

YÜKSELEN EKONOMİLERDE ENERJİ ETKİNLİĞİNİ ARZ YANLI ETKİLEYEN FAKTÖRLER*

Mustafa NAIMOĞLU¹, Mustafa AKAL²

ÖZET

Amaç: Yükselen ekonomiler yüksek büyüme rakamlarına sahip ülkelerdir. Bu rakamları ise ithal ettiği enerjiyle gerçekleştirirler. Dolayısıyla bu ülkeler için enerji etkinliği son derece önemli olduğundan enerji arzı yapılırken kullanılan enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmak istenmiştir.

Yöntem: Bu çalışmada Driscoll ve Kraay Dirençli Tahmincisi kullanılarak 1990-2018 döneminde 23 yükselen ekonomi için enerji etkinliğini arz yanlı etkileyen faktörler araştırılmıştır.

Bulgular: Enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen yenilenebilir enerji kaynaklarından hidro iken en az olumlu etkileyen ise yine yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr, güneş vd. kullanımı bulunmuştur. Katsayılar olarak incelendiğinde hidro kaynağında meydana gelen %1'lik artış enerji etkinliğini %0,18 artırmakta iken rüzgâr, güneş vd. kullanımında meydana gelen %1'lik artış enerji etkinliğini %0,01 oranında artırmaktadır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kullanımı bu ekonomilerde enerji etkinliği için çok önemli fırsatlar sunmaktadır.

Özgünlük: Günümüz teknolojilerine rağmen petrol, kömür, gaz, biokütle, nükleer, yenilenebilir enerji girdilerinde yaşanan etkinlik/verimlilik %11 civarında oldukça düşük bir orana sahiptir. Literatürde enerji kaynaklarının ve enerji kayıplarının enerji etkinliği üzerindeki etkisini araştıran çalışmalara rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı enerji kaynakları ile beraber enerji kayıplarının enerji etkinliği üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Yükselen Ekonomiler, Enerji Etkinliği, Arz Yanlı Model.

JEL Kodları: P28, Q41, Q42.

SUPPLY SIDE FACTORS AFFECTING ENERGY EFFICIENCY IN EMERGING ECONOMIES

ABSTRACT

Purpose: Emerging economies are countries with high growth figures. They realize these figures with the energy they import. Therefore, since energy efficiency is extremely important for these countries, the effect of energy resources used in energy supply on energy efficiency has been investigated.

Methodology: In this study, the supply-side factors affecting energy efficiency for 23 emerging economies in the 1990-2018 period were investigated using the Driscoll and Kraay Resistive Estimator.

Findings: While hydro is one of the renewable energy sources that affect energy efficiency the most positive, wind, solar, etc. have been found to have the least positive effects. When analyzed as coefficients, 1% increase in hydro resource increases energy efficiency by 0.18%, while a 1% increase in wind, solar, etc. increases energy efficiency by 0.01%. Therefore, the use of renewable energy offers very important opportunities for energy efficiency in these economies.

Originality: Despite today's technologies, the efficiency/productivity experienced in oil, coal, gas, biomass, nuclear, renewable energy inputs has a very low rate of around 11%. There are no studies investigating the effects of energy sources and energy losses on energy efficiency in the literature. Therefore, the difference of this study from other studies is that the effect of energy losses on energy efficiency together with energy sources is investigated.

Keywords: Emerging Economies, Energy Efficiency, Supply Side Model.

JEL Codes: P28, Q41, Q42.

* Bu çalışma, Mustafa NAIMOĞLU tarafından Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü'nde Prof. Dr. Mustafa AKAL danışmanlığında yürütülen "Yükselen Ekonomiler İçin Enerji Etkinliğinin Önemi ve Ampirik Modellemesi" başlıklı Doktora tezinden türetilmiştir.

¹ Arş. Gör. Dr., Bingöl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Bingöl, Türkiye, mnaimoglu@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9684-159X (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Prof. Dr., Sakarya Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İktisat Bölümü, Sakarya, Türkiye, akal@sakarya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0504-100X.

1. GİRİŞ

IMF'nin 2015 yılı dünya ekonomik raporunda 23 ülke yükselen ekonomi olarak sınıflandırılmıştır. Bunlar; Arjantin, Bangladeş, Brezilya, şili, Çin, Kolombiya, Macaristan, Hindistan, Endonezya, Malezya, Meksika, Pakistan, Peru, Filipinler, Polonya, Romanya, Rusya, Güney Afrika, Tayland, Türkiye, Ukrayna ve Venezuela'dır (IMF; WEO, 2015: 124). Bu lkeler yüksek büyüme rakamlarına sahiptir ancak bu yüksek büyümeyi ithal ettikleri enerjiyle sağlamaktadır. Dolayısıyla bu ülkeler büyüdükçe enerji konusunda giderek daha fazla dışa bağımlı ülkeler haline gelmektedir. Bu açıdan enerjinin etkin kullanımı yükselen ekonomiler için hayati öneme sahiptir.

Yükselen ekonomiler için yoğun bir rekabetin bulunduğu küresel piyasalarda kendi geleceklerine yn verebilmek adına iki konu ön plana çıkmaktadır. Birincisi teknoloji, diğerisi ise enerjidir. Bu ekonomiler teknolojik yönden ileride değillerdir. Bu yüzden bol ve ucuz enerji kaynaklarına sahip olmak ve sahip oldukları enerjiyi etkin kullanmak zorundadırlar (Naimoğlu ve Akal, 2021: 455). Ayrıca bu ülkelerin ekonomilerini petrol fiyatları başta olmak üzere enerji fiyatlarındaki değişmeler çok fazla etkilemektedir (Uğur, 2021: 69). Bu ülkelerde kısa ve orta vadede enerjinin etkin kullanılması, yeni enerji kaynaklarının kullanılabilmesi için yapılacak yatırımlardan daha ekonomik olmaktadır. Dolayısıyla bu durum sosyal bilimcilerin dikkatini çekmiş ve enerjinin nasıl daha etkin kullanılması gerektiği problemine bir çözüm bulmak için daha karmaşık sosyal bağamları ve uygulamaları gözlemleyen araştırmalara gerek duyulmuştur. Bu yüzden enerjinin etkin kullanılması konusunda kavramsal temelleri, pratik uygulamaları, sosyolojik yönleri ve eleştirel temelleri içeren etkinliği daha geniş bir şekilde araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu alışma bu amaçla ele alınmış, enerji etkinliğini ve/veya verimliliğini olumlu veya olumsuz yönde etkileyen arz yanlı faktörler üzerinde durulmuştur. Bunun için enerji arzı yapılırken kullanılan enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisinin büyüklüğü ve yönünü belirleyebilmek için panel EKK (En Küçük Kareler Yöntemi) yöntemi kullanılacaktır.

Dünya Bankası lke sınıflamasına göre kişi başına düşen GSYİH dikkate alındığında yükselen ekonomileri, herhangi bir krize karşı gelişmiş ülkelere göre dirençleri daha az olan ülkeler olarak sınıflar (Chen ve diğerleri 2019). Dolayısıyla lkeler için enerji politikalarını oluştururken enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği, enerji kayıplarının azaltılması, Ar-Ge faaliyetleri, kaynak çeşitliliği ve enerjinin etkin kullanılması gibi konular enerji planlamasında çok önemlidir (Kılınç, 2021). Bu yüzden ekonomilerin enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisini incelemek, gelecekte enerji politikalarının iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için somut bilgiler sağlayacaktır. Dolayısıyla bu çalışmanın sonuçları gelecekteki enerjinin nasıl daha etkin kullanılabileceği belirsizliğini azaltılabileceği, etkinliği artırma yönündeki risklerin minimize edilebileceği ve uzun vadeli enerji planlama faaliyetlerine yardımcı olacağı yönünde katkı sağlayacaktır.

Bu bölümü takip eden ikinci bölümde literatür araştırmasına yer verilmektedir. nc bölümde ekonometrik analizde kullanılan değişkenlere, model eve yönteme yer verilmiştir. Dördüncü bölümde ampirik bulgular sunulmuş ve son bölümde ise elde edilen bulgular ışığında değerlendirmeler yapılarak politika nerileri sunulmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Enerji etkinliği genel de enerji verimliliği ve enerji yoğunluğu ile çok karıştırılan bir kavramdır. Ancak bu kavramlar birbirlerinden farklı kavramlardır. Enerji etkinliği aynı miktarda enerji kullanarak maksimum çıktı elde etmek (zkara, 2015: 13; Karabat ve Aydın, 2018), enerji verimliliği üreticiler için aynı miktarda hizmet veya faydalı çıktı üretmek için daha az enerji kullanmak (Patterson, 1996), Enerji yoğunluğu ise bir birim Gayrı Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) başına kullanılan birincil enerji miktarıdır (İslatine ve Haydaroğlu, 2009). Dolayısıyla elde edilen çıktı için enerjinin yoğun kullanılması enerji verimliliğini azaltacak bu durum ise enerji etkinliğinin azalmasına neden olacaktır.

Literatürde enerji arzı için kullanılan enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisiyle ilgili herhangi bir çalışma bulunmamakla birlikte dolaylı olarak çalışmalar bulunmektedir. Yapılan alışmalar genelde enerji verimliliği veya enerji yoğunluğu için yapılan çalışmalardır. Dolayısıyla enerji yoğunluğunun azalması/artması, enerji verimliliğini artması/azalmasına bu durum ise enerji etkinliğinin artması/azalmasına neden olacaktır.

Tablo 1. Enerji verimliliğinde arz yanlı ilişkiye yönelik ampirik literatür

<i>Çalışma</i>	<i>Ülke/Ülke Grubu (Dönem)</i>	<i>Yöntem</i>	<i>Bulgular</i>
Paul ve Bhattacharya (2004)	Hindistan (1950-1996)	Eangle-Granger eş bütünleşme testi	Elektrik tüketiminde yaşanan artışın enerji verimliliğini/ etkinliğini artırdığını elde etmişlerdir.
Fisher-Vanden ve diğerleri (2004)	Çin (1997-1999)	Regresyon analizi	Çin'de birincil enerji tüketimi %8 oranında gerilerken, temelde kömür tüketiminde %17,4'lük bir düşüş yaşanmış ve bu düşüşün Çin'de enerji verimliliğini/etkinliğini artırdığını elde etmişlerdir.
Miguez ve diğerleri (2006)	Galiçya (İspanya) (2000-2010)	Vaka analizi	Elektrik tasarrufunun 2010 yılında, %51'inin rüzgâr enerjisinden sağlanması, enerji verimliliğini/etkinliğini %4 artıracakını elde etmişlerdir.
Ciarreta ve Zarraga (2010)	12 Avrupa ülkesi (1970-2007)	Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM)	Elektrik tüketiminde yaşanan artışın enerji verimliliğini/ etkinliğini azalttığını elde etmişlerdir.
Apergis ve Payne (2011)	88 Dünya Bankası üye ülkesi (1990-2006)	Eş bütünleşme ve panel nedensellik testleri	Elektrik tüketiminde yaşanan artışın enerji verimliliğini/ etkinliğini artırdığını elde etmişlerdir.
Akal (2015)	Çin, ABD, Japonya ve AB (1971-2009)	VARX modeli	Çin'i yoğun kömür veya yenilenemez enerji kullanımından dolayı eşlenikleri arasında en az etkin ülke bulmuştur.
Xie ve diğerleri (2015:70)	Çin (1978-2010)	Panel veri zarflama analizi	1998 yılından 2010'a kadar artan petrol kullanımının artması Çin' de enerji etkinliğini azalttığını elde etmişlerdir.
Balitskiy ve diğerleri (2016)	AB (1997- 2011)	Pedroni eşbütünleşme testi ve ikincisi Kao eşbütünleşme testi ve tam modifiye edilmiş En Küçük Kareler prosedürünü (FMOLS)	AB için doğalgaz tüketiminin artması enerji etkinliğini artırdığı sonucunu elde etmişlerdir.
Wu ve diğerleri (2017)	Çin (2015-2016)	Doğrusal programlama analizi	Çin'de ham petrol operasyonlarında, bir boru hattı yoluyla depolama tanklarından şarj tanklarına petrol nakliyesi büyük miktarda enerji tüketmektedir. Eğer bu tüketilen enerji azaltılmazsa hem enerji üretimi içerisindeki petrolün oranı artacak hem de bunların nakliyesinde enerji tüketimi artacaktır. Bu ise enerjinin etkin kullanılmasının hayati önemini gösterdiğini elde etmişlerdir.

Tablo 1. (Devamı)

<i>Çalışma</i>	<i>Ülke/Ülke Grubu (Dönem)</i>	<i>Yöntem</i>	<i>Bulgular</i>
Sağlam (2017)	ABD' deki 236 rüzgâr çiftliği (2016)	Tobit modeli	ABD'deki rüzgâr santrallerinin yaklaşık üçte ikisinin rüzgâr gücünü etkilili bir şekilde işletmektedir. Dolayısıyla rüzgâr enerji kullanımı ve türbini markası seçiminin enerji verimliliğine önemli katkıları bulunduğunu elde etmişlerdir.
Chi ve diğerleri (2018)	İspanya (Sevilla) (22 Haziran-22 Aralık 2017)	Farklı özel yazılımların kullanımını içeren1. Rhinoceros, 2. Diva-for-Grasshopper, 3.'saatlik aydınlatma ve şeffaflık programları şeklinde 3 adımlı bir süreç kullanılarak gerçekleştirilir.	Optimize edilmiş delikli güneş ekranlarının (DGE) kullanımı tamamen camlı cephelere göre, Güney'de %55, Doğu' da %40-48, Batı'da %46-53 ve Kuzey'de %29-33 toplam enerjiyi azalttığını elde etmiştir. Dolayısıyla güneşten faydalanılırken DGE kullanımı enerji etkinliği için önemli katkılar sağlamaktadır.
Sun ve diğerleri (2019)	Çin (2016)	Ekserji analiz yöntemi	Çin'in kuzeyi için bölgesel ısıtma sisteminde doğalgaza ve derin jeotermal enerjiye dayalı yeni konfigürasyonları geleneksel bölgesel ısıtma sistemleriyle karşılaştırıldığında doğalgaz tüketimini azaltmak enerji etkinliğini %12 oranında artırabilir.
Robertson ve diğerleri (2020)	Kanada (2015)	Uzak Topluluk Optimizasyon Modeli (RCOM)	Küçük bir hidro sistemin (225 kW) geliştirilmesi, yakıt maliyetlerini 30 yılda 5,2 milyon dolar azaltabilecektir. Bu durum ise enerji etkinliği için çok önemlidir.
Kasap ve diğerleri (2020)	Türkiye (2009–2018)	Karşılaştırmalı etkililik analizi	Elektrik üretiminde kullanılan kömürde yaşanan %16,4 oranında verimlilik artışı, genel enerjide etkinliği ciddi bir şekilde artırdığı elde edilmiştir.

Enerji kaynaklarının enerji verimliliği/etkinliği üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar Tablo 1'de sunulmuştur. Bu çalışmalar da genel olarak enerji etkinliğini/verimliliğini etkileyen enerji kaynakları araştırılmış, çalışmada ülke/ülke grupları, çalışma dönemine ve yöntemine bağlı olarak farklı bulgular elde edilmiştir. Bazı çalışmalar da enerji kaynaklarının enerji etkinliği/ verimliliği arasındaki ilişki yenilenebilir enerji kaynakları olarak araştırılırken, bazı çalışmalar ise fosil yakıtlar, elektrik tüketimi ve enerji kayıpları olarak araştırılmıştır. Enerji etkinliği/verimliliği üzerindeki etkiyi Miguez ve diğerleri (2006), Sağlam (2017) rüzgâr, Chi ve diğerleri (2018) Güneş, Robertson ve diğerleri (2020) hidro, Paul ve Bhattacharya (2004), Ciarreta ve Zarraga (2010), Apergis ve Payne (2011) elektrik tüketimi, Akal (2015), Fisher-Vanden ve diğerleri (2004), Kasap ve diğerleri (2020) kömür, Xie ve diğerleri (2015), Wu ve diğerleri (2017) petrol, Balitskiy ve diğerleri (2016), Sun ve diğerleri (2019) doğalgaz olarak araştırmışlardır.

Enerji etkinliğini etkileyen en önemli nedenlerden biri de enerji üretiminde, iletilmesinde ve taşınmasında yaşanan kayıplardır. Enerji üretim, dağıtım ve tüketim gibi tüm süreçlerde enerji politikalarının belirlenmesi ve bu politikalara uyumlu teknolojilerin seçimi önemli bir problem oluşturmaktadır. 1994 itibarıyla, OECD ülkelerinde enerji dağıtım sisteminde meydana gelen kayıplar %7,9 iken günümüzde gelişmiş ülkelerin şebekeden kaynaklanan kaybın brüt üretime oranı %8 düzeyindedir (Arbul 1999: 38). 2013 yılı verilerine göre ise şebekeden kaynaklanan enerji kaybının brüt üretime oranı %18'e (2 milyar \$) eşittir. Ayrıca dünyada kişi başına yıllık ortalama tüketim miktarı 2,326 Kwh/kişi iken Türkiye'de kaçak ve kayıplarla beraber ortalama 1,509 Kwh/kişi'dir (Bahar, 2005: 40). Elektriğin üretimi, iletimi ve taşınması sırasında ciddi kayıplar yaşanmaktadır. Yükselen ekonomilere bakıldığında elektrik kayıpları 1990 yılında Bangladeş'de %33, 1995 yılında Pakistan'da %22, 2000 yılında Hindistan'da %27, 2005 ve 2017 yılında sırasıyla %27 ve %31 oranında Venezuela'da gerçekleşmiştir (IEA, 2020). Enerji kullanımında yaşanan kayıplar GSYİH'da herhangi bir çıktı üretmeyen, büyüme için katlanılmak zorunda olunan ve ülkelerin enerji konusunda yaşadığı ciddi problemler arasında odaklanılması gereken çok önemli bir sorun olup kayıpların azaltılması gerekir.

Enerji etkinliğinin direkt olarak birincil belirleyicileri enerji kullanımı ve GSYİH faktörleridir. Enerji kullanımı ise üretilen enerjinin tüketilmesidir. Diğer yandan enerji üretimi sırasında kullanılan enerji kaynakları enerji üretiminin birincil belirleyicileridir. Dolayısıyla enerji kaynakları enerji etkinliği üzerinde dolaylı olarak birincil belirleyicilerdir. Literatürde enerji etkinliğini etkileyebilecek arz yanlı faktörler veya doğrudan enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışma enerji etkinliği literatürüne arz yanlı olarak çok önemli katkılar sunmaktadır. Ayrıca seçilen ülkelerin ise gelişmekte olan ülkeler arasında ve küresel ekonomi için çok önemli olması çalışmanın bulgularını da çok önemli hale getirmektedir.

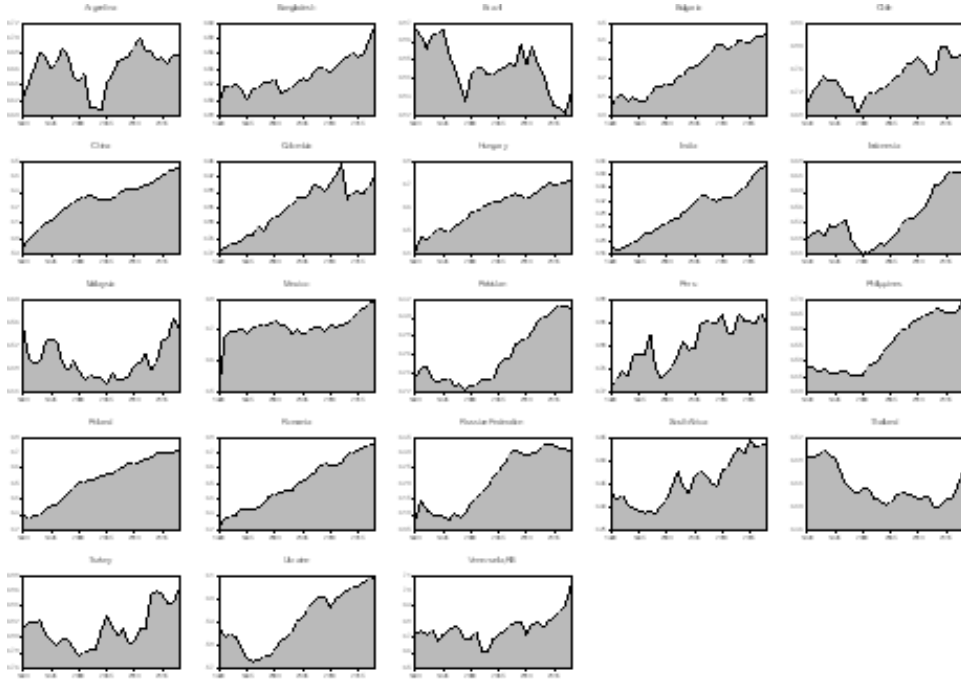
3. YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Verileri

Çalışmadaki bağımlı değişken olan enerji etkinliği (LOGEE), birim enerji başına üretilen maksimum çıktının logaritmasıdır (Eşitlik 1).

$$LOGEE = \text{Log}(GSYİH (2010 \text{ temel yılı Sabit fiyatlarla ABD doları}) / \text{Toplam Enerji Arzı (ktoe)}) \quad (1)$$

Modelde kullanılacak olan değişkenlerin tanımı, tanımlayıcı istatistikleri, veri kaynakları ve değişkenlere ait özet bilgiler Tablo 2'de gösterilmiştir. Tüm değişkenlerin doğal logaritması alınmıştır. Tablo 2 incelendiğinde standart sapmanın en fazla olduğu seri yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr vd. (WSE), en az olan ise enerji etkinliğidir (EE). Etkinlik, nükleerden ve rüzgâr ve diğerlerinden enerji üretimi hariç diğer serilerin ise ortalama değerleri ise birbirine yakındır (Şekil 1).



Şekil 1. Bireysel enerji etkinlik grafikleri 1990-2018 (Uluslararası Enerji Ajansı (IEA))

Tablo 2. Değişkenlerin tanımı ve tanımlayıcı istatistikleri

Değişken	Tanımı	Kaynak	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
EE	Log (GSYİH (2010 temel yılı Amerikan Doları) / Toplam Enerji Arzı (TES) (ktoe)).	GSYİH: Dünya Bankası, TES: Uluslararası Enerji Ajansı	6,517	0,253	5,730	7,036
COA	Log (Kömürden enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	3,927	1,083	-6,000	6,307
OIL	Log (Petrol ürünlerinden enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	4,382	0,499	3,228	5,785
NTR	Log (Doğalgazdan enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	4,056	1,030	-6,000	5,617
HDR	Log (Hidrojen enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	3,104	0,808	1,114	5,013
WSE	Log (Güneş pv, güneş th, gelgit, rüzgâr, ısı pompası, kazan, kimya ısı ve diğerlerinden enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	-0,071	3,865	-6,000	4,909
BW	Log (Biyoyakıtlar ve atıklardan enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	3,816	0,707	2,149	5,312
ELEC	Brüt elektrik üretimidir. Ayrıca hidro istasyonlardaki üretim, pompalı depolama tesislerinden üretimi içerir (ktoe).	Uluslararası Enerji Ajansı	3,670	1,901	-6,000	5,790
LOS	Log (Enerji dağıtımı, iletimi ve taşınmasında yaşanan enerji kayıpları (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	3,483	0,525	2,434	4,792

Serilere ait değişkenler arasındaki basit ilişkinin derecesini ve yönü hakkında bilgi edinmek için basit korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Basit Pearson korelasyon katsayıları

	EE	COA	OIL	NTR	HDR	WSE	BW	ELEC	LOS
EE	1								
COA	-0,436 (0,000)***	1							
OIL	-0,111 (0,004)***	0,524 (0,000)***	1						
NTR	-0,164 (0,000)***	0,229 (0,000)***	0,422 (0,000)***	1					
HDR	0,098 (0,011)**	0,222 (0,000)***	0,737 (0,000)***	0,290 (0,000)***	1				
WSE	0,138 (0,000)***	0,409 (0,000)***	0,430 (0,000)***	0,063 (0,103)	0,211 (0,000)***	1			
BW	-0,017 (0,659)	0,466 (0,000)***	0,606 (0,000)***	0,071 (0,065)*	0,434 (0,000)***	0,393 (0,000)***	1		
ELEC	-0,258 (0,000)***	0,571 (0,000)***	0,197 (0,000)***	0,082 (0,034)**	0,023 (0,557)	0,294 (0,000)***	0,395 (0,000)***	1	
LOS	-0,390 (0,000)***	0,609 (0,000)***	0,840 (0,000)***	0,515 (0,000)***	0,644 (0,000)***	0,298 (0,000)***	0,468 (0,000)***	0,287 (0,000)***	1

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

3.2. Çalışmanın Analiz Yöntemi

Ekonometrik analizler zaman serisi, yatay kesit ve panel veri analizi olarak üçe ayrılmaktadır. Panel veriler hem birim hem de zaman diliminde farklı değerlere sahip olmaktadır. Son dönemlerde panel veri yöntemleri birçok çalışmada kullanılmaktadır. Bunun sebebi paneli oluşturan birimlere ait verilere ulaşım kolaylığı ve zaman serisi ve yatay kesite göre daha fazla bilgi sahibi olma imkânı vermesidir (İnci, 2014: 189).

Panel veri analizi için üç tahmin yöntemi kullanılmaktadır. Bu tahmin yöntemleri (Çemrek ve Burhan, 2014): Klasik Model, Sabit Etkiler Modeli, Rassal Etkiler Modelidir. Klasik Model hem sabit hem de eğim parametrelerinin birimlere ve zamana göre sabit olduğu modellerdir ve yaygın olarak havuzlanmış En Küçük Kareler (EKK) Yöntemi ile tahmin edilir (Eşitlik 2).

$$Y_{it} = X'_{it}\beta + u_{it} \quad (2)$$

Sabit Etkiler Modeli, etkilerin birer parametre olarak tahmin edildiği modellerdir. Sabit etkiler modeli Sabit Birim Etkiler Modeli, Sabit Zaman Etkiler Modeli ve Sabit Birim-Zaman Etkiler Modeli olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Bu modellere ilişkin formülasyonlar sırasıyla Eşitlik 3-5'te verilmiştir.

$$Y_{it} = \mu_i + X'_{it}\beta + u_{it} \quad (3)$$

$$Y_{it} = \lambda_t + X'_{it}\beta + u_{it} \quad (4)$$

$$Y_{it} = \mu_i + \lambda_t + X'_{it}\beta + u_{it} \quad (5)$$

Burada μ_i ve λ_t sırasıyla birim ve zaman sabitini, β eğim parametresini ve u hata terimini ifade etmektedir.

Rassal Etkiler Modeli, etkilerin modelin hata terimi olarak oluştuğu modellerdir. Rassal etkiler modeli Rassal Birim Etkiler Modeli, Rassal Zaman Etkiler Modeli ve Rassal Birim-Zaman Etkiler Modeli olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Bu modellere ilişkin formülasyonlar sırasıyla Eşitlik 6-8'de verilmiştir.

$$Y_{it} = \mu_i + X'_{it}\beta + u_{it} \text{ ya da } Y_{it} = X'_{it}\beta + v_{it} \quad (6)$$

$$Y_{it} = \lambda_t + X'_{it}\beta + u_{it} \text{ ya da } Y_{it} = X'_{it}\beta + e_{it} \quad (7)$$

$$Y_{it} = \mu_i + \lambda_t + X'_{it}\beta + u_{it} \text{ ya da } Y_{it} = X'_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

Burada $v_{it} = \mu_i + u_{it}$, $e_{it} = \lambda_t + u_{it}$ ve $\varepsilon_{it} = \mu_i + \lambda_t + u_{it}$ şeklindedir.

Ampirik analizde ilk olarak analize dahil edilen değişkenlerin birim kök sürece sahip olup olmadıkları incelenmektedir. Birim kök süreç incelemesi öncesinde serilerde birimler arası korelasyonun varlığı ortaya konulacaktır. Çünkü birimler arasında korelasyonun mevcut olması durumunda 1. nesil birim kök testleri kullanılmaktadır Aksi durumda ise yeni (ikinci) nesil birim kök testleri ile analiz gerçekleştirilecektir. Ekonometri literatüründe panel veri analizinin yapıldığı çalışmalarda, kesitler arası bağımlılığı test etmek için ($T > N$) şartının sağlandığı verilerde Breusch-Pagan (1980) CDLM₁ testi ve Pesaran (2004) CDLM₂ testleri tercih edilmektedir (Hepaktan ve Çınar, 2011). Diğer yandan, Pesaran (2004) CDLM testinin ise N ve T 'nin yeterince büyük olduğu durumlarda kullanıldığı görülmektedir. Fakat Pesaran (2004) CDLM testi bireysel ortalamalar sıfırdan farklı ve grup ortalaması sıfır olduğundan sapmalı çıktılarında elde edilmesine yol açabilmektedir. Bu durumu aşmak için Pesaran ve diğerleri (2008), CDLM-Adj testini ortaya koymuş; Pesaran (2004) CDLM test istatistiğine ortalamayı ve varyansı birlikte ekleyerek CDLM testini geliştirmişlerdir. Böylece söz konusu tette meydana gelen sapma düzeltilmiş ve düzeltilmiş LM testi olarak adlandırılmıştır (Göçer ve diğerleri, 2012). Dolayısıyla $T > N$ koşulunun geçerli olduğu değişkenlerde kesitler arası bağımlılığının varlığı CDLM₁ (Breusch-Pagan, 1980), CDLM₂ (Pesaran, 2004) ve CDLM-Adj (Pesaran-Ullah-Yamagato 2008) testleri ile araştırılmaktadır.

Modellerde yatay kesit bağımlılığı bulunduğu için ikinci nesil birim kök testlerinden Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS (Cross-sectionally augmented IPS) ve Bai ve Ng (2010) tarafından geliştirilen PANIC (Panel Analysis of Nonstationarity in Idiosyncratic and Common components) durağanlık testleri kullanılacaktır. PANIC testi modele dâhil edilen ortak faktörler ile elde edilen hata terimlerini temel bileşenler yaklaşımıyla ayırarak birimler arası korelasyonu Eşitlik 9-10'da gösterildiği gibi dikkate almaktadır.

$$X = A_{it} + \delta'_i B_t + e_{it} \quad (9)$$

$$e_{it} = \alpha_i e_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

Ayrıca PANIC testi yapılırken (Eşitlik 11-16) P_a , P_b ve PMSB havuzlanmış modifiye Sargan-Bhargava (1983) ve Stock (1999) test istatistiklerini vermektedir.

$$P_{a1} = \frac{T\sqrt{N}(\theta^+ - 1)}{\sqrt{\frac{2\vartheta^4}{\mu^4}}} \quad (11)$$

$$P_{a2} = \frac{T\sqrt{N}(\theta^+ - 1)}{\sqrt{(36/5)\vartheta^4/\mu^8}} \quad (12)$$

$$P_{b1} = T\sqrt{N}(\theta^+ - 1) \sqrt{\frac{1}{NT^2 \text{tr}(\hat{\varepsilon}'_{-1} \hat{\varepsilon}) \mu^2}} \quad (13)$$

$$P_{b2} = T\sqrt{N}(\theta^+ - 1) \sqrt{1/NT^2 \text{tr}(\hat{\varepsilon}'_{-1} \hat{\varepsilon}) 5\mu^6/6\vartheta^4 \mu^4} \quad (14)$$

$$PMSB_1 = \frac{\sqrt{N} \left(\text{tr} \left(\frac{1}{NT^2 \hat{\varepsilon}' \hat{\varepsilon}} \right) - \frac{\mu^2}{2} \right)}{\sqrt{\frac{\vartheta^4}{3}}} \quad (15)$$

$$PMSB_2 = \frac{\sqrt{N} (\text{tr}(1/NT^2 \hat{\varepsilon}' \hat{\varepsilon}) - \mu^2/6)}{\sqrt{\vartheta^4/45}} \quad (16)$$

Burada sabitli veya sabitsiz Model için P_{a1} , P_{b1} ve $PMSB_1$, sabitli ve trendli Modeller için ise P_{a2} , P_{b2} ve $PMSB_2$ hesaplamaları yapılmaktadır. ε_{it} hata terimi için kısa dönem, uzun dönem ve tek taraflı varyans tahminleri sırasıyla ϑ^2 , μ^2 ve ϑ^2 şeklindedir (Sahabi, 2019: 77). P_a , P_b ve PMSB tüm istatistikleri için H_0 hipotezi serilerin durağan olmadığını belirtmektedir.

Çalışmada kullanılacak olan bir diğer birim kök testi ise Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS (Cross Sectionally Augmented Im, Pesaran ve Shin (2003)) testidir. CIPS testinde yatay kesit ortalamaları ile faktör ayrıştırması yapmakta ve genişletilmiş bireysel kesit (ADF) regresyonlarını yatay kesit ortalamalarını kullanarak testi gerçekleştirmektedir. Hipotez testi için kesit açısından genişletilmiş Dickey-Fuller (CADF; Cross-Sectionally Augmented Dickey- Fuller) test istatistiği kullanılmaktadır (Eşitlik 17).

$$CADF_{ist} = t_i(a_i) = (\Delta y'_i M w_i y_{i-1}) / \sqrt{\hat{\sigma}_{\varepsilon_i}^2 (y'_{i-1} M w_i y_{i-1})} \quad (17)$$

CADF istatistiklerinin bireysel ortalamaları alınarak hesaplanan kesitsel olarak genişletilmiş (CIPS) istatistiği ise Eşitlik 18'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$CIPS_{ist} = (1/N) \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (18)$$

Birim kök test sınavı yapıldıktan sonra kullanılacak olan regresyon modelinin seçimi için F, LM ve Hausman testleri yapılacaktır. F testi klasik modelin mi yoksa sabit etkili modelinin mi tercih edileceğini sınavarken LM testi ise klasik modelin mi yoksa rassal etkili modelin mi tercih edileceğini sınavmaktadır. Hausman testi ise sabit ve rassal etkili model arasında tercih testi olarak kullanılmaktadır.

3.3. Model

Enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisini belirlemek için hazırlanan modeller şu şekildedir (Eşitlik 19-21):

$$\text{Model 1: } EE_{it} = \beta_0 + \beta_1 COAL_{it} + \beta_2 OIL_{it} + \beta_3 NTR_{it} + \beta_4 HDR_{it} + \beta_5 WSE_{it} + \beta_6 BW_{it} + \beta_7 ELEC_{it} + \beta_8 LOS_{it} + u_{it} \quad (19)$$

$$\text{Model 2: } EE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 OIL_{it} + \alpha_2 NTR_{it} + \alpha_3 HDR_{it} + \alpha_4 ELEC_{it} + \alpha_5 LOS_{it} + v_{it} \quad (20)$$

$$\text{Model 3: } EE_{it} = \theta_0 + \theta_1 OIL_{it} + \theta_2 NTR_{it} + \theta_3 HDR_{it} + \theta_4 WSE_{it} + e_{it} \quad (21)$$

Model 1'de tüm enerji kaynaklarının yükselen ekonomiler için enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Ancak bazı değişkenlerin istatistiksel olarak anlamsız çıkması ve değişkenlerden daha fazla bilgi alınabilmesi için istatistiksel olarak maksimum sayıda anlamlı çıkabilecek Model 2 ve Model 3 alternatif modelleri oluşturulmuştur. Kabul edilen bu modellerde birim ve zaman etkili sabit terimler ($\beta_0 = \mu_i + \lambda_t$) bulunmaktadır.

4. BULGULAR

Çalışmada birim kök sınavı öncesi değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının varlığı test edilmiş ve Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Yatay kesit bağımlılığı için yapılan testlerin sonuçları

Değişkenler	CDLM ₁		CDLM ₂		CDLM-adj	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
EE	355,855***	361,152***	4,572***	4,808***	18,603***	18,103***
COAL	421,254***	410,087***	7,480***	6,983***	3,541***	1,763**
OIL	412,022***	437,448***	7,069***	8,200***	14,120***	14,749***
NTR	462,794***	524,394***	9,326***	12,065***	-2,844	-3,279
HDR	387,807***	401,039***	5,993***	6,581***	16,315***	15,871***
WSE	560,985***	579,054***	13,692***	14,495***	5,322***	6,006***
BW	254,000	294,540**	0,044	1,847**	3,408***	4,309***
ELEC	704,890***	715,266***	20,089***	20,550***	-3,831	-3,412
LOS	319,805***	360,652***	2,970***	4,786***	1,584*	1,363*

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Tablo 4'te tüm değişkenlere ait CDLM₁, CDLM₂ ve CDLM-adj yatay kesit bağımlılığı testleri kullanılmıştır. CDLM₁ ve CDLM₂ test sonuçlarına göre tüm değişkenlerde, sabitli ile sabitli ve trendli modellerin hepsinde birimler arası korelasyon bulunmaktadır. Dolayısıyla tüm değişkenler için 2. durağanlık testleri kullanılacaktır.

Değişkenlerin durağanlığı yatay kesit bağımlılığını dikkate alan testlerden CIPS (Cross-sectionally augmented IPS) ve PANIC (Panel Analysis of Nonstationarity in Idiosyncratic and Common components) kullanılmış ve sonuçlar Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5'e göre kömür (COA) P_a ve P_b testleri için "sabit ve trendli", petrol (OIL) ve doğalgaz (NAT) CIPS testi için "sabit", hidro (HDR) P_a, P_b ve P_{MSB} testleri için "sabit ve trendli" ve CIPS testi için "sabit" ve "sabit ve trendli" rüzgâr ve diğerleri (WSE) P_a ve P_b testleri için "sabit", enerji kayıpları (LOS) CIPS testi için "sabit" ve "sabit ve trendli" Model için düzeyde durağandır. Dolayısıyla hidro (HDR) değişkeni düzeyde durağan, diğer değişkenler ise birinci farkta durağan olmaktadır.

Burada model tahmini için EKK yöntemi tercih edilecektir. Model EKK ile tahmin edileceği zaman modelde sabit ve rassal etkilerin varlığının sınavması gerekir. Bu çalışmada sabit etkiler F testi ile rassal etkiler ise LM testi ile sınavılmıştır. Ayrıca bu etkilerden hangisinin anlamlı olduğuna karar vermek için Hausman testi kullanılmıştır. Her üç model için de yapılan F, LM ve Hausman testlerinin sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 5. Birim kök testi sonuçları

Düzyey	P_a		P_b		P_{MSB}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
EE	-0,404	0,980	-0,446	1,129	0,800	1,301	-1,865	-2,333
COA	1,197	-2,639***	2,247	-1,776**	3,488	-1,024	-1,574	-2,419
OIL	0,007	1,402	0,009	1,787	1,819	2,277	-2,183**	-2,297
NTR	1,065	0,671	2,593	0,868	6,472	1,112	-2,558***	-2,479
HDR	0,009	-8,357***	2,736	-4,900***	2,567	-2,362***	-2,951***	-3,550***
WSE	-1,790**	-0,891	-1,483*	-0,818	-0,803	-0,610	-1,740	-2,035
BW	0,960	-1,182	1,100	-1,021	0,993	-0,805	-1,634	-1,857
ELEC	1,049	0,305	3,034	0,337	7,838	0,374	-1,927	-2,288
LOS	0,739	0,918	0,916	1,084	1,636	1,314	-2,611***	-2,890***

Fark	P_a		P_b		P_{MSB}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
ΔEE	-4,887***	-8,263***	-2,697***	-4,565***	-1,493*	-1,902**	-3,165***	-3,177***
ΔCOA	-36,573***	-20,355***	-8,467***	-8,307***	-1,766**	-1,796**	-2,954***	-2,929***
ΔOIL	-10,882***	-8,183***	-4,378***	-4,695***	-1,738**	-1,993***	-2,547***	-2,770**
ΔNTR	-6,835***	-14,113***	-2,858***	-5,730***	-1,202	-1,636*	-3,809***	-4,077***
ΔHDR	-46,490***	-21,688***	-10,025***	-9,409***	-1,856**	-2,526***	-3,755***	-3,888***
ΔWSE	-4,736***	-7,036***	-2,270**	-3,447***	-0,977	-1,223	-3,293***	-3,386***
ΔBW	-3,099***	-1,914**	-1,916**	-1,460*	0,987	-0,879	-3,093***	-3,167***
$\Delta ELEC$	-31,884***	-14,455***	-7,949***	-6,113***	-1,852**	-1,593*	-3,474***	-3,407***
ΔLOS	-24,832***	-26,671***	-8,176***	-11,278***	-2,521***	-2,928***	-4,053***	-4,160***

Not: *, ** ve *** sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerin de serilerin durağan olduğunu, Δ serilerin birinci farkını ifade edilmektedir.

Tablo 6. F, LM ve Hausman test sonuçları

Testler	Model 1		Model 2		Model 3	
	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Fbirim	294,972	0,000***	324,487	0,000***	499,894	0,000***
Fzaman	8,634	0,000***	21,345	0,000***	10,230	0,000***
Fbirim-zaman	140,620	0,000***	165,213	0,000***	228,198	0,000***
LMbirim	1289,548	0,000***	1165,653	0,000***	1556,714	0,000***
LMzaman	5,220	0,000***	25,687	0,000***	10,000	0,000***
LMbirim-zaman	1400,154	0,000***	1489,778	0,000***	1699,711	0,000***
Hausman	36,220	0,000***	12,560	0,013**	22,210	0,001***

Not: *, ** ve *** sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerin de serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 6'da sonuçları görünen F testine göre, her üç modelde %1 önem seviyesinde sabit birim ve zaman etkileri bulunmaktadır. LM testine göre ise Model 1 ve Model 3 rassal birim, Model 2 için ise rassal birim ve zaman etkileri %1 önem seviyesinde anlamlı olarak bulunmuştur. Hausman test sonucuna göre ise %5 önem seviyesinde sabit etkili modelin kullanılmasının daha doğru olduğu görülmektedir. Dolayısıyla her üç model için çift yönlü sabit etkili modeller tahmin olarak kullanılacaktır. Model 1 için yapılan tahminden elde edilen sonuçlar Tablo 7'de görülmektedir. Model 2 ve Model 3 sonuçları ise ekte yer alan Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 6'dan görüldüğü üzere Model 1 için enerji etkinliğini en fazla artıran hidro kaynağı iken en fazla olumsuz etkileyen ise enerji kayıpları bulunmuştur. Ancak elde edilen sonuçların yanıltıcı olamaması için modellerde değişen varyans ve otokorelasyon gibi sapların bulunmaması gerekir. Modellerde değişen varyans ve otokorelasyon sorununun varlığını sınamak için Wald Testi ve Bhargava ve diğerleri, Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleri kullanılmıştır. Ayrıca Modelde yatay kesit bağımlılığının varlığı CDLM1 (Breusch-Pagan, 1980), CDLM2 (Pesaran, 2004) ve CDLM-Adj (Pesaran ve diğerleri, 2008) testleri ile araştırılmıştır. Bu testlerin sonuçları Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 7. Model 1 için sabit etkili regresyon tahmin sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
COA	-0,010	0,005	-2,080	0,038**
OIL	-0,092	0,025	-3,710	0,000***
NTR	-0,000030	0,003	-0,010	0,993
HDR	0,100	0,020	4,940	0,000***
WSE	0,002	0,001	1,460	0,145
BW	0,035	0,017	1,990	0,047**
ELEC	0,004	0,003	1,420	0,157
LOS	-0,114	0,022	-5,130	0,000***
Sabit terim	6,925	0,141	49,220	0,000***

Not: *, ** ve *** sırası ile %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir. Parantez içindeki değerler ise standart hataları göstermektedir. $F_{\text{istatistik}}$: 253,89; $F_{\text{olasılık}}$: 0,000***; R^2 :0,9603; Adj. R^2 : 0,9566.

Tablo 8. Değişken varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılık testlerinin sonuçları

Testler	Model 1		Model 2		Model 3	
	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Wald	1218,920	0,000***	6951,600	0,000***	2327,050	0,000***
Bhargava ve diğerleri	0,260		0,230		0,214	
Baltagi-Wu	0,476		0,406		0,411	
CDLM1	314,477	0,005***	423,667	0,000***	379,439	0,000***
CDLM2	2,733	0,003***	7,587	0,000***	5,621	0,000***
CDLM-adj	4,428	0,000***	8,115	0,000***	17,464	0,000***

Not: *, ** ve *** sırası ile %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde serilerin durağanlığı anlamına gelmektedir.

Wald testi sonucuna göre her üç modelde de %1 önem seviyesinde sabit varyansın bulunmadığı elde edilmiştir. Bhargava ve diğerleri (1982) ve Baltagi-Wu (1999) testleri sonucunda ise bulunan değerler 2'ye çok uzak olması nedeniyle otokorelasyonun varlığı belirlenmiştir. Ayrıca her üç model için modelde yatay kesit bağımlılığı da söz konusudur. Dolayısıyla modellerin yeniden dirençli tahminciler ile tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla modeller değişken varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı sapmalarını dikkate alan Driscoll ve Kraay dirençli tahmincisi ile tekrar tahmin edilmiş ve Model 1 için sonuçlar Tablo 9'a yerleştirilmiştir. Model 2 ve Model 3 için Driscoll ve Kraay dirençli tahminci ile tahmin sonuçları ise ekte yer alan Tablo 11'de gösterilmiştir. Driscoll ve Kraay tekniği $N < T$ için uygundur (Hoechle, 2007).

Enerji kaynaklarının enerji etkinliğini etkileyen Model 1 için düzeltilmiş regresyon tahmin sonuçlarına göre anlamlı çıkan değişkenler göz önüne alındığında, enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen hidro kaynağı iken en az olumlu etkileyen ise rüzgâr, güneş, vd. kullanımı bulunmuştur. Katsayılar olarak bakıldığında hidro kaynağında meydana gelen %1 birimlik artış enerji etkinliğini yaklaşık %0,18 artırmakta, rüzgâr, güneş, vd. kullanımında meydana gelen %1 birimlik artış ise enerji etkinliğini %0,009 oranında artırmaktadır. Dirençli tahminciler kullanılmadan önce kömür, petrol ve enerji kayıpları anlamlı doğalgaz ve rüzgâr, güneş vd. ise anlamsız çıkarken sonrasında ise kömür, petrol ve enerji kayıpları değişkenleri anlamsız, doğalgaz ve rüzgâr, güneş vd. ise anlamlı çıkmıştır. Elektrik kullanımı dirençli tahminciler kullanılmadan önce ve sonra değişiklik göstermemiştir. F istatistik değerine göre ise %1 önem seviyesinde modelin anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Birim etkilere göre 12 ülke negatif etkilenirken 4 ülke ise pozitif etkilenmiştir. Pozitif etkilenen ülkelerden 0,148 oranı ile en fazla etkilenen Türkiye iken 0,094 oranla en az etkilenen ise Venezuela bulunmuştur. Diğer taraftan negatif etkilenenlerden, -0,640 oranla en fazla olumsuz etkilenen Ukrayna iken -0,129 oran ile en az etkilenen ise Bangladeş bulunmuştur. Dolayısıyla bazı ülkeler enerjiji etkin kullanmayı başarabilirken bazı ülkelerin ise etkin kullanamadığı görülmektedir.

Tablo 9. Model 1 için düzeltilmiş sabit etkili regresyon tahmin sonuçları

Değişken	Katsayı	Drisc/Kraay		Olasılık Değeri
		Std. Hata	t-İstatistik Değeri	
COA	-0,0008	0,005	-0,17	0,865
OIL	-0,031	0,032	-0,96	0,345
NTR	0,012	0,005	2,66	0,013**
HDR	0,176	0,026	6,90	0,000***
WSE	0,009	0,001	7,19	0,000***
BW	0,157	0,012	13,51	0,000***
ELEC	0,002	0,003	0,74	0,466
LOS	-0,016	0,036	-0,45	0,658
Sabit terim	5,515	0,125	44,31	0,000***

Not: *, ** ve *** sırası ile %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir. Parantez içindeki değerler Driscoll Ve Kraay standart hataları göstermektedir. $F_{istatistik} = 385,74$, $F_{olasılık} = 0,000^{***}$, $Within R^2 = 0,4560$.

5. SONUÇ

Günümüzde enerjinin etkin kullanıma ihtiyacı güncelliğini korumakta ve çok daha şiddetli bir ihtiyaç olmaktadır. Eski zamanlarda enerjiye ihtiyaç çok fazla değilken gün geçtikçe küreselleşmeyle beraber enerji konusunda rekabet uluslararası bir nitelik kazanmıştır. Bu rekabet hem ülkelerin kendi geleceklerine yön verebilmek hem de dünya üzerinde söz sahibi olabilmek için çok önemli bir argüman olmuştur. Bu yüzden ülkeler enerji konusunda sürdürülebilir bir enerji politikasına ihtiyaç duymaktadır. Bunun için yenilenebilir enerji çok önemli fırsatlar sunduğu gibi kullanılan enerjinin etkin bir şekilde kullanılması da önemli hale gelmektedir. Bu ise enerji konusunda Ar-Ge faaliyetlerini artırarak enerji verimliliği yüksek teknolojilerin geliştirilmesi olabileceği gibi alternatif enerji kaynakları aramak ve elde edilen enerji kaynağını nasıl daha tasarruflu, daha verimli ve daha etkin bir şekilde kullanılması gerektiğini araştırmakla sağlanabilecektir. Bu farkındalığın her geçen gün artmasından dolayı ülkeler ve işletmeler her geçen gün enerji konusunda daha ciddi politikalar izlemektedir.

Yükselen ekonomiler, küresel ekonomik büyümenin üzerinde büyüme gerçekleştirmektedir. Bu büyümeyi ise genel olarak ithal ettikleri enerjiyle sağlamaktadır. Ancak enerji fiyatlarında yaşanan artış ve ithal edilen fosil yakıt rezervlerinin yakın gelecekte tükenecek olması bu ekonomiler için çok ciddi bir tehdit olmakta ve makro ekonomik göstergelerine olumsuz yansiyarak kırılgan ekonomi olmalarına neden olmaktadır. Dolayısıyla bu ekonomiler için sürdürülebilir büyüme ve enerji güvenliği için enerji arz edilirken kullanılan enerji kaynağı ve arz edilen enerjinin etkin bir şekilde kullanımı çok önemli hale gelmektedir. Bu durum için yenilenebilir enerji çok önemli fırsatlar sunmanın yanında çevre dostu, temiz ve sürdürülebilir enerji için bir seçenek değil zorunluluk haline gelmektedir. Dolayısıyla yükselen ekonomiler için enerji arzı yapılırken yenilenebilir enerji kullanımı sonucu artan enerjide etkinlik dışı bağımlılığı azaltmanın yanında daha az enerji talebi, daha az döviz ihtiyacı, daha az cari açık ve daha az kırılgan ekonomi olmayı beraberinde getirmektedir.

Bu çalışmada, 23 yükselen ekonomi için 1990-2018 döneminde kullanılan enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Dirençli tahminler ile yapılan tahmin sonuçlarına göre kömür kullanımı, petrol kullanımı ve enerji kayıpları enerji etkinliğini olumsuz etkilerken doğalgaz, hidro, elektrik, rüzgâr, güneş vd. ve biyoyakıt ve atık kullanımı enerji etkinliğini olumlu etkilemektedir. Ancak kömür kullanımı, petrol kullanımı ve enerji kayıpları istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Diğer yandan istatistiksel olarak anlamlı çıkan değişkenler için enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen hidro kaynağı iken, en az olumlu etkileyenler ise rüzgâr, güneş vd. bulunmuştur. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kullanımı yükselen ekonomiler için enerji etkinliğini olumlu etkilemektedir. Bunun nedeni yenilenebilir enerji kaynakları kurulum maliyetleri dışında bir maliyeti bulunmayan enerji kaynaklarıdır. Ancak yükselen ekonomilerin coğrafi konumu, geliri, yetersiz teknolojik altyapısı gibi sebeplerden dolayı hala fosil yakıt kullanımının uzun yıllar süreceği öngörülmektedir. Bu durum bu ülkeler için enerji etkinliği öneminin uzun yıllar güncelliğini koruyacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla yükselen ekonomiler için yenilenebilir enerji kaynakları çok önemli fırsatlar sunmakta ve enerji etkinliğini artırmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular; Çin için Fisher-Vanden ve diğerleri (2004) ve Akal (2015) tarafından yapılan çalışmalarda kömür kullanım artışının, Çin için Xie ve diğerleri (2015) ve Wu ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmalarda petrol kullanım artışının enerji etkinliğini olumsuz etkilediği sonuçlarıyla ve Hindistan için Paul ve Bhattacharya (2004) tarafından yapılan çalışmada elektrik kullanım artışının, Kanada

için Robertson ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada hidro kullanımının enerji etkinliğini olumlu etkilediği sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Arz yanlı model tahminlerinde elde edilen tüm sonuçlar ışığında yükselen ekonomiler için enerji alanında politika yapıcılara şu öneriler getirilebilir:

- i.* Yükselen ekonomilerde fosil yakıt (kömür ve petrol) kullanımının enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi bu ekonomilerin hala enerji kaynakları arasında fosil yakıt payının yüksek olduğu ve bu enerji kaynaklarının çoğunu dışardan ithal ettiği ve bu yüzden daha fazla maliyet getirerek üretimde azalma ile ilişkilendirilebilir. Fosil yakıt kullanımının azaltılması ile hem enerji etkinliği artar hem de karbondioksit salınımı azalır.
- ii.* Rüzgâr, güneş vd. kaynak kullanımının enerji etkinliğini çok küçük olarak olumlu etkilemesi bu kaynakların enerji alanında dışa bağımlılığı azaltmada çok önemli bir alternatif olmasının bu ülkeleri kendine çektiğini ancak bu kaynakların kullanımı için yüksek teknoloji gerektirmesi ve ihtiyaç duyulan ekipmanların ve aletlerin dışarıdan ithal edilmesi, bu ekonomilerin ise teknoloji bakımından yeterli düzeyde olmaması ve bu yüzden bu kaynakların kullanım maliyetlerinin hala yüksek seviyelerde olması nedeniyle yeterince etkili bir şekilde faydalanılmadığı ile ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla bu alanda yapılacak yatırımlarla beraber gerekli olan ekipman ve aletlerin ülke içerisinden karşılanması için yapılacak teşvik ve destek politikaları enerji maliyetlerini ve en önemlisi dışa bağımlılığı azaltarak sürdürülebilir, güvenilir ve çevre dostu enerji kullanımı ve daha az maliyetle daha fazla çıktı sağlanması yoluyla kırılğan bir ekonominin önüne geçilmektedir.
- iii.* Hidro kullanımı enerji alanında dışa bağımlılığı azaltacak olan önemli bir alternatif enerji kaynağıdır. Yükselen ekonomilerde birçok ülke barajlar yardımıyla bu enerji kaynağından yararlanmaktadır. Dolayısıyla hidro kaynağının enerji etkinliğini en fazla olumlu etkilemesi bu ülkeler tarafından bu kaynağın etkin bir şekilde faydalandığı ile ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla artan hidro kullanımı daha az maliyetle daha fazla enerji üretimi gerçekleştirerek üretim artışına önemli etkisi olmaktadır. Ayrıca artan hidro kullanımının elektrik üretiminde daha fazla yer alması elektrik kullanımının da enerji etkinliğini olumlu etkilemesine neden olmaktadır. Dolayısıyla yükselen ekonomiler için enerji etkinliğini olumlu etkileyebilecek fosil yakıt kullanımının yerine yenilenebilir; jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji ve güneş enerjisi gibi enerji kaynaklarına önem vermek yükselen ekonomilerde arz yanlı olarak enerji etkinliğinin artırılmasında çok önem arz etmektedir. Bu enerji kaynakları aynı zamanda çevre dostu olduğu için bu alanda yatırım teşvikleriyle arzının artırılması önerilir.
- iv.* Diğer yandan artan enerji kayıpları bu ekonomilerin yetersiz teknolojiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca artan enerji kayıpları herhangi bir çıktıya dönüşmediğinden daha fazla enerji talebine, daha fazla enerji ithalatına, daha fazla enerji maliyetine, daha fazla döviz ihtiyacına, daha fazla cari açığa ve daha fazla kırılğan bir ekonomi olmaya neden olmaktadır. Dolayısıyla enerji kayıplarının azaltılması da enerji etkinliğini olumlu etkileyecektir.

Bu çalışmayı izleyen araştırmalarda yükselen ekonomilerin de aralarında bulunduğu ülke grupları için daha güncel ve daha geniş veri setleri ile araştırmalar yine arz yanlı araştırmanın yanında talep, karma ve sektörel olarak geniş bir şekilde araştırılabilir. Ayrıca çalışılacak ülke grupları için enerji ithalatçısı veya ihracatçısı şeklinde homojen gruplara ayrılarak enerji etkinliği geniş bir şekilde araştırılabilir. Son olarak yükselen ekonomiler ile gelişmiş ülkeler veya diğer ülke grupları için enerji etkinliği araştırılarak ne gibi benzer ve farklılıklara sahip olduğu ortaya konabilir.

KAYNAKÇA

- Akal, M. (2015). "A VARX Modelling of Energy Intensity Interactions between China, the United States, Japan and EU", *OPEC Energy Review*, 39(1), 103-124.
- Apergis, N. ve Payne, J.E. (2011). "A Dynamic Panel Study of Economic Development and the Electricity Consumption-Growth Nexus", *Energy Economics*, 33(5), 770-781.
- Arabul, H. (1999). "Türkiye' de Elektrik Enerjisi Dağıtımında Yatırım Fırsatları", *Enerji Dünyası*, 25, Ankara.
- Bahar, O. (2005). "Türkiye'de Enerji Sektörü Üzerine Bir Değerlendirme" *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (14), 35-59.
- Bai, J. ve Ng, S. (2010). "Panel Unit Root Tests with Cross-Section Dependence: A Further Investigation", *Econometric Theory*, 1088-1114.
- Balitskiy, S., Bilan, Y., Strielkowski, W. ve Štreimikienė, D. (2016). "Energy Efficiency and Natural Gas Consumption in the Context of Economic Development in the European Union", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 156-168.
- Baltagi, B.H. ve Wu, P.X. (1999). "Unequally Spaced Panel Data Regressions with AR(1) Disturbances", *Econometric Theory*, 15(6), 814-823.
- Beaumont, R. (2012). "An Introduction to Statistics Correlation", <http://www.floppybunny.org/robin/web/virtuaLNCRassroom/stats/basics/part9.pdf>, (Erişim Tarihi: 07.10.2019).
- Bhargava, A., Franzini, L. ve Narendranathan, W. (1982). "Serial Correlation and the Fixed Effects Model", *Review of Economic Studies*, 49(4), 533-549.
- Breusch, T.S. ve Pagan A.R. (1980). "The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics", *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Çemrek, F. ve Burhan, E. (2014). "Petrol Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisinin Panel Veri Analizi İle İncelenmesi: Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye Örneği", *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 6(3), 47-58.
- Chen, Y.E., Fu, Q., Zhao, X., Yuan, X. ve Chang, C.P. (2019). "International Sanctions' Impact on Energy Efficiency in Target States", *Economic Modelling*, 82, 21-34.
- Chi, D.A., Moreno, D. ve Navarro, J. (2018). "Impact of Perforated Solar Screens on Daylight Availability and Low Energy Use in Offices", *Advances in Building Energy Research*, 1-25.
- Ciarreta, A. ve Zarraga, A. (2010). "Economic Growth-Electricity Consumption Causality in 12 European Countries: A Dynamic Panel Data Approach", *Energy Policy*, 38(7), 3790-3796.
- Fisher-Vanden, K., Jefferson, G.H., Liu, H. ve Tao, Q. (2004). "What is Driving China's Decline in Energy Intensity?", *Resource and Energy Economics*, 26(1), 77-97.
- Göçer, İ., Mercan, M. ve Hotunluoğlu, H. (2012). "Seçilmiş OECD Ülkelerinde Cari İşlemler Açığının Sürdürülebilirliği: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Çoklu Yapısal Kırılmalı Panel Veri Analizi", *Maliye Dergisi*, 163, 449-467.
- Hepaktan, C.E. ve Çınar, S. (2011). "OECD Ülkeleri Vergi Sistemi Esnekliğinin Panel Eşbütünleşme Testleri ile Analizi", *Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 133-153.
- Hoechle, D. (2007). "Robust Standard Errors for Panel Regressions with Cross-Sectional Dependence", *The Stata Journal*, 7(3), 281-312.
- IMF, (2015). "World Economic Outlook", <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/02/pdf/text.pdf>, (Erişim Tarihi: 07.10.2019).
- Im, K.S., Pesaran, M.H. ve Shin, Y. (2003). "Testing for unit roots in heterogeneous panels", *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74.
- İnci, C. (2014). "Finansal Yönetim Kararlarının Firmanın Karlılığı ve Piyasa Değeri Üzerindeki Etkileri: BIST'deki Sanayi Şirketleri Üzerine Bir Panel Veri Uygulaması", Yayımlanmamış Doktora Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- International Energy Agency, (2020). "Data and Statistics", <http://www.iea.org>, (Erişim Tarihi: 07.10.2019).
- İslatince, H., ve Haydaroğlu, C. (2009). "Türk İmalat Sanayinde Enerji Verimliliği ve Yoğunluğunun Analizi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24.
- Karabat, S. ve Aydın, B. (2018). "İyi Tarım Uygulamalarının Mandarin Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliği ve Ekonomik Analiz Üzerine Etkisi: İzmir İli Örneği", *Toprak Su Dergisi*, 7(1), 1-10.
- Kasap, Y., Şensöğüt, C. ve Ören, Ö. (2020). "Efficiency Change of Coal Used for Energy Production in Turkey", *Resources Policy*, 65, 101577.
- Kılınc, E.C. (2021). "Ekolojik Ayak İzi-Enerji Ar-Ge Harcamaları İlişkisi: OECD Ülkeleri Örneği", *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2), 527-541.

- Miguez, J.L., Lopez-Gonzalez, L.M., Porteiro, J., Paz, C., Granada, E. ve Moran, J.C. (2006). "Contribution of Renewable Energy Sources to Electricity Production in Galicia (Spain)", *Energy Sources*, 28(11), 995-1012.
- Naimoglu, M. ve Mustafa, A. (2021). "Yükselen Ekonomilerde Enerji Etkinliğini Talep Yanlı Etkileyen Faktörler", *Sosyoekonomi*, 29(49), 455-481.
- Özkara, Y. (2015). "Türkiye İmalat Sanayinin 2003-2012 Dönemi Enerji Verimliliği ve Çevresel Performansı".
- Patterson, M.G. (1996). "What is Energy Efficiency? Concepts, Indicators and Methodological Issues", *Energy Policy*, 24(5), 377-390.
- Paul, S. ve Bhattacharya, R.N. (2004). "Hindistan'da Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik: Çelişkili Sonuçlar Üzerine Bir Not", *Enerji Ekonomisi*, 26(6), 977-983.
- Pesaran, H. (2004). "General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels", *University of Cambridge. Cambridge Working Papers in Economics*, 435, 1-38.
- Pesaran, M.H. (2007). "A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence", *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M.H., Ullah A. ve Yamagata, T. (2008). "A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence", *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127.
- Robertson, B., Bekker, J. ve Buckham, B. (2020). "Renewable Integration for Remote Communities: Comparative Allowable Cost Analyses for Hydro, Solar and Wave Energy", *Applied Energy*, 264, 114677.
- Sağlam, Ü. (2017). "Assessment of the Productive Efficiency of Large Wind Farms in the United States: An Application of Two-Stage Data Envelopment Analysis", *Energy Conversion and Management*, 153, 188-214.
- Sahabi, A.M. (2019). "Finansal Performans Ölçütlerinin Firma Değeri Üzerindeki Etkisi: Borsa İstanbul'da bir Araştırma", Yayımlanmış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Sargan, J.D. ve Bhargava A. (1983). "Testing Residuals from Least Squares Regression for Being Generated by the Gaussian Random Walk", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 51(1), 153-174.
- Stock, J.H. (1999). "A Class of Tests for Integration and Cointegration, Cointegration, Causality and Forecasting", *A Festschrift in Honour of Clive WJ Granger*, 137-167.
- Sun, F., Zhao, X., Chen, X., Fu, L. ve Liu, L. (2019). "New Configurations of District Heating System Based on Natural Gas and Deep Geothermal Energy for Higher Energy Efficiency in Northern China", *Applied Thermal Engineering*, 151, 439-450.
- Uğur, B. (2021). "Petrol Fiyatlarının Cari İşlemler Üzerindeki Etkisi: Türkiye ve Hindistan Ekonomilerinin Karşılaştırılması", *Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi*, 4(2), 68-80.
- Wu, N., Li, Z. ve Qu, T. (2017). "Energy Efficiency Optimization in Scheduling Crude Oil Operations of Refinery Based on Linear Programming", *Journal of Cleaner Production*, 166, 49-57.
- Xie, W., Sheng, P. ve Guo, X. (2015). "Coal, Oil, or Clean Energy: Which Contributes Most to the Low Energy Efficiency in China?", *Utilities Policy*, 35, 67-71.

EKLER

Tablo 10. Model 2 ve Model 3 için sabit etkili regresyon tahmin sonuçları

Değişkenler	Model 2			Model 3			
	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri	Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri
logoil	-0,102	0,025	0,000	logoil	-0,182	0,022	0,000
logntr	-0,003	0,003	0,417	logntr	-0,004	0,003	0,236
loghdr	0,098	0,020	0,000	loghdr	0,071	0,021	0,001
logelec	0,006	0,003	0,025	logwse	0,003	0,001	0,004
loglos	-0,140	0,020	0,000	Sabit	7,153	0,099	0,000
Sabit	7,146	0,097	0,000				

Not: Model 2 için $R^2=0,9559$; $F_{ist}=263,67$; $F_{(Olasılık)}=0,000$; Model 3 için $R^2=0,9532$; $F_{ist}=252,29$; $F_{(Olasılık)}=0,000$.

Tablo 11. Model 2 ve Model 3 için düzeltilmiş sabit etkili regresyon tahmin sonuçları

Değişkenler	Model 2			Model 3			
	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri	Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri
logoil	0,016	0,072	0,822	logoil	-0,081	0,037	0,036
logntr	0,011	0,006	0,104	logntr	0,008	0,004	0,030
loghdr	0,286	0,036	0,000	loghdr	0,166	0,028	0,000
logelec	0,004	0,003	0,199	logwse	0,014	0,001	0,000
loglos	-0,091	0,062	0,154	Sabit	6,323	0,118	0,000
Sabit	5,819	0,101	0,000				

Not: Model 2 için Within $R^2=0,2149$; $F_{ist}=257,33$; $F_{(Olasılık)}=0,000$; Model 3 için Within $R^2=0,3805$; $F_{ist}=73,83$; $F_{(Olasılık)}=0,000$.