

# YÜKSELEN EKONOMİLERDE ELEKTRİK TÜKETİMİNİN YENİLİK VE TEKNOLOJİ GÖSTERGELERİ KAPSAMINDA ANALİZİ



Kafkas Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler  
Fakültesi  
KAÜİİBFD  
Cilt, 10, Sayı 20, 2019  
ISSN: 1309 – 4289  
E – ISSN: 2149-9136

Makale Gönderim Tarihi: 27.05.2019

Yayına Kabul Tarihi: 21.11.2019

**B. Veli DOYAR**  
Araştırma Görevlisi  
Süleyman Demirel Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler  
Fakültesi  
velidoyar@sdu.edu.tr  
**Orcid id:** 0000-0002-4886-  
7709

**Eser ÇAPIK**  
Doktora Öğrencisi  
Süleyman Demirel Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
esercapik@hotmail.com  
**Orcid id:** 0000-0002-2754-  
023X

**Zeynep EZANOĞLU**  
Doktora Öğrencisi  
Süleyman Demirel Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
zeynepezanoglu@gmail.com  
**Orcid id:** 0000-0002-4601-  
7567

**Yunus KUTVAL**  
Doktora Öğrencisi  
Necmettin Erbakan Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
yunuskutval@hotmail.com  
**Orcid id:** 0000-0003-0063-  
9157

**ÖZ** | Bu çalışmada 2000-2018 dönemi için gelişmekte olan ülkelerde patent başvuru sayısı, kişi başına Ar-Ge harcaması, mobil hat abone sayısı ve internet kullanıcı sayısı gibi yenilik ve teknoloji göstergelerinin kişi başına elektrik tüketimine olan etkileri ampirik olarak incelenmektedir. Tahminlerdeki otokorelasyon ve değişen varyans sorunları Arellano-Bond (1991) yöntemi ile çözülmüştür. Nihai sonuçlar kişi başına Ar-Ge harcaması, mobil hat abone sayısı ve internet kullanıcı sayısındaki %10'luk artışların kişi başına elektrik tüketimini sırasıyla %0,4, %0,1 ve %0,3 artıracaklarını göstermiştir. Ancak patent başvuru sayısının kişi başına elektrik tüketimi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Bu bulgular gelişmekte olan ülkeler için elektrik verimliliği politikalarına olan ihtiyaca işaret ediyor olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrik Tüketimi, Yenilik, Ar-Ge

**JEL Kodu:** Q40, O3, C23

**Alanı:** İktisat

**Türü:** Araştırma

**DOI:** 10.36543/kauibfd.2019.031

**Atıfta bulunmak için:** Doyar, B. V., Çapık, E., Ezanoğlu, Z. & Kutval, Y. (2019). Yükselen Ekonomilerde Elektrik Tüketiminin Yenilik ve Teknoloji Göstergeleri Kapsamında Analizi. *KAÜİİBFD*, 10(20), 754-768.

# ANALYSIS OF ELECTRICAL CONSUMPTION IN RISING ECONOMIES UNDER THE INNOVATION AND TECHNOLOGY INDICATORS



Kafkas University  
Economics and Administrative  
Sciences Faculty  
KAUJEASF  
Vol. 10, Issue 20, 2019  
ISSN: 1309 – 4289  
E – ISSN: 2149-9136

Article Submission Date: 27.05.2019 Accepted Date: 21.11.2019

**B. Veli DOYAR**  
Research Assistant  
Süleyman Demirel  
University  
Faculty of Economics and  
Administrative Sciences  
velidoyar@sdu.edu.tr  
Orcid id: 0000-0002-4886-  
7709

**Eser ÇAPIK**  
PhD Candidate  
Süleyman Demirel  
University  
Institute of Social Sciences  
esercapik@hotmail.com  
Orcid id: 0000-0002-2754-  
023X

**Zeynep EZANOĞLU**  
PhD Candidate  
Süleyman Demirel  
University  
Institute of Social Sciences  
zeynepezanoglu@gmail.com  
Orcid id: 0000-0002-4601-  
7567

**Yunus KUTVAL**  
PhD Candidate  
Necmettin Erbakan  
University  
Institute of Social Sciences  
yunuskutval@hotmail.com  
**Orcid id:** 0000-0003-0063-  
9157

**ABSTRACT** In this study, the impacts of innovation and technology indicators such as number of patent applications, R&D expenditure per capita, number of mobile subscribers, and number of internet users on electricity consumption per capita are empirically analyzed for emerging countries in 2000-2018. Autocorrelation and heteroskedasticity problems are solved using Arellano-Bond (1991) method. Results show that 10% increase in R&D expenditures per capita, number of mobile subscribers, and number of internet users promote electricity use per capita by 0.4%, 0.1%, and 0.3%, respectively. However, no significant effect of patent applications on electricity use per capita is observed. These findings may indicate the necessity of electricity efficiency policies in emerging countries.

**Keywords:** *Electricity consumption, Innovation, R&D*

**Jel codes:** *Q40, O3, C23*

**Scope:** *Economics*

**Type:** *Research*

**Cite this Paper:** Doyar, B. V., Çapık, E., Ezanoğlu, Z. & Kutval, Y. (2019). Analysis of Electrical Consumption in Rising Economies Under the Innovation and Technology Indicators. *KAUJEASF*, 10(20), 754-768.

## 1. GİRİŞ

Modern çağda her ülkenin kalkınması ve refahı için hayati bir unsur haline gelen, aynı zamanda sayısız çalışmada ele alınan enerjinin, üretimin neredeyse her aşamasında kullanılması içinde bulunduğumuz yüzyılda dünya enerji talebinin giderek arttığını göstermektedir. Bu artışta özellikle sanayi sektöründeki hızlı ilerleme ve hızlı nüfus artışı etkili olmuştur. Bu durum beraberinde bir takım çevre problemlerini de getirmektedir. Dolayısıyla artan enerji ihtiyacına cevap vermek için mevcut fosil enerji kaynaklarının yanında güneş, rüzgâr, med-cezir, dalga ve biyogaz gibi yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarına da yönelim olmuştur. Bunlar daha çok çevre dostu olduklarından ve sınırsız olmalarından dolayı fosil yakıtlardan daha avantajlı kaynaklardır.

Küreselleşme, teknolojik yenilikler, nüfusun hızla artması, şehirleşme ve sanayileşme gibi faktörler dünyada elektrik enerjisi tüketimini hızla yükseltmiş, bu gibi faktörlerin artması enerjiye olan talebi giderek artırmıştır. Halihazırda Amerikan Enerji Bilgi Dairesi'nin (EIA, 2016, s. 7) projeksiyonuna göre 2012 yılından 2040 yılına kadar enerji tüketimine olan talebin yaklaşık %48 artacağı öngörülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA, 2013, ss. 1-2) ise enerji tüketiminin önemli oranda fosil yakıtlardan sağlanıyor olmasının küresel ısınmaya dair endişeleri artırır nitelikte olduğunu; zira öngörülerin de ortalama dünya sıcaklığının 2035 yılında beklenenin çok daha üzerinde olacağını gösterdiğini belirtmektedir.

Elektrik enerjisi doğal enerji kaynakları gibi birincil değil dolaylı yollardan teknoloji yardımıyla elde edildiği için ikincil enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bu kaynağın üretiminde çoğu birincil enerji kaynağından yararlanılabilmektedir. Tüketim alanı çok geniş olan elektrik enerjisinin ayrıca daha çevre dostu olduğu da belirtilmektedir. Elektrik enerjisi sanayi sektörü için de önemli bir girdi niteliğindedir (Tunalı & Ulubaş, 2017, s. 2). Bir ülkenin tüketim ve üretim yelpazesindeki konumuna bakıldığında elektrik enerjisinin toplumsal ve iktisadi kalkınma bakımından ne kadar önemli olduğu görülmektedir (Bayraktutan, Uçak & Bicil, 2012, s. 242).

Yükselen piyasalar gelişmiş ekonomilere göre enerji tasarrufu bakımından daha düşük düzeydedir. Bu nedenle bu ülkelerin gelişmeleri küresel büyümeyi daha enerji-yoğun hale getirmektedir. Yükselen ekonomilerin büyümesini sürdürebilmeleri için enerji üretim altyapısına yatırım yapmaları gerekmektedir (Annunziata vd., 2015, s.3). Yenilebilir enerji alanına yapılacak yatırımlar ülke içinde üretimin artmasını sağlamakla beraber geniş istihdam imkanları yaratmakta ve ithalatın azalmasını sağlamaktadır. Bu durum ülke ekonomisinin büyümesine ve gelişmesine destek olmaktadır. Dolayısıyla

gelişmekte olan ülkelerin iktisadi hedeflerine ulaşabilmeleri için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeleri ve buna yönelik teknolojileri desteklemeleri gerekmektedir (Özşahin, Mucuk & Gerçeker, 2016, s.127).

Teknolojik yeniliklerin gelişmesi bir taraftan cep telefonu kullanımını, geniş internet ağlarının yaygınlaşması sayesinde bilgisayar kullanımının artması gibi birçok bilgi ve iletişim teknolojilerinin yaygınlaşmasını beraberinde getirmiştir. Bu bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılması için elektrik tüketimi gereksinimi doğmakta dolayısıyla elektrik tüketimine olan talep de artmaktadır (Afzal & Gow, 2016, s. 381). Diğer açıdan bakıldığında ise teknolojinin ilerlemesiyle birlikte enerji tasarrufu sağlayan yöntem ve tekniklerin geliştiği söylenebilir. Aynı zamanda iktisadi büyümeyi sağlayan teknolojik ilerleme bir taraftan da enerji tüketimini artırmaktadır. Bu bağlamda teknolojinin enerji tüketimi üzerinde birbirine zıt iki etkisi mevcuttur (Yuan, Liu & Wu, 2009, s. 2842).

Görüldüğü üzere ülke ekonomisi için hayati bir kaynak olan elektrik enerjisi ile ülkenin iktisadi gelişmesi açısından elzem olan teknolojik ilerleme arasında net olmayan bir ilişki mevcuttur. Dolayısıyla bu ilişkinin incelenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı, yükselen ekonomilerde patent başvuru sayısı, kişi başına Ar-Ge harcaması, mobil hat abone sayısı ve internet kullanıcı sayısı gibi yenilik ve teknoloji göstergelerinin kişi başına elektrik tüketimine etkilerini ampirik olarak incelemektir. Bu amaç doğrultusunda 2000-2018 dönemine ait yıllık gözlemlerle panel veri analizleri gerçekleştirilmiştir. Nihai sonuçlara göre kişi başına Ar-Ge harcaması, mobil hat abone sayısı ve internet kullanıcı sayısı kişi başına elektrik tüketimi üzerinde anlamlı ve pozitif etkilere sahiptir. Ancak patent başvuru sayılarının etkisi negatif olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamsızdır.

Çalışma şu şekilde organize edilmiştir: İkinci bölüm ilgili literatürü özetlemekte, üçüncü bölüm veri, model ve yöntemi açıklamakta, dördüncü bölüm ampirik bulguları vermekte ve son bölüm sonuçları ve politika önerilerini sunmaktadır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmamızın katkıda bulunacağı literatür, iktisadın diğer alt alanlarında da olduğu gibi farklı ülkeleri veya ülke gruplarını, farklı değişkenleri, farklı modelleri ve farklı analiz yöntemlerini barındıran çalışmalardan meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalar da bu farklılıklara bağlı olarak farklı sonuçlar üretebilmektedir. Söz konusu sonuçlar yenilik ve teknoloji değişkenlerinin enerji tüketimini artırdığı veya azalttığına işaret edebilirken bazı sonuçlar da bu değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını belirtmektedir. Yöntem bazında bakıldığında ise bu alanda dinamik panel veri tahmin yöntemleri ile hem zaman

serileri hem de panel veri kapsamında eşbütünleşme ve nedensellik analizlerinin oldukça yoğun kullanıldığı söylenebilir. İlgili literatürdeki birçok makale arasından güncel ve çalışmanın konusuna yakın olanlar Tablo 1’de özetlenmiştir.

Elde edilen esneklik sonuçları bağlamında bir değerlendirme yapılacak olursa Jin , Duan & Tang (2018, s. 8); Kaya, Doyar & Demir (2017, s. 194); Afzal & Gow (2016, s. 385); Salahuddin & Alam (2015, s. 872); Aflaki, Basher & Masini (2014, s. 21) ve Sadorsky (2012, s. 134) yenilik ve teknoloji göstergelerinin enerji tüketimini artırdığına ilişkin bulgulara ulaşmışlardır. Yenilik ve teknoloji göstergelerinin enerji tüketimini azalttığını gösteren çalışmalar arasında ise Ishida (2015, s. 85) ve Tang & Tan (2013, s. 303) sayılabilir. Son olarak Fei & Rasiah (2014, s. 1144) yenilik ve teknoloji göstergeleri ile enerji tüketimi arasında anlamlı bir ilişki olmadığını ortaya koymuştur.

**Tablo 1. Enerji-yenilik ve teknoloji ilişkisi üzerine seçilmiş çalışmalar**

Yazar	Dönem	Ülke	Yöntem	Bulgular
Jin vd., (2018, s.8)	1995-2012	28 Çin şehri	-Fisher-Johansen eşbütünleşme testi -DOLS -GMM	Kısa dönemde teknolojik yenilik enerji tüketimindeki büyümeyi artırırken enerji tüketiminin teknolojik yenilik üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur. Uzun dönemde ise enerji tüketimi ile teknolojik yenilik karşılıklı olarak pozitif ilişkilidir.
Kaya vd. (2017, s. 194)	1994-2014	Türkiye	-ARDL	Hem uzun hem de kısa dönemde internet kullanıcı sayısındaki büyüme elektrik tüketimindeki büyümeyi artırmaktadır.
Afzal & Gow (2016, s. 385)	1990-2014	11 gelişmekte olan ülke	-Ortalama grup -Havuzlanmış ortalama grup -Sistem GMM -Dimutrescu-Hurlin nedensellik testi	İnternet kullanıcı sayısı, mobil hat abone sayısı ve BİT mallarının toplam ithalattaki payı ile elektrik tüketimi arasında pozitif ilişki vardır. İnternet kullanıcı sayısı ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik mevcuttur.
Irandoost (2016, s. 123)	1975–2012	Danimarka, Finlandiya, Norveç ve İsveç	-Toda-Yamamoto nedensellik testi	Tüm ülkeler için teknolojik yenilik, yenilenebilir enerji tüketiminin Granger nedenidir.
Ishida (2015, s. 85)	1980–2010	Japonya	-ARDL	Hem uzun hem de kısa dönemde BİT yatırımlarındaki artış enerji talebini azaltmaktadır.
Salahuddin & Alam (2015, ss. 872-876)	1985–2012	Avustralya	-ARDL -Etki-tepki fonksiyonları -Varyans ayrıştırması -Granger nedensellik testi	Hem uzun hem de kısa dönemde internet kullanıcı sayısındaki artış elektrik tüketimini artırmaktadır. İnternet kullanımı ekonomik büyüme ve elektrik tüketiminin nedenidir.

-DOLS				
Aflaki vd. (2014, s. 21)	1990-2012	15 Avrupa Birliği ülkesi	-Sabit-etkiler -Ortalama grup -Ortak ilişkili etkiler ortalama grup	Yenilenebilir enerjiye yönelik Ar-Ge harcamalarının toplam Ar-Ge bütçesi içindeki payı arttıkça yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içindeki payı da artmaktadır.
Fei & Rasiah (2014, s. 1144)	1974-2011	Kanada, Ekvador, Norveç, Güney Afrika	-ARDL -Vektör hata düzeltme modeli	Uzun dönemde patent başvuru sayısı ele alınan ülkelerin hiçbirinde elektrik tüketimi üzerinde bir etkiye sahip değildir.
Tang & Tan (2013, s. 303)	1970-2009	Malezya	-ARDL -Granger nedensellik testi	Uzun dönemde patent başvuruları elektrik tüketimini azaltmaktadır. Uzun ve kısa dönemde elektrik tüketimi, ekonomik büyüme, enerji fiyatları ve patent başvuruları arasında çift yönlü Granger nedensellikleri mevcuttur.
Sadorsky (2012, s. 134)	1993-2008	19 gelişmekte olan ülke	-GMM	İnternet kullanıcı sayısı, mobil hat abone sayısı ve bilgisayar sayısı ile elektrik tüketimi arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır.
DOLS: Dinamik en küçük kareler yöntemi				
GMM: Genelleştirilmiş momentler yöntemi			ARDL: Gecikmesi dağıtılmış otoregresif yaklaşım	

Değişkenler arasındaki nedensellik açısından bir değerlendirme yapıldığında ise Afzal & Gow (2016, s. 385) ve Tang & Tan (2013, s. 303) yenilik ve teknoloji göstergeleri ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedenselliğin olduğunu göstermişlerdir. Irandoust (2016, s. 123) ve Salahuddin & Alam (2015, s. 876) ise yenilik ve teknoloji göstergelerinden enerji tüketimine nedenselliklerin olduğunu saptamışlardır.

Bu çalışmada 2000-2018 dönemi için dört farklı yenilik ve teknoloji göstergesinin kişi başına elektrik tüketimine etkisi gelişmekte olan ülkeler için incelenmiştir. Bilgimiz dâhilinde gelişmekte olan ülkeler için güncel veri ve kapsamlı değişkenler içeren bir çalışma literatürde mevcut değildir.

### 3. VERİ, MODEL VE YÖNTEM

Analizde kullanılan 2000-2018 dönemini kapsayan değişkenler Uluslararası Para Fonu'na (IMF) göre 23 gelişmekte olan ülke<sup>1</sup> için Dünya Bankası (2019) Dünya Kalkınma Göstergeleri veri tabanından temin edilmiştir. Zaman aralığı ülke sayısına yakın tutulmaya çalışılmıştır. Ancak tüketici fiyat

<sup>1</sup> Arjantin, Bangladeş, Brezilya, Bulgaristan, Çin, Endonezya, Filipinler, Güney Afrika, Hindistan, Kolombiya, Macaristan, Malezya, Meksika, Pakistan, Peru, Polonya, Romanya, Rusya, Şili, Tayland, Türkiye, Ukrayna ve Venezüella.

endeksi verileri olmadığı için Arjantin ve aynı değişken için gözlem sayısı çok düşük olduğundan Venezüella analiz dışı tutulmuştur.

Yeterli gözlem olması koşuluyla eksik veriler interpolasyon ve ekstrapolasyon yöntemleriyle tamamlanmıştır. Fakat Ar-Ge verileri Bangladeş için olmadığından, Endonezya için yetersiz olduğundan ve Şili için de ekstrapolasyonun negatif gözlemlere yol açması nedenleriyle bu üç ülke ilgi değişkeninin kişi başına Ar-Ge harcamaları olduğu modelde analiz dışı bırakılmıştır.

Çalışmada temel alınan model Sadorsky (2012, s. 132), Tang & Tan (2013, s. 299) ve Fei & Rasiah (2014, s. 1143) tarafından da kullanılmış olup dört ilgi değişkeni içeren dört ayrı model şeklinde genişletilmiştir. Kısalık açısından ilgi değişkenleri patent başvuru sayısı, kişi başına Ar-Ge harcaması, mobil hat abone sayısı ve internet kullanıcı sayısını temsilen *TI* değişkeni kullanılmıştır. Kişi başına GSYH ile kişi başına elektrik tüketimi değişkeninin arasındaki korelasyonun yüksek olması nedeniyle GSYH yerine GSMH, imalat sanayi katma değeri veya sanayi katma değeri kullanılması düşünülmüştür. Çin için imalat sanayi katma değeri verilerinin olmaması ve Endonezya için GSMH verilerinin de yetersiz olması nedeniyle, daha fazla ülkeyi analiz dışı bırakmamak adına kişi başına GSYH yerine sanayi katma değeri kullanılmıştır. Son olarak değinilmesi gereken nokta Sadorsky (2012, s. 133) ve Tang & Tan'daki (2013, ss. 299-300) gibi enerji fiyatlarını temsilen tüketici fiyat endeksinin vekil değişken olarak kullanıldığıdır:

$$\ln ec_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln p_{i,t} + \alpha_2 \ln ind_{i,t} + \alpha_4 \ln TI_{i,t} + e_{i,t}$$

Burada  $\ln$  doğal logaritmayı,  $i$  ülkeyi ve  $t$  zamanı göstermektedir.  $\alpha$ 'lar tahmin edilecek katsayıları temsil ederken  $e$  ise rassal hata terimidir. Değişkenlere ilişkin kısaltmalar ve hesaplanacak katsayılarının beklenen işaretleri Tablo 2'de açıklanmıştır.

**Tablo 2. Kullanılan Değişkenler**

Değişkenler	Kısaltma	Öngörü
Kişi başına elektrik tüketimi (kW/saat)	<i>ec</i>	Bağımlı değişken
Kişi başına endüstri katma değeri (sabit 2010 ABD Doları) <sup>a</sup>	<i>ind</i>	+
Tüketici fiyat endeksi (2010 = 100) <sup>b</sup>	<i>p</i>	-
Patent başvuru sayısı (Yerli ve yabancı başvuruların toplamı)	<i>pat</i>	+
Kişi başına Ar-Ge harcaması (sabit 2010 ABD Doları) <sup>c</sup>	<i>rd</i>	+
İnternet kullanıcı sayısı <sup>d</sup>	<i>web</i>	+
Mobil hat abone sayısı	<i>mob</i>	+

<sup>a</sup> Toplam düzeyindeki değişken nüfusa bölünerek kişi başına ifade edilmiştir.

<sup>b</sup> Enerji fiyatları değişkeni yerine vekil değişken olarak kullanılmıştır.

<sup>c</sup> Ar-Ge harcamalarının GSYH'ye oranı olan değişken GSYH'den çekilip nüfusa bölünerek kişi

başına ifade edilmiştir.

<sup>d</sup> Nüfusun % payı olan değişken toplam nüfustan çekilip toplam olarak ifade edilmiştir.

Değişkenlere ait özet istatistikler Tablo 3'te sunulmuştur. Her değişkene ait gözlem sayısı 399 iken bunu *rd* değişkeni bozmaktadır. Bu verilere göre ortalama olarak 2000-2018 dönemi için yükselen ekonomilerde elektrik tüketimi 2 461 kW/saat, patent başvuru sayısı 33 350, kişi başına Ar-Ge harcaması 56 Amerikan Doları, mobil hat abone sayısı 120 milyon ve internet kullanıcı sayısı 44 milyondur.

**Tablo 3. Özet İstatistikler**

Değişken	Gözlem	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
<i>epc</i>	399	2461.282	1624.26	101.4886	6856.443
<i>p</i>	399	96.90858	31.47399	20.59483	264.9862
<i>ypc</i>	399	6708.248	4161.677	509.2934	16546.67
<i>indpc</i>	399	2096.696	1297.828	106.459	5023.197
<i>pat</i>	399	33350.01	153107.1	209	1424685
<i>rdpc</i>	323	56.26052	48.69794	1.089222	199.9149
<i>mob</i>	399	1.20e+08	2.41e+08	279000	1.58e+09
<i>web</i>	399	4.41e+07	1.09e+08	82649.85	7.72e+08

Tablo 4 değişkenler arasındaki korelasyonu göstermektedir. Yukarıda da açıklandığı üzere gelir değişkeni olarak *ln ec* ile daha düşük bir korelasyon sunan *ln ind* tercih edilmiştir. Bunun dışında en yüksek korelasyon *ln ec* ile *ln rd* arasındadır. İlgili değişkenleri farklı modellerde kullanılacağı için aralarında yüksek korelasyon olup olmaması dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4. Korelasyon Tablosu**

	<i>ln ec</i>	<i>ln p</i>	<i>ln y</i>	<i>ln ind</i>	<i>ln pat</i>	<i>ln rd</i>	<i>ln mob</i>	<i>ln web</i>
<i>ln ec</i>	1							
<i>ln p</i>	0.1401	1						
<i>ln y</i>	0.8432	0.1977	1					
<i>ln ind</i>	0.8067	0.1805	0.9684	1				
<i>ln pat</i>	0.2883	0.0862	0.1686	0.2495	1			
<i>ln rd</i>	0.8296	0.1652	0.8095	0.7728	0.3308	1		
<i>ln mob</i>	0.0417	0.5899	0.0127	0.0541	0.6376	0.2386	1	
<i>ln web</i>	0.1632	0.6345	0.1805	0.2174	0.6896	0.2828	0.9188	1

Son olarak aykırı değerlerin tespiti için Billor, Hadi ve Velleman (2000) tarafından önerilen ve bloklanmış adaptif hesaplanabilir olarak etkin dışa düşen atayıcıları (Blocked Adaptive Computationally Efficient Nominators) BACON algoritmasını kullanan yöntem uygulanmış ve herhangi bir aykırı değer olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlar doğrultusunda herhangi bir kukla değişken oluşturulmasına karar verilmiştir.



Çalışmada esneklik tahminleri için havuzlanmış en küçük kareler (HEKK), rassal etkiler (RE) ve sabit etkiler (SE) yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca Hausman (1978) spesifikasyon, Wooldridge ardışık bağımlılık (Wooldridge, 2002, ss. 282-283) ve Wald değişen varyans (Greene, 2000, s. 598) testi uygulanmıştır. Ardışık bağımlılık testi için Drukker'ın (2003) ve değişen varyans için Baum'un (2001) kodlarından yararlanılmıştır. Son olarak değişen varyans ve otokorelasyondan arındırılmış esneklik tahmini için Arellano & Bond (1991) yöntemi tercih edilmiştir.

#### 4. AMPİRİK BULGULAR

İlgi değişkeninin patent sayısı olduğu model için yapılan tahmin sonuçları Tablo 5'te yer almaktadır. HEKK yöntemiyle yapılan tahminde  $\ln p$  katsayısı dışında tüm yöntemlerle yapılan katsayı tahminleri pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Tahminlerin R-kare değerleri ise 0.66 ile 0.82 arasındadır.

**Tablo 5. Patent modeli için tahmin sonuçları**

	HEKK	RE	SE
$\ln p$	-0.0259 (0.0801)	0.0956*** (0.0178)	0.0972*** (0.0179)
$\ln ind$	0.763*** (0.0299)	0.684*** (0.0284)	0.680*** (0.0291)
$\ln pat$	0.0509*** (0.0166)	0.0885*** (0.0111)	0.0896*** (0.0113)
<i>Sabit</i>	1.580*** (0.393)	1.300*** (0.198)	1.312*** (0.163)
Gözlem sayısı	399	399	399
Ülke sayısı	-	21	21
R-kare	0.659	0.819	0.819

\*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 6 ilgi değişkeninin kişi başına Ar-Ge harcaması olduğu modelin tahmin sonuçlarını sunmaktadır. Bu sonuçlar, önceki modelin sonuçlarıyla uyumaktadır. R-kare değerleri ise 0.71 ve 0.81 arasındadır.

**Tablo 6. Ar-Ge modeli için tahmin sonuçları**

	HEKK	RE	SE
$\ln p$	-0.0325 (0.0645)	0.0440** (0.0175)	0.0437** (0.0176)
$\ln ind$	0.209*** (0.0424)	0.522*** (0.0388)	0.532*** (0.0396)
$\ln rd$	0.406*** (0.0297)	0.151*** (0.0199)	0.146*** (0.0200)
<i>Sabit</i>	4.867*** (0.353)	3.088*** (0.242)	3.034*** (0.225)
Gözlem sayısı	323	323	323

Ülke sayısı	-	17	17
R-kare	0.710	0.806	0.806

\*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

İlgi değişkenini mobil hat abone sayısı olarak aldığımız modelin tahmin sonuçları Tablo 7’de yer almaktadır. Bu tahminlerin tamamında fiyat katsayısı negatif fakat istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Ayrıca HEKK tahmininde  $\ln tel$  değişkeninin katsayısı pozitif fakat anlamsız bulunmuştur. Diğer sonuçlar yine önceki modellerin tahmin sonuçları ile uyumaktadır. Bu tahminler için R-kare değerleri 0.65 ile 0,81 arasında yer almaktadır.

**Tablo 7. Telefon modeli için tahmin sonuçları**

	HEKK	RE	SE
$\ln p$	-0.0185 (0.100)	-0.00607 (0.0236)	-0.00605 (0.0236)
$\ln ind$	0.785*** (0.0295)	0.673*** (0.0315)	0.665*** (0.0325)
$\ln tel$	0.00121 (0.0218)	0.0475*** (0.00808)	0.0488*** (0.00816)
Sabit	1.791*** (0.411)	1.750*** (0.206)	1.785*** (0.172)
Gözlem sayısı	399	399	399
Ülke sayısı	-	21	21
R-kare	0.651	0.807	0.807

\*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 8 ise bağımlı değişkenin internet kullanıcı sayısı olduğu modelin tahmin sonuçlarını sunmaktadır. Bu model için de HEKK tahmininde ilgi değişkeni anlamsız bulunmuştur fakat işareti negatiftir. Ayrıca RE ve SE modellerinde  $\ln p$  katsayıları negatif işaretli ve anlamlıdır. Geriye kalan tüm katsayılar pozitif ve anlamlıdır. Bu tahminler için R-kare değerleri 0.65 ve 0.81 arasındadır. Gelir ve fiyat değişkenleri kullanılmadan her bir teknolojik yenilik değişkeninin kişi başına elektrik tüketimine etkisi HEKK yöntemi ile hesaplanmış ve EK’teki tabloda sunulmuştur. Sonuçlar her bir teknolojik yenilik katsayısının pozitif olduğunu ve telefon dışında tümünün istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

**Tablo 8. İnternet modeli için tahmin sonuçları**

	HEKK	RE	SE
$\ln p$	0.00942 (0.103)	-0.0705** (0.0296)	-0.0731** (0.0296)
$\ln ind$	0.787*** (0.0297)	0.643*** (0.0330)	0.632*** (0.0340)
$\ln int$	-0.00899 (0.0233)	0.0737*** (0.0113)	0.0763*** (0.0114)
Sabit	1.822***	1.886***	1.932***

	(0.396)	(0.209)	(0.176)
Gözlem sayısı	399	399	399
Ülke sayısı	-	21	21
R-kare	0.651	0.811	0.811

\*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Yapılan bu tahminlerin güvenilir sonuçlar sunup sunmadığını sınamak amacıyla Tablo 9'da verilen çeşitli tanı testleri uygulanmıştır. Patent, telefon ve internet modelleri için uygulanan Hausman testleri sonucunda rastsal etkiler modelinin uygun model olduğunu söyleyen boş hipotezler kabul edilmiştir. Ancak Ar-Ge modeli için %10 anlamlılık düzeyinde boş hipotezin reddedildiği, yani sabit-etkiler modelinin uygun olduğu görülmüştür.

**Tablo 9. Tamı testleri sonuçları**

	Hausman ( $\chi^2$ )	Wooldridge Otokorelasyon ( $F$ )	Wald Değişen Varyans ( $\chi^2$ )
Patent modeli	0.56	109.479***	574.98***
Ar-Ge modeli	7.10*	56.412***	1329.65***
Telefon modeli	1.26	93.095***	3238.56***
İnternet modeli	2.22	108.483***	2066.99***

\*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Ayrıca yapılan otokorelasyon ve değişen varyans testleri tüm modellerin bu sorunlardan muzdarip olduğunu ortaya koymuştur. Bu sorunlar, güvenilir sonuçlar elde edebilmek için daha farklı tahmin yöntemlerinin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu noktada otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarını düzelten Arellano-Bond dinamik panel veri tahmin yönteminin uygun olacağı düşünülmüştür. Bu yüzden tüm modeller, bağımlı değişkenin bir gecikmesine ve dirençli (robust) standart hatalara sahip olacak şekilde yeniden tahmin edilmiştir.

**Tablo 10. Arellano-Bond (1991) tahmin sonuçları**

	Patent modeli	Ar-Ge modeli	Telefon modeli	İnternet modeli
$\ln ec (-1)$	0.820*** (0.0441)	0.758*** (0.0570)	0.804*** (0.0453)	0.767*** (0.0480)
$\ln p$	-0.0152 (0.0207)	-0.0153 (0.0211)	-0.0274 (0.0190)	-0.0643*** (0.0218)
$\ln ind$	0.158*** (0.0478)	0.138*** (0.0487)	0.142*** (0.0499)	0.148** (0.0605)
$\ln pat$	-0.00235 (0.00980)	-	-	-
$\ln rd$	-	0.0388** (0.0196)	-	-
$\ln tel$	-	-	0.0106** (0.00477)	-
$\ln int$	-	-	-	0.0286*** (0.00833)

Sabit terim	0.300* (0.159)	0.790*** (0.257)	0.383*** (0.137)	0.503*** (0.158)
Gözlem sayısı	357	289	357	357
Ülke sayısı	21	17	21	21

\*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Arellano-Bond tahmin sonuçları Tablo 10'da verilmiştir. Öncelikle kişi başına elektrik tüketimi, kendisinin bir gecikmeli değerinden pozitif olarak etkilenmekte olup bu etki %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Fiyat değişkeni tüm modellerde negatif işaret sahip olsa da yalnızca internet modelinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Buna göre fiyatlardaki %1'lik artış elektrik tüketimini %0.06 azaltacaktır. Gelir katsayısı tüm modellerde pozitif işarete sahiptir ve internet modelinde %5 düzeyinde anlamlı iken diğer modellerde anlamlılık düzeyi %1'dir. Tüm modeller için gelirdeki %1'lik artış kişi başına elektrik tüketimini %0,14 ile %0,16 arasında artırmaktadır.

Arellano-Bond tahminlerinde ilgi değişkenlerinin katsayılarına baktığımızda patent katsayısının anlamlı olmadığı görülmektedir. Diğer ilgi değişkenlerinin katsayıları %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olup internet kullanıcı sayısının katsayısı %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kişi başına Ar-Ge harcamalarındaki %10'luk bir artış kişi başına elektrik tüketimini %0,4 artırırken mobil hat abone sayısındaki aynı orandaki bir artışın etkisi %0,1'lik bir artış şeklinde olacaktır. Son olarak internet kullanıcı sayısının %10 yükselmesi kişi başına elektrik tüketimini %0,3 artıracaktır.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada yükselen ekonomiler için çeşitli yenilik ve teknoloji göstergelerinin kişi başına elektrik tüketimine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak kullanılan veriler yıllık olup 2000-2018 dönemini kapsamaktadır. Yapılan analizler neticesinde tüm modellerin otokorelasyon ve değişen varyans sorunları içermesi nedeniyle HEKK, RE ve SE yöntemleriyle tahmin edilen modeller Arellano ve Bond (1991) dinamik panel veri yöntemi ile tekrar tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kişi başına Ar-Ge harcamalarındaki, mobil hat abone sayısındaki ve internet kullanıcı sayısındaki %10'luk artışların kişi başına enerji tüketimini sırasıyla %0,4, %0,1 ve %0,3 artıracığına işaret etmiştir. Bulgularımız enerji tüketimi açısından Jin vd., (2018) ile uyumlu iken elektrik tüketimi açısından bakıldığında Kaya vd., (2017); Afzal & Gow (2016); Salahuddin & Alam (2015) ve Sadorsky (2012) ile paraleldir.

Gelişmekte olan ülkelerin yenilik ve teknolojik ilerlemenin verimliliği artırıcı etkisinden daha çok yararlanabilmeleri gerekmektedir. Çünkü gelişmekte olan ülkelerde yapılan yatırımların verimliliği artırıcı etkisi gelişmiş ülkelerdekenden çok daha yüksektir. Bu çerçevede gelişmekte olan ülkelerin

gelişmiş ülkelere yakınsayacağı beklenmektedir. Ancak yeniliğin verimliliği artırıcı etkisi yalnızca enerji girdisine yansımayacaktır. Zira enerji dışında çok sayıda girdi söz konusudur. Elektrik girdisinin bir maliyet kalemi olduğu dikkate alınırsa elde ettiğimiz bulgular dâhilinde gelişmekte olan ülkelerin yenilik ve teknoloji faaliyetlerini daha düşük maliyetle yönetebilmeleri için enerji verimliliğini artırmayı ve enerji tasarrufu sağlamayı amaçlayan politikalar uygulamaları gerektiği söylenebilir. Diğer yandan, Sadorsky'nin (2012, s. 136) de belirttiği gibi elektrik tüketiminin bir gelişmişlik göstergesi olduğu dikkate alınırsa, elektrik tüketimini artırmaya yönelik politikalar çalışmamızın ve literatürün bulguları çerçevesinde sunulan politika önerileri ile ters düşecektir. Bu bağlamda salt elektrik tüketimini artırmaya yönelik politikaların yerini elektriğin verimli kullanımını ve tüketiminde verimlilik artırıcı politikaların alması gerektiği söylenebilir.

## 6. KAYNAKÇA

- Aflaki, S., Basher, S. A. & Masini, A. (2014). Does economic growth matter? Technology-push, demand-pull and endogenous drivers of innovation in the renewable energy industry (December 1, 2014). *HEC Paris Research Paper* No. MOSI-2015-1070. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2549617>.
- Afzal, M. N. I., & Gow, J. (2016). Electricity consumption and information and communication technology in the Next Eleven emerging economies. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(3), 381-388.
- Annunziata, M., Bell, G., Buch, R., Patel, S., & Sanyal, N. (2015). Powering the future. Leading the digital transformation of the power industry. *GE Report, September*.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 58, 277-297.
- Baum, C. F. (2001). Residual diagnostics for cross-section time series regression models. *The Stata Journal*, 1(1), 101-104.
- Bayraktutan, Y., Uçak, S., & Bicil, İ. M. (2012). Yükselen piyasalarda elektrik tüketimi büyüme ilişkisi: Nedensellik analizi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 241-254.
- Billor, N., Hadi, A. S., & Velleman, P. F. (2000). BACON: Blocked adaptive computationally efficient outlier nominators. *Computational Statistics & Data Analysis*, 34, 279-298.
- Drukker, D. M. (2003). Testing for serial correlation in linear panel-data models. *The Stata Journal*, (3)2, 1-10.

- Dünya Bankası (2019). Dünya Gelişmişlik Göstergeleri. 14 Ocak 2019 tarihinde <https://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> adresinden erişildi.
- EIA (2016). *International energy outlook 2016, with projections to 2040*. Government Printing Office.
- Fei, Q., & Rasiah, R. (2014). Electricity consumption, technological innovation, economic growth and energy prices: Does energy export dependency and development levels matter?. *Energy Procedia*, 61, 1142-1145.
- Greene, W. (2000). *Econometric analysis*. New York: Prentice-Hall.
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46: 1251-1271.
- IEA (2013). *World Energy Outlook 2013 (Türkçe)*. OECD/IEA.
- Irandoost, M. (2016). The renewable energy-growth nexus with carbon emissions and technological innovation: Evidence from the Nordic countries. *Ecological Indicators*, 69, 118-125.
- Ishida, H. (2015). The effect of ICT development on economic growth and energy consumption in Japan. *Telematics and Informatics*, 32(1), 79-88.
- Jin, L., Duan, K., & Tang, X. (2018). What is the relationship between technological innovation and energy consumption? Empirical analysis based on provincial panel data from China. *Sustainability*, 10(1), 1-13.
- Kaya, M. V., Doyar, B. V., & Demir, F. (2017). The effects of internet usage and GDP on electricity consumption: The case of Turkey. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 185-198.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M., & Gerçekler, M. (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4).
- Sadorsky, P. (2012). Information communication technology and electricity consumption in emerging economies. *Energy Policy*, 48, 130-136.
- Salahuddin, M., & Alam, K. (2015). Internet usage, electricity consumption and economic growth in Australia: A time series evidence. *Telematics and Informatics*, 32(4), 862-878.
- Tang, C. F., & Tan, E. C. (2013). Exploring the nexus of electricity consumption, economic growth, energy prices and technology innovation in Malaysia. *Applied Energy*, 104, 297-305.
- Tunalı, H., & Ulubaş, M. A. (2017). Elektrik enerjisi tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: G7 ülkeleri üzerine bir uygulama (1970-2015). *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu*

*Dergisi*, 20(1), 1-13.

Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Yuan, C., Liu, S., & Wu, J. (2009). Research on energy-saving effect of technological progress based on Cobb–Douglas production function. *Energy Policy*, 37, 2842-2846.

**EK**

<b>Ek Tablo 1. Kişi başına elektrik tüketiminin sadece ilgi değişkenlerine göre HEKK tahminleri</b>				
	ln <i>ec</i>	ln <i>ec</i>	ln <i>ec</i>	ln <i>ec</i>
ln <i>pat</i>	0.1575*** (0.0262)			
ln <i>rd</i>		0.5181*** (0.0195)		
ln <i>tel</i>			0.0246 (0.2961)	
ln <i>int</i>				0.0981*** (0.0298)
<i>Sabit</i>	6.1721*** (0.2242)	5.8870*** (0.0720)	7.0612*** (0.5196)	5.8835*** (0.4901)
Gözlem sayısı	399	323	399	399
R-kare	0.0831	06883	0.0017	0.0266
***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.				