

## Avrupa Birliği Ülkelerinde Sanayi ve Konut Sektörü Elektrik Enerjisi Talebinin Fiyat Esnekliği Tahmini

Ergin UZGÖREN<sup>1</sup>  
Pınar ÖZER<sup>2</sup>

**Öz:** Son 10 yılda Avrupa Birliği genelinde enerji fiyatları özellikle konut ve sanayi sektörü elektrik fiyatlarında artış trendinin olduğu görülmektedir. Bununla beraber Energy Brainpool tarafından yayımlanan ve 2020 – 2050 yıllarını kapsayan dönem için Avrupa’da ortalama enerji fiyatlarının gelişimine ilişkin bir tahmin sunan AB Enerji Görünümü 2050 raporuna göre önümüzdeki yıllarda elektrik fiyatları daha oynak seyredecek ve aşırı fiyatlar - son derece yüksek ve son derece düşük fiyatlar- 2026’dan itibaren Avrupa’da öngörülebilir olacaktır. Elektrik fiyatlarındaki olası oynaklık karşısında tüketiciler, elektrik maliyetlerini azaltmak için talep profilini değiştirmeye karar verebilirler. Bu hususta tüketicilerin fiyat değişimlerine nasıl tepki vereceğini ampirik olarak tahmin etmek önem arz etmektedir. Bu doğrultuda bu çalışma 28 Avrupa Birliği (AB) ülkesi için 2005 - 2015 arası yıllık verileri kullanarak, sanayi ve konut sektöründe elektrik enerjisi talebinin uzun ve kısa dönem fiyat esnekliklerini panel veri analiziyle tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin varlığı Pedroni ve Kao panel eşbütünleşme testleriyle araştırılmış ve panel bazında değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönemli katsayılara Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi (PMGE) yöntemiyle ulaşılmıştır. Ekonometrik analiz sonuçlarına göre uzun dönemde sanayi ve konut sektörü elektrik enerjisi talebinin fiyat esneklikleri sırasıyla -0.60 ve -0.19 olarak bulunmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Elektrik Enerjisi Tüketimi, Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi, Panel Eşbütünleşme Testi, Talebin Fiyat Esnekliği

**Jel Kodu:** D12, Q40, Q41

### Estimation of Price Elasticity of Industrial and Residential Electricity Demand in European Union Countries

**Abstract:** In the last decade, energy prices especially residential and industrial electricity prices are appeared to follow increasing trend across the European Union. In addition to this, according to EU Energy Outlook 2050 Report which is published by Energy Brainpool and presents projection about average energy prices movements for the period including 2020-2050, electricity prices will be more volatile in the forthcoming years and extremely high and low prices will be foreseen in Europe from 2026. Consumers confronting with a possible volatility in electricity prices can prefer to change quantity of electricity demanded in order to lower burden of electricity. For this reason, it will be essential to estimate empirically how consumers will respond to price changes. In this context, this study aims to estimate long and short term price elasticities of demand for electrical energy in industrial and residential sectors by using 2005 - 2015 annual data for 28 European Union (EU) countries with panel data analysis. The existence of long-run relationship between variables is investigated by Pedroni and Kao panel cointegration tests and long and short run coefficients are obtained by using the Pooled Mean Group Estimator (PMGE). According to the results of the econometric analysis, long run price elasticities of industrial and residential electricity demand were found to be -0.60 and -0.19 respectively.

**Keywords:** Consumption of Electrical Energy, Pooled Mean Group Estimator, Panel Cointegration Test, Price Elasticity of Demand

**Jel Codes:** D12, Q40, Q41

<sup>1</sup> Prof. Dr., Dumlupınar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Kütahya, ergin.uzgoren@dpu.edu.tr

<sup>2</sup> Arş. Gör., Dumlupınar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Kütahya, pinar.ozer@dpu.edu.tr

**Atf Künyesi:** Uzgören, E. ve Özer, P. (2018). Avrupa Birliği Ülkelerinde Sanayi ve Konut Sektörü Elektrik Enerjisi Talebinin Fiyat Esnekliği Tahmini, Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 20/4, 39-58.

**Citation:** Uzgören, E. ve Özer, P. (2018). Avrupa Birliği Ülkelerinde Sanayi ve Konut Sektörü Elektrik Enerjisi Talebinin Fiyat Esnekliği Tahmini, Journal of Kastamonu University Faculty of Economics and Administrative Sciences., 20/4, 39-58.

## Extended Abstract

In modern economies, energy - one of the most important inputs for the process of goods and services production - is a direct source of wealth for individuals at the same time. Therefore, it is important to know how energy price fluctuations which generate from market dynamics or government policies in the field of energy will affect consumer and producers' demand for energy. In this direction, a topic corresponding in economics theory which is price elasticity of demand appeared. The estimation of price elasticity of electricity demand has some important outcomes. First of all, estimation of price elasticity of demand provides significant important information to governments in developing policies for restructuring electricity sector, and, besides these estimations will be helpful in constructing policies of demand management in terms of electricity firms. Secondly, price elasticity of demand contains beneficial information about efficiency of price policies as a medium for more efficient use of energy (Narayan et al., 2007: 4494).

In the last decade, energy prices especially residential and industrial electricity prices are appeared to follow increasing trend across the European Union (EU)<sup>3</sup>. EU Energy Outlook 2050 Report published by Energy Brainpool presents projection about average energy prices movements for the period including 2020-2050. According to this report, electricity prices will be more volatile in the forthcoming years and extremely high and low prices will be foreseen in Europe from 2026. Consumers confronting with a possible volatility in electricity prices can prefer to change quantity of electricity demanded in order to lower burden of electricity. For this reason, it will be essential to estimate empirically how consumers will respond to price changes.

This paper can present alternatives for policy makers to develop more efficient electricity pricing policies. Most of current studies that estimates to price elasticity of electricity demand in EU contains restricted scope with respect to geographical area and sectors. It is thought that this study will contribute to the current literature in terms of estimating the long and short term price elasticities of electricity demand for residential and industrial sectors across the EU, covering 11-year period.

### Data Set and Econometric Method

In this study, estimation of the price elasticity of residential and industrial sector electricity demand by methods of panel data analysis is aimed. In this context, a balanced panel exists and econometric analysis has been performed by using series covering the period 2005 - 2015 belonging to 28 EU countries. These data relating to electricity consumption and electricity prices for both sectors are obtained from Eurostat database. The econometric analysis consists of three stages. Firstly, Levin-Lin-Chu (LLC), Im-Pesaran-Shin (IPS), Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) panel unit root tests on natural logarithms were implemented to test stationarity of the series. Secondly, Kao (1999) and Pedroni (2000) cointegration tests were applied to investigate long run relationship between electricity consumption and electricity price for residential and industrial sectors separately. In the last stage, Pooled Mean Group Estimator (PMGE) and Mean Group Estimator (MGE) methods were used to estimate both long and short run parameters across the panel.

### Econometric Findings

After determining that all variables are integrated in the same level based on the IPS and ADF test results (constant and trend in case) with LLC unit root test, Pedroni and Kao panel cointegration tests were applied to examine the long-term relationship between the variables. These cointegration tests have revealed that there is a long-term relationship between the residential electricity consumption and residential electricity price and also existence of long term relationship for industrial sector. After determining the proof of cointegrating relationship between the series in both sectors, MGE and PMGE approaches were applied to reach the long and short term coefficients on the panel basis. The null hypothesis of Hausman Test is that the parameters are homogeneous in the long term. Since the null hypothesis is not rejected after Hausman test, it is concluded that according to PMGE, long run parameters are homogeneous across groups. Therefore PMGE is more appropriate to predict econometric models. In this context, PMGE method has estimated that the price elasticities of the industrial and residential electricity demand in the long-run are -0.60 and -0.19, respectively (See *Table 1 and Table 2*).

---

<sup>3</sup> <https://www.pordata.pt/en/DB/Europe/Search+Environment/Chart>

**Table 1.** PMGE Results - Estimation of Price Elasticity of Electricity Demand in Residential Sector

Model 1:  $\ln(\text{ecr})_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i}\ln(\text{epr})_{it} + \varepsilon_{it}$

Long-run	Coefficients	Standard Error	Z-statistic	P-value
Lnep <sub>r</sub>	-0.1967208	0.0185261	-10.62	0.0000*
Short-run	Coefficients	Standard Error	Z-statistic	P-value
Error Correction	-0.4491681	0.0512019	-8.77	0.0000*
D(lnep <sub>r</sub> )	0.0699422	0.0539414	1.30	0.195
Constant	3.010801	0.4065801	7.41	0.0000*

Hausman Test: prob&gt;chi - square: 0.5687

Note. *lnecr* and *lnep<sub>r</sub>* indicate natural logarithms of residential electricity consumption and residential electricity price respectively.

**Table 2.** PMGE Results - Estimation of Price Elasticity of Electricity Demand in Industrial Sector

Model 2:  $\ln(\text{eci})_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i}(\ln\text{epi})_{it} + \varepsilon_{it}$

Long-run	Coefficients	Standard Error	Z-statistic	P-value
lnep <sub>i</sub>	-0.6016854	0.0358004	-16.81	0.0000*
Short-run	Coefficients	Standard Error	Z-statistic	P-value
Error Correction	-0.5296319	0.0827603	-6.40	0.0000*
D(lnep <sub>i</sub> )	0.0775231	0.0728039	1.06	0.287
Constant	3.112072	0.5456772	5.70	0.0000*

Hausman Test: prob&gt;chi - square: 0.4820

Note. *lneci* and *lnep<sub>i</sub>* indicate natural logarithms of industrial electricity consumption and industrial electricity price respectively.

### Conclusion

In this study, price elasticities of electricity demand in residential and industrial sectors across the EU were analyzed using annual data from 2005 to 2015. For this purpose, the PMGE method was used to estimate the price elasticity coefficients of two sectors. The price elasticity of the electricity demand in residential sector was -0.19 in the long run while for industrial sector it was -0.60 in the long run. In other words, the price elasticity of demand in the residential sector (-0.19) signifies that 1% increase in price of residential electricity leads to a 0.19% decrease in quantity demanded. In the industrial sector, this value (-0.60) can be interpreted as a 0.60% decreasing response in industrial electricity demand to 1% increase in industrial electricity price. In this study, price elasticities for both sector were found to be less than one and similar findings are also reached by other studies focusing on developed countries (Kamerschen and Porter (2004), Bernstein and Madlener (2011), Blazquez et al. (2012), Romero-Jordán et al. (2014), Kiss and Kocsis (2014)). As a result of the econometric analysis, the main finding is that the demand is inelastic; since price elasticities of demand for electricity in both residential and industrial sectors across the 28 EU countries is less than one in the long run. Therefore, the rise in electricity prices will have a low impact on the electricity demand of the residential and industrial sectors. These estimation results indicate that electricity is a necessary commodity, so that the electricity demand levels in both sectors cannot be completely regulated by price policies. It can be therefore advisable for policy makers to continue to develop policies that focus on the use of energy-efficient products in the residential and industrial sectors.

Enerji, modern ekonomilerde mal ve hizmet üretim sürecinin önemli girdilerinden biri olduğu gibi bireyler için de doğrudan bir refah kaynağıdır. Bu yüzden piyasa dinamikleri ve / veya enerji alanındaki kamu politikaları dolayısıyla gerçekleşen enerji fiyat dalgalanmalarının üretici ve tüketicilerin enerji talebi üzerinde nasıl bir etki yarattığını bilmek önemlidir. Bu doğrultuda iktisat teorisinde karşılığı olan talebin fiyat esnekliği konusu karşımıza çıkmaktadır. Elektrik talebinin fiyat esnekliğini tahmin etmenin doğurduğu birtakım önemli sonuçlar vardır; öncelikle talebin fiyat esnekliği tahminleri, elektrik sektörünün yeniden yapılandırılmasına yönelik politikalar oluşturmada hükümetlere önemli bir bilgi sunar. Bunun yanında elektrik şirketleri açısından ele alındığında ise bu tahminler talep yönetimi politikalarını oluşturmada yardımcı olabilir. İkincisi, talebin fiyat esnekliği, enerjinin daha verimli kullanılmasına ilişkin bir araç olarak fiyat politikalarının etkinliği hakkında faydalı bilgiler içermektedir (Narayan vd., 2007: 4494).

Kıt olan doğal kaynaklara yönelik küresel rekabetin artması (enerji arz güvenliği meselesi) ve küresel ısınmadan kaynaklı sera gazı salınımının yarattığı çevresel problemler enerji kaynaklarının kullanımı üzerine dikkatleri çekmiştir. Kaynakların daha verimli kullanılması, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, sürdürülebilir üretim ve kullanım modelleri geliştirmek, gelişmiş ekonomiler için önem kazanan konular arasında yer almıştır. Bu amaçla, devletler karbon salınımı düşük enerji kaynakları (örneğin yenilenebilir enerji kaynakları) yoluyla üretme ve enerji verimliliğini arttırmaya yönelik çalışmalarda bulunmuşlardır (Silva vd., 2017: 335). Bu doğrultuda 2009'da AB tarafından kabul edilen İklim ve Enerji paketi, 2020 yılına kadar üç "20" hedefine ulaşmaya yönelik bir politika çerçevesi ortaya koymuştur (European Commission, 2014: 54): (i) AB genelinde sera gazı emisyonlarında (GHG) % 20'lik bir azalma, (ii) yenilenebilir enerjinin AB'nin enerji tüketimi içerisindeki payının % 20 olması ve (iii) birincil enerji kaynakları tüketiminde % 20'lik bir azalma hedefler arasındadır.

British Petroleum (2017) raporuna göre dünya karbondioksit salınımının %10.4'ü AB ülkeleri tarafından gerçekleşmektedir. 2016 yılı itibariyle elektrik üretiminin %13.1'lik payı AB ülkelerine aittir ve 2015 yılı verilerine göre 28 AB genelinde tüketilen net elektriğin yaklaşık yarısı (%48.1) yanıcı yakıtlardan (doğal gaz, kömür ve petrol) dörtte birinden fazlası (%26.4) ise nükleer enerjiden üretilmektedir<sup>4</sup>. Bütün bu göstergeler, AB ülkelerini GHG'yi en aza indirmeye itmiş ve böylelikle AB ekonomisi daha yüksek karbon emisyonundan daha düşük karbon emisyonuna doğru bir geçiş gerçekleştirmiştir. Elektriğin bu düşük karbonlu

---

<sup>4</sup>[http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Electricity\\_production,\\_consumption\\_and\\_market\\_overview](http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Electricity_production,_consumption_and_market_overview)

döneme geçiş aşamasında önemli bir rol oynaması beklenmektedir. İlk olarak daha verimli elektrik kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektriğin artan payı, elektrik üretiminden kaynaklanan GHG emisyonlarının düşürülmesine yardımcı olacaktır. İkinci olarak, toplam enerji kullanımında elektriğin özellikle ulaştırma sektöründe (elektrikli taşıtlar), ısıtma ve soğutma (elektrikli ısı pompalarında) sistemleri içerisindeki payının artması beklenmektedir. Dolayısıyla, 21. yüzyılda düşük karbonlu elektrik üretiminin yanında elektriğin bu kadar yaygın kullanımı fosil yakıtlardan çıkan sera gazı emisyonlarının ortadan kaldırılması için önemli bir bileşen olarak görülmektedir (EPRS, 2016: 2).

Son 10 yılda AB genelinde enerji fiyatları özellikle konut ve sanayi sektörü elektrik fiyatlarında artış trendinin olduğu görülmektedir<sup>5</sup>. 2008 yılında EU28 genelinde konut sektörü elektrik fiyatı 0.15 Euro/kWh iken 2016 yılında bu rakam 0.20 Euro/kWh'a çıkmıştır. Benzer şekilde sanayi sektöründe ise 2008'den 2016'ya kadar geçen süre içerisinde elektrik fiyatı %20'den fazla artış göstermiştir. 2008 – 2016 dönemi için doğal gaz fiyatlarının elektrik fiyatlarına göre daha oynak bir seyir izlediği söylenebilir. Hem konut hem de sanayi sektörü doğal gaz fiyatları 2008 yılından 2009'a kadar artış gösterirken 2009 yılı itibariyle düşmeye başlamıştır. 2010 yılı sonunda en düşük seviyelerine ulaşan doğal gaz fiyatları tekrardan artış göstererek 2013-2014 döneminde en yüksek seviyelerine ulaşmıştır; fakat 2014 sonu itibariyle tekrardan düşme evresine girmiştir. 2008 – 2016 döneminde 14.86 Euro/Gj düzeyindeyken 17.28 Euro/Gj kadar yükselmiştir. Sanayi sektörü doğal gaz fiyatı ise daha dalgalı bir seyir seyretmiştir. 2008 yılında 11.32 Euro/Gj olan sanayi sektörü doğal gaz fiyatı 2013 yılında en yüksek seviyesine (13.78 Euro/Gj) ulaşmıştır; 2016 sonunda 2008 yılı seviyesinin de altına düşmüştür. Başta elektrik enerjisi olmak üzere yükselen enerji fiyatları AB'nin küresel rekabet gücünü azaltarak hane halkı ile sanayi üzerine ilave bir mali yük getirmiş; bu nedenle Avrupa Komisyonu 2014 yılında yayınladığı raporda, son yıllarda enerji fiyatlarında gerçekleşen söz konusu artışa vurgu yapmıştır. Bunun yanında AB'nin enerji ithalatına bağımlılığı da devam etmektedir. 2016 yılında EU-28 bölgesinin enerji bağımlılığı oranı %50'nin üzerinde (%53.6) gerçekleşmesi brüt ülke içi enerji tüketiminin yarısından fazlasının net ithalat ile karşılandığını ifade ederken bu oran 2000 yılında %46.7 kadardır<sup>6</sup>.

Energy Brainpool tarafından yayımlanan AB Enerji Görünümü 2050 raporu, 2020 – 2050 yıllarını kapsayan dönem için Avrupa'da ortalama enerji fiyatlarının gelişimine ilişkin bir tahmin sunmaktadır. Bu rapora göre, önümüzdeki yıllarda elektrik fiyatları daha oynak

<sup>5</sup> <https://www.pordata.pt/en/DB/Europe/Search+Environment/Chart>

<sup>6</sup> [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/The\\_EU\\_in\\_the\\_world\\_-\\_energy](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/The_EU_in_the_world_-_energy)

seyredecek ve aşırı fiyatlar - son derece yüksek ve son derece düşük fiyatlar- 2026'dan itibaren Avrupa'da öngörülebilir olacaktır. Elektrik fiyatlarındaki olası oynaklık karşısında tüketiciler, elektrik maliyetlerini azaltmak için talep profilini değiştirmeye karar verebilirler. Bu nedenle tüketicilerin fiyat değişimlerine nasıl tepki vereceğini niceliksel olarak tahmin etmek gerekecektir.

Bu çalışma, daha etkili elektrik fiyatlandırma politikasının geliştirilmesi bakımından politika yapıları için alternatifler sunabilir. AB'de elektrik kullanımının fiyat esnekliğini tahmin eden mevcut çalışmaların çoğu coğrafi ya da sektörel olarak sınırlı bir kapsam taşımaktadır. 11 yıllık dönemi kapsayarak AB genelinde konut ve sanayi sektörü elektrik enerjisi talebinin uzun ve kısa dönemli fiyat esnekliklerini tahmin etmesi yönünden bu çalışmanın mevcut literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada öncelikle sanayi ve konut sektöründe elektrik enerjisi talebinin esnekliklerini inceleyen ilgili çalışmalar aktarılacaktır. Çalışmanın devamında uygulanan ekonometrik modelin – Ortalama Grup (MG) ve Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG) – özelliklerine yer verilecek ve ekonometrik modeller ile tahmin edilen elektrik enerjisi talebinin fiyat esnekliği katsayıları sunulacaktır.

## **1. ELEKTRİK TALEP ESNEKLİKLERİ ÜZERİNE AMPİRİK ÇALIŞMALAR**

Enerji talep esnekliklerinin ekonometrik modellerle tahmininin 1950'lerin başlarına kadar dayandığı söylenebilir. Bu alanda yapılmış ilk çalışmalar arasında Houthakker (1951), Fisher ve Kaysen (1962), Halvorsen (1975), Pindyck (1979), Silk ve Joutz (1997), Bose ve Shukla (1999) ile Filippini (1999) vardır. Söz konusu çalışmaların birçoğu farklı yöntemler uygulayarak uzun ve kısa dönem elektrik talebini tahmin etmişlerdir. Elektrik talep esnekliklerini tahmin etmeye yönelik literatürdeki çalışmalarda fiyat ve gelir esnekliklerinin birbirinden farklı; yani birbiriyle tutarlı sonuçlar sunmadığı rapor edilmiştir. Birbirinden farklı sonuçlara ulaşılması analizde dikkate alınan dönem ve ülke/ülke grubundan ya da kullanılan ekonometrik tahmin yaklaşımından kaynaklı olabilir. Fakat çoğunlukla literatürdeki çalışmalar uzun dönem gelir ve fiyat esnekliğini kısa dönemden daha büyük bulmuştur. Literatürde enerji talebini belirleyen faktörler özellikle fiyat ve gelir esnekliklerinin tahmini üzerinde yoğunlaşan oldukça fazla çalışma olmasına karşılık bu kısım özellikle 2000 sonrası elektrik talebinin fiyat ve gelir esnekliğini tahmin eden çalışmalarla sınırlı tutulmuştur.

Ulusal literatür incelendiğinde Türkiye için farklı sektörlerde elektrik talebinin fiyat esnekliğini inceleyen çalışmalarda esneklik katsayısı çoğunlukla 1'den küçük, inelastik olarak bulunmuştur. Söz konusu çalışmalardan biri Akan ve Tak (2003) tarafından gerçekleştirilmiş olup, çalışmada 1970 – 2000 dönemi yıllık zaman serisi verileri kullanılarak toplam ve

sektörel bazda elektrik enerjisi talep modeli tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgular elektrik talebinin gelir esnekliğinin sanayi ve konut sektörleri dışında birden büyük olduğu (elastik), fiyat esnekliğinin ise sifıra yakın değerler aldığı (elastik olmadığı) tespit edilmiştir. Halicioğlu (2007), 1968 – 2005 dönemi için konut sektörü elektrik talebi dinamiklerini ARDL sınır testi uygulayarak tahmin ettiği çalışmada uzun dönem gelir esnekliği 0.70 ve fiyat esnekliğini ise -0.52 olarak bulmuştur. Dilaver ve Hunt (2011)'un, 1960 – 2008 dönemi için sanayi sektörü elektrik talep fonksiyonunu oluşturarak parametre tahminlerinin yapısal zaman serisi tekniği ile yapıldığı çalışmada gelir ve fiyat esneklikleri sırasıyla 0.15 ve -0.16'dır. Yaylalı ve Lebe (2013), 1978 – 2009 dönemi için konut sektörünün elektrik talebini inceledikleri çalışmada ekonometrik yöntem olarak ARDL (Autoregressive Distributed Lag) yaklaşımından yararlanarak kısa ve uzun dönemde talebin fiyat esnekliği birin altında, uzun ve kısa dönem talebin gelir esnekliği katsayısı ise sırasıyla 0.207 ve 0.474 olarak bulunmuştur. Dilaver ve Hunt (2011)'un çalışmasına konut sektörünü de dâhil eden Arisoy ve Ozturk (2014), 1960 – 2008 dönemi için Kalman filtresi yaklaşımına dayalı zaman değişkenli parametre (TVP) modeli yardımıyla gelir ve fiyat esnekliklerini tahmin ettikleri çalışmada konut ve sanayi sektörü fiyat esneklikleri birden küçük olup sırasıyla -0.0223 ve -0.014; gelir esneklikleri ise sanayi sektörü için 0.979 ve konut sektörü için 0.955 olarak bulunmuştur.

Uluslararası literatürde elektrik talep esnekliklerini ekonometrik yöntemlerle tahmin eden çalışmalardan bazıları (Kamerschen ve Porter (2004), Narayan vd. (2007), Blazquez vd. (2012), Romero-Jordán vd. (2014), Kiss ve Kocsis (2014), Burke ve Abayasekara (2017)) gelişmiş ülke ekonomilerini ele almıştır. Söz konusu çalışmalarda farklı ekonometrik yöntemler uygulanarak elektrik enerjisinin fiyat esneklikleri tahmin edilmeye çalışılmış ve analizler sonucunda bulguların birbirinden farklılaştığı, bazı çalışmalarda esneklik katsayısının 1'den büyük olduğu bazıları ise 1'den küçük olduğu görülmüştür. Kamerschen ve Porter (2004), 1973 -1998 dönemine ait yıllık verileri kullanarak ABD'nin konut, sanayi sektörü ile toplam elektrik talebini kısmi ayarlama yaklaşımı ve eşanlı denklem modeliyle tahmin etmişlerdir. Konut sektörü fiyat esnekliği (-0.85) ve (-0.94) aralığında tahmin edilirken sanayi sektörü fiyat esnekliği (-0.34) ve (-0.55) aralığında bulunmuştur. Dolayısıyla konut sektörünün sanayi sektörüne göre elektrik fiyatlarındaki değişime daha duyarlı olduğu vurgulanmıştır. Narayan vd. (2007), 1978'den 2003'e G7 ülkelerine ait yıllık zaman serilerini kullanarak konut elektrik talebinin esnekliklerini panel veri analizi yöntemleriyle tahmin etmişlerdir. Panel veri analizi sonuçlarına göre uzun dönem konut elektrik talebinin fiyat esnekliği birden büyük; gelir esnekliği ise birden küçüktür. Blazquez

vd. (2012)'nin, 2000 – 2008 dönemi için İspanya'nın 47 iline ait konut elektrik tüketimi, gelir, konut elektrik fiyatı ve hava durumu verilerini kullanarak İspanya'nın konut elektrik talebinin bazı özelliklerine ışık tutmaya çalıştıkları çalışmada tahmin yöntemi Sıradan En Küçük Kareler, Sabit Etkiler Modeli ve Genelleştirilmiş Momentler Yöntemini kullanmışlardır. Yapılan tahminler sonucunda kısa dönem fiyat esnekliği – 0.11, uzun dönem fiyat esnekliği - 0.24 ve kısa dönem gelir esnekliği 0.14, uzun dönem gelir esnekliği 0.30 olarak bulunmuştur. İspanya'nın konut elektrik tüketim talebini tahmin etmeye yönelik bir diğer çalışma Romero-Jordán vd. (2014) tarafından yapılmıştır. Çalışmada kısa ve uzun dönem fiyat esneklikleri sırasıyla -0.26 ve -0.37 olarak tahmin edilmiştir. Gelir esneklikleri ise 0.31 (kısa dönem) ve 0.43 (uzun dönem) olarak bulunmuştur. Kiss ve Kocsis (2014), 1995 – 2010 dönemi Macaristan'ın sektörel bazda elektrik tüketim talebini tahmin ettikleri çalışmada konut ve sanayi sektörü uzun dönem gelir esnekliklerini sırasıyla 0.493 ve 0.647 bulmuşlardır. Fiyat esneklikleri ise -0.089 (konut sektörü), -0.397 (sanayi sektörü) olarak tahmin edilmiştir. ABD üzerine yapılan bir diğer çalışma ise Burke ve Abayasekara (2017) tarafından gerçekleştirilmiş olup Kamerschen ve Porter (2004)'dan farklı olarak 2003 – 2015 döneminde sanayi ve konut sektörü elektrik talebinin fiyat esneklikleri 1'den büyük bulunmuştur. Uzun dönemde sanayinin elektrik talebinin fiyat esnekliğinin en yüksek olduğunu ( $\geq -1.2$ ), ticaret sektöründe fiyat esnekliğinin -0.3 ile -0.6 aralığında, konut sektöründe ise -1 civarında olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun yanında Bernstein ve Madlener (2011) ile Krishnamurthy ve Kriström (2015) çalışmalarında OECD ülkelerinde konut elektrik talep esnekliklerini tahmin etmişlerdir. Bernstein ve Madlener (2011), 18 OECD ülkesine ait 1981 – 2008 dönemi yıllık verilerini kullanarak konut elektrik talep esnekliklerini Düzenlenmiş En Küçük Kareler ve Dinamik En Küçük Kareler ekonometrik yöntemleriyle tahmin ettikleri çalışmada uzun dönem gelir esnekliğini bire, fiyat esnekliğini ise -0.4'e yakın bulmuşlardır. Hata düzeltme modeli ile elde edilen kısa dönem tahminleri ise gelir esnekliği için 0.2 ve fiyat esnekliği için yaklaşık olarak -0.1'dir. Krishnamurthy ve Kriström (2015) ise 2011 yılı için 11 OECD ülkesinde konut elektrik talebini yatay kesit analiziyle tahmin ettikleri çalışmada talebin fiyat esnekliğinin gelire göre daha güçlü olduğu bulgusuna ulaşarak fiyat esnekliklerinin (mutlak değer içerisinde) 0.27 ve 1.4 arasında hareket ettiğini ve çoğunlukla birçok ülke için 0.5'in üzerinde olduğunu gelir esnekliklerinin ise daha zayıf olduğunu (0.07 – 0.16) belirtmişlerdir.

Gelişmiş ülkeler üzerine yapılan çalışmaların yanı sıra Abbaszadeh vd. (2014), 2001 yılı verilerini kullanarak İran'ın elektrik tüketim talebinin fiyat esnekliğini Hesaplanabilir Genel Denge Modeli ile tahmin etmişlerdir. Analiz sonuçları şu şekildedir: Konut sektörü elektrik



tüketiminin fiyat esnekliğini -1.02 ile -0.87 aralığında, tarım sektörü için -0.013 ile -0.015 aralığında, sanayi için -0.013 ile -0.015 aralığında ve hizmet sektörü için -0.02 ile -0.031 aralığındadır. Lim vd. (2014) ise gelişmekte olan ülkelerden biri olan Kore'nin hizmet sektörü elektrik tüketim talebinin uzun ve kısa dönem esnekliklerini tahmin etmişlerdir. Kısa ve uzun dönem fiyat esneklikleri sırasıyla -0.421 ve -1.002; kısa ve uzun dönem gelir esneklikleri ise sırasıyla 0.855 ve 1.090 olarak bulunmuştur.

## 2. VERİ SETİ VE EKONOMETRİK MODELLER

Konut ve sanayi sektörü elektrik enerjisi talebinin fiyat esnekliğinin panel veri analizi yöntemi ile tahmin edilmesinin amaçlandığı bu çalışmada dengeli panel söz konusu olup 28 AB ülkesine ait 2005 - 2015 dönemini kapsayan seriler kullanılarak ekonometrik analiz yapılmıştır.

Parametre tahmininin sağlamlılığını arttırmak için panel veri analizi yeterli düzeyde örneklem büyüklüğüne dayanmalıdır. Bu yüzden çalışmada zaman aralığı (T = 11) ve ülke sayısı (N = 28) gözlem sayısını (n = 308) mümkün olduğunca maksimum kılacak şekilde belirlenmiştir.

Ekonometrik analizde dikkate alınan değişkenler ve veri kaynaklarına ilişkin detaylı bilgi Tablo 1'de sunulmaktadır.

**Tablo 1.** Veri Tanımları ve Kaynaklar

Değişken	Birim	Dönem	Kısaltma	Kaynak
Konut sektörü elektrik tüketimi	1000 TEP	2005 - 2015	ecr	Eurostat
Konut sektörü elektrik fiyatı	Euro/kWh	2005 - 2015	epr	Eurostat
Sanayi sektörü elektrik tüketimi	1000 TEP	2005 - 2015	eci	Eurostat
Sanayi sektörü elektrik fiyatı	Euro/kWh	2005 - 2015	epi	Eurostat

Sanayi ve konut sektörü elektrik enerjisi talebinin fiyat esnekliği tahmin modeli, logaritmik formda şu şekilde yazılabilir:

Model 1:

$$\ln(\text{ecr})_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i}\ln(\text{epr})_{it} + \varepsilon_{it}, \quad \varepsilon_{it}: \text{hata terimi, } t: 2005, \dots, 2015, i: 1, \dots, 28 \quad (1)$$

Model 2:

$$\ln(\text{eci})_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i}(\ln \text{epi})_{it} + \varepsilon_{it}, \quad \varepsilon_{it}: \text{hata terimi, } t: 2005, \dots, 2015, i^7: 1, \dots, 27 \quad (2)$$

Bu çalışmada Panel Otoregresif Dağılımlı Gecikme (ARDL) modeline dayanan Pesaran ve Smith (1995) tarafından geliştirilen Ortalama Grup Tahmircisi (MGE) ile Pesaran vd. (1999) tarafından geliştirilen Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmircisi (PMGE) yöntemleri kullanılmıştır. Johansen (1995) ve Philipps ve Hansen (1990)'a göre sadece aynı derecede bütünleşik olan değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olması mümkün iken Pesaran vd. (1999) panel ARDL yönteminin - I(0) ve I(1) durumlarının birlikte bulunduğu durumlarda - farklı bütünleşme derecesine sahip değişkenlerde dahi kullanılabilceğini göstermiştir. Dolayısıyla panel ARDL modeli birim kök testlerinin uygulanmasını gerekli görmemesine karşın bu yöntem değişkenlerden herhangi birinin ikinci dereceden durağan olmama koşulunu ise zorunlu kılar (Samargandi vd., 2015: 71). Dolayısıyla ARDL modelinin birim kök testlerinin uygulanmasını mecbur kılmaması bu modelin sağladığı kolaylıklardan biridir. Bunun yanında modelin sağladığı bir diğer kolaylık ise hem kısa hem de uzun dönem etkiler yeterli düzeyde geniş yatay kesit (N) ve zaman serisi (T) boyutlarına sahip bir veri setinde aynı anda tahmin edilebilir olmasıdır. Literatürde PMGE ve MGE yaklaşımlarını kullanarak tahminde bulunan çalışmalar (Güler ve Özyurt (2011), Simões (2011), Bangake ve Eggoh (2012), Selim vd. (2014a, 2014b), Bayraç ve Çildir (2017)) incelendiğinde serilerin zaman boyutu 10 – 40 yıl arasında değişiklik göstermektedir. Bu doğrultuda 28 AB ülkesi için konut ve sanayi sektörü elektrik enerjisi talebinin fiyat esnekliğini PMGE ve MGE yöntemleriyle tahmin etmede 11 yıllık zaman serisinin yeterli olduğu düşünülmüştür.

PMGE ve MGE'den yararlanılırken öncelikle değişkenlerin gecikme değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu yüzden gecikme değerlerini tespit etmek için Akaike Bilgi Kriterine (AIC) başvurulmuştur. AIC sonuçlarına göre ARDL (1, 1) en uygun modeldir. Denklem 1 ve Denklem 2, ARDL(1,1) formatında aşağıda gösterildiği şekilde yazılabilir:

Model 1:

$$\ln(\text{ecr})_{it} = \mu_i + \beta_{10i}\ln(\text{epr})_{it} + \beta_{11i}\ln(\text{epr})_{it-1} + \lambda_i\ln(\text{ecr})_{it-1} + \eta_{it} \quad (3)$$

Model 2:

$$\ln(\text{eci})_{it} = \mu_i + \beta_{10i}\ln(\text{epi})_{it} + \beta_{11i}\ln(\text{epi})_{it-1} + \lambda_i\ln(\text{eci})_{it-1} + \eta_{it} \quad (4)$$

<sup>7</sup> 2007 - 2011 dönemi için İtalya'nın sanayi sektörü elektrik fiyatı verisine ulaşamadığından İtalya Denklem 2 tahminine dâhil edilmemiştir.

Pesaran vd. (1999) benzer şekilde tahmin Denklemi 1 ve 2, ARDL modeline ait bir hata düzeltme denklemi olarak tekrardan şu şekilde yazılabilir:

Model 1:

$$\Delta \ln(ecr)_{it} = \phi_i [\ln(ecr)_{it-1} - \alpha_{0i} - \alpha_{1i} \ln(epr)_{it}] - \beta_{11i} \Delta \ln(epr)_{it} + \eta_{it} \quad (5)$$

Model 2:

$$\Delta \ln(eci)_{it} = \phi_i [\ln(eci)_{it-1} - \alpha_{0i} - \alpha_{1i} \ln(epi)_{it}] - \beta_{11i} \Delta \ln(epi)_{it} + \eta_{it} \quad (6)$$

Denklem 5 ve 6'da  $\alpha_{0i} = \frac{\mu_i}{1-\lambda_i}$  ile  $\alpha_{1i} = \frac{\beta_{10i} + \beta_{11i}}{1-\lambda_i}$  uzun dönem katsayıları,  $\phi_i = -(1 - \lambda_i)$  düzeltme katsayısı ve  $\Delta$  birinci dereceden fark işlemcisidir.

Yukarıdaki denklemlerde hata düzeltme katsayısı  $\phi_i$ , istatistiki olarak anlamlı ve negatif ise değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu söylenebilir. Bununla birlikte hata düzeltme katsayısı serilerin birim köke sahip olmasından dolayı meydana gelen kısa dönem sapmalarının bir sonraki dönemde dengeye gelme hızını ifade eder (Tatoğlu, 2013: 245).

Bu model toplam 28 AB ülkesi için tahmin edilmiştir. Değişkenlerin durağanlık özelliklerini kontrol etmek için öncelikle Levin-Lin-Chu (LLC), Im-Pesaran-Shin (IPS), Genişletilmiş Dickey-Fuller(ADF) ile Phillips-Perron (PP) birim kök testleri uygulanmıştır. Birim kökün varlığı test edildikten sonra değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığı Pedroni (2000, 2004) ve Kao (1999) panel eşbütünleşme testleri ile sınanmıştır. Son olarak talebin fiyat esnekliği modeli, PMGE yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir.

Pesaran vd. (1999) hem T hem de N büyük olduğunda tutarlı olan iki farklı tahminci olarak PMGE ve MGE'yi önermişlerdir. Bu iki tahminci arasındaki fark; PMG tahmincisi sabit katsayının, hata düzeltme katsayısının, kısa dönem katsayıları ile hata varyanslarının ülkelere göre değişmesine izin verirken, uzun dönem katsayılarını ise aynı (homojen) kabul etmektedir. MG tahmincisi ise ülkeler arasındaki katsayılar üzerinde hiçbir kısıtlama koymamaktadır. Başka bir ifadeyle MG tahmincisi tüm katsayıların, sabit terimin ve eğim katsayılarının heterojenliğine izin vermektedir. MG tahmincisi her bir ülke için ARDL modellerinden ulaşılan uzun dönem parametrelerin ortalaması alınarak panel uzun dönem parametrelerini elde eder. Bu yüzden MG tahmincisi her bir ülke için regresyon katsayılarının ortalamasıdır (Ndambendia ve Njoupouognigni, 2010: 41; Iwata vd., 2011: 1988). Buna ek olarak PMG ve MG tahmincileri arasındaki uzun dönem katsayılarının homojenliğini sınamak için Hausman testi uygulanmaktadır. Pesaran vd. (1999) PMG tahmincisinin homojenlik hipotezi altında MG tahmincisinden daha tutarlı ve etkin olduğunu göstermiştir. Başka bir

ifadeyle Hausman testini kullanarak PMG tahmincisinin MG tahmincisine göre uygunluğunu, iki tahmincinin tutarlılığı ve etkinlik özelliklerine dayandırarak test etmek mümkündür. Dolayısıyla Hausman (1978) testi MG ve PMG tahmincileri arasında seçim yapmak için kullanılabilir (Erdem vd., 2010: 376).

Hausman testi bu tahminciler arasında önemli bir farklılık olup olmadığını inceler. Bu testin sıfır hipotezi PMGE ve MGE arasındaki farkın olmadığıdır. Eğer sıfır hipotezi reddedilemezse - olasılık değeri %5 düzeyinde anlamlı değilse - PMGE etkin tahminci olduğu için söz konusu tahmincinin kullanılması tavsiye edilir.

### 3. EKONOMETRİK BULGULAR

#### 3.1. Panel Birim Kök Test Sonuçları

Tablo 2’de, LLC, IPS ADF ve PP panel birim kök testlerine ait sonuçlar sunulmaktadır.

**Tablo 2.** Panel Birim Kök Test Sonuçları

SABİT VE TRENDSİZ				
	LLC	IPS	ADF	PP
Değişkenler	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık
lnecr	0.0000*	0.0043*	0.0032*	0.000*
lnepri	0.0000*	0.2916	0.2573	0.1162
D(lnepri)	-	0.0000*	0.0000*	0.0000*
lneci	0.0000*	0.3832	0.6463	0.6262
D(lneci)	-	0.0000*	0.0000*	0.0000*
lnepi	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0002*

  

SABİT VE TRENDLİ				
	LLC	IPS	ADF	PP
Değişkenler	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık
lnecr	0.0000*	0.6784	0.4135	0.000*
D(lnecr)	-	0.0000*	0.0000*	-
lnepri	0.0000*	0.5509	0.3180	0.9653
D(lnepri)	-	0.0000*	0.0000*	0.0000*
lneci	0.0000*	0.0731	0.0374	0.0000*
D(lneci)	-	0.0078*	0.0000*	-
lnepi	0.0000*	0.9579	0.8577	0.4005
D(lnepi)	-	0.0000*	0.0000*	0.0000*

**Not:** %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlılık \* işareti ile gösterilmiştir. LLC, IPS, ADF ve PP birim kök testlerine göre  $H_0 =$  Birim kök vardır.

Sabit ve trendsiz LLC test sonuçlarına göre doğal logaritması alınmış ecr, epr, eci ve epi serileri için sıfır hipotezi düzeyde reddedilmektedir. Bu sonuçlar güçlü bir şekilde değişkenlerin düzeyde durağan olduğunu gösterir. Doğal logaritması alınmış ecr, epr, eci ve

epi serileri üzerine uygulanan sabit ve trendsiz durumlar için IPS, ADF ve PP birim kök testleri benzer sonuçlar vermektedir. Bu testlere göre  $\ln ecr$  ve  $\ln epi$  serileri düzeyde durağan iken  $\ln epr$  ve  $\ln eci$  birinci farklarında durağandır. Sabit ve trendin dâhil edildiği LLC test sonuçlarına göre tüm serilerin düzeyde durağan olduğuna karar verilmiştir. Sabit ve trendli IPS ve ADF test sonuçlarına göre seriler düzeyde birim köke sahipken birinci farkları alınarak durağanlaştırılmıştır. Böylelikle %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır. Sabitli ve trendli durumlarda PP testi  $\ln ecr$  ve  $\ln eci$  serileri için düzeyde durağan olduğunu gösterirken  $\ln epr$  ve  $\ln epi$  serilerinin düzeyde birim köke sahip olduğunu işaret eder.  $\ln epr$  ve  $\ln epi$  serilerinin birinci farkı alınarak seriler durağan hale getirilmiştir. LLC birim kök testi ile sabitli ve trendli durumlardaki IPS ve ADF test sonuçları temel alınarak bütün değişkenlerin aynı düzeyde bütünlük olduğunun tespit edilmesiyle konut sektörü elektrik tüketimi ile konut sektörü elektrik fiyatı ve sanayi sektörü elektrik tüketimi ile sanayi sektörü elektrik fiyatı arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemek için çalışmanın devamında Pedroni ve Kao panel eşbütünlük testleri uygulanacaktır.

### 3.2. Panel Eşbütünlük Test Sonuçları

Konut sektörü elektrik tüketimi ile konut sektörü elektrik fiyatı arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını tespit etmek için Pedroni ve Kao panel eşbütünlük testleri uygulanmış ve sonuçlar Tablo 3'te gösterilmektedir. Pedroni eşbütünlük test sonuçlarına göre, sabit ve sabit-trendli durumlar için panel PP, panel ADF ile grup PP, grup ADF test istatistikleri ile eşbütünlük ilişkisi yoktur şeklinde ifade edilen sıfır hipotezi reddedilmiştir. Akabinde uygulanan Kao panel eşbütünlük testi de Pedroni eşbütünlük testine benzer bir sonuç vermiştir. Bu testler ışığında konut sektörü elektrik tüketimi ile konut sektörü elektrik fiyatı arasında uzun dönemli bir ilişkinin olabileceği tahmin edilmektedir.

**Tablo 3.** Panel Eşbütünlük Test Sonuçları

#### Pedroni Eşbütünlük Testi

$$\text{Model 1: } \ln(ecr)_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i} \ln(epr)_{it} + \varepsilon_{it}$$

Sabit/Sabitli-Trendli Durumlar	Sabit				Sabit-Trendli			
	İstatistik	Olasılık	Ağırlıklandırılmış İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	Ağırlıklandırılmış İstatistik	Olasılık
Panel v-İstatistiği	1.369602	0.0854	1.036469	0.1500	-2.24398	0.9876	-2.204698	0.9863
Panel rho-İstatistiği	-1.11485	0.1325	-1.995820	0.0230**	1.659936	0.9515	0.546888	0.7078
Panel PP-	-3.99928	0.0000*	-5.237548	0.0000*	-4.53269	0.0000*	-7.419437	0.0000*

İstatistiği								
Panel ADF-İstatistiği	-4.87225	0.0000*	-5.835550	0.0000*	-5.05951	0.0000*	-6.370984	0.0000*
Grup rho-İstatistiği	0.586388	0.7212	-	-	2.526010	0.9942	-	-
Grup PP-İstatistiği	-5.01247	0.0000*	-	-	-12.0075	0.0000*	-	-
Grup ADF-İstatistiği	-4.89757	0.0000*	-	-	-7.47706	0.0000*	-	-

## Kao Eşbütünleşme Testi

$$\text{Model 1: } \ln(\text{ecr})_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i}\ln(\text{epr})_{it} + \varepsilon_{it}$$

İstatistik	Olasılık
-2.386198	0.0085*

**Not:** %1 ve %5 düzeyinde istatistiki olarak anlamlılık sırasıyla \*, \*\* işaretleri ile gösterilmiştir.

Konut sektörü elektrik tüketimi ile konut sektörü elektrik fiyatı arasında uzun dönemli bir ilişkinin olabileceği tahmin edildikten sonra aynı testler sanayi sektörü için de uygulanmıştır. Sanayi sektörü elektrik tüketimi verileri ile sanayi sektörü elektrik fiyatı verilerinin kullanılarak oluşturulduğu regresyon modelinde iki değişken arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı araştırılmış olup sonuçlar Tablo 4'te sunulmaktadır.

**Tablo 4.** Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

## Pedroni Eşbütünleşme Testi

$$\text{Model 2: } \ln(\text{eci})_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i}(\ln\text{epi})_{it} + \varepsilon_{it}$$

Sabit/Sabitli-Trendli Durumlar	Sabit				Sabit-Trendli			
	İstatistik	Olasılık	Ağırlıklandırılmış İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	Ağırlıklandırılmış İstatistik	Olasılık
Panel v-İstatistiği	-1.06767	0.8572	-1.504311	0.9337	-2.01667	0.9781	-4.418563	1.0000
Panel rho-İstatistiği	0.796348	0.7871	-0.367789	0.3565	2.327962	0.9900	2.777938	0.9973
Panel PP-İstatistiği	-0.72739	0.2335	-2.859215	0.0021*	-5.87575	0.0000*	-6.909459	0.0000*
Panel ADF-İstatistiği	-1.20881	0.1134	-4.165180	0.0000*	-7.58188	0.0000*	-9.048979	0.0000*
Grup rho-	1.967537	0.9754	-	-	3.911971	1.0000	-	-

İstatistiği								
Grup PP-İstatistiği	-2.19749	0.0140*	-	-	-10.6867	0.0000*	-	-
Grup ADF-İstatistiği	-2.48581	0.0065*	-	-	-8.94446	0.0000*	-	-

## Kao Eşbütünleşme Testi

$$\text{Model 2: } \ln(\text{eci})_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i}(\ln\text{epi})_{it} + \varepsilon_{it}$$

İstatistik	Olasılık
-1.890766	0.0293**

**Not:** %1 ve %5 düzeyinde istatistiki olarak anlamlılık sırasıyla \*, \*\* işaretleri ile gösterilmiştir.

Pedroni eşbütünleşme test sonuçlarına göre sabit durum için grup PP, grup ADF test istatistikleri ile eşbütünleşme ilişkisi yoktur şeklinde ifade edildiği sıfır hipotezi reddedilirken, sabit ve trendin dâhil edildiği durumda ise panel PP, panel ADF ile grup PP, grup ADF test istatistikleri ile sıfır hipotezi reddedilmiştir. Devamında uygulanan Kao panel eşbütünleşme testi de Pedroni eşbütünleşme testine benzer bir sonuç sunmuştur. Böylece sanayi sektörü elektrik tüketimi ile sanayi sektörü elektrik fiyatı arasında uzun dönemli bir ilişkinin olabileceği tahmin edilmektedir.

### 3.3. Uzun ve Kısa Dönem Katsayı Tahmini: PMGE Yöntemi

Değişkenler arasında ( $\ln\text{ecr}-\ln\text{epi}$  ve  $\ln\text{eci}-\ln\text{epi}$ ) eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra panel genelinde hem uzun hem de kısa dönem parametreleri tahmin etmek için PMGE ve MGE yöntemleri kullanılmıştır. Panel ARDL modelinin gecikme sayılarının belirlenmesinde AIC'e göre seçim yapılmış ve PMG tahmincisinin MG tahmincisine göre uygunluğunu test etmek için Hausman testi kullanılmıştır. Tablo 5 ve tablo 6'da gösterildiği üzere Hausman test istatistiğinin değeri ki-kare değerinden büyük çıkmıştır. Sıfır hipotezi altında "uzun dönemde parametreler homojendir" şeklindeki önerme reddedilemediği için uzun dönem parametrelerini tüm ülkeler için sabit kabul eden PMGE'nin model 1 ve model 2'yi tahmin etmede daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla uzun dönemde ülkelerin birbirinden ayrışmadığı tüm ülkeler için parametrelerin homojenliği kabul edilmiştir. Bu yüzden PMGE yöntemi kullanılarak yapılan parametre tahminleri tablo 5 ve 6'da verilmiştir.

**Tablo 5.** Model 1 için Uzun ve Kısa Dönem Katsayıları

Model 1				
Uzun Dönem	Katsayılar	Standart Hata	Z İstatistiği	Olasılık
lnep <sub>r</sub>	-0.1967208	0.0185261	-10.62	0.0000*
Kısa Dönem	Katsayılar	Standart Hata	Z İstatistiği	Olasılık
Hata düzeltme	-0.4491681	0.0512019	-8.77	0.0000*
D(lnep <sub>r</sub> )	0.0699422	0.0539414	1.30	0.195
Sabit	3.010801	0.4065801	7.41	0.0000*

Hausman Testi: prob&gt;ki - kare: 0.5687

**Not:** %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlılık \* işareti ile gösterilmiştir.

Tablo 5’te sunulan sonuçlar incelendiğinde hata düzeltme parametresi (-0.449) negatif işaretli olup istatistiki olarak anlamlıdır. Bu uzun dönemde konut sektörü elektrik tüketimi ile konut sektörü elektrik fiyatı arasında ilişkinin olduğunu kanıtlar ve modelde meydana gelen sapmaların veya değişimlerin yaklaşık %44’ü bir sonraki dönemde düzelerek uzun dönem dengesine yaklaşacaktır. Ayrıca uzun dönem konut sektörü elektrik fiyatı katsayısı negatif ve istatistiki olarak anlamlıdır fakat kısa dönem katsayısı ise istatistiki olarak anlamlı değildir. Sonuç olarak uzun dönemde konut elektrik fiyatlarındaki %1’lik artış konut elektrik tüketiminde % 0.19’luk bir düşüşe sebep olur.

**Tablo 6.** Model 2 için Uzun ve Kısa Dönem Katsayıları

Model 2				
Uzun Dönem	Katsayılar	Standart Hata	Z İstatistiği	Olasılık
lnep <sub>i</sub>	-0.6016854	0.0358004	-16.81	0.0000*
Kısa Dönem	Katsayılar	Standart Hata	Z İstatistiği	Olasılık
Hata düzeltme	-0.5296319	0.0827603	-6.40	0.0000*
D(lnep <sub>i</sub> )	0.0775231	0.0728039	1.06	0.287
Sabit	3.112072	0.5456772	5.70	0.0000*

Hausman Testi: prob&gt;ki - kare: 0.4820

**Not:** %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlılık \* işareti ile gösterilmiştir.

Tablo 6’da görüldüğü üzere hata düzeltme parametresi (-0.529) negatif işaretli olup istatistiki olarak anlamlıdır. Bu uzun dönemde sanayi sektörü elektrik tüketimi ile sanayi sektörü elektrik fiyatı arasında ilişkinin olduğunu kanıtlar ve modelde meydana gelen sapmaların veya değişimlerin yaklaşık %52’si bir sonraki dönemde düzelerek uzun dönem dengesine yaklaşacaktır. Ayrıca uzun dönem sanayi sektörü elektrik fiyatı katsayısı negatif ve istatistiki olarak anlamlıdır fakat kısa dönem katsayısı ise istatistiki olarak anlamlı değildir. Uzun dönemde sanayi elektrik fiyatlarındaki %1’lik artış sanayi elektrik tüketiminde %0.60’lık bir düşüşe sebep olur. Sonuç olarak her iki sektör için de kısa dönem fiyat esnekliklerinin istatistiki olarak anlamlı çıkmaması zaman boyutunun (T) yeterli düzeyde uzun olmamasından kaynaklı olabilir. İki sektör fiyat esneklikleri açısından kıyaslandığında her iki



sektör için de uzun dönemde fiyatların esnek olmadığı (inelastik) söylenebilir; fakat sanayi sektöründe fiyat esnekliğinin konut sektörüne kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. PMGE sonuçları uzun dönemde hem konut hem de sanayi sektörü elektrik talebinin fiyat esnekliklerinin birden küçük olması her iki sektördeki elektrik talep seviyelerinin tamamıyla fiyat politikalarıyla düzenlenemeyeceğini ve elektriğin zorunlu mal olduğunu dolayısıyla fiyat artış/azalışlarına tüketici talepleri aşırı tepki göstermeyeceğini işaret etmektedir.

## SONUÇ

Bu çalışmada 2005 – 2015 dönemi yıllık verilerini kullanarak 28 AB genelinde konut ve sanayi sektörü elektrik talebinin fiyat esneklikleri incelenmiştir. Bu amaçla her iki sektörün fiyat esneklikleri katsayılarının tahmini için PMGE yöntemi kullanılmış ve konut sektöründe elektrik talebinin fiyat esnekliği uzun dönemde -0.19 olarak bulunurken sanayi sektöründe ise -0.60'tır. Başka bir ifadeyle konut sektöründe talebin fiyat esnekliğinin -0.19 olması, fiyattaki %1'lik bir artış halinde talep miktarında %0.19'luk bir azalış anlamına gelirken sanayi sektöründe ise söz konusu değerin -0.60 olması fiyattaki %1'lik bir artışa talebin %0.60'lık kadar azalış yönünde tepki göstermesi olarak yorumlanabilir. Bu doğrultuda bu çalışmada diğer gelişmiş ülkeler üzerine yapılmış çalışmalardakine (Kamerschen ve Porter (2004), Bernstein ve Madlener (2011), Blazquez vd. (2012), Romero-Jordán vd. (2014), Kiss ve Kocsis (2014)) benzer şekilde her iki sektör için fiyat esneklikleri birden küçük bulunmuştur. Yapılan ekonometrik analizler sonucunda ulaşılan temel bulgu 28 AB ülkesi genelinde hem konut hem de sanayi sektörü elektrik talebinin uzun dönemde fiyat esnekliğinin 1'den küçük olduğu için talebin inelastik olmasıdır. Bu nedenle elektrik fiyatlarındaki artışın konut ve sanayi sektörünün elektrik talebi üzerinde düşük bir etkisi olacaktır. Bu tahmin sonuçları elektriğin zorunlu bir mal niteliğinde olduğunu dolayısıyla her iki sektördeki elektrik talep seviyelerinin tamamıyla fiyat politikalarıyla düzenlenemeyeceğini göstermektedir. Bu yüzden politika yapıcılarının elektrik tüketimini kısmak için konut ve sanayi sektörü tarafından kullanılan elektrikli alet ve makinelere ilişkin daha yüksek enerji verimliliği standartları getirmesi gerektiği tavsiye edilebilir.

## KAYNAKÇA/REFERENCES

- Abbaszadeh, N., Qavami, M., & Bahmani, A. (2014). "Price elasticity of electricity demand in iran based on computable general equilibrium model". *Journal of Accounting and Marketing*. Kaynak: <https://www.omicsonline.org/open-access/price-elasticity-of-electricity-demand-in-iran-based-oncomputable-general-equilibrium-model-21689601.1000110.pdf>.
- Akan, Y., & Tak, S. (2003). Türkiye elektrik enerjisi ekonometrik talep analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, (1-2)17, 21 - 49.

- Arisoy, I., & Ozturk, I. (2014). Estimating industrial and residential electricity demand in turkey: a time varying parameter approach. *Energy*, (3)66, 959-964.
- Bangake, C., & Eggoh, J. C. (2012). Pooled mean group estimation on international capital mobility in african countries. *Research in Economics*, (1)66, 7-17.
- Bayraç, H. N., & Çildir, M. (2017). AB yenilenebilir enerji politikalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, (5)13, 201-212.
- Bernstein, R., & Madlener, R. (2011). “Responsiveness of residential electricity demand in oecd countries: a panel cointegration and causality analysis”. *FCN Working Paper* Kaynak: <https://ssrn.com/abstract=1887044> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1887044>.
- Blázquez, L., Boogen, N., & Filippini, M. (2012). “Residential electricity demand for spain: new empirical evidence using aggregate data”. *CEPE Working Paper*. Kaynak: [https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mtec/cepe/cepe\\_dam/documents/research/cepe-wp/CEPE\\_WP82.pdf](https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mtec/cepe/cepe_dam/documents/research/cepe-wp/CEPE_WP82.pdf).
- Bose, R. K., & Shukla, M. (1999). Elasticities of electricity demand in india. *energy policy*, (3)27, 137-146.
- British Petroleum. (2017). Statistical review of world energy. Erişim adresi: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>., Erişim Tarihi: 12.04.2018.
- Burke, P. J., & Abayasekara, A. (2017). “The price elasticity of electricity demand in the united states: a three-dimensional analysis”. *CAMA Working Paper*. Kaynak: <https://ssrn.com/abstract=3016911>.
- Dilaver, Z., & Hunt, L. C. (2011). Industrial electricity demand for turkey: a structural time series analysis. *Energy Economics*, (3)33, 426-436.
- Energy Brainpool. (t.y). Trends in the development of electricity prices – EU energy outlook 2050. Erişim adresi: <https://blog.energybrainpool.com/en/trends-in-the-development-of-electricity-prices-eu-energy-outlook-2050/>, Erişim Tarihi: 25.07.2018
- EPRS. (2016). Understanding electricity markets in the EU. Erişim adresi: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/593519/EPRS\\_BRI\(2016\)5\\_93519\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/593519/EPRS_BRI(2016)5_93519_EN.pdf)., Erişim Tarihi: 12.04.2018.
- Erdem, E., Guloglu, B., & Nazlioglu, S. (2010). The macroeconomy and turkish agricultural trade balance with the EU countries: Panel ARDL Analysis. *International Journal of Economic Perspectives*, (1)4, 371 – 379.
- Filippini, M. (1999). Swiss residential demand for electricity. *Applied economics letters*, (8)6, 533-538.
- Fisher, F. M., & Kaysen, C. (1962). *A study in econometrics: the demand for electricity in the united states*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Güler, A., & Özyurt, H. (2011). Merkez bankası bağımsızlığı ve reel ekonomik performans: Panel ARDL analizi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, (2)3, 11 – 20.
- Halicioglu, F. (2007). Residential Electricity demand dynamics in Turkey. *Energy Economics*, (2)29, 199-210.
- Halvorsen, R. (1975). Residential demand for electric energy. *The review of economics and statistics*, (1)57, 12-18.
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, (6)46, 1251-1271.
- Houthakker, H. S. (1951). Some calculations on electricity consumption in great britain. *Journal of the royal statistical society. Series A (General)*, (3)114, 359-371.
- Iwata, H., Okada, K., & Samreth, S. (2011). A note on the environmental kuznets curve for CO2: A pooled mean group approach. *Applied Energy*, (5)88, 1986-1996.

- Johansen, S. (1995). *Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models*. Oxford University Press, Oxford.
- Kamerschen, D. R., & Porter, D. V. (2004). The demand for residential, industrial and total electricity, 1973–1998. *Energy Economics*, (1)26, 87-100.
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, (1)90, 1-44.
- Kiss, J. T., & Kocsis, I. (2014). Price and income elasticity of electricity consumption in Hungary. *Environmental Engineering and Management Journal*, (11)13, 2809-2815.
- Krishnamurthy, C. K. B., & Kriström, B. (2015). A cross-country analysis of residential electricity demand in 11 OECD-countries. *Resource and Energy Economics*, (1)39, 68-88.
- Lim, K. M., Lim, S. Y., & Yoo, S. H. (2014). Short-and long-run elasticities of electricity demand in the Korean service sector. *Energy Policy*, 67, 517-521.
- Narayan, P. K., Smyth, R., & Prasad, A. (2007). Electricity consumption in G7 countries: A panel cointegration analysis of residential demand elasticities. *Energy policy*, (9)35, 4485-4494.
- Ndambendia, H. & Njoupouognigni, M. (2010). Foreign aid, foreign direct investment and economic growth in Sub-Saharan Africa: Evidence from Pooled Mean Group Estimator (PMG). *International Journal of Economics and Finance*, (3)2, 39-45.
- Pedroni, P. (2000). Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. *Department of Economics Working Papers*. Kaynak: <https://ideas.repec.org/p/wil/wileco/2000-03.html>.
- Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: Asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to ppp hypothesis: new results. *Econometric Theory*, (3)20, 597–625.
- Pesaran, M. H., & Smith, R. (1995). Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, (1)68, 79-113.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P. (1999). Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, (446)94, 621-634.
- Phillips, P. C., & Hansen, B. E. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with  $I(1)$  processes. *The Review of Economic Studies*, (1)57, 99-125.
- Pindyck, R. S. (1979). Interfuel substitution and the industrial demand for energy: an international comparison. *The Review of Economics and Statistics*, (2)61, 169-179.
- Romero-Jordán, D., Peñasco, C., & del Río, P. (2014). Analysing the determinants of household electricity demand in Spain. An econometric study. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, (10)63, 950-961.
- Samargandi, N., Fidrmuc, J., & Ghosh, S. (2015). Is the relationship between financial development and economic growth monotonic? Evidence from a sample of middle-income countries. *World Development*, 68, 66-81.
- Selim, S., Uysal, D., & Eryiđit, P. (2014a). Türkiye’de sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin ekonometrik analizi. *Niđde Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (3)7, 13-24.
- Selim, S., Purtaş, Y., & Uysal, D. (2014b). G-20 ülkelerinde eğitim harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, (2)1, 93 – 102.
- Silk, J. I., & Joutz, F. L. (1997). Short and long-run elasticities in US residential electricity demand: A co-integration approach. *Energy Economics*, (4)19, 493-513.
- Silva, S., Soares, I., & Pinho, C. (2017). Electricity demand response to price changes: The Portuguese case taking into account income differences. *Energy Economics*, 65, 335-342.

- Simões, M. C. (2011). Education Composition and growth: A pooled mean group analysis of OECD countries. *Panoeconomicus*, (4)58, 455-471.
- Tatoğlu, F. Y. (2013). *İleri panel veri analizi-stata uygulamalı*. Beta Basım Yayım, İstanbul.
- Yaylalı, M., & Lebe, F. (2013). Konut sektörünün elektrik talebi: Türkiye için talep tahmini ve öngörü. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3, 119-145.