



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



Türkiye'nin enerji verimliliği etkinlik analizi

Turkey's energy efficiency activity analysis

Yazar(lar) (Author(s)): Berk Erbil YAĞCI¹, Adnan SÖZEN²

ORCID¹: 0000-0002-3017-4496

ORCID²: 0000-0002-8373-2674

ERKEN GÖRÜŞÜM

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Yağcı B. E., Sözen A. "Türkiye'nin enerji verimliliği etkinlik analizi", *Politeknik Dergisi*, *(*) : *, (*).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.859790

Türkiye'nin Enerji Verimliliği Etkinlik Analizi

Turkey's Energy Efficiency Activity Analysis

Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ Veri Zarflama Analizi (VZA) / Data Envelopment Analysis (DEA)
- ❖ Malmquist toplam faktör verimliliği / Malmquist total factor productivity
- ❖ Ölçeğe göre değişken getiri yaklaşımı / Variable return approach to scale
- ❖ Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji / Energy efficiency and renewable energy

Grafik Özet (Graphical Abstract)

Türkiye'nin toplam faktör verimliliği enerji verimliliği etkinliği modelinde %1, yenilenebilir enerji etkinliği modelinde ise %12 oranında gerilemiştir. / Turkey's total factor productivity in energy efficiency effectiveness models %1, while renewable energy effectiveness in the models has declined by %12.

Çizelge. Türkiye için Malmquist verimlilik endeksi skorları / **Table.** Malmquist productivity index scores for Turkey

Dönem	Model 1	Model 2
2015/2016	0,975	0,922
2016/2017	1,004	0,835
2015-2017	0,990	0,879

Amaç (Aim)

Bu çalışma, Türkiye'nin enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji parametreleri göz önünde bulundurularak, AB üyesi ülkeler arasındaki konumunun belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. / In this study, Turkey's energy efficiency and renewable energy parameters in mind, was conducted to determine the position of the EU member countries.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Bu çalışmada VZA ve Malmquist Index yöntemlerinden yararlanılarak; modellerin etkinlik analizlerinin gerçekleştirilmesinde EMS versiyon 1.3 ve DEAP versiyon 2.1 programları kullanılmıştır. / In this study, by using Data Envelopment Analysis (DEA) and Malmquist Index methods; EMS version 1.3 and DEAP version 2.1 programs were used in the efficiency of the models.

Özgünlük (Originality)

Modellerde girdiye yönelik VZA yaklaşımı tercih edilmiş olup, ölçeğe göre değişken getiri yaklaşımı kullanılmıştır. / In the models, the input oriented DEA approach was preferred, and the variable return approach to scale was used.

Bulgular (Findings)

Enerji verimliliği etkinliği modelinde İsveç, yenilenebilir enerji etkinliği modelinde Danimarka lider ülke olmuştur. / Sweden has been the leading country in the energy efficiency model and Denmark in the renewable energy efficiency model.

Sonuç (Conclusion)

Model 1 ve Model 2'de Türkiye toplam faktör verimliliği değişiminde AB ülkeleri arasında son sıralarda yer almış olup; Türkiye'nin enerji ithalatını azaltması için sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyelini daha etkin kullanması gerektiği belirtilmiştir. / Model 1 and Model 2 is the change in total factor productivity in Turkey has taken place in the last row between EU countries; the potential for renewable energy has reduce Turkey's energy imports, it is stated that the need to use more effectively.

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

Türkiye'nin Enerji Verimliliği Etkinlik Analizi

Araştırma Makalesi / Research Article

Berk Erbil YAĞCI*, **Adnan SÖZEN****

¹ENERJİSA İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş., İstanbul, Türkiye

²Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 13.01.2021 ; Kabul/Accepted : 26.01.2021 ; Erken Görünüm/Early View : 30.01.2021)

ÖZ

Bu çalışmada, Türkiye ve Avrupa Birliği'ne (AB) üye ülkelerin 2015-2017 yılları arasındaki enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji etkinliği analiz edilerek; Türkiye'nin AB ülkeleri arasındaki konumu tespit edilmesi amaçlanmıştır. Etkinlik ölçümünde ülkelerin toplam faktör verimliliği değişimleri esas alınmıştır. Ülkelerin toplam faktör verimliliklerinin, etkinlik ve teknolojik değişimlerinin ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği endeksi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre; enerji verimliliği etkinliğinde İsveç, yenilenebilir enerji etkinliğinde ise Danimarka'nın lider ülke konumunda olduğu saptanmıştır. Toplam faktör verimliliği sonuçlarına göre, Türkiye'nin enerji verimliliği etkinliğinde %1, yenilenebilir enerji etkinliğinde ise %12 oranında gerileme göstererek AB ülkeleri arasında son sırada yer aldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veri zarflama analizi, Malmquist toplam faktör verimliliği.

Turkey's Energy Efficiency Activity Analysis

ABSTRACT

In this study, Turkey and the European Union (EU) member countries between 2015 to 2017 years of energy efficiency and renewable energy by analyzing the activity; The location of Turkey between EU countries is intended to be detected. In measuring the efficiency, total factor productivity changes of countries were taken as basis. Data Envelopment Analysis (DEA) and Malmquist Total Factor Productivity Index methods were used to measure the total factor productivity, efficiency and technological changes of countries. According to the analysis results; Sweden is the leading country in energy efficiency and Denmark is the leading country in renewable energy efficiency. According to the total factor productivity results; Turkey's energy efficiency activities in the 1%, while showing decline of 12% renewable energy activities have been identified which ranks last among EU countries.

Keywords: Data envelopment analysis, Malmquist total factor productivity.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Dünyada nüfusun artması, sanayinin ve teknolojinin gelişmesi neticesinde enerji tüketimi hızla artmaktadır. Ülkeler enerji tüketimlerini karşılayabilmek için elektrik üretiminde fosil yakıtlardan yararlanmaktadır. Ancak fosil yakıt rezervlerinin azalması, çevre kirliliğine neden olması, toplumda oluşan çevre bilinci ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretmeye yöneltmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenebilir yapıda olmaları ve çevreye zarar vermeme özellikleri ile ön plana çıkmaktadır [1]. Dünya üzerinde fosil yakıtların payının azalması, toplam kurulu güç içerisindeki yenilenebilir enerji ve alternatif enerji kaynaklarının payının düşük olması, ülkelerin enerji kaynaklarını daha verimli kullanmalarına yönelten bir unsur olmuştur.

Enerjide dışa bağımlı olan Türkiye'nin de artan nüfusu ile birlikte artış gösteren enerji tüketimini karşılayabilmesi için enerji verimliliğini geliştirecek önlemler alması gerekmektedir. Ülkelerin, enerji verimliliklerini artıracak önlemler almaları uzun vadede ekonomilerinin de gelişmesine katkı sağlamaktadır [2].

Literatürde enerji alanında veri zarflama analizi ile yapılan çalışmalardan bazıları aşağıdaki gibidir.

Koçak ve Boran (2018), Türkiye'deki 81 ilin elektrik tüketimi etkinlikleri analiz etmişlerdir. Girdi değişkeni olarak aydınlatma, mesken, sanayi, ticarethane çıktı değişkeni olarak tüketici sayısı kullanılmıştır [3]. Güler v.d. (2020), Türkiye'deki 21 Elektrik Dağıtım Şirketinin etkinliklerini analiz etmişlerdir. Girdi değişkeni olarak kayıp kaçak oranı, etki alanı, maksimum talep; çıktı değişkeni olarak da abone sayısı ve elektrik tüketim miktarı

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : erbilyagci@gmail.com

kullanılmıştır [4]. Yetik v.d. (2011), Türkiye'deki termik santrallerinin etkinlik analizini yapmışlardır. Girdi değişkeni olarak yakıtın alt ısı, planlanan üretim kapasitesi, ana yakıt tüketimi, toplam CO₂ emisyonu, toplam NO₂ emisyonu, diğer gaz emisyonları; çıktı değişkeni olarak gerçekleşen üretimi kullanmışlardır [5]. Karabulut v.d. (2008), 27 AB Ülkesinin ekonomik performans etkinliğini analiz etmişlerdir. Girdi değişkeni olarak istihdam, gayri safi sermaye oluşumu; çıktı değişkeni olarak gayri safi yurt içi hasıla kullanmışlardır [6]. Kúpeli ve Alp (2018), G20 ülkelerinin yenilenebilir enerji etkinliğinin dengeli performans ağırlıklarını analiz etmişlerdir. Girdi değişkeni olarak enerji yoğunluğu ve iş gücünü; çıktı değişkeni olarak kişi başı milli gelir, CO₂ emisyon miktarı, yenilenebilir enerji kaynakları tarafından üretilen elektriğin toplam elektrik içindeki yüzdesi'ni kullanmışlardır [1]. Aydoğan v.d. (2017), 2010-13 yılları arasında 29 AB ülkesinin çevre ve enerji performansına yönelik etkinlik analizi gerçekleştirmişlerdir. Girdi değişkeni olarak enerji tüketimi ve iş gücünü; çıktı değişkeni olarak gayri safi yurt içi hasıla ve CO₂ yayılımını kullanmışlardır [7]. Menegaki (2013), 31 AB ülkesinin 1997-2010 yılları arasındaki büyüme ve yenilenebilir enerji kapasitesini incelemiştir. Girdi değişkeni olarak elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı, enerji tüketimi, CO₂ emisyonu, istihdam oranı ve sermaye değişkenlerini; çıktı değişkeni olarak kişi başına düşen milli geliri kullanmıştır [8]. Woo v.d. (2015), 2004-11 yılları arasındaki 31 OECD ülkesinin statik ve dinamik çevresel yenilenebilir enerji verimliliği incelenmişlerdir. Girdi değişkeni olarak işgücü, sermaye ve yenilenebilir enerji arzı; çıktı değişkeni olarak CO₂ emisyonu, kişi başına milli gelir, yenilenebilir enerji ile üretilen elektrik miktarını kullanmışlardır [9]. Karık v.d. (2020), 2009-13 yılları arasında OECD ve BRICS ülkelerine göre Türkiye'nin enerji etkinliğini ölçmüşlerdir [10].

Bu çalışma, Türkiye'nin enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji parametreleri göz önünde bulundurularak, AB üyesi ülkeler arasındaki konumunun belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Türkiye'nin AB ülkelerine göre karşılaştırmalı kesit analizinin yapılmasında, Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Index yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışmada VZA ile analiz yapabilmek amacıyla iki adet model oluşturulmuş, girdi ve çıktılar belirlenmiştir. Yenilenebilir enerji etkinliği modelinde 18 AB ülkesinin, enerji verimliliği etkinliği modelinde ise 25 AB ülkesinin verisinden yararlanılmıştır. Modellerin etkinlik analizlerinin gerçekleştirilmesinde EMS versiyon 1.3 ve DEAP versiyon 2.1 programlarından yararlanılmıştır.

Çalışmada 2017 yılına ait veriler kullanılmıştır. Avrupa ülkelerinin etkinlik performanslarının ve toplam faktör verimliliklerinin belirlenmesinde kullanılan temel enerji göstergeleri Avrupa İstatistik Birliği (EUROSTAT)'dan alınmıştır. Bu çalışmanın, Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı ülkelerin güncel durumlarını analiz edebilmelerine, eksik yönlerini bulmalarına ve gelecek vizyonlarına yön verebilmelerine fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

2.MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

2.1. Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis)

VZA parametrik olmayan ve yaygın kullanılan bir etkinlik ölçümü yöntemidir. VZA karşılaştırılabilir karar verme birimleri (KVB)'ler arasındaki en iyi olanı tespit etmek ve etkin sınırı oluşturacak bir yöntem sağlamayı amaçlamaktadır. VZA yöntemi, "etkin sınırdan olmayan birimlerin etkinlik düzeyini ölçmeye ve etkin olmayan birimlerin kıyaslanabileceği referans birimlerin belirlenmesine olanak sağlamaktadır" [11].

Veri Zarflama Analizi (VZA) 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen birbirine benzeyen KVB'lerinin birbirlerine göre etkinliklerinin tespit edilmesinin amaçlandığı bir yöntemdir [3].

VZA modelleri ikiye ayrılmaktadır. Bu modellerden birincisi Charnes v.d., tarafından geliştirilen ölçeğe göre sabit getiri (CCR ya da CRS)'dir. Bu yaklaşımda her bir KVB'nin toplam teknik etkinliği (TTE) hesaplanır. İkinci yaklaşım ise Banker v.d. tarafından geliştirilen ölçeğe göre değişken getirdir (BCC ya da VRS). BCC yaklaşımında her bir KVB'nin saf teknik etkinliği (STE) hesaplanmaktadır. TTE'nin STE'ye oranı ölçek etkinliği (ÖE)'ni vermektedir. STE ve TTE arasındaki ilişki eşitlik 1'de gösterildiği gibidir [10].

$$TTE = \text{ÖE} \cdot STE \quad \text{ve} \quad STE \geq TTE \quad (1)$$

BCC etkinlik değeri her zaman CCR değerinden büyük ya da eşittir. ÖE değeri 1 den büyük olamaz. Hangi değişkenin hedef olduğuna bağlı olarak girdi ya da çıktı yönelimli modeller kullanılabilir. Minimum girdi verisi kullanılarak belirli bir çıktının üretilmesinin amaçladığı modellerde girdiye yönelik model tercih edilir [10]. BCC (VRS)'ye dayalı girdi yönelimli modelin matematiksel denklemi aşağıdaki gibidir [12].

$$\min h_o = \theta_o - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_{io}^- - \varepsilon \sum_{r=1}^s S_{ro}^+ \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_{io}^- = \theta_o x_{io} \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - S_{ro}^+ = y_{ro} \quad (4)$$

$$\lambda_j, S_{io}^-, S_{ro}^+ \geq 0$$

$$j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s$$

θ_0 radyal girdi büzülme katsayısını belirtir. S_{io}^-, S_{ro}^+ , i . girdi ve r . çıktı için aylak değişkenleri belirtir [12].

ε arşimedük olmayan sonsuz küçük sayıyı, o alt indisi KVB'nin gösterildiği yeri, h_0 ise KVB'nin etkinlik skorunu ifade eder [10].

$\theta_0 = 1$ ve aylak değişken sıfıra eşitse KVB₀ etkindir. $\theta_0 < 1$ ve aylak değişkenler sıfıra eşit değilse KVB₀ etkin değildir. KVB₀ 'ın etkin olabilmesi için çıktıların sabit tutularak girdilerin azaltılması ya da aksi senaryonun uygulanması gerekmektedir [12].

2.2. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (Malmquist Total Factor Productivity)

Statik bir ölçüm tekniği olan VZA'ya Malmquist toplam faktör verimliliği zaman faktörünü eklemektedir [13]. Färe v.d., Caves v.d. yapmış oldukları çalışmalarında esas olarak t ve $t+1$ zaman diliminde toplam faktör verimliliğini tanımlamışlardır [12]. Malmquist toplam faktör verimliliği için kullanılan girdi uzaklık fonksiyonu D_t çıktı üretim imkanları kümesi P^t aşağıda yer alan eşitlikteki gibi tanımlanır [10].

$$D_G^t(x^t, y^t) = \max\{\theta : (x^t / \theta, y^t) \in P^t\} \quad (5)$$

Girdiye yönelik Malmquist verimlilik endeksi aşağıdaki gibidir [14].

$$M_G^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\left(\frac{D_G^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_G^t(x^t, y^t)} \right) \cdot \left(\frac{D_G^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_G^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (6)$$

M_G , KVB'nin toplam faktör verimliliğinin hesaplanmasında kullanılır. t 'den $t+1$ zamana kadar olan ilerlemeyi, durağanlığı ve kötüleşmeyi $M_G > 1, 0$, $M_G = 1, 0$ ve $M_G < 1, 0$ belirtir.

Färe v.d., etkinlik değişimi (ed) ve teknolojik değişim (td)'yi aşağıdaki gibi tanımlamışlardır [14].

$$tfvd = ed \cdot td \quad (7)$$

$$ed = \frac{D_G^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_G^t(x^t, y^t)} \quad (8)$$

$$td = \left[\left(\frac{D_G^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_G^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \cdot \left(\frac{D_G^t(x^t, y^t)}{D_G^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (9)$$

ed yakalama etkisi, td ise sınır kayma etkisi, $tfvd$ ise toplam faktör verimliliği değişimi olarak adlandırılmaktadır.

3. BULGULAR (FINDINGS)

Bu çalışmada, Türkiye ve AB ülkelerinin enerji performanslarını ölçmek amacıyla iki model oluşturulmuştur. Enerji verimliliği modelinde 2017 yılına ait toplam nüfus sayısı 583.779.086 kişi, yenilenebilir enerji etkinliği modelinde ise 2017 yılına ait toplam nüfus sayısı 550.241.180 kişi olarak hesaplanmıştır. Çalışmada hesaplanan veriler 1.000.000 kişiye düşen veri seti olarak ayarlanmıştır.

Çizelge 1. Modellere ait girdi ve çıktı değerleri

MODEL	GİRDİLER	ÇIKTILAR
Enerji verimliliği etkinliği	Brüt kullanılabilir enerji	Enerji verimliliği
	Toplam enerji arzı	
	Elektrik üretim kapasitesi	
Yenilenebilir enerji etkinliği	Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (Jeotermal)	Yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen enerji payı
	Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (Güneş enerjisi)	
	Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (İç tüketim hesaplı hali)	
	Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (Biyogazlar)	

Modellerde girdiye yönelik VZA yaklaşımı tercih edilmiş olup, ölçüğe göre değişken getiri yaklaşımı kullanılmıştır.

3.1. Model 1 (Model 1)

Enerji verimliliği etkinliği olan Model 1’de 25 Avrupa ülkesinin etkinlik (ed) ve teknolojik değişimi (td), toplam faktör verimliliği; brüt kullanılabilir enerji, toplam enerji arzı ve elektrik üretim kapasitelerinin enerji verimliliği üzerine olan etkisi incelenmiştir.

Çizelge 2. Model 1 için ülkelerin tfvd değerleri

MODEL 1 (tfvd değerleri)			
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	Genel Ortalama
Belçika	1,015	0,95	0,983
Bulgaristan	0,993	0,998	0,996
Çek Cumhuriyeti	1,035	0,984	1,010
Danimarka	0,996	1,003	1,000
Almanya	1,007	1,003	1,005
Estonya	1,003	0,989	0,996
İrlanda	0,995	1,001	0,998
Yunanistan	1,013	0,995	1,004
İspanya	0,998	1,002	1,000
Fransa	1	1,004	1,002
Hırvatistan	0,997	0,996	0,997
İtalya	1,027	0,999	1,013
Letonya	0,981	0,998	0,990
Litvanya	1,016	0,979	0,998
Macaristan	0,99	0,99	0,990
Hollanda	0,998	0,996	0,997
Avusturya	0,995	1,003	0,999
Polonya	1,008	0,993	1,001
Portekiz	0,999	0,987	0,993
Romanya	0,999	0,996	0,998
Slovenya	1,007	1,01	1,009
Slovakya	1	0,996	0,998
İsveç	1,021	1,011	1,016
İngiltere	1,009	1,001	1,005
Türkiye	0,975	1,004	0,990
Genel Ortalama	1,003	0,996	0,999

Çizelge 2’de ülkelerin tfvd değerleri yer almaktadır. Bu çizelge sonuçlarına göre 2015-17 yıllarında Türkiye’nin toplam faktör verimliliği %1 oranında gerilemiştir. İsveç tüm yıllara ait sonuçlara göre lider ülke olmuştur. Toplam faktör verimliliğinde gerileme olan ülkeler Belçika, Bulgaristan, Estonya, İrlanda, Hırvatistan, Letonya, Litvanya, Macaristan, Hollanda, Avusturya, Portekiz, Romanya ve Slovakya’dır.

Çizelge 3. Model 1 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri

MODEL 1 (ed ve td değişimi)				
Değişim Türü	Etkinlik değişimi (ed)		Teknolojik değişim (td)	
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
Belçika	1,030	0,977	0,985	0,972
Bulgaristan	0,993	0,995	1,000	1,003
Çek Cumhuriyeti	1,030	0,975	1,005	1,009
Danimarka	1,009	1,000	0,987	1,003
Almanya	1,006	1,002	1,001	1,001
Estonya	0,996	0,987	1,007	1,002
İrlanda	1,000	1,000	0,995	1,001
Yunanistan	1,027	0,992	0,986	1,003
İspanya	1,012	0,999	0,986	1,003
Fransa	0,996	0,997	1,004	1,007
Hırvatistan	0,997	0,991	1,000	1,005
İtalya	1,028	0,998	0,999	1,001
Letonya	0,986	0,998	0,995	1,000
Litvanya	1,012	0,972	1,004	1,007
Macaristan	1,000	1,000	0,990	0,990
Hollanda	0,991	0,999	1,007	0,997
Avusturya	0,996	1,003	0,999	1,000
Polonya	1,000	1,000	1,008	0,993
Portekiz	1,012	0,984	0,987	1,003
Romanya	0,998	0,995	1,001	1,001
Slovenya	1,002	1,000	1,005	1,010
Slovakya	0,995	0,994	1,005	1,002
İsveç	1,023	1,011	0,998	1,000
İngiltere	1,000	1,000	1,009	1,001
Türkiye	0,973	0,998	1,002	1,006
Genel Ortalama	1,004	0,995	0,999	1,001

Çizelge 3, ülkelerin ed ve td değerlerini göstermektedir. İsveç’in toplam faktör verimliliğindeki büyümeyi etkileyen ana faktör ed’dir. Türkiye’nin 2015-16 yılında ed değeri %2,7 oranında gerilemesine rağmen diğer yıllarda td ve ed değerleri değişiminde önemli farklılıklar olmamıştır. Türkiye’nin ed değeri 2015-16 yılında genel ortalamanın altında yer almış olup, diğer yıllarda ed ve td değerleri genel ortalamanın üzerinde olmuştur.

Çizelge 2’den görüleceği üzere, İsveç 25 AB ülkesi arasında enerji verimliliği etkinliğinde lider ülke olmuştur.

Uluslararası Enerji Ajansı'nın yapmış olduğu çalışmaya göre, İsveç üye ülkeler arasında birincil enerji arzında en düşük fosil yakıt payına ve en düşük karbon yoğunluğuna sahip olan ülkedir. İsveç elde ettiği başarıyı enerji verimliliği, yenilenebilir enerjiye önem veren ve dekarbonizasyonu destekleyen politikalar sayesinde elde etmiştir. 2045 yılına kadar İsveç, net emisyon değerlerini sıfıra indirmeyi planlamakta; 2040 yılına kadar % 100 yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretmeyi hedeflemektedir. İsveç nükleer santrallerini kapatarak yeni reaktör alımında bulunmama kararı almıştır. İsveç ulaştırma sektöründe nihai enerji tüketiminin dörtte birinden daha azına sahip olup, CO₂ ile ilgili emisyonların yüzde ellisinden fazlasını oluşturmaktadır. Hükümet ulaştırma kaynaklı emisyonları 2010 ile 2030 yılları arasında %70 oranında azaltmayı amaçlamaktadır. Ayrıca düşük emisyonlu araçların kullanımını arttırmak amacıyla biyo yakıt kullanımını teşvik edici yeni düzenlemeler yürürlüğe girmiştir [15].

Uluslararası Enerji Ajansı'nın yapmış olduğu çalışmalar neticesinde İsveç, elektrik piyasasının liberalleşmesi, yenilenebilir yakıtlara sahip olması nedeniyle üye ülkeler arasında ön planda yer almaktadır. İsveç tükettiği enerjinin %43'ünü yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaktadır. İsveç söz konusu başarısını Yenilenebilir Enerji Direktifi sayesinde elde etmiştir. İsveç enerji politikalarında çevre duyarlılığı yüksek bir toplum oluşturabilmek amacıyla verimliliği yüksek ve uygun maliyetli enerji üretimini esas alan politikalar benimsemiştir. Söz konusu politikaları uygulayabilmek amacıyla İsveç, Ulusal Enerji Kurumunu kurup, yenilenebilir enerji'nin kullanılmasını arttıracak çalışmalar yapmaktadır. Çalışmalar kapsamında yeşil elektrik sertifikaları vermiştir. Hükümetin yeşil sertifikaları alabilmek için elektrik enerjisinin jeotermal, biyo yakıt, rüzgar, dalga enerjisi, güneş ve hidroelektrik santralleri ile üretilmesini zorunlu hale getirmiştir. Söz konusu uygulama ile yeşil sertifika alabilmek için üreticilerin elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeleri zorunlu tutulup, tüketicilerinde elektrik faturalarını ödemeleri ile yeşil sertifikaları edinmeleri zorunlu tutulmuştur. Bu uygulama ile 2002 yılından 2016 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisi 17 TWh'e ulaşmıştır [16].

İsveç rüzgar enerjisi kapasitesini on senede üç katına çıkartmıştır. İsveç 100 MWh gücünde enerji üreten 48 adet rüzgar türbinine sahip Kuzey Avrupa'nın en büyük rüzgar enerjisi santralini Öresund şehrine kurmuştur. Söz konusu elektrik santrali ile yıllık 60 000 meskenin enerji talebi karşılanabilmektedir.

Sanayide enerji verimliliği İsveç hükümetinin önemle üzerinde durduğu bir konudur. Hükümet 2005 yılında sanayide enerji verimliliğini arttıracak bir düzenleme yapmıştır. Program kapsamında belirlenen 180 firmaya enerji yoğunluklarını azaltmaları ve enerjilerini verimli kullanmalarını teşvik etmek amacıyla vergi kolaylığı sağlanmıştır. Program sayesinde 1 TWh gücünde enerji tasarruf edilmiştir [16].

Hükümet enerji verimliliği yüksek binaların oluşmasını sağlamak amacıyla evlerde kalın yalıtım malzemesi kullanılması ve akıllı havalandırma sistemi ile enerji tasarrufunu artırmayı amaçlamıştır. Hükümet 1 Ocak 2008'de AB direktiflerini temel alan bir beyanname yayımlayarak enerjinin verimli kullanılmasını teşvik etmiştir. Hükümet, toplumda enerji tasarrufu bilincini geliştirmeye çalışmaktadır. Belediyeler ve konu hakkında bilgi edinmek isteyen kişiler enerji danışmanları tarafından bilgilendirilmektedir [16].

3.2. Model 2 (Model 2)

Yenilenebilir enerji etkinliği olan Model 2'de, 18 Avrupa ülkesinin etkinlik ve teknolojik değişimleri, toplam faktör verimliliği; jeotermal, biyogaz ve güneş enerjisinin yenilenebilir kaynaklardan gelen enerji payı üzerine olan etkisi incelenmiştir.

Çizelge 4'de ülkelerin tfvd değerleri yer almaktadır. Bu çizelge sonuçlarına göre Türkiye genel ortalamasının altında yer almaktadır. Türkiye'nin toplam faktör verimliliğinde 2015-16 yıllarında %7,8, 2016-17 yıllarında ise %16,5 oranında gerileme olmuştur. Genel ortalama sonuçlarına göre Türkiye'nin toplam faktör verimliliğinde %12 oranında gerileme görülmektedir. Tüm yıllara ait sonuçlar değerlendirildiğinde, Danimarka lider ülke olmuş; Bulgaristan, Almanya, Fransa, İtalya, Macaristan, Hollanda, Portekiz ve Romanya'nın toplam faktör verimliliğinde ilerleme olmasına rağmen bu ülkeler genel ortalamasının altında yer almışlardır.

Çizelge 4'e göre, AB ülkeleri arasında sadece Türkiye'nin toplam faktör verimliliğinde gerileme görülmüştür.

Çizelge 4. Model 2 için ülkelerin tfvd değerleri

MODEL 2 (tfvd değerleri)			
Ülkeler/Yıllar	2015- 2016	2016- 2017	Genel Ortalama
Belçika	0,924	15,921	8,423
Bulgaristan	0,957	7,950	4,454
Danimarka	0,775	23,346	12,061
Almanya	0,965	7,986	4,476
Yunanistan	0,929	9,710	5,320
İspanya	0,986	11,798	6,392
Fransa	0,978	5,935	3,457
Hırvatistan	1,138	12,379	6,759
İtalya	1,033	1,246	1,140
Macaristan	1,085	4,149	2,617
Hollanda	0,932	4,566	2,749
Avusturya	1,024	11,415	6,220
Polonya	1,029	13,985	7,507
Portekiz	1,056	3,339	2,198
Romanya	1,230	5,963	3,597
Slovakya	1,161	10,720	5,941
İngiltere	0,940	20,775	10,858
Türkiye	0,922	0,835	0,879
Genel Ortalama	1,004	9,557	5,280

Çizelge 5’de ülkelerin ed ve td değerleri görülmektedir. Bu çizelgede Fransa’nın toplam faktör verimliliğinin ilerlemesini etkileyen ana faktörün ed olduğu; Almanya’nın toplam faktör verimliliğinde olan ilerlemenin td değişiminden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Türkiye’nin 2015-16 yıllarında etkinlik değişiminde %10, 2016-17 yıllarında ise %84 oranında gerileme, 2015-17 yıllarında ise td değerlerinde ilerleme olmuştur.

2015-17 yılları için Türkiye’nin etkinlik değişimi ve 2016-17 yıllarında teknolojik değişimi genel ortalamanın altında yer almıştır. 2015-16 yıllarındaki teknolojik değişim ise genel ortalama değerinin üzerinde olmuştur. Türkiye’nin toplam faktör verimliliğinin %12 oranında azalması etkinlik değişimindeki gerilemeden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 5. Model 2 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri

MODEL 2 (ed ve td değişimi)				
Değişim Türü	Etkinlik değişimi (ed)		Teknolojik değişim (td)	
Ülkeler/Yıllar	2015- 2016	2016- 2017	2015-2016	2016- 2017
Belçika	1,460	0,634	0,633	25,112
Bulgaristan	0,878	0,875	1,090	9,087
Danimarka	1,000	1,000	0,775	23,346
Almanya	0,939	0,283	1,028	28,217
Yunanistan	0,905	0,508	1,027	19,107
İspanya	1,003	0,755	0,983	15,626
Fransa	0,953	4,080	1,027	1,455
Hırvatistan	1,000	1,000	1,138	12,379
İtalya	1,007	0,075	1,026	16,505
Macaristan	0,987	0,364	1,099	11,403
Hollanda	0,908	0,253	1,026	18,072
Avusturya	0,996	0,763	1,028	14,958
Polonya	1,044	1,010	0,986	13,847
Portekiz	0,816	0,441	1,294	7,575
Romanya	1,000	1,000	1,230	5,963
Slovakya	1,047	0,936	1,109	11,451
İngiltere	1,000	1,000	0,940	20,775
Türkiye	0,897	0,163	1,028	5,137
Genel Ortalama	0,991	0,841	1,026	14,445

AB ülkelerinin teknolojik değişimlerinin ilerlemesine yenilenebilir enerji alanında yapılan yatırımlar etkili olmuştur. AB üyesi ülkeler içerisinde rüzgar enerjisi alanında en çok yatırım yapan ülkeler Almanya, İspanya, İtalya ve Portekiz’dir. Dünya üzerinde rüzgar enerjisine en çok yatırım yapan 10 ülke içerisinde 7 AB üyesi ülke yer almıştır. AB ülkeleri içerisinde Almanya yenilenebilir enerji alanında birçok Avrupa ülkesine örnek olmuştur. Almanya rüzgar enerjisi alanında kurulu gücünü artırmaktadır. Dünya üzerinde birçok ülkeden önce Almanya yenilenebilir enerji alanında direktifler çıkartarak, yasal düzenlemeler gerçekleştirmiştir. 2000 yılında yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Yasası, yenilenebilir enerji

kaynaklarından elektrik üretiminin Almanya’da teşvik edilmesi açısından önemli bir yasal düzenleme olmuştur. Fransa, İtalya ve İspanya’da benzer yasal düzenlemeler gerçekleştirerek Almanya’yı örnek almışlardır [19].

Türkiye’nin teknolojik değişiminde olan ilerlemesine son yıllarda hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal ve biyokütle enerjisi kurulu güçlerindeki artışlar etkili olmuştur. Türkiye’nin 1990 yılında hidrolik enerji kurulu gücü 6764,3 MW iken 2019 yılında 28503 MW’a yükselmiştir. Türkiye’nin 1998 yılında rüzgar enerjisi kurulu gücü 8,7 MW iken gerçekleştirilen yasal düzenlemeler ve teşvikler ile 2019 yılında 7591,2 MW’a ulaşmıştır. Rüzgar enerjisi santralleri ile 2016 yılında 15517 GWh elektrik enerjisi üretilmiştir. Türkiye bulunduğu jeopolitik konum, güneşlenme süresinin uzun olması ve güneşten elde edilen enerji miktarının yüksek olmasından dolayı dünya ülkeleri arasında önemli bir yere sahiptir. Güneş enerjisi kurulu gücü 2014 yılında 40,2 MW iken 2019 yılında 5995,2 MW’a yükselmiştir. Güneş enerjisi ile 1990 yılında 32,5 GWh elektrik enerjisi üretilirken, 2016 yılında 1065,7 GWh elektrik enerjisi üretilmiştir. Türkiye zengin jeotermal kaynaklara sahip olmasına rağmen bu kaynaklar ile yeterli miktarda enerji üretememektedir. Türkiye jeotermal potansiyeli bakımından Avrupa’nın 1., Dünya’nın ise 4. ülkesi’dir. Jeotermal enerji kurulu gücü 1990 yılında 17,5 MW iken 2019 yılında 1514,7 MW’a yükselmiştir [20].

Hırvatistan hükümeti yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji üretimine odaklanmıştır. Hükümetin enerji hedefleri arasında 2050 yılına kadar enerji üretimindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payının %90 seviyelerine çıkarılması yer almaktadır. Ülkenin yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidroelektrik ve jeotermal enerji kaynaklarının yer almasını planlamaktadır. Ayrıca, hükümet jeotermal enerji kaynakları dışında yenilenebilir enerji kaynaklarında yatırım yapabilmek için devlet teşvikine ihtiyaç olmayacak modeller üzerine çalışmaktadır. Hırvatistan son on sene rüzgar enerjisi santrallerine yatırım yapmasına rağmen, güneş enerjisinden elektrik üretimi miktarını da artırmayı planlamaktadır. Hırvatistan 2017 yılı Avrupa Birliği verilerine göre elektrik ihtiyacının %30’nu hidroelektrik santrallerinden karşılayarak; yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini üç katına çıkartmayı amaçlamaktadır [17]. Danimarka’nın toplam faktör verimliliğinin yüksek olmasında rüzgar santralleri önemli bir rol oynamaktadır.

Danimarka sahip olduğu açık deniz rüzgar çiftlikleri ile toplam enerji ihtiyacının yarısından fazlasını rüzgar enerjisinden karşılamaktadır. Danimarka’nın rüzgar enerjisi kurulu gücü 1300 MW olup, rüzgar enerjisi kurulu gücüne göre dünyanın ilk üç ülkesi içerisinde yer almaktadır. Aynı zamanda Danimarka rüzgar enerjisi piyasasında dünyanın önemli rüzgar türbini üretim firmalarına sahiptir. Bu durum Danimarka’nın ekonomisine katkı sağlamaktadır. Danimarka rüzgar türbini ihraç edebilmekte ve bu alanda istihdam sağlamaktadır. Danimarka’da rüzgar enerjisi yatırımlarının fazla olmasında açık deniz ve karasal rüzgar gücünün yüksek olması, rüzgar güllerinin verim alınabilecek noktalara yerleştirilmesi, Danimarka’nın uzun bir kıyı şeridine sahip olması ve denizin derin olmaması avantaj sağlamaktadır. Türkiye’nin 11 000 MW gücünde deniz üstü rüzgar enerjisi potansiyeline sahip olduğu tahmin edilmektedir. Ancak, Türkiye’de faaliyet halinde olan deniz üstü rüzgar enerjisi santrali bulunmamaktadır. Bozcaada ve Antakya Körfezinde fizibilite çalışmaları yapılmasına rağmen uygulamaya geçilmemiştir. Türkiye’de deniz üstü rüzgar santrallerinin kurulumu ve işletilmesi ile ilgili yasal bir düzenlemede bulunmamaktadır. Türkiye’nin sahip olduğu rüzgar gücünü etkin kullanabilmesi için bu alanda gerekli yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir [18].

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada, 2015-17 yılları arasında AB ve Türkiye’nin enerji verimliliği, yenilenebilir enerji parametreleri göz önünde bulundurularak, Türkiye’nin AB üyesi ülkeler arasındaki performansı analiz edilmiştir. Performans analizi yapabilmek amacıyla ülkelere ilişkin hesaplanan etkinlik ve teknolojik değişimi, toplam faktör verimliliğindeki değişim endeksleri dikkate alınmıştır. Hesaplamaların yapılmasında Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği yöntemlerinden yararlanılmıştır. Endeksler ülke bazında hesaplanarak ülkelerin enerji performansları karşılaştırılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre en yüksek ve en düşük performansla sahip ülkeler tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 6. Türkiye için Malmquist verimlilik endeksi skorları

Dönem	Model 1	Model 2
2015/2016	0,975	0,922
2016/2017	1,004	0,835
2015-2017	0,990	0,879

Çizelge 6'da yer alan verilere göre Türkiye'nin toplam faktör verimliliği sonuçları incelendiğinde Model 1 (Enerji verimliliği etkinliği)'de %1 oranında; Model 2 (yenilenebilir enerji etkinliği)'de ise %12 oranında gerileme gösterdiği tespit edilmiştir.

Model 1'de ki, toplam faktör verimliliği sonuçlarına göre İsveç lider ülke olmuştur. Türkiye'nin toplam faktör verimliliği genel ortalamasının altında yer almaktadır. Uzun vadede Türkiye'nin enerji verimliliğini artıracak yeni eylem planlarının devreye alınması ve toplumda enerji farkındalığının oluşturulması gerekmektedir.

Model 1 ed ve td değişim tablosuna göre, Türkiye 2015-16 yılları arasında etkinlik değişiminde genel ortalamasının altında yer almış olup, diğer yıllarda ed ve td değerleri genel ortalamasının üzerindedir.

Model 2'de ki ed değişimleri incelendiğinde Türkiye 2015-17 yılları arasında genel ortalamasının altında yer almıştır. Türkiye'nin 2016-17 yıllarında ed değeri %84 oranında gerileme göstermiştir. 2015-17 yılları arasında td değerinde gerileme olmamıştır.

Türkiye, ed değerindeki gerilemeden dolayı toplam faktör verimliliği değişiminde 18 AB ülkesi arasında son sırada yer almaktadır. Enerjide dışa bağımlı olan Türkiye'nin enerji ithalatını azaltması için sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyelini daha etkin kullanması gerekmektedir. Özellikle rüzgar ve biyogaz enerjisine yapılan yatırımların artırılması, yenilenebilir enerji alanında devlet teşviklerine daha fazla pay ayrılması faydalı olacaktır.

ETİK STANDARTLARI BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazarları çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Berk Erbil YAĞCI: Deneyleri yapmış ve sonuçlarını analiz etmiştir. / Performed the experiments and analyse the results.

Adnan SÖZEN: Deneyleri yapmış ve sonuçlarını analiz etmiştir. / Performed the experiments and analyse the results.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur. / There is no conflict of interest in this study.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Küpeli M., Alp İ., "G20 Ülkelerinin yenilenebilir enerji etkinliğinin dengeli performans ağırlıkları ve veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 18: 207-218, (2018).
- [2] Doğan H., Yıllankıran N., "Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Projeksiyonu", *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 3(1): 375-383, (2015).
- [3] Koçak İ., Boran K., "Türkiye'deki illerin elektrik tüketim etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi", *Politeknik Dergisi*, 22(2): 351-365, (2019).
- [4] Güler E., Kandemir S., Açıkcalp E., "Türkiye'deki enerji dağıtım şirketlerinin etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi", *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1): 66-79, (2020).
- [5] Yetik Ö., Köse R., Özgür M., Arslan O., "Türkiye'deki termik santrallerin etkinlik analizi: parametrik ve parametrik olmayan yaklaşımlar", *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24: 71-82, (2011).
- [6] Karabulut K., Ersungur Ş. M., Polat Ö., "Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'nin ekonomik performanslarının karşılaştırılması: veri zarflama analizi", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(1): 1-11, (2008).
- [7] Aydoğan S., Şahin M., Söylemez İ., "Avrupa Ülkelerinin çevre ve enerji performansına yönelik etkinlik değerlendirmesi: veri zarflama analizi uygulaması", *The International New Issues in Social Sciences*, 5(5): 267-282, (2017).
- [8] Menegaki A.N., "Growth and renewable energy in Europe: benchmarking with data envelopment analysis", *Renewable Energy*, 60: 363-369, (2013).
- [9] Woo C., Chung Y., Chun D., Seo H. and Hong S. "The static and dynamic environmental efficiency of renewable energy: A Malmquist index analysis of OECD countries", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47: 367-376, (2015).
- [10] Karık F., İskender Ü., Kılınç C., "Türkiye'nin enerji etkinliği ve OECD ve BRICS ülkeleri arasındaki göreceli konumu", *Politeknik Dergisi*, 23(2): 515-525, (2020).
- [11] Okursoy A., Tezsürücü D., "Veri zarflama analizi ile göreceli etkinliklerin karşılaştırılması: Türkiye'deki illerin kültürel göstergelerine ilişkin bir uygulama", *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 21(2): 1-18, (2014).

- [12] Karık F., ‘‘Türkiye’nin Enerji Performansının OECD ve BRICS Ülkeleri İle Karşılaştırılması’’, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 91-93, (2017).
- [13] Atan S., Şahin E., ‘‘Türkiye ile bazı OECD ülkelerinin elektrik üretim sektörleri için verimlilik ve etkinliklerinin karşılaştırmalı analizi’’, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(3): 845-867, (2017).
- [14] Färe R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z., ‘‘Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries’’, *The American Economic Review*, 84(1): 66-83, (1994).
- [15] İnternet: Küresel Dünya’nın Düşük Karbonlu Ekonomiye Geçişteki Lideri İsveç. Web: <https://www.enerjigazetesi.ist/kuresel-dunyanin-dusuk-karbonlu-ekonomiye-gecisteki-lideri-isvec/> adresinden 21 Kasım 2020’de alınmıştır.
- [16] İnternet: Sürdürülebilir bir gelecek için enerji üretimi. Web: <http://www.solar-academy.com/menus/Surdurulebilir-Bir-Gelecek-Icin-Enerji-Uretimi.022753.pdf> adresinden 12 Ocak 2021’de alınmıştır.
- [17] İnternet: Hırvatistan Yenilenebilir Enerjide İvme Kazanmaya Hazırlanıyor. Web: <https://www.enerjiportali.com/hrvatistan-yenilenebilir-enerjide-ivme-kazanmaya-hazirlaniyor/> adresinden 22 Aralık 2020’de alınmıştır.
- [18] Şahin M., ‘‘Açık deniz rüzgar sistemleri üzerine bir inceleme ve Danimarka modeli’’, *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1): 54-67, (2020)
- [19] Bayraktar Y., Kaya H., ‘‘Yenilenebilir enerji politikaları ve rüzgar enerjisi açısından bir karşılaştırma: Çin, Almanya ve Türkiye örneği’’, *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2(4): 1-18, (2016)
- [20] İnançlı S., Akı A. ‘‘Türkiye’nin enerji ithalatı ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkinin ampirik olarak incelenmesi’’, *Econder International Academic Journal*, 4(2): 551-565, (2020).