



## SANAYİ SEKTÖRÜNDE ENERJİ TALEP ESNEKLİKLERİNİN TAHMİNİ: OECD ÜLKELERİ ÖRNEĞİ<sup>1</sup>

### ESTIMATION OF ENERGY DEMAND ELASTICITY IN INDUSTRIAL SECTOR: THE CASE OF OECD COUNTRIES

Nazan ŞAHBAZ KILINÇ<sup>2</sup>, Orhan ÇOBAN<sup>3</sup>

#### Öz

*Enerji tüketiminin en fazla olduğu sektör sanayi sektörüdür. Dolayısıyla endüstriyel enerji talebinin kısa ve uzun vadede nasıl bir seyir izleyeceğinin tahmin edilmesi oldukça önemlidir. Ayrıca uygun enerji politikalarının tasarlanması ve bu politikaların enerji talebine olan etkilerini ölçmek için çeşitli enerji kaynaklarının talep esnekliklerinin hesaplanması gerekmektedir. Çalışmada OECD ülkelerinde sanayi sektörü enerji talep esnekliklerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Ampirik analiz çerçevesini oluşturmak için öncelikle ilgili literatürde yer alan enerji talep modelleri incelenmiştir. Daha sonra OECD ülkelerinde sanayi sektöründe enerji talep esnekliklerini tahmin etmek için dinamik panel veri yöntemleri kullanılarak bu yöntemler kapsamında beş farklı model oluşturulmuştur.*

*Yapılan analizler sonucunda elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir: OECD ülkelerinde sanayi sektöründe toplam enerji fiyatlarındaki %1'lik artış sanayi sektöründe enerji talebini %0.1 oranında azaltmaktadır. Enerji kaynakları ayrı ayrı dikkate alındığında, talep esnekliklerinde farklılıklar görülmektedir. Buna göre, petrol fiyatlarındaki %1'lik artış sanayi sektöründe petrol talebini %1.54 oranında azaltmaktadır. Öte yandan elektrik enerjisi fiyatlarındaki %1'lik artış elektrik enerjisi talebini %0.14 oranında artırmaktadır. Doğal gaz fiyatlarındaki %1'lik artış doğal gaz talebini %0.10 oranında azaltmaktadır. Son olarak kömür fiyatlarındaki %1'lik artış kömür talebini %0.29 oranında azaltmaktadır. Çalışmanın sonuç bölümünde analiz sonuçları yorumlanmış ve Türkiye'nin enerji politikalarıyla ilgili genel bir değerlendirme yapılmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Kaynakları, Enerji Talep Esneklikleri, Dinamik Panel Veri Analizi

<sup>1</sup> Bu çalışma 24.10.2014 tarihinde Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim dalında kabul edilen “ Sanayi Sektöründe Enerji Talep Esnekliklerinin Tahmini: OECD Ülkeleri Örneği” adlı tezin revize edilmiş halidir.

<sup>2</sup> Yrd. Doç. Dr. Kırıkkale Üniversitesi, İ.İ.B.F, İktisat Bölümü /KIRIKKALE nkilinc@kku.edu.tr

<sup>3</sup> Prof .Dr. Selçuk Üniversitesi, İ.İ.B.F,İktisatBölümü/KONYA,ocoban@selcuk.edu.tr.

### **Abstract**

*The sector with the highest energy consumption is the industrial sector. Therefore it is very important to estimate how the industrial energy demand will follow a short and long run. In addition, in order to design appropriate energy policies and to measure the effects of these policies on energy demand, the demand elasticities of various energy sources need to be calculated. In this study aimed to estimate the elasticities of energy demand in the industrial sector in OECD countries. In order to construct the empirical analysis framework, firstly the energy demand models in the related literature are examined. After that, five different models were created using dynamic panel data methods to estimate energy demand elasticities in the industry sector in OECD countries.*

*In the OECD countries, a 1% increase in total energy prices in the industrial sector reduces the energy demand in the industrial sector by 0.1%. When energy sources are taken into account separately, there are differences in demand elasticities. According to this, a 1% increase in oil prices reduces oil demand in the industrial sector by 1.54%. On the other hand, 1% increase in electricity energy prices increases electricity demand by 0.14%. A 1% increase in natural gas prices reduces natural gas demand by 0.10%. Finally, a 1% increase in coal prices reduces coal demand by 0.29%. In the conclusion part of the study, the results of the analysis were interpreted and a general evaluation of Turkey's energy policies was made.*

**Keywords:** *Energy Sources, Energy Demand Elasticities, Dynamic Panel Data Approach*

## **1. GİRİŞ**

Enerji ülkelerin kalkınmasında ve toplumların yaşam standartlarının artırılmasında her zaman büyük bir öneme sahip olmuştur. Enerji konut ve işyerlerinde çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Bireylere ait meskenlerde ve işyerlerinde, özel ve kamu sektörüne ait binalarda özellikle ısınma ve aydınlatma faaliyetlerinde enerjiye kaynaklarına başvurulmaktadır. Sanayi sektörünün en temel girdisi olan enerji zorunlu mal grubundadır.

Enerji, ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel girdileri arasında yer almaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın ortaya çıkmasında temel oluşturan sosyal denge, ekonomik büyüme, çevresel koruma gibi unsurların oluşturulmasında enerji, ana bileşen olarak rol oynamaktadır. Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında enerjinin önemli bir payı bulunmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik seviyesini karşılaştırırken kişi başına birincil enerji ve elektrik tüketimi değerleri gösterge olarak kabul edilmektedir. Kişi başına enerji tüketiminin yüksek olması, hem ülkedeki ekonomik faaliyetlerin canlılığını hem de refah düzeyinin yüksekliğini göstermektedir. Endüstriyel enerji talebinin kısa ve uzun vadede nasıl bir seyir izleyeceğinin tahmin edilmesi oldukça önemlidir. Uygun enerji politikalarının belirlenmesi ve bu politikaların enerji talebine olan etkilerini ölçmek için enerji kaynaklarının talep esnekliklerinin hesaplanması gerekmektedir.

OECD ülkelerinde sanayi sektörü enerji talep esnekliklerini inceleyen çalışma giriş ve sonuç dahil olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde enerji talep esnekliklerini konu alan

çalışmaların yer aldığı literatür özetine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise araştırmanın amacı, kapsamı ve yöntemi üzerinde durulmakta, veri seti, veri kaynakları ve veri setinin analizinde kullanılacak olan yöntemler açıklanmaktadır. Analiz bölümünde OECD ülkelerinde sanayi sektörü enerji talep esnekliklerini tahmin etmek için beş farklı model oluşturulmuştur. I. modelde, sanayi sektöründe toplam enerji talebinin fiyat ve gelir esneklikleri hesaplanmıştır. II. modelde, petrol talebinin fiyat ve gelir esneklikleri, III. modelde, elektrik enerjisi talebinin fiyat ve gelir esneklikleri, IV. modelde, doğal gaz talebinin fiyat ve gelir esneklikleri ve V. modelde, kömür talebinin fiyat ve gelir esneklikleri tahmin edilmiştir. Çalışmanın sonuç bölümünde analizlerde elde edilen bulgular çerçevesinde ulaşılan sonuçlar genel olarak değerlendirilmiş ve sanayi sektöründeki enerji talebine yönelik politika yapıcılara ve bu konuyla ilgili yapılacak olan bilimsel çalışmalara katkı sağlamak için bazı öneriler geliştirilmeye çalışılmıştır.

## **2. LİTERATÜR**

Literatürde, toplam enerji tüketiminin fiyat ve gelir esnekliklerini araştıran çok sayıda çalışma vardır. Çalışmaların çoğu tek bir ülkenin ya da ülke grubunun toplam enerji talep esnekliklerini incelemiştir ve bu çalışmalarda ülkelere ve dönemlere göre farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Sanayi sektöründe enerji talebinin uzun dönem ve kısa dönem esnekliklerini panel veri analiziyle tahmin eden çalışma sayısı oldukça azdır. Literatür taramasında enerji talep esnekliklerini tahmin eden çeşitli çalışmalara yer verilmiştir.

Bose ve Shukla (1999), elektrik enerjisi talebi ile fiyat ve gelir arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Hindistan'daki tüketici kategorilerini; hane halkı, ticari, tarım, küçük ve orta ölçekli işletmeler ve büyük ölçekli işletmeler olmak üzere beş gruba ayırmışlardır. Çalışmalarında havuzlanmış regresyon yöntemini kullanarak, elektrik enerjisi talebinin gelir esnekliğini ticari ve büyük ölçekli işletmelerde 1'den büyük, diğer kategorilerde ise 1'den küçük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Fiyat esnekliği tarım sektöründe -1.35, hane halkı için -0.65, büyük ölçekli işletmeler için -0.45 ve ticari sektör için -0.26 olarak hesaplanmıştır.

Gately ve Huntington (2001), çalışmalarında Dünyadaki en büyük 96 ülkeyi incelemişlerdir. Enerji fiyatlarındaki ve gelirdeki değişmelerin enerji talebine olan etkilerini araştırmışlardır. Nispeten yavaş ve düzensiz bir gelir artışına sahip OECD bölgesine dahil olmayan petrol ithalatçılarının uzun dönem gelir esnekliğinin 0.5 olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Dermot ve Huntington (2001), çalışmalarında Dünyadaki 96 ülkeyi incelemişlerdir. Enerji fiyatlarındaki ve gelirdeki değişmelerin enerji talebine olan etkilerini araştırmışlardır. Nispeten yavaş ve düzensiz bir gelir artışına sahip OECD bölgesine dahil olmayan petrol ithalatçılarının uzun dönem gelir esnekliğinin 0.5 olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Griffin (2005), çalışmasında Amerika için konut sektöründe elektrik enerjisi talebinin fiyat esnekliğini kısa dönem için -0.24 uzun dönem için -0.32 olarak hesaplamıştır. Ticari kullanıcılar için ise elektrik enerjisi talebinin fiyat esnekliğini kısa dönem için -0.21 uzun dönem için -0.97 olduğunu tespit etmiştir.

Lester ve Ninomiya (2005), ARDL modelini kullanarak Japonya'da 1887-2001 dönemine ait enerji talebi, GSYH ve enerji fiyatlarını arasındaki uzun dönem ilişkisi araştırmışlardır. Uzun dönem fiyat esnekliğini yaklaşık olarak -0.2 olarak hesaplamışlardır.

Narayan vd. (2007), G7 ülkeleri için panel birim kök ve panel ko-entegrasyon çerçevesinde elektrik enerjisi talebinin kısa ve uzun dönem fiyat ve gelir esnekliklerini araştırmışlar; elektrik enerjisi talebinin fiyat esnekliğinin elastik, gelir esnekliğinin ise inelastik olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Polemis (2007), çoklu koentegrasyon tekniklerini kullanarak Yunanistan'ın sanayi sektörü için petrol ve elektrik enerjisi talebini tahmin etmiştir. Ekonomik faaliyetlerin kısa dönem esnekliği 0.61, uzun dönem esnekliği 0.85; talebin kısa dönem fiyat esnekliği -0.35, uzun dönem fiyat esnekliği ise -0.85 olarak bulunmuştur.

Akbostancı vd. (2009), 1985-2004 dönemi için Türkiye'nin enerji talebi toplamda ve ayrıca sanayi ve hizmet sektörleri için enerji tüketimi, üretim, yurt içi enerji fiyatları ve Dünya ham petrol fiyatları değişken kabul edilerek eş-bütünleşme ve vektör hata düzeltme yöntemlerini kullanarak tahmin etmeye çalışmışlardır. Sanayi sektöründe elektrik fiyatlarındaki %1'lik bir artış sanayinin enerji tüketiminin uzun dönemde %2.8 artmasına yol açmıştır.

Bernstein ve Madlener (2010) alt sanayi sektörlerinde elektrik enerjisi talep esnekliklerinin tahmin etmek için çok değişkenli koentegrasyon analizini kullanmışlardır. Çalışmada 1970-2007 dönemi için Almanya'daki sekiz alt sanayi sektörüne ait veriler kullanılmıştır. Eşbütünleşik VAR modelinin kullanımı ve yapısal kırılmaların hesaplanması sonucunda, analize dâhil edilen sekiz sektörden beşinde bir eş-bütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Elektrik enerjisi talebinin fiyat esnekliklerinin ise -0.52 ila 0 arasında olduğu sonucuna varılmıştır.

Selen ve Baykul (2012), Türkiye'deki enerji talebinin uzun dönemli koentegrasyon analizi yapılmıştır ve elektrik enerjisi talebinin gelir ve fiyat esneklikleri hesaplanmıştır. Buna göre enerji talebinin gelir ve fiyat esneklikleri sırasıyla 0.928 ve -6.849 olarak bulunmuştur. Bu bulgular uzun dönem elektrik enerjisi talebinin gelir esnekliğinin inelastik ( $\epsilon_Y < 1$ ), fiyat esnekliğinin esnek ( $\epsilon_P > 1$ ) olduğunu göstermektedir.

Phoumin ve Kimura (2014) ASEAN ve Doğu Asya Ülkeleri için dinamik logaritmik doğrusal enerji talep modelleri kullanılarak kısa ve uzun dönem fiyat ve gelir esneklikleri tahmin edilmiştir. Çalışmada enerji fiyat ve gelir gibi belirleyicileri tahmin etmek için enerji talebini temsilen; toplam birincil enerji tüketimi, toplam nihai enerji tüketimi ve toplam nihai petrol tüketimi olmak üzere üç farklı bağımlı değişken kullanılmıştır. Bulgular çalışmaya dahil edilen ülkelerin tümünde fiyat esnekliğinin genelde düşük olduğunu göstermektedir.

### 3. METODOLOJİ

#### 3.1. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Enerji, üretim sürecinde zorunlu girdi olmasından dolayı ülkelerin rekabet gücünü etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Dünyada enerji tüketiminde en büyük pay sanayi sektörüne aittir

ve bu konuda yapılan tahminler sanayi sektörü tüketiminin artmaya devam edeceğini öngörmektedir. Bu bağlamda gelecekteki enerji talebinin öngörülerek politika yapıcılara bilgi sağlanması ve mevcut enerji kaynaklarının daha etkin ve verimli kullanılması enerji talep esnekliklerinin hesaplanmasıyla mümkün olmaktadır. Bu çalışmadaki temel amaç, OECD ülkelerinde sanayi sektöründe yoğun şekilde kullanılan enerji kaynaklarının talep esnekliklerini ampirik çerçevede incelemektir.

Bu çalışmada, 1997-2011 döneminde OECD ülkelerinde sanayi sektörü enerji talebinin fiyat ve gelir esneklikleri dinamik panel veri yöntemleri (panel birim kök ve eş-bütünleşme testleri ile havuzlanmış ortalama grup tahmincisi ve ortalama grup tahmincisi yöntemleri) kullanılarak tahmin edilmektedir. Söz konusu analizler Stata 12 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmamızda OECD ülkelerinde sanayi sektörü enerji talebinin fiyat ve gelir esnekliklerini tahmin etmek için daha önce Liu (2004) makalesinde kullanılan modelden faydalanılarak beş farklı model oluşturulmuştur.

Birim kökün varlığının test edilmesinden önce hangi tür birim kök testlerinin (Birinci kuşak testler; Levin and Lin (1992, 1993), Levin, Lin and Chu (2002), Harris and Tzavalis (1999), Im, Pesaran and Shin (1997, 2002, 2003), Maddala and Wu (1999), Choi (1999, 2001) ve Hadri (2000) iken ikinci kuşak testler; Bai and Ng (2001, 2004), Moon and Perron (2004), Phillips and Sul (2003), Pesaran (2003), Choi (2002), O'Connell (1998) ve Chang (2002, 2004) şeklinde sıralanabilir) (Hurlin ve Mignon, 2006: 2-3) kullanılacağını tespit etmek için yatay kesit bağımlılığı testlerinin yapılması gerekmektedir.

Literatürde gözlem sayısı (N) ve zaman boyutunun (T) büyüklüğüne göre geliştirilmiş yatay kesit bağımsızlığı testleri vardır. Buna göre  $T > N$  olduğu durumda Breusch and Pagan (1980),  $N > T$  durumunda ise Pesaran (2004) testi kullanılmaktadır. Breusch-Pagan LM test istatistiği,

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{p}_{ij}^2$$

Burada  $\hat{p}_{ij}$  artıkların ikili korelasyonlarının örneklem tahminidir:

$$\hat{p}_{ij} = \hat{p}_{ji} = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{u}_{it} \hat{u}_{jt}}{(\sum_{t=1}^T \hat{u}_{it}^2)^{\frac{1}{2}} (\sum_{t=1}^T \hat{u}_{jt}^2)^{\frac{1}{2}}}$$

Burada  $\hat{u}_{it}$ ,  $y_{it} = a_i + \beta' x_{it} + u_{it}$  regresyonunda  $u_{it}$ 'nin tahmin edicisidir. LM testi yatay kesit bağımsızlığını ifade eden sıfır hipotezi altında  $N(N-1)/2$  serbestlik derecesi ile  $\chi^2$  asimptotik dağılım göstermektedir (Hoyos ve Sarafidis, 2006: 483-485).

Pesaran (2003), artıklar için heterojen yüklenme faktörlerinden hareketle tek-faktör modeli düşünmüştür. Ancak bu yöntemde Pesaran, tahmin edilmiş ortak faktörlerden sapmalara dayanan birim kök testleri yerine, gecikmeli yatay kesit ortalamaları ve serilerin birinci farkları ile Genişletilmiş Dickey Fuller (Augmented Dickey Fuller-ADF) regresyonlarını tahmin etmekte ve böylece birimler arası korelasyonu yok etmektedir. Artıklar birbirleriyle korelasyonlu değilse,  $i^{th}$  ülkesi için regresyon modeli şu şekilde yazılabilir:

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + \rho_i y_{i,t-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + d \Delta \bar{y}_t + v_{it}$$

Bu eşitlikte  $\bar{y}_{t-1} = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N y_{i,t-1}$  ve  $\Delta \bar{y}_t = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N y_{i,t}$ 'dir. Burada  $t_i(N, T)$ ,  $p_i$ 'nin en küçük kraleler tahmininin t istatistiği olarak ele alınmaktadır. Pesaran bu eşitlikteki Yatay Kesit Genişletilmiş Dickey Fuller (Cross Section Augmented Dickey Fuller-CADF) testine dayanmaktadır. CADF regresyonu tahmin edildikten sonra yatay kesit IM, Pesaran ve Shin (Cross Section Im, Pesaran and Shin-CIPS) istatistiğinin elde edilebilmesi için gecikmeli değişkenlerim t-bar istatistiklerinin ortalamaları alınmaktadır (Hurlin ve Mignon, 2006: 19):

$$CIPS = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N t_i(N, T)$$

Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki (eş-bütünleşme) olması durumunda, bu ilişkinin yönünün ve derecesinin Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi (Pooled Mean Group Estimator-PMGE) ve Ortalama Grup Tahmincisi (Mean Group Estimator-MGE) yoluyla bulunması mümkündür.

PMG ve MG tahmincileri arasında seçim yapabilmek için Hausman testi geliştirilmiştir.

Hausman testinin hipotezleri şu şekildedir:

H<sub>0</sub>: Uzun dönem hata parametreleri homojendir.

H<sub>a</sub>: Uzun dönem hata parametreleri homojen değildir.

Buna göre yapılan testler sonucunda H<sub>0</sub> hipotezi reddedilemezse PMG tahmincisinin daha iyi sonuçlar ürettiği sonucuna varılır. Bu doğrultuda çalışmada uzun ve kısa dönem ilişkilerinin tahmininde PMGE ve MGE tahmincilerinden faydalanılacaktır. Değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koyarken hangi tahmincinin daha doğru sonuçlar ürettiğini tespit etmek amacıyla uzun dönem homojenliği Hausman testi ile test edilecektir.

Uzun ve kısa dönem ilişkilerinin analizinde kullanılan panel vektör hata düzeltme modeli şu şekildedir:

$$\Delta Y_{it} = \phi_i \varepsilon_{it-1} + \beta'_{i1} X_{1it} + \beta'_{i2} X_{2it} + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_{ij1} \Delta Y_{it-1} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta_{ij1} \Delta X_{1it-j} + \varepsilon_{it}$$

Modelde;  $\phi_i$  hata düzeltme parametresini,  $\lambda_{ij}$  gecikmeli bağımlı değişkenin katsayılarını (scalars),  $\delta_{i,j}(k \times 1)$  katsayı vektörlerini,  $i$  indisi ülke sayısını,  $t$  zamanı,  $q$  optimal gecikme uzunluğunu,  $u_{it}$  ise hata terimini göstermektedir. Hata düzeltme parametresinin negatif değerli ve istatistiksel olarak anlamlı olması eş-bütünleşik seriler arasındaki kısa dönemli sapmaların uzun dönemde ortadan kalkacağını ve serilerin uzun dönemde dengeye geleceklerini göstermektedir (Tatoğlu, 201: 83).

### 3.2. Veri Setinin Seçimi ve Model Tahmini

Çalışmada OECD ülkelerinde sanayi sektörü enerji tüketim değerleri, sanayi üretim endeksi ve tüketilen enerjinin reel fiyat endeksi 1997-2011 dönemi için yıllık olarak ele alınmıştır. Sanayi sektöründe

enerji kaynaklarına göre gelir ve fiyat esnekliklerin tahmininde tüketim değişkenleri bağımlı, enerji fiyatları, sanayi üretim endeksi ve kukla değişken açıklayıcı değişken olarak ele alınmıştır. Tablo-1’de çalışmanın veri seti detaylı olarak açıklanmıştır. Doğalgaz ve kömür talebine yönelik modellerde veri eksikliğinden ötürü ele alınan ülke sayısı değişiklik göstermiştir<sup>4</sup>.

**Tablo 1. Modelde Kullanılan Veri Setinin Tanımlanması**

Değişkenler	Değişkenlerin Tanımlanması
Sanayi Üretim Endeksi (SE), (2010=100)	Sanayi üretim endeksi; madencilik, imalat ve elektrik, su ve gaz ile ilgili alanlarda yapılan üretimin değeridir. Endeks kapsamındaki bu alanlar, Dördüncü Düzey Uluslararası Standart Endüstriyel Sınıflandırmasına göre belirlenmektedir. Endekste baz yıl ve değer 2010=100 olarak belirlenmiştir.
Toplam Enerji Tüketimi (TET)	Sanayi sektörünün alt kategorilerinde tüketilen enerji kaynaklarından (petrol ve petrol ürünleri, doğal gaz, kömür) oluşmaktadır.
Petrol Tüketimi (PT)	Sanayi sektöründe petrol ve petrol ürünlerinin tüketiminden oluşmaktadır. Mtoe (milyon ton petrol eş değeri) cinsinden olan değerler dikkate alınmıştır.
Doğal gaz Tüketimi (DT)	Sanayi sektöründe doğal gaz tüketiminden oluşmaktadır. Mtoe cinsinden olan değerler dikkate alınmıştır.
Elektrik Tüketimi (ET)	Sanayi sektöründe elektrik tüketiminden oluşmaktadır. Mtoe cinsinden olan değerler dikkate alınmıştır.
Kömür Tüketimi (KT)	Sanayi sektöründe kömür tüketiminden oluşmaktadır. Mtoe cinsinden olan değerler dikkate alınmıştır.
Petrol Fiyatı (PF)	Sanayi sektöründe tüketilen petrolün reel fiyat endeksini temsil etmektedir.
Doğal gaz Fiyatı (DF)	Sanayi sektöründe tüketilen doğalgazın reel fiyat endeksini temsil etmektedir.
Elektrik Fiyatı (EF)	Sanayi sektöründe tüketilen elektriğin reel fiyat endeksini temsil etmektedir.
Kömür Fiyatı (KF)	Sanayi sektöründe tüketilen kömürün reel fiyat endeksini temsil etmektedir.
Toplam Enerji Fiyatı (TEF)	Sanayi sektöründe tüketilen toplam enerjinin reel fiyat endeksini temsil etmektedir.
DM1	2008 Küresel Finans Krizi’nin etkisiyle üretimde yaşanan daralmalar dikkate alınarak, Sanayi Üretim Endeksinde krizin etkilerinin görüldüğü 2009 yılı için 1 değerini diğer yıllar için 0 değerini aldığı kukla değişkendir.

**Kaynak:** OECD, 2014; IEA, 2014.

Sanayi sektöründe enerji talebinin esnekliklerini belirlemek için beş farklı beş farklı model oluşturulmuştur. Analizde bağımlı değişken olan sanayi sektöründe toplam enerji tüketimi, sanayi sektöründe petrol, doğal gaz, elektrik ve kömür tüketimine ilişkin veriler IEA’nın 1996-2012 yılları arasında yayımlanan “Energy Balances of OECD Countries” adlı yıllık raporlardan derlenmiştir. OECD ülkeleri için sanayi üretim endeksi ve sanayi sektöründe tüketilen enerjinin reel fiyat endeksi değerleri raporlarda ülkeler bazında ayrı ayrı verilmediği için IEA’nın veri tabanına üye olunmuş ve ücret karşılığında temin edilmiştir.

<sup>4</sup> Bu nedenle bu modellerde sanayi üretim endeksi değişkeni SE1, SE2 ve SE3 şeklinde kategorize edilmiştir. Toplam sanayi, petrol ve elektrik talebi modellerinde SE1, doğalgaz talebi modelinde SE2 ve kömür talebi modelinde de SE3 değişkeni kullanılmıştır. Doğalgaz talebi modelinde Danimarka ve İsveç, kömür talebi modelinde de Avustralya, Kanada, Almanya, Yunanistan, Macaristan, Lüksemburg, Meksika, Hollanda, Yeni Zelanda, İspanya ve İsveç ülkeleri dışlanmıştır.

### 3.3. Analiz Sonuçları

OECD ülkelerinde sanayi sektöründe enerji talebinin fiyat ve gelir esnekliklerinin belirlenmesi amaçlanan bu çalışmada 1997-2011 dönemine ait verilerden hareketle dinamik panel veri yöntemi kullanılarak analizler yapılmıştır. Analiz sonuçları aşağıda tartışılmaktadır.

Tablo 2’de Pesaran CD yatay-kesit bağımlılığı testi sonuçları yer almaktadır. Buna göre analizlerde kullanılacak tüm değişkenler için  $H_0$  hipotezi reddedilebilmektedir. Dolayısıyla değişkenlerin tamamında yatay-kesit bağımlılığı vardır.

**Tablo 2. Pesaran CD Testi Sonuçları**

Değişkenler	CD-test	p-value	Corr	abs(corr)
SE1	31.70	0.000	0.454	0.596
SE2	27.97	0.000	0.435	0.602
SE3	11.40	0.000	0.309	0.580
KT	17.44	0.000	0.250	0.471
PT	28.57	0.000	0.409	0.518
DT	6.10	0.000	0.087	0.407
ET	14.07	0.000	0.202	0.331
TET	25.05	0.000	0.359	0.500
KF	20.86	0.000	0.565	0.722
PF	65.09	0.000	0.932	0.932
DF	38.54	0.000	0.599	0.632
EF	23.05	0.000	0.330	0.503
TEF	62.53	0.000	0.896	0.896

Öncelikle serilerin doğal logaritması alınmıştır. Ele alınan değişkenlerin durağan olup olmadıkları Pesaran CIPS testi işletilerek test edilmiştir. Gecikme düzeyi belirlenirken Akaike Bilgi Kriteri dikkate alınmıştır. Pesaran (2007) CIPS birim kök testinin sonuçlarının yer aldığı Tablo 3’ten de izlenebileceği gibi, değişkenlerin tümü düzeylerinde durağan değildir. Serilerin durağan hale getirilmesi özellikle değişkenler arasında sahte (görünürde) bir ilişkinin ortaya çıkmasının önüne geçilmesinde oldukça önemlidir. Bu bağlamda tüm değişkenler birinci farkları alınarak durağan hale getirilmiştir. Birinci farkları alınarak durağan duruma getirilen seriler arasındaki eş-bütünleşme ilişkisi araştırılmıştır.



**Tablo 3. Pesaran (2007) CIPS Testi Sonuçları**

Değişkenler	Tbar		z (t-bar)		z olasılık	
	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli
SE1	-0.745	-1.997	4.521	1.198	1.000	0.885
SE2	-1.542	-1.617	0.791	2.814	0.785	0.998
SE3	-0.850	-2.803	3.020	-1.832	0.034	0.999
TET	-1.945	-2.095	-1.041	0.752	0.149	0.774
TEF	-2.198	-1.923	-2.217	1.536	0.013	0.938
PT	-1.577	-1.433	0.664	3.764	0.747	1.000
PF	-2.188	-2.063	-2.168	0.898	0.015	0.815
ET	-1.281	-1.836	2.033	1.932	0.979	0.973
EF	-1.620	-2.287	0.464	-0.125	0.679	0.450
DT	-1.927	-2.529	-0.920	-1.176	0.179	0.120
DF	-1.677	-2.060	0.189	0.873	0.575	0.809
KT	-1.664	-1.391	0.228	2.931	0.590	0.998
KF	-2.383	-2.167	-2.243	0.314	0.012	0.623
<b>BİRİNCİ FARKLAR</b>						
SE1	-1.989	-2.125	-1.245	0.614	0.106	0.730
SE2	-2.025	-1.947	1.368	-1.359	0.914	0.087
SE3	-3.375	-3.258	-5.648	-3.365	0.000	0.000
TET	-2.692	-3.007	-4.504	-3.403	0.000	0.000
TEF	-2.252	-2.590	-2.465	-1.504	0.007	0.066
PT	-3.554	-3.587	-8.501	-6.041	0.000	0.000
PF	-2.580	-3.136	-3.986	-3.986	0.000	0.000
ET	-2.581	-2.877	-3.993	-2.809	0.000	0.002
EF	-2.378	-2.293	-3.048	-0.151	0.001	0.440
DT	-2.928	-3.113	-5.380	-3.730	-5.380	0.000
DF	-2.485	-2.611	-3.408	-1.535	-3.408	0.062
KT	-3.662	-3.755	-6.632	-5.039	0.000	0.000
KF	-3.606	-3.440	-6.440	-3.978	0.000	0.000
<b>CIPS Kritik Değerleri<sup>a</sup></b>						
sabitli durumda: %10 = -2.070 %5 = -2.170 %1: -2.340						
sabitli-trendli durumda: %10 = -2.590 %5 = -2.690 %1: -2.88						
<sup>a</sup> : Pesaran (2007)'de bu kritik değerler verilmiştir.						

Tablo 4'te Panel Eş-bütünleşme (Pedroni) testlerinin sonuçları sunulmaktadır. I., III. ve V. modellerde hem sabitli hem de sabitli-trendli durumlarda Pedroni eşbütünleşme testlerinden 4 tanesine göre uzun dönemli ilişki vardır. II. modelde sabitli durumda Pedroni testlerinden 4, sabitli-trendli

durumda 5 tanesine, IV. modelde ise sabitli durumda 4, sabitli-trendli durumda ise 5 tanesine göre serileri arasında uzun dönemli bir ilişki vardır. Diğer taraftan sadece sabitli durumda yapılabilen Kao testine göre tüm modellerde seriler arasında uzun dönemli ilişki görülmektedir.

**Tablo 4. Panel Eş-bütünleşme (Pedroni) Testleri**

	İstatistikler	Panel v	Panel rho	Panel PP	Panel ADF	Group rho	Group PP	Group ADF	KAO Testi
Model I	Sabitli	-3,81	1,77	-5,42***	-5,45***	3,68	-8,07***	-6,94***	-2,94***
	Sabitli ve Trendli	-6,241	4,046	-8,12***	-6,62***	5,31	-11,15***	-8,11***	-
Model II	Sabitli	-3,23	-1,82**	-10,10**	-9,96**	0,46	-14,42***	-13,07***	-7,96***
	Sabitli ve Trendli	-6,15***	1,69	-10,96***	-10,10***	3,66	-16,11***	-13,20***	-
Model III	Sabitli	-3,36	-0,28	-20,34***	-11,97***	0,75	-29,13***	-15,02***	3,53***
	Sabitli ve Trendli	-6,2	1,92	-25,84***	-12,65***	2,93	-32,97***	-15,38***	-
Model IV	Sabitli	-2,42	-1,39*	-11,61***	-10,51***	0,57	-17,22***	-12,24***	-6,14***
	Sabitli ve Trendli	-5,15	0,81	-14,74***	-11,19***	2,64	-21,65***	-11,76***	-
Model V	Sabitli	-3,12	-0,18	-4,46***	-4,46***	1,64	-4,11***	-4,11***	-3,34***
	Sabitli ve Trendli	-4,92	2,53	-8,53***	-5,76***	4,01	-7,96***	-4,67***	-

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Seriler arasında uzun dönemli bir ilişki tespit ettikten sonra hem uzun, hem de kısa dönem ilişkilerinin yönünü ve katsayılarını Vektör Hata Düzeltme Modeli çerçevesinde PMG ve MG tahmincilerini kullanarak hesaplamak mümkündür. Sanayi sektöründe toplam enerji talebinin fiyat ve gelir esneklikleri hem PMG, hem de MG tahmincileri ile test edilmiştir. Bu tahmincilerden hangisinin daha iyi sonuçlar ürettiğini görmek için Hausman testi (uzun dönem homojenliğinin testi) yapılmış ve sonuçları Tablo-5’de verilmiştir.

**Tablo 5. Model-I’in PMGE ve Hausman Test Sonuçları**

$\Delta TET$	Katsayı	Standart Hata	z istatistiği	$P >  z $	%95 Güven Aralığı	
TEF	-.1013379	.0563682	-1.80	0.072	-.2118175	.00914
SE1	.4321609	.0547589	7.89	0.000	.3248353	.53948
DM	-.0941432	.04116	-2.29	0.022	-.1748153	-.0134
ec	-.4479675	.0727183	-6.16	0.000	-.5904928	-.30544
$\Delta TEF$	-.053811	.1003675	-0.54	0.592	-.2505277	.14290
$\Delta SE1$	.827538	.3452486	2.40	0.017	.1508632	1.5042
$\Delta DM$	.0182722	.0311992	0.59	0.558	-.0428771	.07942
Sabit	.42222	.1386706	3.04	0.002	.1504306	.69400
Hausman Testi: $\chi^2(3) = 1.80$ , $Prob > \chi^2 = 0.6149$						

Tablo-5’den görüldüğü üzere ki-kare değerinin (1.80) anlamlı olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla  $H_0$  hipotezi reddedilememiş, PMG tahmincisinin daha doğru sonuçlar vereceği kabul edilmiştir. Diğer

tarafından, hata düzeltme parametresi (error correction-ec) anlamlıdır. Bu parametrenin sıfırdan küçük olması anlamlı olduğunu ve değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Hata düzeltme parametresi aynı zamanda serilerin durağan olmamasından kaynaklanan kısa dönem sapmalarının bir sonraki dönemde dengeye gelme hızını ortaya koymaktadır. Buna göre, bir dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %44'ü bir sonraki dönemde düzelecek ve uzun dönem dengesine yaklaşılması sağlanacaktır. Bununla birlikte TEF, SE ve DM değişkenlerinin uzun dönem katsayılarının (sırasıyla -0,1, 0,4 ve 0,09) anlamlı olduğu görülmektedir. Buna karşın bu değişkenlerden sadece SE değişkeninin kısa dönem katsayısı (-0,4) anlamlıdır.

Uzun dönemde toplam enerji fiyatlarındaki %1'lik artış toplam enerji talebini yaklaşık %0,1 oranında azaltırken, sanayi üretim endeksindeki artış ise toplam enerji talebini %0,4 oranında artırmaktadır. Ayrıca esneklik katsayılarının 1'den küçük olması, sanayi sektöründe toplam enerji talebinin fiyat ve gelir esneklikleri bakımından inelastik bir durumun olduğuna işaret etmektedir. Sanayi sektöründe enerjinin zorunlu bir girdi olmasından dolayı enerji talebinin fiyat esnekliği sıfıra çok yakındır.

Sanayi sektöründe petrol talebinin fiyat ve gelir esnekliklerinin tahmini için yapılan analizlerin sonuçları Tablo-6'da verilmektedir. Hausman testi sonuçlarının yer aldığı Tablo-6'ya göre PMG tahmincisi daha doğru sonuçlar üretmektedir. Buna göre modelin kısa dönem hata düzeltme parametresi negatif (-0,35) ve anlamlıdır, dolayısıyla bir dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %35'i bir sonraki dönemde düzelecek ve uzun dönem dengesine yaklaşılması sağlanacaktır. Bununla birlikte PF, SE ve DM değişkenlerinin uzun dönem katsayıları (sırasıyla -1,54, 1,69 ve -0,69) anlamlı iken, bu değişkenlerin kısa dönem katsayıları anlamsızdır.

Uzun dönemde petrol fiyatlarındaki %1'lik artış sanayi sektöründe enerjiye olan talebi %1,54 oranında azaltırken, sanayi üretim endeksinde ortaya çıkan %1 oranındaki bir artış petrol talebini %1,69 oranında artırmaktadır. Diğer taraftan talebin fiyat ve gelir esneklik katsayılarının 1'den büyük olması, sanayi sektöründe petrol talebinin fiyat ve gelir esneklikleri bakımından elastik olduğuna işaret etmektedir.

**Tablo 6. Model-II'nin PMGE ve Hausman Test Sonuçları**

$\Delta$ PT	Katsayı	Standart Hata	z istatistiği	P >  z	%95 Güven Aralığı	
PF	-1.541555	.1954355	-7.89	0.000	-1.924602	-1.158509
SE1	1.698367	.3330541	5.10	0.000	1.045593	2.351141
DM	-.6916938	.1825308	-3.79	0.000	-1.049448	-.33394
ec	-.3552579	.0713056	-4.98	0.000	-.4950143	-.2155016
$\Delta$ PF	-.2403562	.2285104	-1.05	0.293	-.6882284	.207516
$\Delta$ SE1	-.0502061	.4690665	-0.11	0.915	-.9695595	.8691474
$\Delta$ DM	-.0269793	.1090208	-0.25	0.805	-.2406562	.1866975
Sabit	.1512499	.1496716	1.01	0.312	-.142101	.4446008
Hausman Testi: chi2(3) = 4.46 Prob>chi2= 0.2157						

Elektrik enerjisi gelir ve fiyat esnekliklerinin yer aldığı Tablo 7'den de görüldüğü gibi, Hausman ki-kare istatistiğine (2.78) göre modelde PMG tahmincisi MG tahmincisine göre daha doğru sonuçlar üretmektedir. Tablo incelendiğinde, modelin kısa dönem hata düzeltme parametresinin negatif (-0.63) ve anlamlı olduğu görülmektedir. Diğer taraftan EF, SE ve DM değişkenlerinin uzun dönem katsayıları (sırasıyla 0.14, 0.79 ve -0.16) anlamlıdır.

Kısa dönemde ise sadece EF değişkeninin kısa dönem katsayısı (0.48) anlamlıdır. Bu modelde diğer modellerden farklı olarak elektrik enerjisinin fiyatı arttığında tüketim de artmaktadır. Esneklikler açısından bakıldığında, elektrik enerjisi fiyatlarındaki %1'lik artış enerjiye olan talebi %0.14 oranında, sanayi üretim endeksindeki %1'lik artış ise elektrik enerjisi talebini %0.79 oranında artırmaktadır. Diğer taraftan esneklik katsayılarının 1'den küçük olması, sanayi sektöründe elektrik enerjisi talebinin fiyat ve gelir esneklikleri bakımından inelastik olduğunu göstermektedir.

**Tablo 7. Model-III'ün PMGE ve Hausman Test Sonuçları**

$\Delta ET$	Katsayı	Standart hata	z istatistiği	$P >  z $	%95 Güven Aralığı	
EF	.0149084	.0092142	1.62	0.106	-.0031511	.0329679
SE1	.7920948	.0559524	14.16	0.000	.6824301	.9017595
DM	-.166181	.038344	-4.33	0.000	-.2413339	-.0910282
ec	-.6309166	.1136261	-5.55	0.000	-.8536198	-.4082135
$\Delta EF$	.4821479	.2734537	1.76	0.078	-.0538115	1.018107
$\Delta SE1$	.1746514	.5204098	0.34	0.737	-.845333	1.194636
$\Delta DM$	.0431890	.0465494	0.93	0.354	-.0480461	.1344241
Sabit	-1.454108	.3235396	-4.49	0.000	-2.088234	-.8199825
Hausman Testi: $\chi^2(3) = 2.78$ Prob> $\chi^2 = 0.4263$						

Sanayi sektöründe doğal gaz talebinin fiyat ve gelir esnekliklerini tahmin etmek için yapılan testin sonuçları Tablo-8'de yer almaktadır. Hausman test istatistiği (5.48) modelde PMG tahmincisinin kullanılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Modelin kısa dönem hata düzeltme parametresi negatif (-0.33) ve anlamlıdır. Buna göre bir dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %33'ü bir sonraki dönemde düzelecek ve uzun dönem dengesine yaklaşacaktır.

Açıklayıcı değişkenlerden DF, SE ve DM değişkenlerinin katsayıları kısa dönemde anlamsızken, uzun dönemde (sırasıyla -0.10, 0.08 ve -0.39) anlamlıdır. Uzun dönemde doğal gaz fiyatlarındaki %1'lik bir artış doğal gaza olan talebi %0.10 oranında azaltırken, sanayi üretim endeksindeki %1'lik artış ise doğal gaz talebini %0.08 oranında artırmaktadır.

**Tablo 8. Model-IV'ün PMGE ve Hausman Testi Sonuçları**

ADT	Katsayı	Standart Hata	z istatistiği	P >  z	%95 Güven Aralığı	
DF	-.1047083	.0166578	-6.29	0.000	-.1373571	-.0720595
SE2	.0899251	.0152071	5.91	0.000	.0601198	.1197304
DM	-.3905926	.10432	-3.74	0.000	-.5950561	-.1861291
ec	-.331975	.0799151	-4.15	0.000	-.4886058	-.1753442
DF	.00094	.0129666	0.07	0.942	-.0244741	.0263541
SE2	-.0002218	.0127096	-0.02	0.986	-.0251322	.0246886
DM	-.0357038	.0476625	-0.75	0.454	-.1291205	.057713
Sabit	.2787519	.1496307	1.86	0.062	-.0145189	.5720227
Hausman Testi: chi2(1) = 5.48, Prob>chi2 = 0.1400						

Sanayi sektöründe kömür talebinin fiyat ve gelir esnekliklerini tahmin etmek için yapılan testlerin sonuçları Tablo-9'da yer almaktadır. Tablo-8, Hausman test istatistiği (5.99) modelde PMG tahmincisinin kullanılması gerektiğini göstermektedir. Modelin kısa dönem hata düzeltme parametresi negatif (-0.36) ve anlamlıdır. Dolayısıyla bir dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %36'sı bir sonraki dönemde düzelecek ve uzun dönem dengesine yaklaşılabilecektir. Açıklayıcı değişkenlerden KF, SE ve DM değişkenlerinin uzun dönem katsayıları (sırasıyla -0.29, 0.56 ve -0.14) anlamlı iken, kısa dönemde tam tersi bir durum vardır.

**Tablo 9. Model-V'in PMGE ve Hausman Test Sonuçları**

ΔKT	Katsayı	Standart Hata	z istatistiği	P >  z	%95 Güven Aralığı	
KF	-.2979877	.1271879	-2.34	0.019	-.5472714	-.048704
SE3	-.5685334	.1206431	-4.71	0.000	-.8049895	-.3320772
DM	-.1472278	.0906126	-1.62	0.104	-.3248252	.0303696
ec	-.364395	.0813974	-4.48	0.000	-.523931	-.204859
ΔKF	.0525207	.1153459	0.46	0.649	-.1735531	.2785945
ΔSE3	1.886498	.7730481	2.44	0.015	.3713512	3.401644
ΔDM	-.0279249	.0527863	-0.53	0.597	-.1313841	.0755342
Sabit	1.682077	.4336445	3.88	0.000	.832149	2.532004
Hausman Testi: chi2(3) = 5.99, Prob>chi2 = 0.1122						

Esneklikler ele alındığında, uzun dönemde kömür fiyatlarındaki %1'lik bir artış kömüre olan talebi %0.29 oranında azaltmaktadır. Sanayi üretim endeksindeki %1'lik artış ise kömür talebini %0.56 oranında artırmaktadır. Esneklik katsayılarının 1'den küçük olması, sanayi sektöründe kömür talebinin fiyat ve gelir esneklikleri açısından inelastik olduğu anlamına gelmektedir.

#### 4. SONUÇ

Enerji talep esnekliklerinin hesaplanması gelecekteki enerji talebinin belirlenmesinde ve gelecekteki enerji tüketiminin karşılanması için gerekli kapasitenin tasarlanmasında yardımcı olmaktadır. Literatürde enerji talep esnekliklerini ele alan çok sayıda çalışma olmakla birlikte, sanayi sektörü bağlamında enerji talep esnekliklerini inceleyen çalışmaların sayısında bir sınırlılık söz konusudur. Bu kapsamda çalışmamızda 1997-2011 dönemi referans alınarak OECD ülkelerinde sanayi sektöründe yoğun şekilde kullanılan enerji kaynaklarının talep esnekliklerinin ampirik çerçevede incelenmesi amaçlanmıştır. Analizlerde beş farklı tahmin modeli kullanılmıştır.

Tahmin modellerine ilişkin analiz sonuçlarında toplam enerji talebinin kısa dönemli esneklik katsayıları teorik, ekonometrik ve istatistikî göstergeler açısından anlamsız çıkmıştır. Uzun dönemli analiz sonuçları dikkate alındığında ise (Model-1) toplam enerji fiyatlarındaki %1'lik artışın toplam enerji talebini %0.1 oranında azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer taraftan talebin gelir esnekliğine ilişkin tahmin parametresi dikkate alındığında, sanayi üretim endeksindeki %1'lik bir artışın enerji talebini %0.4 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Bu tespit toplam enerji talebinin gelire göre daha az arttığına işaret etmektedir. Ayrıca esneklik katsayılarının 1'den küçük olması, toplam enerji talebinin fiyat ve gelir esnekliklerinin inelastik olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Model-II'ye ait analiz sonuçlarına göre petrol fiyatlarındaki %1'lik artış sanayi sektörü petrol talebini %1.54 oranında azaltmaktadır. Diğer taraftan sanayi üretim endeksinde ortaya çıkan %1'lik bir artışın petrol talebini %1.69 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Esneklik katsayılarının 1'den büyük olması, sanayi sektöründe petrol talebine ilişkin fiyat ve gelir esnekliklerinin elastik, yani fiyat ve gelirdeki değişmelere karşı duyarlı olduğu anlamına gelmektedir. IEA'nın raporlarına göre 1990'lı yıllara kadar OECD ülkeleri sanayi sektörü enerji kullanımında ilk sırada petrol yer almıştır. Ancak 1973-2011 döneminde petrol fiyatlarındaki artışa bağlı olarak petrole olan talep %18 azalmış, buna karşın doğal gaz ve elektrik enerjisine olan talep artmıştır. Bu veriler analiz sonuçlarımızı destekler niteliktedir.

Sanayi sektöründeki doğal gaz talebine ilişkin analiz sonuçları ele alındığında (Model-III), doğal gaz fiyatlarındaki %1'lik bir artışın doğal gaz talebini %0.10 oranında azalttığı görülmüştür. Diğer taraftan sanayi üretim endeksindeki %1'lik bir artış doğal gaz talebini %0.08 oranında artırmaktadır. Esneklik katsayılarının 1'den küçük olması, sanayi sektöründe doğal gaz talebinin fiyat ve gelir esneklikleri açısından inelastik, yani fiyat ve gelirdeki değişmelere karşı duyarsız olduğuna işaret etmektedir.

Sanayi sektöründeki elektrik enerjisi talebine ilişkin analiz sonuçları incelendiğinde (Model-IV), elektrik fiyatlarındaki %1'lik bir artışın elektrik enerjisi talebini %0.14 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Sanayi üretim endeksindeki %1'lik artış ise elektrik enerjisi talebini %0.79 oranında artırmaktadır. Elektrik enerjisinin fiyatı ile talebi arasında doğru yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Buna karşın elektrik enerjisi dışında kalan diğer enerji kaynaklarının fiyatı ile talebi arasında ters yönlü bir ilişki vardır. Elektrik enerjisinin ikame edilmesi güç bir enerji kaynağı olması, talebinin fiyat esnekliğinin pozitif

olmasına yol açmaktadır. Diğer taraftan esneklik katsayılarının 1'den küçük olması, sanayi sektöründe elektrik enerjisi talebinin fiyat ve gelirdeki değişmelere karşı duyarsız olduğu anlamına gelmektedir.

Model-V'de tahmin edilen kömür talebine ilişkin analiz sonuçları değerlendirildiğinde, kömür fiyatlarındaki %1'lik bir artışın kömür talebini %0.29 oranında azalttığı belirlenmiştir. Sanayi üretim endeksindeki %1'lik artış ise kömür talebini %0.56 oranında artırmaktadır. Esneklik katsayılarının 1'den küçük çıkması sanayi sektöründe kömür talebinin fiyat ve gelir esneklikleri açısından inelastik olduğuna işaret etmektedir.

Yukarıda özetlenen analiz sonuçlarımız ile literatürde yer alan bazı araştırmaların sonuçları bir arada değerlendirildiğinde; Polemis (2007) tarafından Yunanistan örneği dikkate alınarak yapılan bir çalışmada, çoklu koentegrasyon teknikleri kullanılarak sanayi sektöründe uzun dönem petrol ve elektrik enerjisi talep fiyat esneklikleri sırasıyla -0.35 ve -0.85 olarak hesaplanmıştır. Bernstein ve Madlener (2010), çok değerşkenli koentegrasyon analizini kullanılarak alt sanayi sektörlerinde elektrik enerjisi talebinin fiyat esnekliklerinin -0.52 ila 0 arasında olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Akbostancı vd. (2009), 1985-2004 dönemi için Türkiye'de sanayi sektörünün enerji talebini dinamik ekonometrik modelleme teknikleri ile tahmin etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre sanayi sektöründe elektrik fiyatlarındaki %1'lik bir artış sanayinin enerji tüketimini uzun dönemde %2.8 oranında arttırmaktadır. Analiz sonuçlarımız yukarıdaki çalışmalardan Akbostancı vd. tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Enerji, mal ve hizmet üretiminde en temel ve zorunlu bir girdidir. Maliyetler açısından da özellikle sanayi sektöründe önemli bir yere sahiptir. Sanayi sektörünün rekabet gücünün artırılabilmesi için enerjinin güvenilir ve ucuz şekilde temin edilmesi gerekmektedir. Türkiye özelinde sanayi sektörüne yönelik enerji politikalarının belirlenmesinde, yoğun enerji tüketen/kullanan alt sektörlerde enerji tasarrufunu ve enerji verimliliğini artırıcı stratejilerin hayata geçirilmesi önem arz etmektedir. Analiz sonuçlarımızdan da anlaşılacağı üzere elektrik enerjisi, fiyatı artmasına karşın talebi de artan ve dolayısıyla üretim sürecinde vazgeçilmez bir girdi özelliğine sahiptir. Bu nedenle elektrik enerjisi teminine ve üretimine yönelik kaynakların çeşitlendirilerek, elektrik enerjisi üretimine imkân sağlayıcı alternatif enerji kaynaklarına ağırlık verilmesi gerekmektedir.

## 5. KAYNAKÇA

- Acarođlu, Mustafa. (2003). *Alternatif Enerji Kaynakları. İstanbul: Atlas Yayın Dağıtım.*
- Akbostancı, Elif, Tunç, Gül İpek ve Aşık Türüt, Serap (2009). Türkiye'nin enerji talebini belirleyen etkenler. *11. Enerji Kongresi*, [http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji\\_kongresi\\_11/57.pdf](http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_11/57.pdf), (13.03.2013).
- Bayraç, H.Naci (1999). *Uluslararası Doğalgaz Piyasasının Ekonomik Analizi, Türkiye'deki Gelişimi ve Eskişehir Uygulaması*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Bose, Ranjan K.and Shukla, Megha. (1999). Elasticities of electricity demand in India. *Energy Policy* 27 (3), 137-146.
- BP (British Petrol) (2013), Annual Report and Form 20-F 2013, [https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/investors/BP\\_Annual\\_Report\\_and\\_Form\\_20F\\_2013.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/investors/BP_Annual_Report_and_Form_20F_2013.pdf) (10.10.2013).

- Cologni Alessandro and Manera Matteo. (2008). Oil prices inflation and interest rates in a structural cointegrating VAR model for G-7 countries. *Energy Economics*, (30), 856-888.
- Demirbaş, Lütfiye (2002). *Türkiye’de Enerji Sektörü, Sektörün Problemleri, Avrupa Birliği ve Türkiye’de Enerji Politikaları*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Dermot, Gately and Hillard, Huntington. (2001). *The Asymmetric Effects of Changes in Price and Income on Energy and Oil Demand*. <http://econ.as.nyu.edu/page/home> ( 24.10.2013).
- Doty, Steve, and Turner Wayne C. (2009). *Energy Management Handbook* (Seventh Edition). Lilburn: The Fairmont Press.
- EIA (US Energy Information Administration). (2013). <http://www.eia.gov/forecasts/ieo/industrial.cfm>, (24.04.2013).
- ENERDATA. (2012). *Energy Statistical Yearbook 2013*.<http://www.enerdata.net/enerdatauk/press-and-publication/publications/worldenergy-statistics-supply-and-demand.php>, (26.06.2013).
- Erkan, Hüsnü (1998). *Bilgi Toplumu ve Ekonomik Gelişme* (4.Baskı). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı). (2013). [http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y\\_istatistik&bn=244&hn=244&id=398](http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398),(12.12.2013).
- Fusfeld, Herbert. (1983). *Industrial Energy Use*. Washington, D.C: U.S. Congress, Office of Technology Assessment.
- GEKA (Güney Ege Kalkınma Ajansı). (2012). *EnerjiSektörü Raporu*.<http://www.geka.org.tr/yukleme/planlama/Sekt%C3%B6rel%20Ara%C5%9Ft%C4%B1rmalar/Enerji%20Sekt%C3%B6r%C3%BC%20Raporu.pdf> (25.01.2013).
- Griffin, James M. and Craig T. Schulman (2005). Price asymmetry in energy demand module: a proxy for energy-savings technical change. *The Energy Journal*, 26 (2), 1–21.
- Hoyos, Rafael E. De and Sarafidis Vasilis. (2006). Testing for cross-sectional dependence in panel-data models, *The Stata Journal*, 6(4), 482–496.
- Hurlin, Christophe and Mignon, ValÈrie (2006). *Second Generation Panel Unit Root Tests*. [http://hal.inria.fr/docs/00/15/98/42/PDF/UnitRoot\\_Ev5.pdf](http://hal.inria.fr/docs/00/15/98/42/PDF/UnitRoot_Ev5.pdf) (05.06.2014).
- IEA (International Energy Agency). (2013b). *Electricity Information*.<http://www.oecdilibrary.org/docserver/download/6113211e.pdf?expires=1395669233&id=id&accname=oid014567&checksum=3BFF9F6957DDD966E76F06807E762F94> (12.03.2014).
- IEA (International Energy Agency). (2011a). *International Energy Outlook 2011*.<http://www.eia.gov/forecasts/ieo/index.cfm>, ( 25.01.2014).
- IEA (International Energy Agency). (2012). *World Energy Outlook 2012*, Paris.
- IEA (International Energy Agency). Access Online Services. <http://wds.iea.org/WDS/tableviewer/document.aspx?FileId=1474> (10.06.2014).



- IEA (International Energy Agency).(2014). *Energy Prices and Taxes Quarterly Statistics. First Quarter 2014*. <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/6214011e.pdf?expires=1402053202&id=id&accname=oid014567&checksum=06D6BF60D100E6C1B5A2043673EC7136> (22.04.2014).
- Karluk, Rıdvan. (2002). *Türkiye Ekonomisi Tarihsel Gelişim Yapısal ve Sosyal Değişim*. (Yedinci Baskı). İstanbul: Beta Basım Yayın-Dağıtım.
- Kumar, Saten (2008). *Cointegration and the Demand for Energy in Fiji*, Munich Personal RePEc Archive MPRA Paper No:18074, Munich, [http://mpa.ub.uni-muenchen.de/18704/1/MPRA\\_paper\\_18704.pdf](http://mpa.ub.uni-muenchen.de/18704/1/MPRA_paper_18704.pdf), (02.06.2014).
- Kuyucuklu, Nazif. (1993). *Türkiye İktisadı*(3. Baskı). İstanbul: Filiz Kitabevi.
- Leblanc, Michael and Chinn, Menzie (2004). *Do High Oil Prices Presage Inflation? The Evidence from G-5 Countries*. UC Santa Cruz Economics Department 2000-05 SCCIE Working Paper Series. <http://sccie.ucsc.edu/> (15.12.2013).
- Lester C., Hunt and Yasushi, Ninomiya (2005). Primary energy demand in Japan: an empirical analysis of long-term trends and future CO2 emissions. *Energy Policy* (33), 1409-1424.
- Liu, Gang. (2004). “Estimating Energy Demand Elasticities for OECD Countries A Dynamic Panel Data Approach”, *Discussion Papers No. 373, March 2004 Statistics Norway, Research Department*, <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/180417/dp373.pdf?sequence=1> (10.02.2016).
- Looney, Robert E. (1984). Impact of military expenditures on third World debt. *Canadian Journal of Development Studies*. 8(1), 7-26.
- Medlock, Kenneth (2009). Energy demand theory, (Edited by: Joanne Evans and Lester C. Hunt). *International Handbook on the Economics of Energy UK*, 89-112.
- Narayan, Paresh, Russell Smyth and Arti Prasad, (2007), Electricity consumption in G7 countries: A panel cointegration analysis of residential demand elasticities, *Energy Policy*, 35, (9), 4485-4494
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). [OECDstat.http://stats.oecd.org/Index.aspx?querytype=view&queryname=207](http://stats.oecd.org/Index.aspx?querytype=view&queryname=207) (10.06.2014).
- Ogunleye, Oladipo E. and Ayeni Raphael K. (2012). Energy demand in Nigeria: A Disaggregate Analysis. *International Research Journal of Finance and Economics*, 86, 52-62.
- Phoumin, Han and Kimura, Shigeru (2014). Analysis on price elasticity of energy demand in East Asia : Empirical evidence and policy implications for ASEAN and East Asia. *ERIA (Economic Research Institute for ASEAN and East Asia) Discussion Paper Series*, <http://www.eria.org/ERIA-DP-2014-05.pdf>, (15.07.2014).
- Polemis, Michael L (2007). Modeling industrial energy demand in Greece using cointegration techniques. *Energy Policy*, 35(8), 4039–4050.
- Ronald, Bernstein and Reinhard, Madlener (2010). Short- and long-run electricity demand elasticities at the subsectoral level: a cointegration analysis for German manufacturing Industries. *FCN Working Paper*, 19.

- Selen, Maden ve Baykul, Ayşegül (2012). Co-Integration analyses of price an income elasticities power consumption in Turkey. *European Journal of Social Sciences*, 30 (4), 523-534.
- Sezgin, Selami. (2003). Savunma harcamaları, terörizm ve ekonomi. *Aylık Strateji ve Analiz E-Dergisi*. (5), 1-5
- Sorrell, Steve and Dimitropoulos John(2007). *UKERC Review of Evidence for the Rebound Effect: Technical Report 5*. Energy, Productivity and Economic Growth Studies, Sussex Energy Group (SEG) - University of Sussex, UKERC Report UKERC/WP/TPA/2007/013.
- Tatoğlu, Y. Ferda (2011), The Relationships between Human Capital Investment and Economic Growth: A Panel Error Correction Model, *Journal of Economic and Social Research*, 13(1), 77-90.