



TÜRKİYE'DE EKONOMİK BÜYÜME İLE FİZİKİ SERMAYE, BEŞERİ SERMAYE VE ENERJİ TÜKETİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: NARDL YAKLAŞIMI

THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH AND PHYSICAL CAPITAL, HUMAN CAPITAL AND ENERGY CONSUMPTION IN TURKEY: NARDL APPROACH

Yaşar TURNA¹, Reşat CEYLAN²



1. Öğr. Gör., Pamukkale Üniversitesi, Çivril Atasay Kamer Meslek Yüksekokulu, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, yturna@pau.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-3972-9099>
2. Prof. Dr., Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, rceylan@pau.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Makale Türü Article Type
Araştırma Makalesi Research Article

Başvuru Tarihi Application Date
14.01.2021 01.14.2021

Yayına Kabul Tarihi Admission Date
28.07.2021 07.28.2021

DOI

<https://doi.org/10.30798/makuiibf.860983>

* Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Reşat CEYLAN danışmanlığında Yaşar TURNA tarafından "Türkiye'de Ekonomik Büyüme ile Fiziki Sermaye, Beşeri Sermaye ve Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki: NARDL Yaklaşımı" başlığı ile tamamlanarak 24.08.2017 tarihinde savunulan Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir

Öz

Dünyada meydana gelen ekonomik gelişmeler incelendiğinde, Neoklasik büyüme modeli çerçevesinde incelenen MRW modeli, sermaye birikimini fiziki sermaye ve beşeri sermaye olarak ayırtmaktadır. Daha sonra ortaya çıkan içsel büyüme modellerinde ise beşeri sermaye ve fiziki sermaye faktörleri ayrı ayrı inceleme konusu yapılarak beşeri sermayenin ekonomik büyümeye etkisi üzerinde durulmaktadır. Bunun yanı sıra 1970'li yıllarda ortaya çıkan petrol krizinin etkisiyle enerji faktörünün ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar dikkat çekmektedir. Yapılan açıklamalar çerçevesinde, bu çalışmanın amacı Türkiye'de fiziki sermaye, beşeri sermaye ve enerji tüketimi faktörlerinde meydana gelen değişmelerin, GSYİH üzerindeki etkilerini incelemektir. Yapılan çalışmada, Türkiye'nin 1965-2014 yılları arasındaki fiziki sermaye, beşeri sermaye ve enerji tüketimi verileri kullanılarak, değişkenlerin ekonomik büyümeye olan etkileri NARDL yöntemi ile test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: NARDL Modeli, Ekonomik Büyüme, Büyüme Teorileri.

Abstract

When the economic developments taking place in the world are analyzed, the MRW model, which is examined under the Neoclassical growth model, divides the capital accumulation into physical capital and human capital. In later models of internal growth, human capital and physical capital factors are examined separately and the effect of human capital on economic growth is emphasized. In addition, studies that examine the effects of the energy factor on economic growth by the influence of the oil crisis that took place in the 1970s are remarkable. In the framework of the description, this study aims to Turkey in physical capital, human capital and the changes occurring in the energy consumption of factors is to examine the impact on GDP. In this study, physical capital of Turkey between the years 1965-2014, using human capital data and energy consumption, the effects of economic growth variables are tested with NARDL method.

Keywords: NARDL Model, Economic Growth, Growth Theories.

EXTENDED SUMMARY

Research Problem

When the economic developments taking place in the world are analyzed, the MRW model, which is examined under the Neoclassical growth model, divides the capital accumulation into physical capital and human capital. In later models of internal growth, human capital and physical capital factors are examined separately and the effect of human capital on economic growth is emphasized. In the framework of the description, this study aims to Turkey in physical capital, human capital and the changes occurring in the energy consumption of factors is to examine the impact on GDP.

Research Questions

With the effect of the globalization trend emerging in the world, the factors affecting economic growth have also begun to change. While capital accumulation, labor and natural resources are considered sufficient to explain economic growth in the development phases of economies, in today's information and technology age, these factors are insufficient to explain growth. Therefore, as the relations between the countries' economies develop, factors such as technology level, human capital and energy come to the fore in addition to physical capital in explaining economic growth. From this point of view, how factors such as physical capital, human capital and energy affect economic growth in Turkey. and the extent of the effects of increases and decreases in these effects on growth is investigated.

Literature Review

Kraft and Kraft (1978), Stern (1993), Lise and Montfort (2007), Apergis et al., (2010), Sebri and Ben Salha (2014) in their study, they found that there is unidirectional and bidirectional causality running from economic growth to energy consumption. At the same time, Akarca and Long (1980), Yu and Hwang (1984) concluded that there is no causality relationship between energy consumption and economic growth.

Methodology

In this study, the effects of variables on economic growth are tested with the NARDL method, using the physical capital, human capital and energy consumption data of Turkey between 1965 and 2014.

Results and Conclusions

The NARDL cointegration method used in the analysis has important privileges and advantages compared to other symmetric and asymmetric cointegration methods used in the literature in terms of analyzing nonlinear and cointegration dynamics. In addition, the analysis of the variables used in the study and the asymmetry relations between the variables using the NARDL test method shows its difference from other studies in the literature and the importance of the study is better understood. In the study, Turkey's GDP, physical capital, human capital and fossil fuel (oil, natural gas, coal, etc.) consumption data between 1965 and 2014, calculated in terms of output, were used. In the analysis, the separation of capital stock into physical and human capital was made with reference to the Mankiw-

Romer-Weil (1992) model, which was explained within the framework of the neoclassical growth model, and the human capital data taken as an index was calculated by us. According to the results obtained from the NARDL model applied in the study, the varying variance, the absence of autocorrelation problems and the normal distribution of the variables indicate that the model is stable. When the coefficients of the variables used in the model were evaluated according to the 5% significance level, an asymmetry relationship was found between physical capital and GDP in the long run and in the short run. As a result of the analysis, in the long run, a 1% increase in the amount of physical capital leads to an increase of 0.26% in GDP, a 1% decrease in the amount of physical capital leads to an increase of 0.31% in GDP. causes. The fact that the effect of the decrease in physical capital in the long run is larger than the effect that occurs in the amount of increase may be due to the substitution of the decrease in physical capital by other factors. When the short-term coefficients of the change in the amount of physical capital are examined, a 1% increase in the amount of physical capital in the short term causes an increase of 0.32% in GDP compared to the 5% significance level. Decreases in physical capital in the short run are not significant at the 5% significance level. Accordingly, considering the 10% significance level, a 1% decrease in physical capital in the short run causes an increase of 0.49% in GDP. The reason why the decrease in the amount of physical capital both in the short term and in the long term increases the amount of GDP more is due to the fact that the factors in which the physical capital is substituted have a greater effect on GDP. On the other hand, only long-term asymmetry relationship was found between energy consumption and GDP. Accordingly, when we look at the long-term coefficient values of energy consumption, a 1% increase in energy consumption causes an increase of 0.28% in GDP, a 1% decrease in energy consumption causes a 1% increase in GDP. It causes a decrease of .88 percent. The effect of the decrease in energy consumption on GDP is greater than the effect of the increase in energy consumption. The reason for this is that Turkey does not have domestic resources for fossil fuel resources such as oil and natural gas, and is also dependent on the import of these energy resources. When the relationship between human capital and GDP was analyzed at the 5% significance level, an asymmetry relationship was observed between the variables. Accordingly, when the linear, ie symmetrical, human capital in the model increases by 1%, GDP increases by 0.58%. If human capital accumulation decreases by 1%, GDP also decreases by 0.58%. However, according to growth theories involving human capital, the increasing effect of human capital on GDP should be more than its decreasing effect on GDP. From this point of view, the linear inclusion of human capital accumulation in the model in Turkey is not compatible with the MRW and Lucas models, which explain human capital, one of the modern growth theories.

1. GİRİŞ

Ekonomik büyüme, üretim faktörlerinin etkinlik ve verimliliğinin artırılması sonucunda, üretim kapasitesinde meydana gelen artış olarak ifade edilmektedir. Ülkelerin üretim kapasitelerine bağlı olarak iktisadi gelişmişlik düzeyleri de farklılık göstermektedir. Bu nedenle, ekonomik büyüme toplumsal gelişmişlik ve refah düzeyinin belirlenmesinde önemli göstergelerden biridir. Buna göre, küreselleşen ekonomik süreç içerisinde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında ekonomik gelişmişlik farklarının kapanması için istikrarlı büyüme performansı önem arz etmektedir. Dolayısıyla küreselleşme akımının etkisiyle ekonomik büyümeye etki eden faktörler de değişim göstermeye başlamıştır. Ekonomilerin henüz gelişme dönemlerinde sermaye birikimi, işgücü ve doğal kaynaklar ekonomik büyümeyi açıklamada yeterli görülürken, günümüz bilgi ve teknoloji çağında bu faktörler büyümenin açıklanmasında yetersiz kalmaktadır. Nitekim ülke ekonomilerinin birbirleriyle olan ilişkileri geliştikçe ekonomik büyümenin açıklanmasında fiziki sermayenin yanı sıra teknoloji düzeyi, beşerî sermaye ve enerji gibi faktörler ön plana çıkmaktadır.

Ekonomik büyümenin sağlanmasında temel faktör sermaye birikimi olarak dikkat çekmekte ve ekonomik büyümenin temel dinamiği olma fonksiyonunu üstlenmektedir. Sermaye birikiminin artırılması ise yatırımlara bağlı olarak değişmektedir. Sermaye stoku üretime konu olan fiziki varlıkların değeri olarak tanımlanmış olsa da içerisinde araştırma geliştirme, sağlık ve eğitim gibi fiziksel olmayan unsurları da barındırmaktadır. Bu nedenle Mankiw, Romer ve Weil sermaye stoku unsurunu fiziki sermaye ve beşerî sermaye olarak ikiye ayırmaktadır. Bu ayrımın nedeni fiziki sermaye ve beşerî sermaye faktörlerinin ekonomik büyümeye olan katkılarını daha net bir şekilde ortaya koymaktır. Buna göre fiziki sermaye tanımı içerisinde ülkenin sahip olduğu yollar barajlar köprüler vb. unsurlar yer alırken, beşerî sermaye tanımı içerisinde ise okullaşma oranı, istihdam düzeyi ve eğitim düzeyi yer almaktadır. Beşerî sermaye 18. yüzyıldan itibaren iktisadi literatürde yerini almış fakat anlamsal nitelik ve özelliklerini 20. yüzyılın sonlarında kazanmıştır. Beşerî sermaye en temel anlamıyla, emekte meydana gelen değişim ve gelişim olarak tanımlanabilir. İktisadi anlamda Marshall, Mill ve Smith gibi ekonomistler çalışmalarında beşerî sermaye kavramının önemini vurgulamışlardır. Beşerî sermaye ile ilgili yapılan tanımlamalar farklılık göstermektedir. OECD' nin beşerî sermaye tanımına bakıldığında, ekonomik faaliyetler sonucunda insanların elde etmiş oldukları bilgi birikimi ve uzmanlaşma olarak tanımlanmaktadır. Başka bir tanıma göre, insanların çalışma hayatındaki önemlerini artırabilmek için elde ettikleri bilgi birikimi ve uzmanlaşma ya da bireylerin sahip oldukları yetenek ve ustalıklarını daha da geliştirerek ülke gelirine katkı sağlamaları olarak tanımlanabilir (Saxton, 2000). Dolayısıyla beşerî sermaye tanımlara uygun olarak incelendiğinde emek faktöründe meydana gelen gelişme, bilgi, beceri, üretkenlik ve verimlilik olarak ekonomiye yansımakta ve diğer üretim faktörlerinin de etkinliğini ve verimliliğini artırarak, üretim miktarının artmasına katkı sağlamaktadır. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sahip oldukları üretim kaynakları ile beşerî sermayeleri karşılaştırıldığında bu ülkelerin beşerî

sermayelerinin daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Bu nedenle beşeri sermaye dünya genelinde bir gelişmişlik endeksi olarak ele alınmakta, ekonomik büyüme ve kalkınmaya önemli katkılar sağlamaktadır (Karagül, 2002). Bu nedenle çalışmada, sermaye birikimi fiziki sermaye ve beşeri sermaye olmak üzere ayrı ayrı incelenmektedir.

Ekonomik büyümeye etki eden bir diğer önemli unsur ise enerji faktörüdür. Dünyada yaşanan petrol krizleri sonucunda iktisadi literatürde enerji tüketimi inceleme konusu olmaya başlamıştır. Ülkelerin coğrafi koşullarının sonucu olarak elde etmiş oldukları enerji kaynakları ise ekonomik büyümede önemli rol oynamaktadır. Gerek enerji ithalatçısı olan ülkeler gerekse enerji ihracatçısı olan ülkelerin GSYİH miktarları enerji tüketiminden etkilenmektedir. Üretim miktarının artırılabilmesi için doğal enerji kaynağına sahip olmayan enerji ithalatçısı konumunda olan ülkeler, enerji ithalatına GSYİH miktarları içerisinde büyük tutarlar ayırmaktadır. Enerji ihracatçısı olan ülkeler ise ihraç ettikleri enerji sayesinde GSYİH miktarlarına önemli oranda katkı sağlamaktadırlar. Bu nedenle son dönemde enerji tüketimi ekonomik büyümeye etki eden önemli faktörler arasında değerlendirilmektedir. Ülke ekonomilerinin gelişmesiyle birlikte üretim yöntemlerinin de farklılaşmasıyla sermaye, teknoloji gibi faktörler üretim süreçlerinde rol almaya başlamıştır. Gelişen iktisadi süreç içerisinde tarımsal üretimin yerini sanayileşmeye bırakması, üretimde kullanılan enerji faktörünü ön plana çıkarmıştır. Ülkelerin gelişmişlik seviyeleri ve artan refah düzeyleri içerisinde enerjinin büyük bir öneme sahip olması enerji kaynaklarının da detaylı incelenmesini beraberinde getirmektedir (Montgomery, 2014).

Teorik olarak ekonomik büyüme, sermaye birikimi ve enerji tüketimi arasındaki ilişki içsel büyüme modelleri ile açıklanmaktadır. Neoklasik büyüme teorilerinden Solow modeline göre, ekonomik büyümenin motoru teknolojik ilerlemedir. Fakat bu teknik ilerlemenin nasıl veya ne şekilde sağlanacağı Solow modelinde belirtilmemiştir. Neoklasikler sonrası içsel büyüme modellerinde ise, teknoloji, ar-ge, enerji ve beşeri sermaye gibi faktörler üzerinde durulmuş ve bu faktörler modellere dahil edilmeye başlanmıştır. Bazı iktisatçılar teknolojiye ortaya çıkan yeni gelişmelerin verimliliği artırdığını, fakat ekonomik büyüme için itici gücün enerji olduğunu savunmaktadırlar. David I. Stern' in (2011) "The Role of Energy in Economic Growth" isimli çalışmasında belirtmiş olduğu üretim fonksiyonu;

$$(Q_1, \dots, Q_n) = f(A, X_1, \dots, X_n, E_1, \dots, E_n) \text{ şeklindedir.} \quad (1.1)$$

Buna göre, Q_n meydana gelen çıktı seviyesi, A teknolojik ilerleme, X_n girdi olarak kullanılan emek ve sermaye miktarını, E_n ise enerji tanımı içerisinde yer alan girdileri temsil etmektedir. Buna göre, üretim fonksiyonuna enerjinin üretim faktörü olarak dahil edilmesiyle birlikte daha açıklayıcı şekilde;

$$Y = [(1 - \delta)(A_L^\alpha L^\alpha K^{1-\alpha})^\beta + \delta(A_E E)^\beta]^{1/\beta} \quad (1.2)$$

Şeklinde ifade edilmektedir. Fonksiyona göre, δ enerjiiyi temsil eden parametre, A_E enerjiye etki eden teknolojik gelişme olarak tanımlanmaktadır (Beaudreau, 1995; Stern, 2011).

Yapılan açıklamalar dikkate alınarak Türkiye’de fiziki sermaye, beşeri sermaye ve enerji tüketiminin değişimi ve gelişimi incelendiğinde, 1950 sonrası dönemde fiziki sermaye birikiminin sağlanmasında dış kaynaklardan sağlanan sermaye önemli rol oynamıştır. Bu dönemde doğrudan yabancı yatırımlar, kısa ve uzun vadeli ticari krediler ve Marshall yardımları ile sermaye birikimi sağlanmaya çalışılmıştır. Türkiye ekonomisinin iktisadi büyüme performansı içerisinde sermaye birikimi 1960’lı yıllardan sonra artmaya başlamış ve yoğunluk kazanmıştır. Bu yıllarda sermaye birikiminin sağlanması ve yatırımların artırılması amacıyla ithal ikameci politikalar benimsenerek, sermaye birikimi devlet teşvikleri ve korumacılık yöntemiyle sağlanmaya çalışılmıştır. 1970’li yıllarda ise meydana gelen dünya petrol krizi tüm dünyada enerji politikalarını değiştirmiş ve enerjinin önemini artırmıştır. Petrol krizi sonrasında, ülkeler enerji kaynaklarında yaşanan darboğazların tekrarlanmaması için tedbirler almak amacıyla alternatif enerji kaynakları ve enerji kaynaklarını çeşitlendirme arayışı içine girmiştir. Türkiye de petrol krizinden olumsuz etkilenmiş ve diğer enerji ithalatçısı pozisyonunda olan ülkeler gibi enerjinin sürekliliği konusunda politika geliştirmeye başlamıştır. 1980 sonrası Türkiye ekonomisinde uygulanan liberalizasyon politikası ile serbest ticaret, para ve sermayenin serbest dolaşımı ekonominin ihtiyacı olan sermaye birikiminin artmasına ve iç talebin karşılanmasına büyük katkı sağlamıştır. Bu dönemde devlet ekonomideki rolünü serbest piyasaya bırakmış ve ihracatı teşvik ederek sermaye birikimi ve ekonomik büyümenin sağlanmasını hedeflemiştir. Ancak 1980 yılında tarım toplumundan sanayi toplumuna geçiş aşaması yaşanırken beşeri sermaye ile ilgili sorunlar belirgin olarak hissedilmeye başlanmıştır. 1990’lı yıllara gelindiğinde mal ve hizmet piyasalarından daha çok finans piyasalarında başlayan gelişmeler hızla yayılmış ve önceki yıllarda dış resmi kaynaklardan sağlanan sermaye girişleri artık özel finans kuruluşlarından sağlanmaya başlamıştır. Özel finans kuruluşlarından sağlanan sermaye hareketleri ise sermayenin ülkeler arasındaki yayılımını spekülâtif hale getirerek sermaye birikimini olumsuz etkilemiştir. 1990 yılı sonrasında gerçekleşen teknolojik ilerlemeler ve sanayide enerji kullanımının artması ile Türkiye’nin teknoloji konusunda diğer ülkelere uyum sağlayamaması ise dışa bağımlılığı daha da artırmıştır (Akça, 2014). 2000’li yıllara gelindiğinde ise Türkiye’de sermaye birikimi önceki dönemlere göre daha büyük ilerleme sağlamıştır. Bu dönemde yabancı yatırımlara önem verilmesi ve doğrudan yabancı yatırımlar kanununun çıkması ve 2001 krizinin atlatılmasıyla birlikte sermaye birikiminde yüksek ilerleme sağlanmış, 2005-2008 yılları arasında doğrudan yabancı sermaye yatırımları rekor seviyeye ulaşmıştır. 2001 krizi ve 2008 küresel krizi sermaye birikiminde bir daralma meydana getirmiş olsa da genel anlamda Türkiye’de sermaye birikimi artmaya devam etmektedir. Ayrıca bu dönemde ülkelerin alternatif enerji arayışları büyük ivme kazanmıştır. Fakat enerji kaynaklarının dünyada dengesiz dağılmış olması nedeniyle, enerji talebi ve tüketiminde meydana gelen sürekli artışlar, petrol rezervlerindeki azalışlarla birlikte dikkate alındığında Türkiye gibi diğer ülkelerin de enerji ithalatına bağımlı hale gelmelerine neden olmuştur (Bilginöglü ve

Dumrul, 2012). Bu nedenle enerji, ülkelerin kalkınmasında ve büyümesinde önemli bir avantaj ve güç unsuru olarak dikkat çekmektedir. Dolayısıyla ülkelerin gelişmişlik düzeyleri belirtilirken tükettikleri ve ürettikleri enerji miktarları da dikkate alınmaktadır. Ülkelerin tamamında gelişmişliğin ana göstergesi olan fert başına milli gelirin yanında, kişi başına düşen enerji tüketimi de sosyal refahın ve büyümenin önemli göstergesi olarak ele alınmaktadır.

Bu çalışmada, ekonomik büyümeye etki eden faktörlerden fiziki sermaye, beşeri sermaye ve enerji tüketimi arasındaki uzun ve kısa dönemli asimetrik ilişkiler doğrusal olmayan gecikmesi dağılmış otoregresif model (NARDL) yardımıyla açıklanmaktadır. Türkiye’de fiziki sermaye, beşeri sermaye, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki asimetrik ilişkileri NARDL yöntemi kullanarak test eden başka bir çalışma literatürde yer almadığı için, bu çalışma önem arz etmektedir.

2. LİTERATÜR

İktisat literatüründe geçmişten günümüze kadar, ekonomik büyüme ve büyümeye etki eden faktörler arasındaki ilişkileri inceleyen önemli çalışmalar yapılmış ve çeşitli bulgulara ulaşılmıştır. Özellikle son dönemde iktisadi büyüme konusunda yapılan çalışmalarda ekonometrik yöntemlerin yaygınlaşması ile birlikte, incelenen değişkenler arasındaki ilişkiler ve iktisadi büyümeye olan katkıları daha detaylı biçimde inceleme konusu olmuştur. Yapılan çalışmada ekonomik büyüme, sermaye birikimi ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalara yer verilmiştir.

Bu çalışmalar kısaca değerlendirildiğinde Kraft ve Kraft (1978), Stern (1993), Pao ve Fu (2013), Vlahinic ve Jakovac (2014), Bloch vd. (2015), Bhattacharya vd. (2015), Lotz (2016), Siddiqui (2004), Yapraklı ve Sağlam (2010), Kaplan, vd. (2011), Altıntaş (2013), Fuinhas ve Marques (2014), Vlahinic ve Jakovac (2014), Bloch vd. (2015), Tatlı (2015), Romero ve Braza (2015), yapmış oldukları çalışmalarda ekonomik büyüme ile enerji tüketimi, fiziki sermaye ve beşeri sermaye arasında ilişki olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Buna karşın Akarca ve Long (1980), Yu ve Hwang (1984), Öztürk ve Acaravcı (2012), Fang ve Wolski (2015), Gövdere ve Can (2016) yapmış oldukları çalışmalarda ise ekonomik büyüme ile enerji tüketimi, fiziki sermaye ve beşeri sermaye arasında herhangi bir ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Elde edilen bu sonuçlar hem Türkiye’de hem de diğer ülke gruplarında ekonomik büyüme ile enerji tüketimi, fiziki sermaye ve beşeri sermaye arasındaki ilişki konusunda tartışmaların sürdüğünü göstermektedir. Yapılan çalışmalarda genel olarak nedensellik ve eşbütünleşme ilişkisi test edilmiştir. Ancak değişkenler arasında gizli eşbütünleşme ve asimetrik ilişki test edilmemiştir. Dolayısıyla bu çalışma değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönem asimetrik ilişkiyi ortaya koyması bakımından literatürdeki çalışmalardan farklılaşmaktadır.

Tablo 1. Literatür Taraması

Yazar	Dönem/Ülke	Yöntem	Değişkenler	Bulgular
Kraft, Kraft (1978)	1947-1974 (ABD)	*Sims nedensellik testi	*GSMH *Enerji tüketimi	Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik vardır.
Akarca, Long (1980)	1973-1978 (ABD)	*Granger nedensellik testi	*GSMH *Enerji tüketimi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi yoktur.
Yu, Hwang (1984)	1947-1979 (ABD)	*Sims nedensellik testi	*GSYİH *Enerji tüketimi *İstihdam	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi yoktur.
Stern (1993)	1947-1990 (ABD)	*Granger nedensellik testi	*GSYİH *Enerji tüketimi *Sermaye *Emek	ABD’ de enerji tüketimi, sermaye birikimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi vardır.
Siddiqui (2004)	1969-2002 (Pakistan)	*ARDL sınır testi *VAR analizi	*GSYİH *Sermaye stoku *İşgücü *Beşeri sermaye *İhracat *Enerji tüketimi	Enerji tüketimi, sermaye stoku ve GSYİH arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır. Beşeri sermaye ise istatistiki olarak anlamlı değildir.
Yapraklı, Sağlam (2010)	1980-2008 (Türkiye)	*Granger nedensellik testi *Johansen eşbütünleşme testi * VECM	*GSMH *İşgücü *Fiziki sermaye *Beşeri sermaye	Uzun dönemde ekonomik büyüme ile fiziki sermaye, işgücü, beşeri sermaye ve bilgi arasında pozitif bir ilişki söz konusudur.
Kaplan, Öztürk, Kalyoncu (2011)	1971-2006 (Türkiye)	*Johansen-Juselious eşbütünleşme testi *Vektör hata düzeltme	*Reel GSYİH *Enerji tüketimi *Sermaye *Emek	Kısa dönemde bütün değişkenler arasında, uzun dönemde ise GSYİH ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır.
Öztürk, Acaravcı (2012)	1960-2007 (Türkiye)	*ARDL sınır testi *Vektör hata düzeltme	*Reel GSYİH *Enerji tüketimi *CO ₂ emisyonu	Değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.
Altıntaş (2013)	1970-2008 (Türkiye)	*ARDL sınır testi *VAR yöntemi	*Kişi başına gelir *Enerji tüketimi *CO ₂ emisyonu *Yatırımlar	Ekonomik büyüme ve birincil enerji tüketiminden CO ₂ emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Fuinhas, Marques (2014)	1965-2009 (PIGST ülkeleri)	*ARDL sınır testi	*GSYİH *Enerji tüketimi	Türkiye’ de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ilişki vardır.
Vlahinic, Jakovac (2014)	1952-2011 (Hırvatistan)	*ARDL sınır testi *Johansen-juselius eşbütünleşme testi *Vektör hata düzeltme	*GSYİH *Sermaye *İşgücü *Enerji tüketimi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa dönemde çift yönlü, uzun dönemde ise tek yönlü bir nedensellik vardır.
Bloch, Rafiq, Salim (2015)	1977-2013 (Çin)	*ARDL testi *Vektör hata düzeltme	*GSYİH *İşgücü *Sermaye *Enerji tüketimi	Uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimi, sermaye birikimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Tatlı (2015)	1981-2013 (Türkiye)	*Engle-granger nedensellik testi *Johansen-juselious eşbütünleşme testi	*Reel GSYİH *Enerji tüketimi *sabit sermaye *İstihdam	Uzun dönemde ekonomik büyüme ile toplam enerji tüketimi, gayri safi sabit sermaye oluşumu ve istihdam arasında pozitif bir ilişki vardır.
Romero, Braza (2015)	1995-2007 (OECD 38 Ülke)	* Panel Eşbütünleşme testi	*GSMH *Beşeri sermaye *Fiziksel sermaye *Enerji tüketimi	Tüm ülke gruplarında değişkenler arasında pozitif ilişki gözlemlenmektedir.
Fang, Wolski (2015)	1965-2014 (Çin)	*Asimetrik nedensellik testi * Johansen eşbütünleşme testi	*GSYİH *Fiziki sermaye stoku *Beşeri sermaye *Enerji tüketimi	Doğrusal ve doğrusal olmayan granger nedensellik testine göre Çin’ de enerji tüketimi ile GSYİH arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

Gövdere, Can (2016)	1970-2011 (Türkiye)	*ARDL sınır testi *Hata düzeltme modeli	*GSYİH *Enerji tüketimi *Finansal gelişme *Sabit sermaye	Uzun dönemde enerji tüketimi ile GSYİH arasında pozitif yönlü ilişki vardır. Sabit sermaye yatırımları ile GSYİH arasında ise ilişki yoktur.
Bhattacharya vd. (2016)	1991-2012 (RECAİ 38 ülke)	*DOLS *FMOLS *Panel nedensellik Testi	*GSYİH *Brüt sabit sermaye *Toplam işgücü *Enerji tüketimi	Seçilen ülkelerde uzun dönemde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif ilişki vardır
İnglesi-lotz (2016)	1990-2010 (OECD 34 ülke)	*Eşbütünleşme *Panel havuzlanmış tahmin *Hausman testi	*GSYİH *Kişi başına gelir *Enerji tüketimi *Brüt sermaye *Çalışan sayısı	Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine pozitif ve anlamlı bir etkisi bulunmaktadır.

3. DOĞRUSAL OLMAYAN ARDL MODELİ (NONLINEAR ARDL)

Pesaran ve Shin (1999) ile Pesaran vd. (2001) tarafından öne sürülen ve geliştirilen, iktisadi analiz literatüründe yoğun olarak kullanılan gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi yöntemi (ARDL), son yıllarda Shin vd. (2014) tarafından daha da geliştirilmiştir (Ceylan vd., 2016). İktisadi literatürde doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model (NARDL) olarak yerini almaya başlamıştır. NARDL yaklaşımı modelde yer alan veriler arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi tespit etmek amacıyla kurulmuş olan yeni modelleme yöntemidir. NARDL yaklaşımına göre, modelde kullanılan değişkenler arasında meydana gelen kısa ve uzun dönemli asimetrik ilişkiler ve geçişkenlikler üzerinde durulmaktadır. Bağımsız değişkenlerde meydana gelen pozitif ya da negatif değişimlerin bağımlı değişken üzerinde ortaya çıkardığı etkiler incelenmektedir.

Schorderet (2003) ve Shin vd. (2014) tarafından yapılan çalışmalar dikkate alınarak NARDL modelinde oluşturulan ve kullanılan asimetrik eşbütünleşme regresyonu aşağıda tanımlanmaktadır (Altıntaş, 2016).

$$y = \beta^+ X_t^+ + \beta^- X_t^- + u_t \quad (3.1)$$

Yukarıda tanımlanan (3.1) no'lu regresyonda β^+ ve β^- uzun dönem parametreleri olarak, X_t ise $k \times 1$ vektörü olarak tanımlanmaktadır. X_t ise aşağıdaki şekilde analiz edilmektedir (Altıntaş, 2016).

$$X_t = X_0 + X_t^+ + X_t^- \quad (3.2)$$

(3.2) no'lu denklemde yer alan X_0 , X_t^+ , X_t^- parametrelerinde meydana gelen pozitif ve negatif değişimlerin kısmi toplam süreçleri ise;

$$X_t^+ = \sum_{j=1}^t \Delta X_j^+ = \sum_{j=1}^t \max(\Delta X_j^+, 0) \quad (3.3)$$

$$X_t^- = \sum_{j=1}^t \Delta X_j^- = \sum_{j=1}^t \max(\Delta X_j^-, 0) \quad (3.4)$$

Şeklinde gösterilmektedir.

$y = \beta^+ X_t^+ + \beta^- X_t^- + u_t$ denkleminin ARDL (p,q) modeliyle ilişkisi ele alındığında aşağıda belirtilen asimetrik hata düzeltme modeline (AEEM) ulaşılmaktadır.

$$\Delta y_t = p y_{t-1} + Q^+ X_{t-1}^+ + Q^- X_{t-1}^- + \sum_{j=1}^{p-1} \delta \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^q (\pi_j^+ \Delta X_{t-j}^+ + \pi_j^- \Delta X_{t-j}^-) + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

(j=1, 2, 3,...,p)

Burada;

$$Q^+ = -p\beta^+ \text{ ve } Q^- = -p\beta^- \quad (3.6)$$

NARDL testi yöntemi asimetrik eşbütünleşme ilişkisini dikkate alarak I(2) koşulunu göz önünde bulundurmasa da, normal ARDL yaklaşımında uygulandığı gibi bağımsız değişkenlerin I(0) ve I(1) olmasına bakılmadan eşbütünleşme analizine imkan vermektedir. Bu nedenle, birinci safha olarak NARDL modelinde yer alan değişkenler için durağanlık testleri uygulanarak değişkenlerin hangi dereceden bütünleşik olduklarına karar verilmektedir. Durağanlık testlerinin sonucunda doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model yaklaşımında izlenen aşamalar şunlardır;

1. Yukarıda açıklanan (3.5) no' lu denklem en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilir.
2. Sonraki adım olarak Pesaran vd. (2001) ve Shin vd. (2014) tarafından geliştirilmiş olan (3.5) no' lu denklem için $H_0: p=Q^+=Q^-=0$ boş hipotezi test edilir. Böylece, y_t , X_t^+ , X_t^- değişkenlerinin seviyeleri arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığı test edilmiş olmaktadır.
3. NARDL testi yönteminde bu aşamada, wald testi ile uzun dönem simetri $Q^+=Q^-$ ve kısa dönem simetri [(1) $\pi_j^+ = \pi_j^-$ tüm $i=1,2,3,\dots,q$ için veya (2) $\sum_{i=0}^q \pi_i^+ = \sum_{i=0}^q \pi_i^-$] olup olmadığı test edilmektedir (Altıntaş, 2016).

NARDL uygulamasında yapılan testler sonucunda değişkenler arasında simetri ilişkisinin olmadığı şeklinde karar verilirse son aşama olarak denklem (3.5) kullanılarak X_t^+ ve X_t^- parametrelerinde meydana gelen bir birimlik değişiminin açıklanan değişken y_t üzerindeki asimetrik hareketli çarpan etkileri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak elde edilmektedir.

$$m_h^+ = \sum_{j=0}^h \frac{\partial y_{t-j}}{\partial X_t^+}, m_h^- = \sum_{j=0}^h \frac{\partial y_{t-j}}{\partial X_t^-} \quad (h=0,1,2,\dots) \quad (3.7)$$

Analizde kullanılan NARDL eşbütünleşme yöntemi, doğrusal olmayan ve eşbütünleşme dinamiklerini analiz etmesi açısından, iktisadi literatürde kullanılan diğer simetrik ve asimetrik eşbütünleşme yöntemlerine göre önemli ayrıcalıklar ve üstünlükler taşımaktadır. Öte yandan NARDL modelinde yer alan zaman serilerinin farklı bütünleşme derecelerine önem vermekte ve küçük örneklerde de etkin sonuçlar ortaya koyması, diğer eşbütünleşme yöntemlerine göre büyük avantajlar oluşturmaktadır. Doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model simetrik ve

asimetrik eşbütünleşme ilişkisinin test edilmesine imkan sağlamaktadır. Fakat NARDL testinde analize konu olan seriler ikinci dereceden bütünleşme ilişkisine sahip ise NARDL yöntemi kullanılamamaktadır.

NARDL Uygulama Sonuçları

Türkiye’ de ekonomik büyüme, fiziki sermaye, beşeri sermaye ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi inceleyen bu çalışmada, Türkiye’ nin 1965-2014 yılları arasındaki çıktı yönüyle hesaplanan GSYİH, fiziki sermaye (FS), beşeri sermaye (BS) ve toplam fosil yakıt (kömür, petrol, doğalgaz) tüketimi (ET) verileri kullanılmıştır. Buna göre çıktı yönüyle hesaplanan GSYİH verileri ve fiziki sermaye verileri “Penn World Table 9” veri tabanından, enerji tüketimi verileri “BP statistics” veri tabanından ve beşeri sermaye indeksi verileri “Penn World Table” veri tabanından alınarak tarafımızca beşeri sermaye stokuna dönüştürülmüştür. Beşeri sermaye stoku, $H_t = h_t L_t$ ve $h_t = e^{r s_t}$ tarafından tanımlanmaktadır. Beşeri sermaye stokunun temel bileşenlerine bakıldığında istihdam düzeyi (L_t) ve beşeri sermaye indeksi (h_t)’ dir. Beşeri sermaye indeksi, Barro ve Lee (2015) tarafından tanımlanmış olup, ortalama yıllık okullaşma oranı (s_t) ve eğitimin yıllık getirisi (r) beşeri sermaye indeksinin üstel bir fonksiyonudur. Çalışmada kullanılan değişkenler arasında düzeyde veya birinci farklarında durağanlık koşulu aranmaksızın uzun ve kısa dönem asimetri ilişkisinin test edilmesinde, NARDL’ nin kullanılması uygundur. Değişkenler arasındaki durağanlık ilişkisinin belirlenmesi amacıyla öncelikle ADF birim kök testi uygulaması yapılmıştır. Çalışmada yer alan değişkenlerin birim kök testi sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 2. ADF Birik Kök Testi Sonuçları

ADF Birim Kök Testi Sonuçları			
Değişkenler	Düzye	Fark	Sonuç
GSYİH	-0,6087	-6,7872***	I(1)
FS	0,3345	-3,7513***	I(1)
BS	1,508	-5,7058***	I(1)
ET	-3,1030**	-6,9079***	I(0)

*, **, *** ifadeleri sırasıyla %10, %5, ve %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Modelde kullanılan değişkenlerin durağanlık seviyelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan ADF birim kök testi sonuçlarına göre, GSYİH, fiziki sermaye ve beşeri sermayenin farkta durağan (I(1)), enerji tüketiminin ise düzeyde durağan (I(0)) olduğu gözlemlenmektedir. Bu sonuçlara göre değişkenlerin %5 anlamlılık düzeyinde yapılan birim kök testi sonuçlarında düzeyde ve seviyede durağan oldukları gözlemlenmekte ve NARDL modeli uygulanabilmektedir. Çalışma yıllık verilerle yapılmaktadır. Elde edilen veriler arasındaki birim farklarından kaynaklı sorunların ortadan kaldırılması ve tahmin edilen katsayılarının esneklik olarak yorumlanabilmesi amacıyla değişkenlerin logaritması alınarak kullanılmıştır. Uygulanan NARDL modelinde maksimum gecikme sayısı 3 olarak belirlenmiştir. Uygun

gecikme sayısının bulunmasında Schwarz bilgi kriterinden faydalanılmıştır. Elde edilen NARDL modeline göre kurulan hipotez testi aşağıdaki gibidir.

$$H_0: \theta^+ = \theta^- = 0 \text{ (Eşbütünleşme yoktur.)} \quad (3.1.1.)$$

$$H_1: \theta^+ \neq \theta^- \neq 0 \text{ (Eşbütünleşme vardır.)}$$

NARDL modeline göre kısmi ayrıştırılmaları yapılan değişkenlerin önünde yer alan tahminciler sıfıra eşitlenerek H_0 boş hipotezi F testi kullanılarak hesaplanmaktadır. Yapılan F testi sonucunda H_0 boş hipotezinin ret edilmesi durumunda değişkenler arasındaki uzun dönemli asimetrik ilişkinin varlığı kabul edilmektedir. Buna göre NARDL uygulama sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

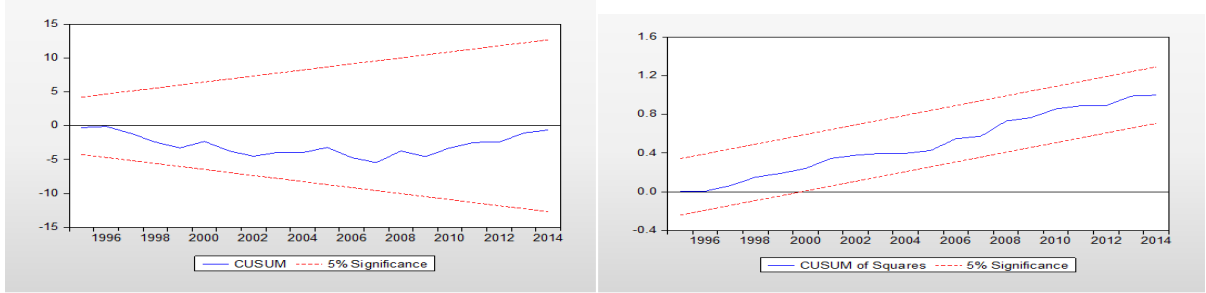
Tablo 3. NARDL Uygulama Sonuçları -1-

Hesaplanan F İstatistiği	4.991284
Pesaran I(0) & I(1) Kritik Değer:	2.45 & 3.61
Eş Bütünleşme ilişkisi (Pesaran)	Eş Bütünleşme vardır.
Narayan I(0) & I(1) Kritik Değer:	2.726 & 4.057
Eş Bütünleşme ilişkisi (Narayan)	Eş Bütünleşme vardır.
Jarque-Bera (Prob): Normallik Testi	0.320071 (0.852114)
Breusch-Godfrey LM Test: Otokorelasyon Testi	Otokorelasyon Problemi vardır.
Modelde Yer Alan Değişkenler:	LY LFS LBS LET
Bağımlı Değişken:	LY
Uzun Dönem Asimetrik Değişkenler:	LFS LBS LET
Kısa Dönem Asimetrik Değişkenler:	LFS LBS LET
LFS için Uzun Dönem Asimetri: Wald (Prob):	38.09356 (0.0000)
LBS için Uzun Dönem Asimetri: Wald (Prob):	3.715521 (0.0626)
LET için Uzun Dönem Asimetri: Wald (Prob):	33.11222 (0.0000)
LFS için Kısa Dönem Asimetri: Wald (Prob):	9.630122 (0.0039)
LBS için Kısa Dönem Asimetri: Wald (Prob):	0.419672 (0.5216)
LET için Kısa Dönem Asimetri: Wald (Prob):	3.245929 (0.0807)
Değişen Varyans F(Prob):	1.314540 (0.2511)
Kullanılan Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri (SC)
Kurulan Model	Kırılma ve Trend yoktur.
Anlamlılık Düzeyi	5%

Yukarıda yer alan tabloda GSYİH, fiziki sermaye, beşeri sermaye ve enerji tüketimi arasındaki ilişki %5 anlamlılık düzeyinde NARDL modeli uygulanarak test edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda tabloda gösterilen F istatistiği değeri 4,99 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan F istatistiği değeri Pesaran I(0) & I(1) kritik değerler tablosuna göre 2,45-3,61 kritik değerinin, Narayan I(0) & I(1) kritik değerler tablosuna göre 2,72-4,05 kritik değerlerinin üzerinde yer almaktadır. Hesaplanan F istatistiği sonuçlarına göre H_0 boş hipotezi reddedilerek eşbütünleşme ilişkisinin varlığı kabul edilmektedir. Yapılan Jarque-Bera normallik testi sonucuna göre değişkenlerin normal dağılıma sahip olduğu aynı zamanda modelde değişen varyans sorununun da olmadığı gözlemlenmektedir. Tabloda yer alan uzun ve kısa dönem asimetri ilişkilerine bakıldığında GSYİH ile fiziki sermaye arasında hem uzun dönemde hem de kısa dönemde bir asimetri ilişkisi gözlemlenmektedir. Bunun sonucu olarak uzun ve

kısa dönemde fiziki sermayede meydana gelen değişimlerin GSYİH'i artırabileceği ya da azaltabileceği gözlemlenmektedir. GSYİH ile enerji tüketimi arasında uzun dönemde asimetri ilişkisi gözlemlenmesine rağmen kısa dönemde asimetri ilişkisi yoktur. GSYİH ile beşeri sermaye arasında %5 anlamlılık düzeyinde hem kısa hem uzun dönemde asimetri ilişkisi gözlemlenmemiştir. Ancak %10 anlamlılık düzeyinde beşeri sermayedeki değişimlerin etkisi asimetrik niteliktedir. Modelde gösterilen Cusum ve Cusumq grafiklerine bakıldığında da %5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırların arasında yer almakta ve kurulan NARDL modelinin istikrarlı olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4. Cusum ve Cusumq -1-



NARDL modelinde yapılan Breusch-Godfrey otokorelasyon testi sonucunda modelde otokorelasyon sorununun olduğu gözlemlenmektedir. Aşağıda beşeri sermaye stoku modele doğrusal bir değişken olarak dahil edilerek, model tahmini yeniden yapılmış ve otokorelasyon problemi çözülerek değerler tekrar hesaplanmıştır.

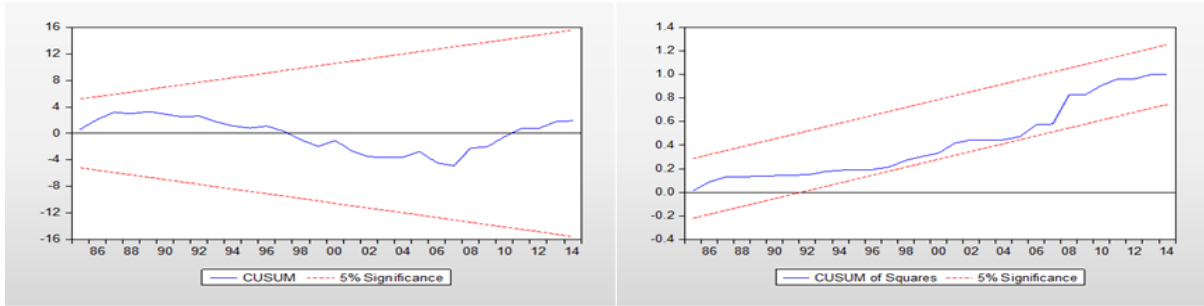
Tablo 5. NARDL Uygulama Sonuçları -2-

Hesaplanan F İstatistiği:	5.170865
Pesaran I(0) & I(1) Kritik Değer:	2.62 & 3.79
Eş Bütünleşme Sonucu (Pesaran)	Eş Bütünleşme vardır.
Narayan I(0) & I(1) Kritik Değer:	2.9 & 4.218
Eş Bütünleşme Sonucu (Narayan)	Eş Bütünleşme vardır.
Jarque-Bera (Prob): Normallik Testi	0.793866 (0.672379)
Breusch-Godfrey LM Test: Otokorelasyon Testi	Otokorelasyon Problemi yoktur.
Modelde Yer Alan Değişkenler	LY LFS LBS LET
Bağımlı Değişken	LY
Uzun Dönem Asimetrik Değişkenler	LFS LET
Kısa Dönem Asimetrik Değişkenler	LFS
LFS İçin Uzun Dönem Asimetri Wald (Prob):	23.29291 (0.0000)
LET İçin Uzun Dönem Asimetri Wald (Prob):	19.82841 (0.0001)
LFS İçin Kısa Dönem Asimetri Wald (Prob):	6.580905 (0.0146)
	1.401779 (0.2144)
Değişen Varyans F(Prob):	
Kullanılan Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri (SC)
Kurulan Model	Kırılma ve trend yoktur.
Anlamlılık Düzeyi	5%

Otokorelasyon sorununun çözümüyle birlikte yeniden hesaplanan F istatistiği değeri 5,17 olarak gerçekleşmiştir. Hesaplanan F istatistiği değeri, Pesaran I(0) ile I(1) kritik değerler tablosuna göre 2,62-

3,79 kritik değerinin, Narayan I(0) ile I(1) kritik değerler tablosuna göre 2,9 ile 4,218 kritik değerlerinin üzerinde yer almaktadır. Hesaplanan F istatistiği sonuçlarına göre H₀ boş hipotezi reddedilerek eşbütünleşme ilişkisinin varlığı kabul edilmektedir. Buna göre modelde yapılan normallik testi, değişen varyans ve otokorelasyon testi sonucunda hesaplanan NARDL modelinin istikrarlı olduğu anlaşılmaktadır. Uygulanan NARDL modeli sonucunda otokorelasyon sorununun çözülmesi ile birlikte uzun dönemde GSYİH ile fiziki sermaye ve enerji tüketimi arasında asimetric ilişki vardır. Kısa dönemde ise GSYİH ile fiziki sermaye arasında asimetric ilişki olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 6. Cusum ve Cusumq -2-



Otokorelasyon sorunun çözümü sonrasında Cusum ve Cusumq grafikleri %5 anlamlılık düzeyinde istikrarlı bir seyir izlemeye devam etmektedir. Çalışmada kullanılan değişkenlerin uzun ve kısa dönem katsayı değerleri aşağıdaki tablolarda verilmektedir.

Tablo 7. NARDL Uzun Dönem Katsayı Değerleri

NARDL Uzun Dönem Katsayı Değerleri			
Değişkenler	Uzun Dönem Katsayılar	t istatistiği	Olasılık değerleri
L_{FS}^+	0,264647485	5,027857***	0,0000
L_{FS}^-	-0,316772242	-3,5892205**	0,0306
L_{ET}^+	0,281366516	4,4315425***	0,0004
L_{ET}^-	1,88150208	4,2926315***	0,0010
L_{BS}	0,582144	4,453752***	0,0000

*, **, *** ifadeleri sırasıyla %10, %5, ve %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

NARDL uygulaması sonucunda uzun dönemde fiziki sermaye ve enerji tüketiminde asimetric ilişkisi gözlemlenmesine istinaden, uzun dönem asimetric katsayı değerleri tabloda yer almaktadır. Buna göre uzun dönemde fiziki sermaye miktarında meydana gelen %1' lik bir artış, GSYİH'de %0,26 oranında bir artışa, fiziki sermaye miktarında uzun dönemde meydana gelen % 1'lik bir azalış ise GSYİH'de %0,31 oranında artışa neden olmaktadır. Dolayısıyla uzun dönemde fiziki sermaye miktarında meydana gelen artışların GSYİH'de meydana getirmiş olduğu etki, fiziki sermayede meydana gelen azalışların GSYİH etkisinden daha düşüktür. Yani fiziki sermayede meydana gelen herhangi bir azalma ekonomiyi daha fazla etkilemektedir. Fiziki sermayede meydana gelen azalışın GSYİH daha fazla artırmasının nedeni ise fiziki sermaye miktarında oluşan noksanlığın diğer faktörler tarafından karşılanmasından kaynaklanabilir. Enerji tüketiminin uzun dönem asimetric değerlerine

bakıldığında, enerji tüketiminde meydana gelen %1' lik bir artış, ekonomik büyümeye %0,28 oranında katkı sağlamakta, enerji tüketiminde meydana gelen %1'lik bir azalma ise, GSYİH'de %1,88 oranında azalmaya neden olmaktadır. Otokorelasyon sorununun çözümüyle birlikte modelde doğrusal yani simetrik olarak yer alan beşeri sermaye %1 oranında arttığında GSYİH %0,58 oranında artmaktadır. Beşeri sermaye birikimi %1 azalır ise GSYİH'de %0,58 oranında azalmaktadır. Kısa dönem ilişkisini gösteren katsayı tablosu aşağıdaki gibidir.

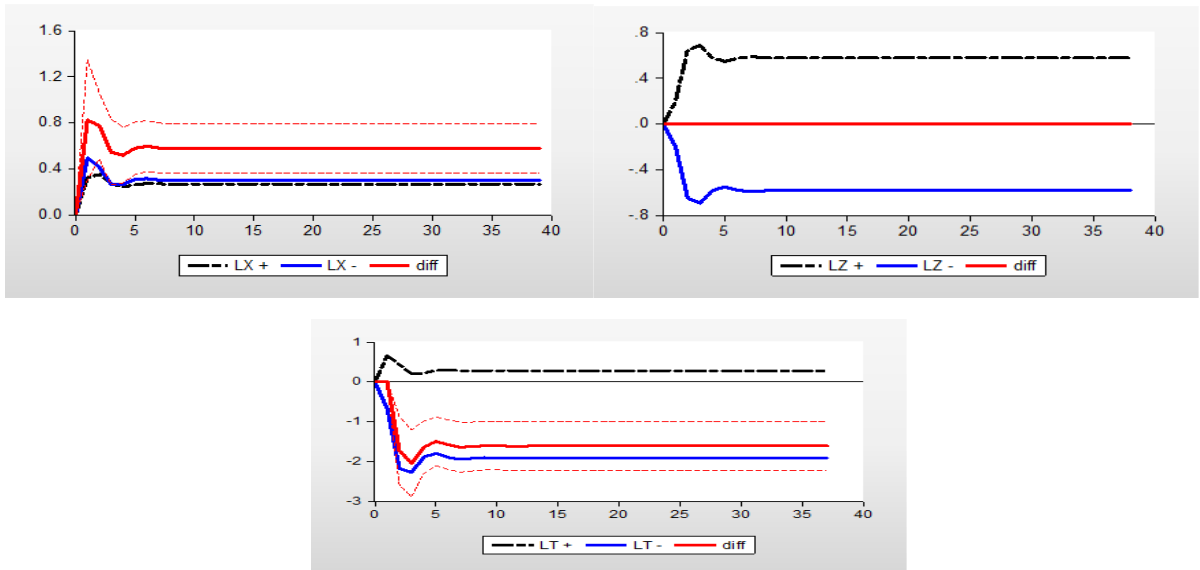
Tablo 8. NARDL Kısa Dönem Katsayı Değerleri

NARDL Kısa Dönem Katsayı Değerleri			
Değişkenler	Kısa Dönem katsayılar	t İstatistiği	Olasılık değerleri
S_{FS}^-	-0,49773	-1,851178*	0,0724
S_{FS}^+	0,329851	2,686071**	0,0109
ECM	-0,578897	-3,991558***	0,0003

*, **, *** ifadeleri sırasıyla %10, %5, ve %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Kısa dönem asimetri ilişkisi incelendiğinde ise fiziki sermayede kısa dönemde meydana gelen %1 oranında azalma, GSYİH'de %0,49 artış, kısa dönemde fiziki sermayede %1 oranında artma ise GSYİH'de %0,32 oranında bir artış meydana getirmektedir. Burada kısa dönemde fiziki sermayenin azalması sonucu GSYİH'de meydana gelen artışın, fiziki sermayenin artması sonucu GSYİH'de meydana gelen artıştan büyük olmasının nedeni, fiziki sermayenin azalması sonucu ortaya çıkan sermaye eksikliğinin diğer faktörler tarafından ikame edilmesidir. Tabloda belirtilen ECM değerine göre ise, bağımsız değişkenlerde ortaya çıkan şokların %57' si bir dönem içerisinde ortadan kalkmaktadır. Aşağıda verilen grafiklerde asimetrik uzun ve kısa dönem katsayıların grafiksel gösterimi yer almaktadır.

Tablo 9. Değişkenlere Ait Asimetri Grafikleri



Şekilde gösterilen grafiklere göre fiziki sermaye, beşeri sermaye ve enerji tüketiminde meydana gelen değişimlerin GSYİH'de meydana getirdiği etkiler gösterilmektedir. Buna göre fiziki sermayede

(LX) meydana gelen pozitif şokların etkisi, negatif şokların etkisinden daha düşük seviyede gerçekleşmektedir. Dolayısıyla fiziki sermayede meydana gelen %1'lik artışın etkisi, %1'lik azalışın etkisinden daha az miktarda GSYİH'e etki etmektedir. Beşeri sermayede meydana gelen pozitif ve negatif şokların etkisi aynı seviyede simetrik olarak görülmektedir. Enerji tüketiminde meydana gelen pozitif şokların etkisi negatif şokların etkisine göre çok düşük seviyededir. Buna göre enerji tüketiminde meydana gelen negatif şokların etkisi GSYİH üzerinde daha fazla hissedilmektedir.

4. SONUÇ

Türkiye' de ekonomik büyüme etki eden faktörlerden fiziki sermaye, beşeri sermaye ve enerji tüketiminin GSYİH'de meydana getirdiği etkilerin analiz edildiği bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm ekonomik büyüme literatürünün teorik çerçevesini, ikinci bölüm söz konusu çalışmanın esasını oluşturan fiziki sermaye, beşeri sermaye ve enerji tüketiminin ekonomik büyümeye olan etkilerini literatürdeki benzer çalışmaları da inceleyerek açıklamaktadır. Üçüncü bölümde ise, çalışmanın konusunu oluşturan değişkenler Türkiye ekonomisi çerçevesinde değerlendirilerek, bu değişkenlere ait veriler Doğrusal Olmayan Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif model (NARDL) kullanılarak test edilmiştir. Analizde kullanılan NARDL eşbütünleşme yöntemi, doğrusal olmayan ve eşbütünleşme dinamiklerini analiz etmesi açısından, literatürde kullanılan diğer simetrik ve asimetrik eşbütünleşme yöntemlerine göre önemli ayrıcalıklar ve üstünlükler taşımaktadır. Ayrıca çalışmada kullanılan değişkenler ve değişkenler arasındaki asimetri ilişkilerinin NARDL testi yöntemi ile analiz edilmesi, literatürdeki diğer çalışmalardan farklılığını göstermekte ve çalışmanın önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Çalışmada Türkiye'nin 1965-2014 yılları arasında çıktı yönüyle hesaplanan GSYİH, fiziki sermaye, beşeri sermaye ve fosil yakıt (petrol, doğalgaz, kömür vb.) tüketim miktarı verileri kullanılmıştır. Yapılan analizde sermaye stokunun fiziki ve beşeri sermaye olarak ayrıştırılması neoklasik büyüme modeli çerçevesinde açıklanan Mankiw-Romer-Weil (1992) modeli referans alınarak yapılmış ve index olarak alınan beşeri sermaye verileri tarafımızca hesaplanmıştır.

Çalışmada uygulanan NARDL modelinden elde edilen sonuçlara göre, değişen varyans, otokorelasyon sorunun olmaması ve değişkenlerin normal dağılım göstermesi modelin istikrarlı olduğunu göstermektedir. Modelde kullanılan değişkenlerin katsayıları %5 anlamlılık düzeyine göre değerlendirildiğinde, fiziki sermaye ve GSYİH arasında uzun dönemde ve kısa dönemde asimetri ilişkisi tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda uzun dönemde, fiziki sermaye miktarında meydana gelen %1' lik bir artış, GSYİH'de %0,26 oranında bir artışa, fiziki sermaye miktarında meydana gelen %1'lik bir azalış ise GSYİH'de %0,31 oranında artışa neden olmaktadır. Uzun dönemde fiziki sermayede meydana gelen azalışın etkisinin, artış miktarında meydana gelen etkiden daha büyük olması, fiziki sermayede meydana gelen azalışın diğer faktörler tarafından ikame edilmesinden kaynaklanabilir. Fiziki sermaye miktarında meydana gelen değişimin kısa dönem katsayıları incelendiğinde, %5 anlamlılık düzeyine göre kısa dönemde fiziki sermaye miktarında meydana gelen %1'lik artış

GSYİH'de %0,32 oranında artışa neden olmaktadır. Kısa dönemde fiziki sermayede meydana gelen azalışlar %5 anlamlılık düzeyine göre anlamlı değildir. Buna göre %10 anlamlılık düzeyi dikkate alındığında kısa dönemde fiziki sermayede meydana gelen %1 lik bir azalış GSYİH'de %0,49 oranında artışa neden olmaktadır. Hem kısa dönemde hem uzun dönemde fiziki sermaye miktarında meydana gelen azalmanın GSYİH miktarını daha fazla artırmasının nedeni, fiziki sermayenin ikame edildiği faktörlerin GSYİH üzerindeki artırıcı etkisinin daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Enerji tüketimi ve GSYİH arasında ise sadece uzun dönemde asimetri ilişkisi tespit edilmiştir. Buna göre, enerji tüketiminin uzun dönem katsayı değerlerine bakıldığında, enerji tüketiminde meydana gelen %1'lik bir artış GSYİH'de %0,28 oranında artışa neden olmakta, enerji tüketiminde meydana gelen %1'lik bir azalma ise, GSYİH'de %1,88 oranında azalmaya neden olmaktadır. Enerji tüketiminde meydana gelen azalmanın GSYİH üzerindeki etkisi, enerji tüketiminde meydana gelen artışın etkisinden daha büyük oranda gerçekleşmektedir. Bunun nedeni ise, Türkiye'nin petrol, doğalgaz gibi fosil yakıt kaynakları konusunda yerli kaynağa sahip olmaması, aynı zamanda bu enerji kaynaklarının ithalatına bağımlı olmasıdır. Çünkü fosil yakıtlar Türkiye sanayi üretiminde büyük oranda girdi olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle enerji tüketiminde meydana gelen azalma sanayi üretiminin azalmasına neden olmaktadır.

Beşeri sermaye ve GSYİH ilişkisi %5 anlamlılık düzeyinde incelendiğinde değişkenler arasında bir asimetri ilişkisi gözlemlenmemiştir. Fakat burada yapılan ilk test sonucunda modelde otokorelasyon sorunu gözlemlenmiş, otokorelasyon problemi ise beşeri sermayenin modele doğrusal olarak dahil edilmesi sonucunda giderilmiştir. Bu noktadan hareketle beşeri sermaye faktörü ekonomik büyüme üzerinde doğrusal yani simetrik bir etkiye sahiptir. Buna göre, modelde doğrusal yani simetrik olarak yer alan beşeri sermaye %1 oranında arttığında GSYİH %0,58 oranında artmaktadır. Beşeri sermaye birikimi %1 azalırsa GSYİH'de %0,58 oranında azalmaktadır. Fakat beşeri sermayeyi içeren büyüme teorilerine göre, beşeri sermayenin GSYİH'i artırıcı etkisinin, GSYİH'i azaltıcı etkisinden daha fazla olması gerekmektedir. Bu noktadan hareketle Türkiye'de beşeri sermaye birikiminin modele doğrusal olarak dahil edilmesi modern büyüme teorilerinden beşeri sermayeyi açıklayan MRW ve Lucas modellerine uyumlu değildir.

Sonuç olarak, sermaye birikiminin MRW modeli çerçevesinde beşeri sermaye ve fiziki sermaye olarak ayrıştırılması çalışmanın sonuçları açısından daha net bulguların ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır. Nitekim fiziksel sermaye ve beşeri sermaye GSYİH'e etkileri bakımından farklı ve kayda değer sonuçlar ortaya koymaktadır. Fiziksel sermayede uzun dönemde meydana gelen artış ve azalışlar her durumda GSYİH'in artmasına neden olmaktadır. Burada dikkat çeken nokta uzun dönem analizi nedeniyle fiziksel sermaye ile diğer faktörler arasında ikame etkisinin ortaya çıkması GSYİH'de daha fazla artış meydana getirmektedir. Bu nedenle politika yapıcıların fiziki sermaye artırımını hedeflerken ikame faktörlerin etkisini de dikkate almaları gerekmektedir. Beşeri sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki doğrusal etkisi dikkate alındığında ise, politika yapıcılar beşeri sermayenin bileşenleri olan

okullaşma oranı, istihdam düzeyi ve eğitim alanlarında yatırımlarını artırmalıdır. Çünkü beşeri sermayede meydana gelen artışlar üretimde iş bölümü ve uzmanlaşmanın gelişimini hızlandırarak, nitelikli işgücünün, teknoloji düzeyinin ve bilgi birikiminin artmasını sağlayıp GSYİH'in daha hızlı büyümesine katkı sağlamaktadır. Türkiye'de beşeri sermayenin mevcut durumu ve gelişimi incelendiğinde, beşeri sermayenin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Türkiye'de ilkökul okullaşma oranları ile ortaokul okullaşma oranları arasındaki fark beşeri sermayenin gelişimine daha fazla önem verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi değerlendirildiğinde ise, Türkiye fosil yakıt tüketiminde enerji ithalatçısı durumundadır. Bu nedenle enerji tüketiminin GSYİH'de meydana getirdiği değişim yani ekonomik büyüme üzerindeki etki gecikmeli olarak yansımaktadır. Analiz sonuçlarında bu tez doğrulanmakta ve enerji tüketimi ile GSYİH arasında sadece uzun dönemde asimetri ilişkisi gözlemlenmektedir. Politika yapıcıların sanayide önemli oranda girdi olarak kullanılan ve büyük oranda ithalatını yaptığımız petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıt tüketimine konu olan kaynakların yerine alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasına ve keşfine önem vermesi gerekmektedir. Bu şekilde enerji bağımlılığının azaltılması ve GSYİH'den enerji ithalatına ayrılan payın yerli imkanlarla sağlanan enerji arama tarama, ar-ge gibi alanlara yönlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Acaravcı, A., ve Öztürk, İ. (2012). Electricity consumption and economic growth nexus: A Multivariate analysis for Turkey. *Amfiteatru Economic*, 14(31), 246–257.
- Akça F. (2014). *Beşeri sermayenin ekonomik büyümeye etkisi: Türkiye üzerine bir uygulama*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Altıntaş, H. (2013). Türkiye'de birincil enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(1), 263-294.
- Altıntaş H. (2016). Petrol fiyatlarının gıda fiyatlarına asimetric etkisi: Türkiye için NARDL modeli uygulaması. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 14(4).
- Akarca, A. ve Long T.V (1980). On the relationship between energy and GNP: A re-examination. *Journal of Energy and Development*, 5, 326-331. <https://doi.org/10.12691/ajer-2-4-2>.
- Amable B. (1994). *Endogeneous growth theory, convergence and divergence*. The Economics of Growth and Technical Change, Cambridge, MA: MIT Press.
- Apergis, J. ve Payne, E. (2010). Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD Countries. *Energy Policy*, 38, 656-660.
- Beaudreau B.C. (1995). The impact of electric power on productivity: A study of us manufacturing 1950–1984. *Energy Economics*, 17(3), 231-236.
- Bhattacharya M., Paramati, S. R., Ozturk, I. ve Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from on top 38 countries. *Applied Energy*, 162, 733-741.

- Bilginoğlu M. A. ve Dumrul C. (2012). Türk ekonomisinin enerji bağımlılığı üzerine bir Eş-bütünleşme analizi. *Journal of Yasar University*, 7(26), 4392-4414.
- Bloch H., Rafiq S. ve Salim R. (2015). Economic growth with coal, oil and renewable energy consumption in china: Prospects for fuel substitution. *Economic Modelling*, 44, 104-115.
- Ceylan F., Tüzün O., Ekinci R. ve Kahyaoğlu H. (2016). Tüketici kredileri ile paranın dolanım hızı arasındaki asimetrik ilişki: Türkiye üzerine bir uygulama. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(7), 2342-2357.
- Fang Z. ve Wolski M. (2015). Human capital, energy and economic growth in china evidence from ultivariate nonlinear Granger causality tests. *Empirical Economics*, 60(2), 607-632.
- Gövdere B. ve Can M. (2016). Türkiye’de enerji tüketimi, dışa açıklık, finansal gelişme, sabit sermaye yatırımları ve dış ticaretin ekonomik büyümeye etkisi: Sınır Testi yaklaşımı. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 209-228.
- Inglesi-Lotz R. (2016). The Impact of rewevable energy consumption to economic growth: A panel data application. *Energy Economics*, 53, 58-63. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.01.003>
- Karagül M. (2003). Beşeri sermayenin ekonomik büyümeyle ilişkisi ve etkin kullanımı. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 5, 79-90.
- Kraft, J. ve Kraft. A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy and Development*, 3, 401-403.
- Lıse W. ve Montfort K. V. (2007). Energy consumption and GDP in Turkey: Is there a co-integration relationship?. *Energy Economics*, 29(6), 1166-1178.
- Mankiw G., Romer G. ve Weil D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 408-437.
- Montgomery, S. L. (2014). *Küresel enerjiye yön veren güçler 21. yüzyıl ve sonrası*. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara.
- Pao H. T. ve Fu H. C. (2013). Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 381-392. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.004>
- Pesaran, M. H. ve Shin, Y. (1999). *An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis*. Department of Applied Economics, University of Cambridge, England.
- Pesaran M.H., Shin Y. ve Smith R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal Of Applied Econometrics*, 16, 289–326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Romero B.P.P. ve Braza A.S. (2015). Productive energy use and economic growth: Energy, physical and human capital relationships. *Energy Economics*, 49, 420–429.
- Saxton, J. (2000). Investment in education: Private and public returns. Erişim Adresi <http://www.house.gov/jec/educ.pdf>
- Schorderet, Y. (2003). *Asymmetric cointegration*. (Faculte des Sciences Eqconomiques et Sociales, Departement D’Econometrie, Working Paper), Switzerland, Universite de Geneve.
- Sebri M. ve 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, 14-23.

- Shin Y., Yu B. ve Nimmo M.G. (2014). *Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework*. Festschrift in Honor of Peter Schmidt, 281-314.
- Sıddıquı R. (2004). Energy and economic growth in Pakistan. *The Pakistan Development Review*, 43(2), 175–200.
- Stern D.I. (1993). Energy and economic growth in the USA., *Energy Economics*, 15, 137-150. [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(93\)90033-N](https://doi.org/10.1016/0140-9883(93)90033-N)
- Stern D. I. (2011). The role of energy in economic Growth. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1219(1), 39. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05921.x>
- Tatlı, H. (2015). Çok değişkenli bir üretim modeli ile toplam enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi Türkiye örneği. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(4), 135–157.
- Vlahinic N., Jakovac P. (2014). Revisiting the energy consumption-growth nexus for Croatia: New evidence from a multivariate framework analysis. *Contemporary Economics*, 8(4), 435-452. <https://doi.org/10.5709/ce.1897-9254.155>
- Yapraklı, S. ve Sağlam, T. (2010). Information and communications technology and economic growth in Turkey: An econometric analysis (1980-2008). *Ege Academic Review*, 10(2), 575-596.
- Yu, E.S.H. ve Hwang, B.K. (1984). The relationship between energy and GNP: Further results. *Energy Economics*, 6, 186-190.