 2331-2341.
- NEAGU O. & HAIDUC C. & ANGHELINA, A. (2021). "Does Renewable Energy Matter for Economic Growth in Central and Eastern European Countries? Empirical Evidence from Heterogeneous Panel Cointegration Analysis". *Studia Universitatis, Vasile Goldis, Arad-Economics Series*, 31(1): 34-59.
- OCAL O. & ASLAN A. (2013). "Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus in Turkey". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28(1): 494-499.
- ODUGBESAN J. A. & RJOUB H. (2020). "Relationship Among Economic Growth, Energy Consumption, CO₂ Emission and Urbanization: Evidence from MINT Countries". *SAGE Open*, 10(2): 22-28.
- OZSAHIN S. & MUCUK M. & GERCEKER M. (2016). "Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi". *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4): 111-130.
- PAO H. T. & FU H. C. (2013). "Renewable Energy, Non-Renewable Energy and Economic Growth in Brazil". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25(1): 381-392.
- PEARSON S. (2021). "The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth in Croatia". *Zagreb International Review of Economics and Business*, 24(1): 113-126.
- RAFINDADI A. A. & OZTURK I. (2017). "Impacts of Renewable Energy Consumption on the German Economic Growth: Evidence from Combined Cointegration Test". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75(1): 1130-1141.
- SADORSKY P. (2009). "Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies". *Energy Policy*, 37(10): 4021-4028.
- SALIM R. A. & HASSAN K. & SHAFIEI S. (2014). "Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Activities: Further Evidence from OECD Countries". *Energy Economics*, 44(1): 350-360.
- SEBRI M. & BEN-SALHA O. (2014). "On the Causal Dynamics Between Economic Growth, Renewable Energy Consumption, CO₂ Emissions and Trade Openness: Fresh Evidence From BRICS Countries". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39(1): 14-23.
- SHAHBAZ M. & LOGANATHAN N. & ZESHAN M. & ZAMAN K. (2015). "Does Renewable Energy Consumption add in Economic Growth? An application of Auto-Regressive Distributed Lag Model in Pakistan". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44(2): 576-585.
- SHAKOURI B. & YAZDI S. K. (2017) "Causality between Renewable Energy, Energy Consumption, and Economic Growth". *Energy Sources Part B Economics, Planning and Policy*, 12(4): 1-8.
- SILVA S. & SOARES I. & PINHO C. (2012). "The Impact of Renewable Energy Sources on Economic Growth and CO₂ Emissions: A SVAR Approach". *European Research Studies Journal*, 15(4): 133-144.

- SIMELYTE A. & DUDZEVICIUTE G. (2017). "Consumption of Renewable Energy and Economic Growth". Proceedings of the 5th International Scientific Conference on Contemporary Issues in Business, Management and Education, 1(2): 17-26.
- SOYTAS U. & SARI R. & OZDEMIR O. (2001). "Energy Consumption and GDP Relations in Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis". Economics and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings, 1(2): 838-844.
- TAGHVAEE V. M. & SHIRAZI J. K. & BOUTABBA M. A. & ALOO, A. S. (2017) "Economic Growth and Renewable Energy in Iran". Iranian Economic Review, 21(4): 789-808.
- TIEP L. T. & HUAN N. Q. & HONG T. T. (2020). "The Impact of Renewable Energy on Sustainable Economic Growth in Vietnam". International Journal of Energy Economics and Policy, 10(6): 359-369.
- TIWARI A. K. (2011). "A Structural VAR Analysis of Renewable Energy Consumption, Real GDP and CO₂ Emissions: Evidence from India". Economics Bulletin, 31(2): 1793-1806.
- TUGCU C. T. & OZTURK I. & ASLAN A. (2012). "Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence from G7 Countries". Energy Economics, 34(6): 1942-1950.
- WORLD BANK TÜRKİYE DATABASE, <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.RNWX.ZS?locations=TR>, accessed on 10.04.2023.
- YI H. (2013). "A Clean Energy Policies and Green Jobs: An Evaluation of Green Jobs in U.S. Metropolitan Areas". Energy Policy, 56(1): 644-652.
- YIKUN Z. & GUL, A. & SALEEM S. & SHABBIR M. S. (2021). "The Relationship between Renewable Energy Sources and Sustainable Economic Growth: Evidence from SAARC Countries". Environmental Science and Pollution Research, 28(1): 1-10.
- YILMAZER M. & CINAR S. (2015). "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği". Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 30(1): 55-78.
- ZEB R. & SALAR L. & AWAN U. & ZAMAN K. & SHAHBAZ M. (2014). "Causal Links Between Renewable Energy, Environmental Degradation and Economic Growth In Selected SAARC Countries: Progress Towards Green Economy". Renewable Energy, 71(3): 123-132.

İşsizlik ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1961-2021)^a

The Relationship between Unemployment and Economic Growth: The Case of Türkiye (1961-2021)

Merve YAĞMUR^b

Özet

Makroekonomi politikaları açısından ekonomik büyümeyi sağlamak ve işsizlik sorununu azaltmak, ülke ekonomileri için oldukça önem arz etmektedir. Bu sebeple geçmişten günümüze çok sayıda ülke için ekonomik büyüme ve işsizlik değişkenleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için birçok çalışma yapılmıştır. İşsizlik, genel olarak bütün ülkeleri yakından ilgilendiren; ekonomik, sosyal, siyasi sebepleri ve sonuçları bulunan iktisadi bir sorundur. İşsizliğin boyutu, her ülkeye göre farklı olabilmekte ve ekonomik gelişmelere bağlı olarak bazı değişkenlikler gösterebilmektedir. Bu yönü nedeniyle işsizliğin; friksiyonel, yapısal, doğal ve gizli işsizlik gibi türlerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu çalışmada, Türkiye’de 1961-2021 yılları arasındaki işsizlik, büyüme ve enflasyon verileri kullanılmıştır. Bu verilerin aralarındaki ilişki ise ARDL eşbütünleşme analizi ile test edilmiştir. İşsizlik ve enflasyon arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu saptanmış ve Phillips eğrisinin Türkiye için geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İşsizlik, Ekonomik Büyüme, Enflasyon, ARDL Sınır Testi Yaklaşımı.

Jel Kodları: E24, F43, E31, O49.

Abstract

In terms of macroeconomic policies, it is very important for the economies of the countries to ensure economic growth and reduce the unemployment problem. For this reason, many studies have been carried out to determine the relationship between economic growth and unemployment variables for many countries from past to present. Unemployment, in general, is closely related to all countries; It is an economic problem with economic, social, political causes and consequences. The size of unemployment may differ according to each country and may show some variability depending on economic developments. Because of this aspect of unemployment; It has led to the emergence of types such as frictional, structural, natural and hidden unemployment. In this study, unemployment, growth and inflation data for the years 1961-2021 in Turkey were used. The relationship between these data was tested with ARDL cointegration analysis. It has been determined that there is a negative relationship between unemployment and inflation and it is concluded that the Phillips curve is valid for Turkey.

Key Words: Unemployment, Economic Growth, Inflation, ARDL Boundary Test Approach.

Jel Codes: E24, F43, E31, O49.

^a Çalışma, Merve Yağmur tarafından Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Torun’un danışmanlığında 2022 yılı Ekim ayında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İktisat Anabilim Dalında kabul edilmiş olan “Türkiye’de İşsizlik ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Ampirik Bir Uygulama” adlı Yüksek Lisans Tezinden türetilmiştir.

^bYüksek Lisans Öğrencisi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, merveyagmur__@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-8548-5259.

1. GİRİŞ

Ekonomik büyüme ve işsizlik sorunu, az gelişmiş ülkelerde olduğu gibi gelişmiş ülkeler için de oldukça önemli bir konudur. Bu nedenle ülkemizde üzerinde durulan konuların başında gelmektedir. Dolayısıyla işsizlik problemini azaltmak ve ekonomik büyümeyi sağlamak adına geniş ve farklı açılardan bakan birçok analiz yapılmıştır. Ülkelerin amaçlarından biri, ekonomik büyüme sayesinde üretimi artırmak daha sonra istihdam yaratmak ve bu sayede işsizliği azaltmaktır. Ancak günümüzde ekonomik büyüme sağlanmasına karşın, işsizliğin azaltılmadığı dönemler olduğu göze çarpmaktadır.

Okun Kanunu'nda olduğu gibi iktisadi büyüme ve işsizlik arasındaki negatif yönlü ilişkinin bazı ülkeler için geçerli olduğu araştırmalar sonucunda ortaya çıkmış olsa da genellikle Türkiye'nin de içinde olduğu gelişmekte olan ülkeler açısından tüm sonuçlar farklılık gösterebilmektedir.

Bir ekonomide çalışma gücünde ve kabiliyetinde olup, piyasada geçerli (cari) ücret düzeyinde iş aradığı halde iş bulamayanların oluşturduğu iktisadi probleme işsizlik adı verilmektedir.

İşsizlik, ülkelerin ekonomik ya da gelişmişlik düzeyine bakılmaksızın her ülkede ortaya çıkabilecek iktisadi bir problemdir. Bu sorunu önlemek için birçok çözüm yolu üretilmiş ve uygulanmıştır.

İşsizliği azaltmak veya istihdamı artırmak için kısa vadeli değil de uzun vadeli ancak daha sürdürülebilir bir iktisadi büyüme sağlanması gerekmektedir. Bu sebeple işsizlik probleminin, ortaya çıkarmış olduğu etkileri nedeniyle daha geniş, karmaşık ve daha önemli bir konu olduğunu ileri sürmek mümkündür.

Bu çalışmanın amacı; Türkiye'de 1961-2021 yılları arasındaki verileri kullanarak ekonomik büyüme ve işsizlik arasındaki ilişkiyi analiz etmektir. Bu çerçevede çalışmada ilk olarak, ekonomik büyüme, işsizlik ve enflasyon ile ilgili yapılmış olan ulusal ve uluslararası ampirik çalışmalara yer verilecektir. Daha sonra Türkiye'de işsizlik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test etmek için hangi verilerin ele alınacağına, bu verilerin dönem aralıklarına ve hangi yöntemlerin kullanılacağına yer verilecektir. Son bölümde ise, yapılan ekonometrik uygulamanın sonuçlarına değinildikten sonra ortaya çıkan bulgular yorumlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde ekonomik büyüme ve işsizlik üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, değişkenler arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığını tespit edebilmek için genellikle Okun Kanunu'ndan yararlanılmıştır. Ele alınan çalışmalarda işsizlik oranları kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda, işsizlik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin kısa ya da uzun dönemde farklılık gösterdiği göze çarpmıştır. Ayrıca yapılan çalışmalarda ele alınan dönemlere ilişkin farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Çalışmanın bu bölümünde, işsizlik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki ile ilgili ulusal ve uluslararası ampirik çalışmalara ve bu çalışmaların sonuçları hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Brauninger ve Pannenberg (2002) yapmış oldukları çalışmalarında, 1960 ve 1990 yılları arasındaki 13 OECD ülkesine ait verileri kullanmışlardır. Çalışmalarında işsizlik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel yöntemi ile analiz etmişlerdir. Çalışmada, işsizlik ile uzun vadeli büyüme arasında ters yönlü bir ilişki olduğunu saptamışlardır. İşsizlik oranında bir artış yaşandığında, uzun vadede verimlilik düzeyinde azalma meydana geldiğini gözlemlemişlerdir.

Silvapulle vd. (2004) çalışmalarında, 1947 ve 1999 yılları arasındaki savaş sonrası ABD ekonomisinin üçer aylık verilerini ele almışlardır. Çalışmanın sonucuna göre, ekonomi daralma döneminde iken yaşanan ekonomik büyümenin, genişleme dönemine kıyasla işsizlik oranını azaltıcı etkisinin daha fazla olduğu ispatlanmıştır.

Yüceol (2006), Türkiye'de 1950 ve 2004 yılları arasındaki Okun Yasası'nın geçerliliğini VAR eşbütünleşme testi ile analiz etmiştir. Bulgulara göre, ekonomik büyüme ve işsizlik oranları arasında bir nedensellik ilişkisinin olmadığı ancak varyans ayrıştırması sonuçlarına göre, işsizlik oranlarındaki değişimlerde ekonomik büyümenin uzun dönemde etki ettiği görülmüştür.

Noor vd. (2007) çalışmalarında, Malezya ekonomisinin 1970-2004 dönemine ait verilerini kullanarak Okun Kanunu'nu nedensellik testi ile analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre, Okun Kanunu geçerlidir. Değişkenler arasında da ters yönlü bir korelasyon olduğu gözlenmiştir.

Hori (2008) çalışmasında, iktisadi büyüme ve işsizlik ile beraber konjonktür dalgalanmaları da incelemiştir. Çalışma bulgularına göre, uzun vadeli büyüme oranı ile işsizlik arasında ters bir ilişki olduğu ve kalıcı bir şok etkisinin de işsizliğe sebep olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geçici bir şok etkisinin ekonomide tam istihdama olanak sağladığı görülmüştür. Özetle, işsizliğin sebebinin konjonktürel dalgalanmalar olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Dritsaki ve Dritsakis (2009) çalışmalarında, İspanya, Portekiz, İtalya ve Yunanistan ekonomisinin 1961 ve 2002 yılları arasındaki GSMH ve işsizlik verilerini kullanarak Okun katsayısını bulmaya çalışmışlardır. Yapmış oldukları çalışmanın sonuçlarına göre Okun katsayıları, İspanya için - 0.017, Portekiz için - 0.016, İtalya için - 0.024 ve Yunanistan için -0.007 olarak hesaplanmıştır. Çalışmalarında, Hodrick-Prescott filtresi yönteminden yararlanmışlardır. Çalışma sonucuna göre İtalya, reel GSMH değerindeki düşüşten dolayı işsizlik oranına yansıyan maliyetten daha fazla etkilenmektedir.

Ceylan ve Şahin (2010) çalışmalarında, 1950 ve 2007 yılları arasındaki Türkiye ekonomisinin verilerini kullanarak Okun ilişkisinin simetrik olup olmadığını bulmaya çalışmışlardır. Yapmış oldukları çalışmalarında, Reel GSMH ve işsizlik oranlarını kullanarak TAR ve M-TAR modelinden faydalanmışlardır. Yapılan çalışmada, Türkiye’de Okun katsayısının asimetrik olduğu gözlemlenmiştir.

Muratoğlu (2011) çalışmasında, Granger Nedensellik Testi yardımıyla Türkiye için 2000 ve 2011 yılları arasındaki üçer aylık istihdam ve GSYİH verilerini incelemiştir. Çalışma bulgularına göre, istihdam ve GSYİH arasında Granger nedeni olmadığı gözlemlenmiştir.

Hutengs ve Stadtmann (2013) çalışmalarında, 1983 ve 2011 yılları arasında ekonomik büyüme ve işsizlik verileri ile ortaya çıkan Okun katsayısının, EURO bölge ülkelerinde ne gibi değişiklikler gösterdiğini En Küçük Kareler Yöntemini kullanarak test etmiştir. Çalışma bulgularına bakıldığında, yaşanan ekonomik krizlerin işsizlik oranlarını olumsuz yönde etkilediği ancak genç işsizlik oranlarını daha fazla olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Zanin (2014) çalışmasında, OECD ülkelerinin 1998 ve 2012 yılları arasındaki ekonomik büyüme ve işsizlik verilerini En Küçük Kareler Yöntemi ile test etmiştir. Çalışma bulgularına bakıldığında, erkek nüfusunun Okun katsayısının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bununla beraber ekonomik krizlerden en fazla etkilenen grubun genç nüfus olduğu sonucuna varılmıştır.

Akay vd. (2016) çalışmalarında, Türkiye ekonomisi için 1969 ve 2014 yılları arasındaki GSYİH ve işsizlik verilerini kullanarak Markov Rejim Değişim Modeliyle analiz etmişlerdir. Analize göre, ele alınan dönemde çıktı düzeyi ve işsizlik oranları arasında kısa ve uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmalarında, iktisadi büyüme ve işsizlik oranları arasındaki ilişkinin, ekonominin küçülme evrelerinde daha güçlü olduğunu gözlemlenmişlerdir.

Tekkulak (2017) çalışmasında, Türkiye ekonomisi için 2000 ve 2015 yıllarını kapsayan dönemde, iktisadi büyüme ve işsizlik oranları arasındaki ilişkiyi, VAR Modelinden yararlanarak incelemiştir. Analiz bulgularına göre, iktisadi büyüme ve işsizlik oranları arasında çok az da olsa bir ilişkinin var olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte Granger nedensellik testine göre, iktisadi büyüme ve işsizlik oranları arasında bir nedensellik ilişkisinin var olduğu görülmüştür.

Öztürk ve Sezen (2018) çalışmalarında, Türkiye ekonomisi için 2005 ve 2017 yıllarını kapsayan dönemde, iktisadi büyüme ve işsizlik oranları arasındaki ilişkiyi, Engle-Granger eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerinden faydalanarak incelemiştir. Analiz sonuçlarına göre, ele alınan değişkenlerin eşbütünleşik olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca iktisadi büyümeden işsizliğe doğru tek yönlü bir nedenselliğin var olduğu buna karşın, işsizlikten iktisadi büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Karabulut (2019), Türkiye için 2003-2018 seneleri arasındaki iktisadi büyüme ve enflasyon verilerini Granger nedensellik testinden yararlanarak incelemiştir. Analize göre, iktisadi büyüme ve enflasyon değişkeninin arasında bir nedensellik bulunmadığı sonucu elde edilmiştir.

Tumanoska (2020), 1991-2020 dönemi için büyüme ve işsizlik arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Analizde, Panel ARDL test yöntemini kullanmıştır. Seçilmiş 14 Avrupa Birliği ve 7 Güney Doğu Avrupa ülkelerini ele almıştır. Analiz sonuçlarına göre, ekonomik büyümedeki %1’lik artış, işsizlikte sırasıyla Avrupa Birliği ülkeleri için %1,5, Güney Doğu Avrupa Ülkeleri için ise %0,25 oranında azalışa yol açtığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, Okun Kanunu’nun geçerli olduğu varsayımına ulaşılmıştır.

Ak (2021) çalışmasında, ülkemizde 2005:1-2020:9 yıllarını kapsayan iktisadi büyüme ve enflasyon oranlarının işsizlik oranları üzerinde göstermiş olduğu etkiyi ARDL metodu ile analiz etmiştir. Sonuç olarak, ülkemizde işsizlik, enflasyon oranı ve iktisadi büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı gözlemlenmiştir. İşsizlik ve iktisadi büyüme arasında olumsuz, işsizlik ve enflasyon arasında olumlu bir ilişki elde edilmiştir.

Buyrukoğlu ve Mercan (2022) çalışmalarında, ülkemizde 2009:5-2021:11 yılları arasındaki işsizlik ve enflasyonun aylık verilerinden faydalanarak aralarındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. İşsizlik ve enflasyonun durağan olup olmadıklarını Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) yöntemlerini kullanarak test etmişler ve sonrasında geleneksel birim kök testlerinin yapısal kırılmaları göz önünde bulundurmamasına ait yargılar yönünde geliştirilen Zivot-Andrews birim kök analizini uygulamışlardır. Serilerin birlikte hareket edip etmediğini belirlemek için Engle-Granger eşbütünleşme testini kullanmışlardır. Analizin sonucuna göre, işsizlik ve enflasyon arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu ve

enflasyondan işsizliğe doğru nedensellik ilişkisinin varlığı doğrultusunda Phillips Eğrisinin ülkemizde incelenen dönemde geçerli olduğu gözlemlenmiştir.

Özer (2022) çalışmasında, ülkemizde 2005:Q1-2021:Q1 dönemine ait işsizlik ve iktisadi büyüme oranlarının üç aylık zaman serilerini kullanarak aralarındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Analizde öncelikle değişkenlerin durağanlık durumlarını kesirli frekanslı Fourier Genişletilmiş Dickey-Fuller birim kök testi ile araştırmıştır. Sonrasında, değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını test etmek amacıyla kesirli frekanslı Fourier ARDL sınır testini ele almıştır. Analizin sonucuna göre, uzun ve kısa dönemde büyümeden işsizliğe doğru tek yönlü negatif bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Ekonomik büyümede ortaya çıkan bir birimlik yükseliş, işsizlik oranının uzun dönemde 1.48 birim, kısa dönemde ise 0.09 birim düşmesine neden olmaktadır.

Ekonomik büyüme, işsizlik ve enflasyon arasındaki ilişkiye yönelik yapılan literatür çalışmaları değerlendirildiğinde; işsizlik ve enflasyon arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu ve enflasyondan işsizliğe doğru nedensellik ilişkisinin varlığı doğrultusunda Phillips Eğrisinin ele alınan ülkelerde incelenen dönemde geçerli olduğu gözlemlenmiştir.

3. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye’de işsizlik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test etmek için hangi verilerin ele alınacağına, bu verilerin dönem aralıklarına ve hangi yöntemlerin kullanılacağına yer verilmiştir.

3.1. Veri

Çalışmada, Türkiye’de işsizlik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmek için kullanılan değişkenler aşağıdaki tabloda verilmiştir. İlgili dönem aralığı ise 1961-2021 dönemini kapsamaktadır. Çalışmanın amacına yönelik oluşturulan bu değişkenler ilk olarak durağanlık testinden geçirilmiş ve kaçınıcı dereceden entegre olduğu belirlenmiştir. Devamında değişkenler arasında ARDL sınır testi analizi yapılmıştır.

Tablo 1. Analizde Kullanılan Değişkenler

İşsizlik	İşsizlik Oranı (%)
Büyüme	GSYİH Büyüme Oranı (%)
Enflasyon	Enflasyon Oranı (TÜFE) (%)

Türkiye’de işsizlik, ekonomik büyüme ve enflasyon arasındaki ilişki ARDL eşbütünleşme analizi ile test edilmiştir. Veriler, Dünya Bankası veri tabanından alınmıştır. İlk olarak verilere durağanlık araştırması yapılarak durağanlık seviyesi belirlenmiştir.

Türkiye’de işsizlik, ekonomik büyüme ve enflasyon arasındaki ilişkiye yönelik oluşturulan model şu şekildedir:

$$\text{İşsizlik} = \beta_0 + \beta_1 \text{Büyüme} + \beta_2 \text{Enflasyon} + \epsilon_t$$

Oluşturulan modele göre ϵ_t hata terimini göstermektedir.

3.2. Metodoloji

Analizin bu bölümünde birim kök testleri hakkında bilgilere yer verildikten sonra değişkenler arasındaki ilişkiye yönelik ARDL eşbütünleşme analiz testine yer verilmiştir.

3.2.1. Birim Kök Sınaması

Zaman serisinde verilerin işleme alınmadan durağanlığına bakılması önem taşımaktadır. Durağanlaştırmada ise, fark alma işlemleri ile serilerin durağanlığının yakalanıp yakalanmadığına bakılmaktadır. Değişken, durağan olmayan bir yapıda ise sahte regresyon sorununa neden olabilir.

Durağanlaştırma sürecinin tanımını kısaca şöyle verebiliriz: Herhangi bir trend etkisi olmayan, varyansı ve ortalaması sabit iken, kovaryansı dönem arasındaki farka bağlı olan bir süreçtir. Bu sürece yönelik ilgili varsayımlar sağlanmıyorsa, değişkenler durağan olmayan zaman serisi şeklinde ifade edilmektedir (Uğurlu, 2019: 3).

Çalışmada, durağanlık için ADF ve PP birim kök testleri dikkate alınmıştır. Durağanlık sınaması yapıldıktan sonra modeldeki değişkenler arasındaki ilişkiye yönelik ARDL eşbütünleşme analiz testi uygulanmış ve değerlendirme yapılmıştır.

Durağanlık yakalandığında değişkenler sabit ortalama ve varyansa sahip oldukları için herhangi bir şokun etkisi geçici özellik göstermektedir. Durağanlık yakalanmadığında ise, serilerde değişen varyans problemi görülmekte ve geçmişteki bir şokun etkisi kalıcı hale dönüşebilmektedir. Başka bir ifadeyle değişkenlerdeki trendden dolayı birbirleri ile ilişkisi olmayan

değişkenlerin yapılan testler sonucu aralarında ilişki olduğu görülmektedir. Yani durağan olmayan seriler arasındaki ilişki sahte regresyon şeklinde kendini gösterebilir. Bundan dolayı fark alma işlemi gerekli görülmektedir (Tarı, 2002: 373-375; Uğurlu, 2019: 6-7).

ADF sürecinde serilerin otoregresif (AR) bir süreçle ifade edilip edilmeyeceğine göre hareket edilmektedir. Burada serinin t dönemdeki değeri ile t-1 dönemdeki değeri arasında bir regresyon oluşturularak birinci dereceden otoregresif model ortaya konulmaktadır. Ek olarak PP birim kök testine bakıldığında ise, aynı şekilde ADF birim kök testindeki model dikkate alınmaktadır (Aytaç, 2017: 217).

ADF testinde p-inci dereceden bir otoregresif süreç aşağıda gösterildiği gibi (1) nolu denklemde oluşturulmuştur.

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \Phi_3 Y_{t-3} + \dots + \Phi_p Y_{t-p} + z_t \quad (1)$$

(1) nolu denklemde, birinci dereceden bir otoregresif süreç modelinde hata terimi (z_t) serisel korelasyonlu olduğu verisi olduğundan bu korelasyonu yok etmek için modele değişkenin gecikmeli değerlerini veya hata teriminin aldığı değerler dâhil edilmektedir. Burada Δ simgesi fark alma işlemi, δ_i terimi fark işleminde Φ 'ların genel fonksiyonlarını ifade etmektedir.

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \delta_1 \Delta Y_{t-1} + \delta_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \delta_p \Delta Y_{t-p} + \epsilon_t \quad (2)$$

(2) nolu denklemde Dickey-Fuller sürecinden Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) sürecine geçilmiştir. Burada oluşturulan yeni denklemler aşağıda verilmektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 323);

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \epsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta Y_t = \mu + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \epsilon_t \quad (4)$$

$$\Delta Y_t = \mu + \beta t + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \epsilon_t \quad (5)$$

Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) sürecine yönelik oluşturulan bu modeller sırasıyla sabitsiz ve trendsiz, sabitli ve trendsiz, sabitli ve trendli olmak üzere belirlenmektedir (Öztürk ve Sezen, 2018: 6).

Hipotezler açısından bakıldığında ise, H_0 hipotezi red edilebiliyorsa değişkenin durağan olduğu belirlenmektedir. Ek olarak durağanlıkta hatalar arasındaki otokorelasyon sorununu yok etmek için gecikme uzunluklarının belirlenmesi gerekmekte ve bunun içinde farklı kriterlere bakılarak değerlendirme yapılmaktadır. Bu kriterler; Akaike Bilgi Kriteri, Schwarz Bilgi Kriteri, Hannan-Quinn Kriteri gibi değerlerdir (Uğurlu, 2019: 8-9).

Sıfır hipotezi ($H_0: \delta = 0$), serinin durağan olmadığını yani birim kök içerdiğini, alternatif hipotez ($H_1: \delta < 0$) ise, değişkenin durağan olduğu ve birim kök içermediğini göstermektedir (Öztürk ve Sezen, 2018: 6). Başka bir deyişle hesaplanan test istatistiğinin daha küçük olması halinde sıfır hipotezi red edilerek serinin durağan olduğu görülür. Diğer taraftan hesaplanan test istatistiğinin daha büyük olması durumunda ise, serinin durağan olmadığı belirlenmiş olur (Uğurlu, 2019: 11).

Kullanılan kısaltmalar ve simgelere bakıldığında, denklemlerdeki Y_t , t dönemde kullanılan zamanı, μ sabit terimi, βt zaman trendini, ϵ_t hata terimini ve p 'de gecikme uzunluğunu verir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 323).

Çalışmada ikinci birim kök sınaması PP birim kök testi dikkate alınarak yapılmıştır. PP testinde ilk olarak ele alınan ADF sürecine ek şekilde hata terimleri arasında korelasyon olmadığı hipotezi genişletilmiş ve yeni süreç oluşturulmuştur (Ümit, 2007: 163);

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \epsilon_t \quad (6)$$

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 (t-T/2) + \epsilon_t \quad (7)$$

Burada ilgili denklemlerde T gözlem sayısını, ϵ_t hata terimini ifade etmektedir. Hata terimleri arasında serisel korelasyonun olmadığını belirten ifade ise hata ϵ_t teriminin ortalamasının sifıra eşit olmasını gerektirmektedir.

PP testi, hatalarda meydana gelen serisel korelasyon ve değişen varyans sorunu yok etmek için ADF ile farklı yola başvurmaktadır. Bu amaçla ADF'de otokorelasyonu kaldırmak için gecikmeli değerlerden yararlanılırken bu testte DF denklemini tahmin ederek t istatistikleri yeniden düzenlenmiştir. Bu açıdan bakıldığında, test yanlış temel hipotezi reddetmek için daha güçlü konumdadır.

Ayrıca PP testi, ADF testinden farklı olarak yapısal değişimleri de dikkate aldığından bir ayırım söz konusudur. Diğer bir ifadeyle PP testi, ADF sürecini farklılaştırarak tekrarlamaktadır. PP sürecine ilişkin testte hipotezler aşağıdaki gibi sıfır ve alternatif hipotezler için ayrı ayrı verilmektedir (Perron, 1989: 1363-1365; Uğurlu, 2019: 14).

Sıfır Hipotezine yönelik:

$$y_t = \mu + dD(TB)_t + y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (8)$$

$$y_t = \mu + y_{t-1} + (\mu_2 - \mu_1)DU + \varepsilon_t \quad (9)$$

$$y_t = \mu + y_{t-1} + dD(TB)_t + (\mu_2 - \mu_1)DU + \varepsilon_t \quad (10)$$

Alternatif Hipoteze yönelik:

$$y_t = \mu + \beta_1 t + (\mu_2 - \mu_1)DU + \varepsilon_t \quad (11)$$

$$y_t = \mu + \beta_1 t + (\beta_2 - \beta_1)DTt^* + \varepsilon_t \quad (12)$$

$$y_t = \mu + \beta_1 t + (\mu_2 - \mu_1)DU + (\beta_2 - \beta_1)DTt + \varepsilon_t \quad (13)$$

Burada $t > TB$ ise $DTt^* = t - TB$ ve $DTt = t$ olur.

Verilen bu denklemlerde “ $t = TB + 1$ ise $D(TB)_t = 1$ iken, $t > TB$ ise $DU_t = 1$ olacak ve birim kökün varlığını gösteren sıfır hipotezi kabul edilir. Açıklama olarak (8) nolu denklem serinin düzeyinde dışsal bir kırılmayı vermektedir.

(9) nolu denklem de büyüme oranındaki dışsal değişimleri ve (10) nolu denklem de hem serinin düzey değerindeki kırılmayı hem de büyüme oranındaki dışsal değişimi vermektedir. TB ise örnek verilmesi açısından trend fonksiyonda oluşan parametrelerdeki değişimi göstermektedir. Ayrıca DU ve DT kukla değişkenlerini göstermektedir. $(\mu_2 - \mu_1)$ katsayısı da trend fonksiyonun sabitteki değişimini, $(\beta_2 - \beta_1)$ katsayısı da trend fonksiyonunun eğimindeki değişimi vermektedir” (Karanfil ve Kılıç, 2015: 8-9; Aytaç, 2017: 217).

Bu testte yapısal değişimleri dikkate alan genişletilmiş ADF modelleri aşağıda (14), (15) ve (16) nolu denklemlerde olduğu gibi verilmektedir.

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_1 + \theta D(TB)_t + \delta DU_t + (\rho - 1)Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \pi_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (14)$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_1 + \delta DU_t + \gamma DT_t + (\rho - 1)Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \pi_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (15)$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_1 + \theta D(TB)_t + \delta DU_t + \gamma DT_t + (\rho - 1)Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \pi_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (16)$$

Burada test için birim kök araştırması ya da çıkarım “ $\alpha_1 = 1$ istatistiği Peron’un t kritik değeri ile karşılaştırma yapılarak oluşturulur. $tai(\gamma)$ değeri hesaplanan değeri gösterirken bu istatistikler $\gamma = TB/T$ olarak kırılma noktasına göre belirlenmektedir. Burada T gözlem sayısı, TB kırılma yılı, γ da kırılma noktasının konumu ifade ettiğinden $tai(\gamma) < Ka$ (γ) olduğunda sıfır hipotezi red olacaktır”. Yani durağanlık sağlanmış olur (Karanfil ve Kılıç, 2015: 8-9; Ümit, 2007: 166).

3.2.2. ARDL Yaklaşımı

Değişkenler aynı seviyede durağan değil ise ARDL modeli kullanılabilir. Bu model, farklı düzeylerde durağan çıkan veya farklı düzeyde birim kök içeren değişkenler arasındaki eşbütünlüşme ilişkisine yönelik bir testtir.

Analizde ilk olarak eşbütünlüşmenin olup olmadığının tespit edilebilmesi için uygun gecikme uzunluğuna bakılmaktadır. Uygun gecikme uzunlukları ise, Akaike ve Swartz kriterine göre belirlenmekte ve model En Küçük Kareler yöntemi (EKK) ile tahmin edilmektedir. Modelde kurulacak hipotezler aşağıda gösterildiği gibi oluşturulmaktadır:

$$H_0 : \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = 0 \text{ (Eşbütünlüşme ilişkisi yoktur.)}$$

$$H_1 : \varepsilon_1 \neq \varepsilon_2 \neq \dots \neq 0 \text{ (Eşbütünlüşme ilişkisi vardır.)}$$

Hipotezlerin sınanmasında hesaplanan F test değerleri ile alt ve üst sınırlar belirlenerek karşılaştırma yapılmaktadır. Alt sınır, F test değerlerinden büyük ise eşbütünlüşme ilişkisinin olmadığı yani H_0 hipotezinin kabul edildiği görülmektedir. Bu durumda kullanılan değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisi yoktur.

Diğer taraftan F test değeri, üst sınırdan büyük ise eşbütünlüşme ilişkisinin olduğu yani H_1 hipotezinin kabul edildiği görülmektedir. Bu durumda kullanılan değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisi vardır. Eğer hesaplanan F test değeri alt ve üst sınır arasında kalırsa bu durumda ise eşbütünlüşme ilişkisinin varlığı hakkında kesin bir çıkarım yapılamamaktadır. Analizin sonrasında ise, uzun dönem ilişkinin tespitine bakılmaktadır (Hepsağ, 2009: 177-180; Korap, 2020: 207).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmanın bu bölümünde, yapılan ekonometrik uygulamaların sonuçlarına değinildikten sonra ortaya çıkan bulgular yorumlanmıştır.

4.1. Uygulama Sonuçları

Uygulama sonuçlarına yönelik bulgular ve değerlendirmeler aşağıdaki tablolarda paylaşılmıştır. Türkiye’de işsizlik, ekonomik büyüme ve enflasyon arasındaki ilişkiyi analiz etmek için kullanılan değişkenlerin birim kök testi süreci değerlendirilerek sonrasında ARDL yaklaşımı sonuçları verilmiştir. Analizden elde edilecek sonuçların paylaşılmasından önce serilerin durağanlığı araştırılarak birim kök testi süreci değerlendirilmiştir.

Tablo 2. ADF Sonuçları

Değişkenler	Sabitli		Sabitli ve trendli	
	t-istatistik	Olasılık değeri	t-istatistik	Olasılık değeri
Büyüme	-7.598172	0.0000	-7.543763	0.0000
İşsizlik	-1.437064	0.5583	-2.665926	0.2541
F İşsizlik	-7.316519	0.0000	-7.252044	0.0000
Enflasyon	-1.962391	0.3024	-1.939577	0.6215
F Enflasyon	-8.275011	0.0000	-8.280135	0.0000

* F fark işlemcisini göstermektedir.

Tablo 2’de ADF testi sonuçları verilmektedir. Tabloda hem sabitli hem de sabitli ve trendli model dikkate alınarak hesaplanan t-istatistik ve olasılık değerleri görülmektedir. Değişkenlerden işsizlik ve enflasyon değişkenlerinin sabitli ve sabitli-trendli modeller dikkate alındığında seviyede birim köklü olduğu birinci farkı alındığında durağanlaştığı görülmektedir. Büyüme değişkeni ise, seviyede durağan bulunmuştur.

Modelde her iki değişken içinde %1 anlamlılık düzeyi dikkate alınarak sabitli, sabitli ve trendli modeller değerlendirilmiştir.

Kısaca, ADF’de değişkenlerden işsizlik ve enflasyon birinci dereceden entegre çıkmış, büyüme ise seviyede durağan çıkmıştır.

Tablo 3. PP Sonuçları

Değişkenler	Sabitli		Sabitli ve trendli	
	t-istatistik	Olasılık değeri	t-istatistik	Olasılık değeri
Büyüme	-7.593736	0.0000	-7.537032	0.0000
İşsizlik	-1.256070	0.6443	-2.772793	0.2129
F İşsizlik	-7.658873	0.0000	-7.566817	0.0000
Enflasyon	-1.910943	0.3252	-1.870919	0.6571
F Enflasyon	-8.334644	0.0000	-8.433107	0.0000

* F fark işlemcisini göstermektedir.

Tablo 3’de PP testi sonuçlarına göre hem sabitli hem de sabitli ve trendli model dikkate alınarak t-istatistik ve olasılık değerleri verilmiştir. Değişkenlerden işsizlik ve enflasyon değişkenlerinin sabitli ve sabitli-trendli modeller dikkate alındığında seviyede birim köklü olduğu birinci farkı alındığında durağanlaştığı görülmektedir. Büyüme değişkeni ise, seviyede durağan bulunmuştur.

Modelde her iki değişken içinde %1 anlamlılık düzeyi dikkate alınarak sabitli, sabitli ve trendli modeller değerlendirilmiştir. Kısaca, PP testinde de değişkenlerden işsizlik ve enflasyon birinci dereceden entegre çıkmış, büyüme ise seviyede durağan çıkmıştır.

Durağanlık testlerinden görüldüğü üzere modelde ekonomik büyüme düzeyde durağan, işsizlik ve enflasyonun ise 1. farkta durağan olduğu görülmüştür. Bu sebeple ARDL sınır testi uygulanmıştır.

Modelde bağımlı değişken işsizlik iken, bağımsız değişkenler enflasyon ve büyüme değişkenleridir. ARDL modeli için uygun gecikme uzunluğu tespit edilmiş ve AIC kriteri dikkate alınarak elde edilen sonuçlar paylaşılmıştır.

Tablo 4. ARDL Model (3,1,2) Sonuçları

Anlamlılık düzeyi	Alt sınır	Üst sınır
%10	3.17	4.14
%5	3.79	4.85
%1	5.15	6.36
Hesaplanan F istatistik değeri	12.39929	

ARDL sınır testi sonuçlarına göre, hesaplanan F istatistik değerinin tablo üst kritik değerinden büyük olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle hesaplanan F istatistik değeri 12.39929 ile tablo üst kritik değerlerinden büyük olduğundan değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı söz konusudur.

Eşbütünleşme ilişkisine yönelik tahmin edilen kısa ve uzun dönem istatistik değeri ve sonuçlar ise tablo 5 ve tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 5. Kısa Dönem Model Sonuçları

Değişken	Katsayılar	Standart hata	t-değeri	Olasılık değeri
F(İşsizlik(-1))	0.094593	0.181175	0.522107	0.6040
F(İşsizlik(-2))	0.232480	0.131960	1.761746	0.0845
F(FEnflasyon)	-0.016122	0.009742	-1.654999	0.1044
F(Büyüme)	-0.092056	0.030604	-3.008004	0.0042
F(Büyüme(-1))	-0.103001	0.035897	-2.869373	0.0061
C	-0.011836	0.285605	-0.041442	0.9671
FEnflasyon(-1)	-0.034797	0.014772	-2.355573	0.0226
Büyüme(-1)	0.041606	0.053871	0.772312	0.4437
Fİşsizlik(-1)	-1.085912	0.225768	-4.809861	0.0000

Tablo 6. Uzun Dönem Model Sonuçları

Değişken	Katsayılar	Standart hata	t-değeri	Olasılık değeri
FEnflasyon	-0.032044	0.016461	-1.946637	0.0574
Büyüme	0.038314	0.051451	0.744665	0.4601
C	-0.010900	0.263605	-0.041348	0.9672

Tablo 6'da uzun dönem model sonuçlarına bakıldığında, enflasyon ile işsizlik arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. Uzun dönemde enflasyonda yaşanacak bir birimlik artış, işsizlik oranını 0.032044 birim azaltması beklenmektedir. Büyüme ile işsizlik arasında ise, istatistiksel olarak anlamsız ve pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir.

Tablo 7. Sınama Sonuçları

İstatistik değerleri	
Breusch-Godfrey LM test İstatistik değeri	1.142285
Jarque Bera İstatistik değeri	5.425521
Heteroskedasticity Testi istatistik değeri	1.069199

Tablo 7'deki sonuçlara göre Breusch-Godfrey LM Testi için otokorelasyonun olmadığı, Jarque Bera değeri için modelde normal dağılım sorunu olmadığı ve Heteroskedasticity için modelde değişen varyans sorununun olmadığı görülmektedir.

Özetle, modelde ekonomik büyüme düzeyde durağan iken, işsizlik ve enflasyon ise 1. farkta durağan durumdadır. Durağanlık belirlendikten sonra model oluşturulmuş ve bağımlı değişken işsizlik, bağımsız değişkenler de enflasyon ve büyüme değişkenleri olarak alınmıştır. Sonrasında ARDL modeli için uygun gecikme uzunluğu tespit edilmiş ve AIC kriteri dikkate alınarak elde edilen sonuçlar paylaşılmıştır.

ARDL sınır testi sonuçlarına göre, hesaplanan F istatistik değerinin tablo üst kritik değerinden büyük olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle hesaplanan F istatistik değeri, üst kritik değerlerden büyük olduğu için değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşsizlik, her şeyden önce insanların hayatlarını sürdürebilmeleri için ortadan kaldırılması gereken önemli bir konudur. İşsizliği pasif istihdam politikaları ile azaltmaya çalışmak yerine, ekonomik anlamda işsizliği ortadan kaldıracak önlemlerin alınması gerekmektedir. Başka bir ifadeyle aktif istihdam politikaları ile istihdam olanaklarının artmasını sağlayacak uygulamalar yapılmalıdır.

Bu çalışmanın amacı işsizliğin; sosyo-ekonomik, siyasal, kültürel ve psikolojik etkilerinin olduğu varsayımından hareketle günümüz toplumlarının en önemli sorunlarından biri olan işsizlik problemine karşı fikir geliştirmek ve ekonomik büyümeyi artırmaktır.

Çalışmada, enflasyon ve işsizlik arasında negatif yönlü bir ilişkinin varlığı tespit edilmiş ve Türkiye’de Phillips eğrisinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çerçevede enflasyonu arttıran her politika işsizliği azaltmakta, enflasyonu azaltan her politika ise işsizliği artırmaktadır. Büyüme ile işsizlik belirtilen dönem boyunca birbirini etkilemiş fakat uzun dönem model sonucuna bakıldığında, büyüme ile işsizlik arasında istatistiksel olarak anlamsız bir sonuç çıktığı görülmektedir.

Ülkemizde sağlıklı ve etkili bir işgücü piyasasının var olması, sürdürülebilir bir büyüme ortamının sağlanmasına ve ekonomik rekabet gücünün artırılmasına bağlıdır. İşgücüne katılım oranının az olmasının sebepleri arasında, tarımsal istihdamda azalma eğilimi sonucu köyden kente göçün artması, bununla beraber kadınların işgücünden uzaklaşmasına yol açması, ortalama eğitim süresinin uzamaya başlaması ve kadınların iş bulma umudunu kaybedip iş aramayı bırakması ile işgücü eğitim düzeylerinin düşük olması yatmaktadır.

Ülkemizde işsizlik probleminin nedenlerinden biri, işgücü piyasasının katı olmasıdır. Türkiye’de büyük miktarlarda istihdam oluşturmak için en sağlıklı yöntem, hızlı bir büyüme ile beraber yeni üretim kapasiteleri geliştirmektir. Ancak Türkiye’de istihdam yaratmayan bir büyüme söz konusudur.

Ülkemizde büyüme, istihdam yanlısı büyümeye dönüştürülemez ise, işsizliğin artması kaçınılmaz bir sonudur. İstihdam yanlısı büyüme oluşturabilmek için mutlaka işgücü piyasasının istihdam ve artışını kısıtlayan yapısal özellikler tespit edilmeli ve bu tür sınırlamaların aşılmasına destek sağlayacak iktisat politikaları oluşturulmalıdır. Sürdürülebilir ve yüksek bir büyüme hızının sağlanması için sosyal diyalog ve Ulusal Rekabet Gücü Politikalarının tespit edilmesi ve bu politikaların uygulanması gerekmektedir.

Ulusal İstihdam Stratejileri ve Politikalarının oluşturulması ve faaliyete geçirilmesi gerekmektedir. Ekonominin uluslararası rekabet gücü gözetilmeli ve Avrupa Birliği (AB) İstihdam Stratejisi’ne uyum sağlanması hedeflenmelidir.

Politikalar belirlenirken temel olarak; üretim, yatırım, ihracat ve istihdam göz önünde bulundurulmalıdır. Ekonomide ağırlık verilmesi gereken konuların başında; yüksek katma değer yaratan mal ve hizmet üretimine yer verilmelidir.

Tarım sektöründe yaşanan düşük verimlilik problemi çözümlenmeli ve tarım sektörünün dünya pazarlarındaki rekabet gücünün artırılması gerekmektedir. Çağdaş bir destekleme sisteminin meydana getirilmesi ve tarımsal işletmecilik modellerinin teşvik edilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda, tarıma dayalı sanayinin gelişimi sağlanmalıdır.

Yapılan destekler, AB ülkelerindeki gibi istihdamı baz alarak yapılmalıdır. Üretim sektöründeki vergi yükü uygun seviyeye düşürülmelidir. Yatırım yapan işverenlere vergi indirimi, ucuz enerji gibi destekler sağlanmalıdır.

İşletmeler üzerindeki sosyal yüklerin hafifletilmesi gerekmektedir. Uygulanan ücret sistemi; verimliliği, rekabet gücünü ve istihdamı esas almalıdır. İşletmelerin ve işgücünün yaşanan gelişmelere uyum sağlaması gerekmektedir.

KOBİ’lere (Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler) ve girişimcilere destek verilmelidir. KOBİ’lere ve şahsi girişimcilere; eğitim, teknoloji ve pazarlama konularında gelişim sağlamaları için yardımcı olunmalıdır.

Türkiye İş Kurumu’nun (İŞKUR), pasif istihdam politikaları yerine, aktif istihdam politikalarına yönelmesi gerekmektedir. İŞKUR’un, bu politikaları etkili bir biçimde uygulayabilecek seviyeye gelebilmesi için kurumsal kapasitesi ve bütçesi güçlendirilmelidir.

Mesleki eğitim veren kurslara öncelik verilmeli, kişiler teşvik edilmeli ve gerekli olan desteklerin sağlanması gerekmektedir.

İşsizlikle mücadele politikaları, sadece istihdamın kapsamının genişletilmesine değil, aynı zamanda bireylerin çalışma şartlarının iyileştirilmesini de göz önünde bulundurmalıdır. Pek çok ülkede gözlemlenen genç nüfus arasındaki yüksek işsizlik oranları gibi problemlerin uluslararası alanda Dünya Bankası (WB), Uluslararası Para Fonu (IMF), Dünya Ticaret Örgütü (WTO), Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), Birleşmiş Milletler (UN) ve AB’nin ulusal düzeyde ise, bu problemlerin devlet, çalışanlar ve işgücü sağlayanlar arasında aktif bir diyalogla ortadan kaldırılması amaç edinilmelidir.

KAYNAKÇA

Ak, Ö. K. (2021). “Türkiye’deki Ekonomik Büyüme, Enflasyon ve İşsizlik Arasındaki İlişkinin ARDL Sınır Testi Yaklaşımıyla Analizi”. *Pearson Journal of Social Sciences & Humanities*, 6(15), 299-312.

Akay, H. K., Aklan, N. A. ve Çınar, M. (2016). “Türkiye Ekonomisinde Ekonomik Büyüme ve İşsizlik”. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, Cilt: 14, Sayı: 1, 209-226.

Aytaç, A. (2017). “Ekonomik Büyüme İhracat İlişkisi: 2001-2016 Türkiye Örneği”. *Social Sciences Research Journal*, Cilt: 6, No: 4, 214-222.

- Brauninger, M. and Pannenberg, M. (2002). "Unemployment and Productivity Growth: An Empirical Analysis Within An Augmented Solow Model". *Economic Modelling*, No: 19, 105-120.
- Buyrukoğlu, A. ve Mercan, Ş. A. (2022). "Enflasyon ve İşsizlik Arasındaki İlişki: Türkiye İçin Ampirik Bir Araştırma". *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1509-1524.
- Ceylan, S. ve Şahin, B. Y. (2010). "İşsizlik ve Ekonomik Büyüme İlişkisinde Asimetri". *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, Cilt: 11, Sayı: 2, 157-165.
- Dritsaki, C. and Dritsakis, N. (2009). "Okun's Coefficient for Four Mediterranean Member Countries of EU: An Empirical Study". *International Journal of Business and Management*, Vol: 4, Issue: 5, 18-26.
- Güneş, F. D. (2019). İşsizlik ve Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği. Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bandırma.
- Hepsağ, A. (2009). "Türkiye'de Enflasyon ile İşsizlik Arasındaki İlişkinin Analizi: Sınır Testi Yaklaşımı". *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, Cilt: 59, Sayı: 1, 169-190.
- Hori, K. (2008). "Economic Growth, Unemployment, and Business Cycles". Keio/Kyoto Market Quality Research Project (Global Center of Excellence Project), Graduate School of Economics and Graduate School of Business and Commerce, 1-14.
- Hutengs, O. and Stadtmann, G. (2013). "Age effects in Okun's law within the Eurozone". *Applied Economics Letters*, Vol: 20, Issue: 9, 821-825.
- Karabulut, Ş. (2019). "Türkiye'de Ekonomik Büyüme ve Enflasyon İlişkisi". *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 2, 171-184.
- Karanfil, M. ve Kılıç, C. (2015). "Türkiye Ekonomisinde Üçüz Açık Hipotezinin Geçerliliği: Zaman Serisi Analizi". *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, Cilt: 11, Sayı: 4, 1-20.
- Korap, L. (2020). "TL/ABD Doları Döviz Kuru Belirlenme Modeli: ARDL Sınır Testi Uygulaması". *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 201-214.
- Muratoğlu, Y. (2011). "Büyüme ve İstihdam Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği". *International Conference on Eurasian Economies, Session 2c: Çalışma Ekonomisi*, 167-173.
- Noor, Z. M., Nor, N. M. and Ghani, J. A. (2007). "The Relationship between Output and Unemployment in Malaysia: Does, Okun's Law exist?". *International Journal of Economics and Management*, Vol: 1, Issue: 3, 337-344.
- Özer, M. O. (2022). "Ekonomik Büyüme ve İşsizlik Oranı Arasındaki İlişki: Kesirli Frekanslı Fourier ARDL Sınır Testi Yaklaşımı". *İstanbul İktisat Dergisi*, Cilt: 72, Sayı: 1, 269-292.
- Öztürk, S. ve Sezen, S. (2018). "Ekonomik Büyüme ile İşsizlik Arasındaki İlişkinin Analizi: Türkiye Örneği". *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 15, Sayı: 41, 1-14.
- Perron, P. (1989). "The Great Crash, The Oil Price Shock and The Unit Root Hypothesis". *Econometrica*, Vol: 57, No: 6, 1361-1401.
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2010). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi Eviews Uygulamalı. Geliştirilmiş 3. Baskı*, Nobel Akademik Yayıncılık: Ankara.
- Silvapulle, P., Moosa, I. A. and Silvapulle, M. J. (2004). "Asymmetry in Okun's Law". *Canadian Journal of Economics*, Vol: 37, Issue: 2, 353-374.
- Tarı, R. (2002). *Ekonometri. Güncellenmiş 2. Baskı*, Alfa Yayınları: İstanbul.
- Tekkulak, M. (2017). *İktisadi Büyüme ve İstihdam İlişkisi: Türkiye Uygulaması (2000-2015)*. KTO Karatay Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Tumanoska, D. (2020). "The Relationship between Economic Growth and Unemployment Rates: Validation of Okun's Law in Panel Context". *Research in Applied Economics*, Vol: 12, No: 1, 33-55.
- Uğurlu, E. (2019). *Durağanlık ve Birim Kök Sınamaları*. İstanbul Aydın Üniversitesi Ekonomi ve Finans Bölümü, Ders Notları, 1-17.
- Ümit, A. Ö. (2007). *Türkiye'de Bütçe Açığı ile Cari İşlemler Arasındaki İlişkilerin Zaman Serileri Analizi*. Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Eskişehir.

Yüceol, H. M. (2006). "Türkiye Ekonomisinde Büyüme ve İşsizlik İlişkisinin Dinamikleri". İktisat İşletme ve Finans, Cilt: 21, Sayı: 243, 81-95.

Zanin, L. (2014). "On Okun's law in OECD countries: An analysis by age cohorts". Economics Letters, Vol: 125, Issue: 2, 243-248.