

## TÜRKİYE'DE PETROL, KÖMÜR VE DOĞAL GAZ TALEBİNİN FİYAT VE GELİR ESNEKLİKLERİNİN TAHMİN EDİLMESİ

Abdurrahman Nazif ÇATIK\*,Ertuğrul DELİKTAS\*\*

### Özet

Bu çalışmada petrol, kömür ve doğal gaz talebinin gelir ve fiyat esnekliklerinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Johansen ve Juselius (1990) eşbütünleşme yönteminden elde edilen bulgulara göre tüm enerji türleri, fiyatları ve gelir düzeyi arasında uzun dönemli bir ilişki söz konusudur. Eşbütünleşme testi sonuçları uzun dönemde doğal gaz talebinin hem fiyata, hem de gelire göre esnek olmadığını göstermektedir. Petrol talebi ise fiyata göre esnek değildir. Sanayi düzeyinde gelire karşı esnek değilken toplam düzeyde gelire göre esnek bulunmuştur. Kömür talebi petrolde olduğu gibi fiyata esnek değildir ancak toplam ve sanayi düzeyindeki kömür talebi gelire esnek bulunmuştur. Eşbütünleşik VAR modeli üzerinden yapılan etki-tepki ve varyans ayrıştırma analizleri eşbütünleşme testleri sonuçlarını desteklemektedir.

*Anahtar Kelimeler:* Enerji, Petrol, Doğalgaz, Kömür, Fiyat ve Gelir Esneklikleri

## ESTIMATION OF PRICE AND INCOME ELASTICITIES OF DEMAND FOR OIL, COAL AND NATURAL GAS IN TURKEY

### Abstract

This study aims to estimate income and price elasticities of demand for oil, coal and natural gas in Turkey over the 1960-2012 period. The evidences obtained from Johansen and Juselius (1990) test indicate the existence of a long-run relationship among all energy types, their prices and income. Cointegration tests show that natural gas consumption is inelastic with respect to both price and income in the long-run. Oil demand is found to be elastic with respect to income at the aggregate level but inelastic with respect to prices at the aggregate and industrial level. Coal demand is also inelastic with respect to price, but elastic with respect to income. The impulse response and forecast error decomposition analyses based on cointegrated VAR model corroborate the results of cointegration tests.

*Keywords:* Energy, Oil, Natural gas, Coal, Price and Income Elasticities.

---

\* Doç. Dr. Ege Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, Bornova-İzmir.

e-posta: a.nazif.catik@ege.edu.tr

\*\* Prof. Dr., Ege Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, Bornova-İzmir.

e-posta: ertugrul.deliktas@ege.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Bireysel ve toplumsal aktivitelerin sürdürülmesinde en önemli ana girdilerden birisi olan enerji aslında bir iş yapma kapasitesi olup ısı enerjisi, ışık enerjisi, mekanik enerji, elektrik enerjisi, kimyasal enerji ve nükleer enerji gibi değişik biçimlerde ifade edilebilmektedir. Öte yandan, elde edilmiş kaynaklarına göre enerji, yenilenebilir ve tükenbilir veya yenilenemez olmak üzere iki ana grup altında ele alınmaktadır. Yenilenebilir enerji, sürekli ve tekrar tekrar kullanılabilen ve kısa sürede yerine konulan enerjidir. Örneğin güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, bitkilerden elde edilen biyokütle ve sudan elde edilen hidrojen enerjisi yenilenebilir enerji grubunda değerlendirilmektedir. Tükenbilir enerji ise, kullanımı ile tükenen ve kısa zaman aralığında yeniden oluşmayan enerji olarak tanımlanır. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar tükenbilir enerjiye örneklerdir.

Enerji gerek bireysel refahın sağlanmasında gerekse ülkelerin teknolojik üstünlüklerini sürdürmede hayati bir nitelik taşımaktadır. Bireylerin ve toplumların sosyo-ekonomik ve kültürel çevrelerini oluşturabilmesi ve sürdürülebilmesi büyük boyutlarda enerji tüketimini ortaya çıkartmıştır. Bu bağlamda, son on yıl içerisinde dünyada doğal gaz ve elektrik talebinin Çin'den sonra en fazla arttığı ikinci ülke Türkiye'dir. Bu gelişmeyle önümüzdeki dönemde de ekonomik ve sosyal gelişme hedefleri ile tutarlı olarak, enerji talebi artış bakımından Türkiye'nin dünyanın en dinamik ekonomilerinden birisi olacağı beklenmektedir. Bu bağlamda, Uluslararası Enerji Ajansı (UEA) tahminlerine göre, üye ülkeler arasında enerji talebinin orta ve uzun vadede en hızlı artış kaydedeceği ülke Türkiye'dir. Öte yandan, yapılan çalışmalarda, toplam nihai enerji talebi ile toplam birinci enerji talebinin 2020 yılı itibarıyla iki kata yakın bir artışla sırasıyla yaklaşık olarak 170,3 ve 220 MTPE seviyesine

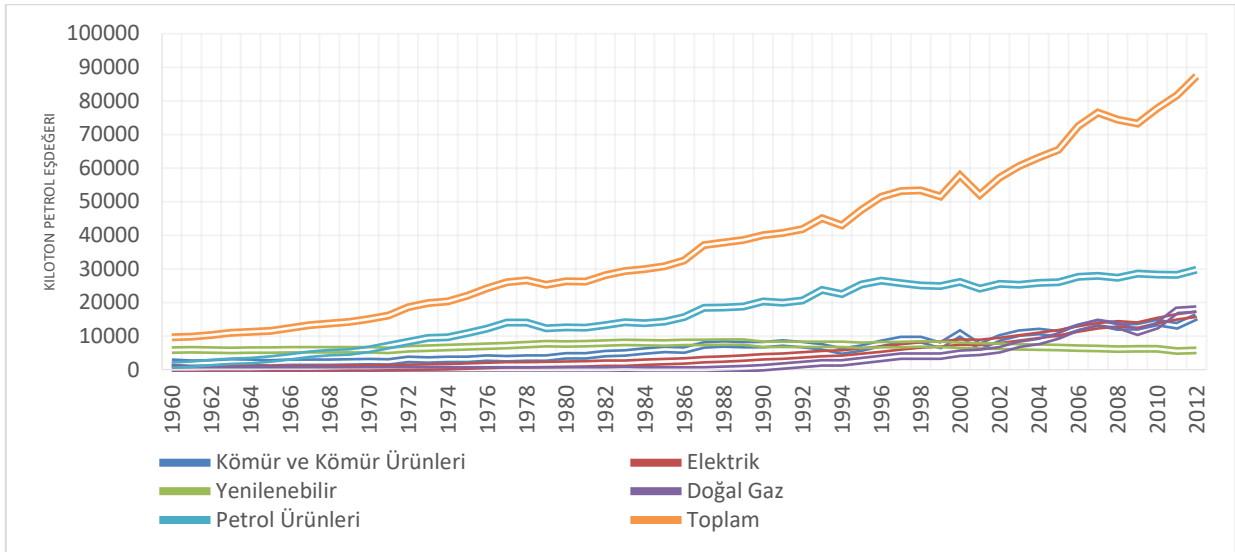
ulaşması, elektrik, doğal gaz ve petrol talebinin ise sırasıyla 398-434 milyar kws, 59 milyar metreküp ve 59 milyon ton seviyelerini bulması beklenmektedir. Hızla artan enerji talebi neticesinde Türkiye'nin başta petrol ve doğal gaz olmak üzere enerji ithalatına bağımlılığı da artmaktadır. Ülkemizin halihazırda toplam enerji talebinin yaklaşık %74'ü ithalat yoluyla sağlanırken geri kalan kısmı yerli kaynaklardan karşılanmaktadır.

Enerji talebinin karşılanabilmesinde ve sürdürülebilmesinde hiç kuşkusuz enerji piyasalarına ilişkin ileriye dönük öngörüler ulusal enerji politikası ve arz güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. İleriye dönük öngörü modellerinde ise talebin fiyat ve gelir esneklikleri parametrelerinin gerçeğe yakın bir şekilde tahmin edilmiş olması bu öngörülerin başarısı için önem kazanmaktadır. Bu çerçevede, kısa ve uzun dönemli esnekliklerin her bir ülke için ayrı ayrı tahmine izin veren zaman serisi yöntemleri son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu çalışmalardan elde edilen bulgularda petrol ve doğalgaz talebinin fiyat ve gelir esnekliklerinin ülkelerin özellikleri, analiz dönemi ve kullanılan yöntemlere göre farklılaştığı gözlemlenmektedir. Bu bağlamda çalışmamızda önce Türkiye'de petrol ve doğalgaz tüketiminin gelişimi ele alınmakta ve takiben ve hem petrol hem de doğalgaz talebinin fiyat ve gelir esneklikleri tahmin edilmektedir. Bu çalışma bildiğimiz kadarı ile sanayi düzeyinde petrol, kömür ve doğal gaz talebinin bir arada ampirik olarak analiz edildiği ilk çalışmadır.

Bu çalışma giriş dahil beş kısımdan oluşmaktadır. İkinci kısımda Türkiye'de petrol ve doğalgaz tüketiminin tarihi seyri ele alınmakta, üçüncü bölümde literatür özeti verilmektedir. Çalışmada kullanılan yöntem ve ampirik bulgulara dördüncü bölümde yer verilmiş, sonuç bölümünde ise elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

## 2. TÜRKİYE’DE PETROL, DOĞALGAZ VE KÖMÜR TÜKETİMİ

Türkiye’de enerji tüketimi ekonomik büyüme ve nüfus artışına bağlı olarak yıldan yıla giderek artmaktadır. 1960 yılında toplam enerji tüketimi 15821 kte (kiloton petrol eşdeğeri) iken 2012 yılında tüketim 87326 kte’ye yükselmiştir. Elli iki yıllık dönemde yıllık ortalama artış hızı % 4.2 olmuştur<sup>1</sup>. Enerji tüketimindeki bu artış hızı Türkiye’nin aynı dönemdeki yıllık ortalama ekonomik büyüme hızı ile örtüşmektedir. Alt enerji kaynakları itibariyle 1960-2012 dönemindeki tüketimin seyri Şekil 1’de verilmektedir.



**Şekil 1: Türkiye’de Türlerine Göre Toplam Enerji Tüketimi: 1960-2012**

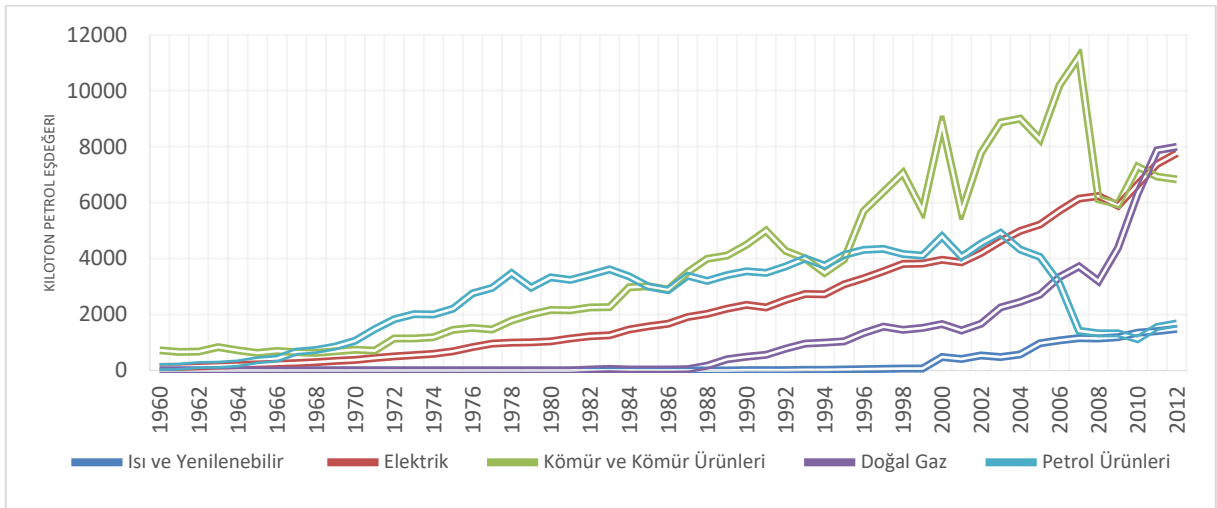
**Kaynak:** Uluslararası Enerji Ajansı, [www.iea.org](http://www.iea.org), Erişim Tarihi: 03/05/2016.

<sup>1</sup> Büyüme hızları  $\text{Log}(Y)=a+bt$  yarı logaritmik kalıp kullanılarak tahmin edilmiştir.

Şekil 1’de görüldüğü gibi 1960 yılında kömür ve kömür ürünleri tüketimi 2280 kte iken 2012 de 15821 kte olmuştur. 52 yıllık dönemde ortalama büyüme hızı %4.12 olarak gerçekleşmiştir. Elektrik tüketimi aynı yıllar itibariyle sırasıyla 184 kte ve 16589 kte olup yıllık ortalama büyüme hızı %8.9 ‘dur. Yenilebilir enerji tüketimi 1960 yılında 5879 kte iken 2012’de 5755 kte olmuştur. Bu enerji türü tüketiminde ele alınan dönem itibariyle fazla bir değişme olmadığı görülmektedir. Yıllık ortalama büyüme hızı %2 olmuştur. Petrol tüketimi 1960 yılında 1384 kte iken 2012 yılında 29821 kte olarak gerçekleşmiştir. 52 yıllık dönemde yıllık ortalama artış hızı %5’tir. Türkiye’de doğalgaz kullanımı 1982 yılında sanayi sektöründe başlamış olup doğalgazın meskenlerde kullanımının başlangıcı 1980’lerin sonuna rastlamaktadır. 1982 yılında 33 kte olan doğalgaz tüketimi

2012’de 18115 kte’ye ulaşmıştır. Böylece tüketimdeki yıllık ortalama artış hızı %24 olarak gerçekleşmiştir. Görüldüğü gibi en yüksek artış hızına sahiptir. Bu doğalgazın sanayide, elektrik üretiminde ve meskenler itibariyle ülkenin hemen hemen genelinde kullanılmaya başlamasından kaynaklanmaktadır.

Kullanım yerleri itibariyle bakıldığında 2000 yılında ithal edilen toplam doğalgazın yaklaşık %67’si elektrik üretiminde, %19’u konutlarda ve %14’ü sanayide, buna karşın 2011 yılında toplam ithal edilen gazın %53’ü elektrik üretiminde, %26’sı konutlarda ve %21’i de sanayide kullanıldığı görülmektedir. 1960-2012 döneminde Türkiye sanayi sektöründe enerji türlerine göre tüketimin seyri Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2:Türkiye’de Sanayi Düzeyinde Türlerine Göre Enerji Tüketimi

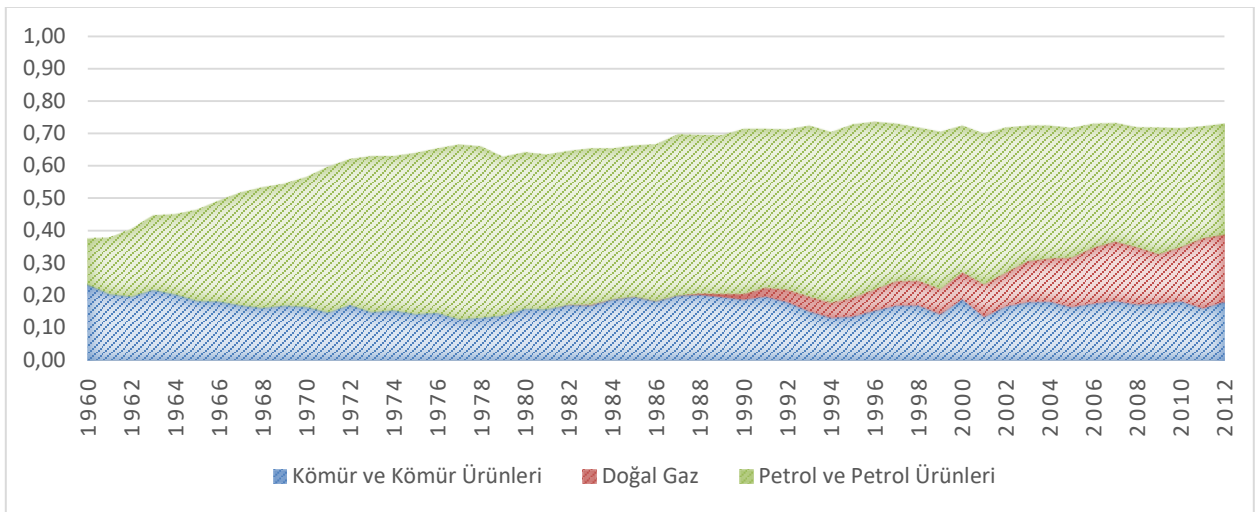
Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı, www.iea.org, Erişim Tarihi: 03/05/2016

Şekil 2’de görüldüğü gibi sanayide 1960 yılında kömür ve kömür ürünleri tüketimi 719 kte iken 2012 de 6830 kte’dir. 52 yıllık dönemde ortalama büyüme hızı % 5.9 olarak gerçekleşmiştir. Elektrik tüketimi aynı yıllar

itibariyle sırasıyla 125 kte ve 7764 kte olup yıllık ortalama büyüme hızı %8 ‘dir. Yenilebilir enerji tüketimi 1988 yılında 2 kte iken 2012’de 1493 kte olmuştur. 25 yıllık dönemde yıllık ortalama artış hızı %28’dir.

Sanayi sektöründe petrol tüketimi 1960 yılında 131 kte iken 2012 yılında 1682 kte olarak gerçekleşmiştir. 52 yıllık dönemde yıllık ortalama artış hızı %4.1’dir. Türkiye’de doğalgaz kullanımım 1982 yılında ilk olarak sanayi sektöründe başlanmış olup 1982 yılında 33 kte olan doğalgaz tüketimi 2012’de 7994 kte’ye ulaşmıştır. Böylece tüketimdeki yıllık ortalama artış hızı % 19.3 olarak

gerçekleşmiştir. Görüldüğü gibi sanayide doğal gaza bağımlılık hızla artmıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi 2000 yılında ithal edilen toplam doğalgazın yaklaşık % 14’ü ve 2011 yılında %21’i de sanayide tüketilmiştir. Toplam enerji tüketimi itibari ile bakıldığında 1960 yılında 975 kte olan enerji tüketimi yıllık ortalama %6.5’ lik artış hızıyla 2012 yılında 25765 kte’ye ulaşmıştır.



**Şekil 3: Petrol Kömür ve Doğal Gazın Toplam Enerji Tüketimi içindeki Payı**

**Kaynak:** Uluslararası Enerji Ajansı, www.iea.org, Erişim Tarihi: 03/05/2016.

Öte yandan çalışmamızın ana temasını oluşturan petrol, doğalgaz ve kömürün 1960-2012 döneminde toplam enerji tüketimi içinde nasıl bir seyir izlediği Şekil 3’te verilmektedir. Şekil 3’te toplam enerji tüketimi içinde petrol ve petrol ürünlerinin payı 1960 yılında %14.2 iken bu oran 2012 yılında %34’e yükselmiş bulunmaktadır. Gerek kişi başına düşen otomobil sayısındaki artış gerekse karayolu taşımacılığının toplam taşımacılık içinde en yüksek paya sahip olması bu artışta önemli rol oynamaktadır. Doğal gaz tüketimi 1982 yılında %1 iken 2012 yılında %20.7’ye yükselmiştir. Kömür tüketiminin payı ise azalmıştır. Şöyle ki 1960’da %23.4 olan pay

2012’de %18’e gerilemiştir. Bunda özellikle doğal gazın hem meskenlerde hem de sanayide kullanımının artması önemli rol oynamıştır.

### **3. Literatür Özeti**

Enerji talebi ile ilgili ampirik literatüre bakıldığında yapılan çalışmaların önemli bir kısmının toplam enerji, elektrik ve ham petrol taleplerinin fiyat ve gelir esnekliklerinin belirlenmesi üzerinde yoğunlaştığı; öte yandan akaryakıt türlerinin esneklik analizlerine ilişkin çalışmaların görece olarak daha sınırlı kaldığı ve mevcut çalışmalarda da doğrusal modellerin tercih edildiği göze çarpmaktadır.

Dünya piyasası ve farklı ülke gruplarındaki ham petrol ve akaryakıt talebinin fiyat ve gelir esnekliğini tahmin eden çalışmaları, kullandıkları yöntem açısından iki grupta incelemek mümkündür. Bunlardan ilki farklı ülke grupları için tek bir fiyat ve gelir esnekliğinin tahmin edildiği panel veri yöntemleridir. Diğerleri ise ülkelerin piyasa yapılarının farklı olduğu esasına dayanılarak, talep modellerinin her bir ülke için ayrı ayrı tahmin edildiği, kısa ve uzun dönemli fiyat ve gelir esnekliklerinin hesaplandığı zaman serisi modelleridir.

Panel veri yöntemlerinin kullanıldığı Gately ve Huntington (2002) çalışmasında, 1971-97 yılları arasında kişi başı gelir açısından dünyanın en büyük 96 ekonomisi ele alınarak; fiyat ve gelir esneklikleri sabit etkiler modeli ile tahmin etmişlerdir. Yazarlar, OECD ülkeleri için uzun dönem gelir ve fiyat esnekliklerini 0.55 ve -0.60, OECD'ye üye olmayan ülkelerin esnekliklerini ise 0.95 ve -0.12 olarak bulmuşlardır. Chin-Ho vd. (2011) Dünya, OECD ve Asya ülkeleri için, 1990-2005 döneminde ham petrol talebinin fiyat esnekliklerini, yıllık veriler kullanarak panel tam değiştirilmiş EKK yöntemi ile tahmin etmişlerdir. Analiz sonuçlarında GSYİH değişimlerinin ham petrol talebi üzerindeki etkileri; OECD ülkelerine kıyasla Asya ülkelerinde, daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Fiyat değişimlerinin ise her iki ülke grubu üzerindeki etkilerinin oldukça sınırlı kaldığı bulunmuştur. Diğer bir çalışma olan Narayan ve Smyth (2007) 1971-2002 dönemi için 12 Orta Doğu ülkesinin ham petrol talebinin uzun ve kısa dönemli fiyat ve gelir esneklikleri panel eşbütünleşme yöntemi ile hesaplamışlardır. Bu çalışmada uzun dönem gelir ve fiyat esneklikleri 1.01 ve -0.015 iken; kısa dönem gelir ve fiyat esneklikleri ise 0.17 ve -0.0008 olarak tahmin edilmiştir.

Panel veri yöntemleri ile talep modeli tahmininin; tek bir fiyat ve gelir esnekliği hesaplanmasına izin vermesi ve ülkeler arası karşılaştırma imkânı tanımaması nedeni ile birçok yazar tarafından eleştirilmiş, bunun yerine talep modellerinin her bir ülke için ayrı ayrı tahmin edilmesine olanak sağlayan zaman serisi yöntemlerinin kullanılması önerilmiştir. Bu çalışmalardan Ghosh (2009), Hindistan ekonomisi için ithal ham petrol talebinin uzun dönemli gelir ve fiyat esnekliklerini otoregresif dağıtılmış gecikme modeli kullanarak 1970-2006 dönemi için tahmin etmiş, gelir ve fiyat talep esnekliklerini sırasıyla 1.97 ve -0.63 olarak bulmuştur. Ghouri (2001) 1980-1999 dönemi için Amerika, Kanada ve Meksika için uzun ve kısa dönem fiyat esnekliklerini Almon dağıtılmış gecikmeli model ile tahmin etmiştir. Uzun dönem fiyat esnekliklerinin -0.045 ile 0.13 arasında değiştiği bu üç Kuzey Amerika ülkesi için kısa dönem esneklikleri ise -0.007 ile -0.029 arasında bulunmuştur. Cooper (2003) 23 OECD ülkesi için ham petrol talebinin uzun dönem ve kısa dönem fiyat esnekliklerini 1971-2000 dönemi için hesaplamıştır. Söz konusu çalışmada uzun dönem fiyat esneklikleri 0.005 ile 0.568 arasında, kısa dönem esneklikleri de 0.001 ile 0.109 arasında değiştiği bulunmuştur.

Krichine (2002) petrol şoklarının ham petrolün dünya piyasasındaki talep ve arz esnekliklerine etkisini belirleyebilmek amacıyla 1918-73 ve 1973-99 dönemlerini, iki aşamalı en küçük kareler ve eşbütünleşme yöntemlerini içeren zaman serisi teknikleri ile incelemiştir. Analiz sonuçlarında dünya piyasası için, uzun dönem gelir ve fiyat esneklikleri 1918-73 döneminde 1.8 ve -0.13, 1973-99 döneminde 1.2 ve -0.005, 1918-99 döneminde ise 0.6 ve -0.05 arasında değiştiğini hesaplamıştır.

Diğer taraftan kısa dönem gelir ve fiyat esneklikleri, 1918-73 dönemi için 0.42 ve -0.08, 1973-99 dönemi için 1.45 ve -0.02 ve 1918-99 dönemi için ise 0.53 ve -0.06 olarak bulunmuştur. Benzer bir çalışmada Krichine (2005), dünya piyasasındaki talep ve arz esnekliklerini 1918-2004 dönemi için benzer yöntemler ile analiz etmiştir. Yazar her iki çalışmada da benzer ülke gruplarına ait veri setlerini ve modelleri kullanmıştır. Bu çalışmada ise uzun dönem gelir ve fiyat talep esneklikleri 1918-2004 döneminde 1.53 ve -0.27, 1918-73 döneminde 1.93 ve -0.32, 1974-2004 döneminde 0.80 ve -0.26 olarak tahmin edilmiştir. Kısa dönem gelir ve fiyat esneklikleri ise 1973-2004 dönemi için 0.54 ve -0.05, 1918-73 dönemi için 0.43 ve -0.05 ve 1974-2004 dönemi için ise 1.49 ve -0.003 olarak bulunmuştur.

Türkiye ile ilgili ham petrol ve akaryakıt talebinin fiyat ve gelir esnekliklerinin tahmin edildiği çalışmaların, diğer ülke örneklerini içeren çalışmalarla karşılaştırıldığında oldukça sınırlı sayıda olduğu göze çarpmaktadır. Literatür taramasında konu ile ilgili olarak dört çalışmaya rastlanmıştır. Söz konusu çalışmalarda talep modellerinde, uluslararası literatürde olduğu gibi parametrelerin zaman içerisinde istikrarlı olduğu varsayımına dayanan doğrusal tahmin yöntemleri kullanılmıştır. Mesutoğlu (2001) Türkiye için 1990-1999 dönemini kapsayan, aylık veriler kullanarak yapmış olduğu çalışmada EKK yöntemini kullanmıştır. Yazar benzin talebinin fiyat esnekliğini 0.41, LPG ile olan çapraz fiyat esnekliğini ise 0.23 olarak bulmuştur. Nişancı (2005) çalışmada Türkiye’de yakıt talebinin kısa ve uzun dönem esneklikleri eşbütünleşme ve hata düzeltme modeli ile tahmin etmiştir. Benzinin gelir

esnekliği hem kısa hem de uzun dönemde birden büyük, mazotun gelir esnekliği ise her iki dönemde de birden küçük olarak bulunmuştur. Altınay (2007) ise çalışmada Türkiye için, 1980-2005 döneminde ithal edilen ham petrolün kısa ve uzun dönemli fiyat ve gelir esnekliklerini otoregresif dağıtılmış gecikmeli model ve hata düzeltme modelleri kullanarak tahmin etmiştir. Tahmin sonuçlarına göre göre, uzun dönem gelir ve fiyat esneklikleri 0.61 ve -0.18 iken, kısa dönem gelir ve fiyat esneklikleri sırasıyla 0.64 ve -0.10 olarak bulunmuştur. Solak ve Beşkaya (2013) çalışmalarında eşbütünleşme analizi ve hata düzeltme modeli yöntemi ile 1970-2010 dönemi için Türkiye’deki net petrol ithalatının uzun ve kısa dönem gelir esnekliğini hesaplamışlardır. Gelir esnekliği sırasıyla uzun dönemde 0.67, kısa dönemde ise 1.11 olarak elde edilmiş net petrol ithalatının fiyat esnekliği ise hem uzun hem de kısa dönemde istatistiksel olarak anlamsız bulunduğu net petrol ithalatının, kısa ve uzun dönemde petrol fiyatlarındaki değişimlerden etkilenmediği sonucuna varılmıştır.

Doğalgaz talebi fiyat ve gelir esnekliklerini belirlemeye yönelik olarak da literatürde önemli sayıda çalışma bulunmaktadır. Eltony (1996) Körfez Ülkeleri için 1975-1993 dönemi için doğalgaz talebinin fiyat esnekliğini -0.17 ve gelir esnekliğini 0.48 olarak tahmin etmiştir. Fung vd. (1999) Kanada içerisinde doğalgaz talebinin fiyat esnekliğini -0.09 ile -2.5 aralığında ve gelir esnekliğini -0.005 ile 0.009 aralığında tahmin etmiştir. Nilsen vd. (2005), 1978-2002 dönemi için 12 AB ülkesi uzun dönem doğalgaz fiyat esnekliğini -1.54 ile -1.84 ve gelir esnekliğini 1.64 ile 2.25 aralığında tahmin etmiştir.

Yoo vd. (2009), hanehalkları anket verilerine dayalı olarak Seul’da 2005 yılı için doğalgaz talebinin fiyat esnekliğini -0.22 ve gelir esnekliğini 0.496 olarak tahmin etmişlerdir. Bilgili (2014) sekiz OECD ülkesi için 1979-2006 dönemi için uzun dönem fiyat ve gelir esnekliklerini farklı ekonometrik modelleri kullanarak tahmin etmiştir. Buna göre doğalgaz talebinin fiyat esnekliği -1.12 ile -1.29 arasında ve gelir esnekliği ise 1.33 ile 1.39 arasında değişmektedir. Türkiye için doğal gaz

talebinin analiz edildiği sadece bir çalışmaya, Erdoğan (2010) rastlanmıştır. Tek denklemlili kısmi uyumlanma modelleri kullanılarak kısa ve uzun dönemli parametrelerin hesaplandığı bu çalışmada, 1988-2005 dönemine ait yıllık sadece 28 gözlem kullanılmıştır. Uzun dönem fiyat esnekliğini hanehalkları için -31.90, sanayi sektörü için -7.81 ve elektrik üretimi için için -1.85 olarak tahmin etmiştir. Aynı sektörler için gelir esneklikleri sırası ile 6.92, 4.73 ve 5.11 olarak bulunmuştur.

**Tablo 1: Veri Setine İlişkin Bilgiler**

		Açıklama	Dönem	Kaynak
$Q_t^d$	$coal_t$	Nihai Kömür ve Kömür Ürünleri Tüketimi (Kiloton Petrol Eşdeğeri)	1960-2012	UEA
	$ng_t$	Nihai Doğal Gaz Tüketimi (Kiloton Petrol Eşdeğeri)	1982-2012	UEA
	$oil_t$	Nihai Petrol Ürünleri Tüketimi (Kiloton Petrol Eşdeğeri)	1960-2012	UEA
	$coalind_t$	Sanayi düzeyinde Kömür ve Kömür Ürünleri Tüketimi (Kiloton Petrol Eşdeğeri)	1960-2012	UEA
	$ngind_t$	Sanayi düzeyinde Doğalgaz Tüketimi (Kiloton Petrol Eşdeğeri)	1982-2012	UEA
	$oilind_t$	Sanayi düzeyinde Petrol ve Petrol Ürünleri Tüketimi (Kiloton Petrol Eşdeğeri)	1960-2012	UEA
$P_t$	$pcoal_t$	Sanayi ve Hanehalkı bazında Reel fiyat endeksi (Endeks 2005=100)	1982-2012	UEA
	$png_t$	Sanayi ve Hanehalkı bazında Reel fiyat endeksi (Endeks 2005=100)	1982-2012	UEA
	$poil_t$	Reel Petrol Fiyatı	1960-2012	UEA
$Y_t$	$pgdp_t$	Kişi başı Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (2005 sabit fiyatları (TL))	1960-2012	WDI
	$indva_t$	Sanayi Katma Değeri (2005 sabit fiyatları (TL))	1960-2012	WDI

## 4. Metodoloji

### 4.1. Veri Seti ve Yöntem

Türkiye’de petrol, doğalgaz ve kömüre ilişkin toplam ve sanayi düzeyindeki uzun

$$Q_t^d = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + \alpha_2 P_t + u_t$$

Burada tüm değişkenler modeldeki parametrelerin esneklikleri temsil etmesi amacıyla doğal logaritmik olarak modele dahil edilmiştir.  $Q_t^d$  toplam petrol eşdeğeri (TEP) cinsinden nihai enerji ürünleri (petrol ürünleri, kömür ve doğal gaz) tüketimini

dönemli talebin analizinde kullanılan modelin genel formunun aşağıdaki gibi ifade edilmesi mümkündür:

$$(1)$$

temsil etmektedir.  $P_t$  söz konusu enerji ürününün fiyatını,  $Y_t$  ise gelir düzeyini temsil etmektedir. Fiyat değişkeninin göstergesi olarak Uluslararası Enerji Ajansı’ndan her bir enerji ürünü bazında elde edilen sanayi ve hanehalkları



bazında hesaplanmış reel fiyat endeksleri kullanılmıştır.<sup>2</sup> Gelir düzeyinin göstergesi olarak ise Dünya Bankası Online (World Development Indicators, WDI) veri tabanından (<http://data.worldbank.org/>) elde edilen 2005 sabit fiyatları ile kişi başı GSYİH ve sanayi katma değeri kullanılmıştır. Toplam ve Sanayi düzeyinde petrol ve petrol ürünleri talebi için tahmin dönemi daha uzun bir veri setine ulaşılabildiği için 1960-2012 dönemini kapsayan yıllık verilerden oluşmaktadır. Kömür ve Doğal gaz tüketimi için 1982-2012 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılmıştır, bunun nedeni Uluslararası Enerji Ajansı’dan temin edilen doğal gaz ve kömür fiyat serilerine 1982 yılından itibaren ulaşılabilmesidir. Çalışmada kullanılan veri setine ilişkin bilgiler aşağıdaki Tablo 1’de ayrıntılı olarak verilmektedir.<sup>3</sup>

Bu çalışmada ilk olarak talep modellerinin analizinde uzun dönemli ilişkinin varlığı dikkate alınarak Johansen ve Juselius (1990) eşbütünleşme yöntemi kullanılmıştır. Maksimum olabilirlik yöntemi ile eşbütünleşik vektörlerin varlığının test edildiği Johansen yaklaşımı durağan olmayan serilerin düzey değerleri ve farklarını içeren VAR (Vector Autoregression) tahmininden oluşmaktadır. Modelde kullanılan içsel değişkenlere ait vektör  $X_t = [Q_t^d, Y_t, P_t]$  ifade edilirse kullanılacak VAR modeli k gecikme sayısı cinsinden aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$X_t = \Pi X_{t-1} + \dots + \Pi_k X_{t-k} + v_t \quad t = 1, \dots, t$$

(2)

Burada değişkenler vektörünü ( $X_t$ ), beklenen değeri ve kovaryansı sıfır, varyansı sabit beyaz gürültü (white noise) hata terimini ( $\varepsilon_t$ ) temsil etmektedir. Yukarıdaki (2) no’lu denklem birinci farkı alındıktan sonra şöyle ifade edilebilir:

<sup>2</sup> Reel petrol fiyatının hesaplanmasında Brent petrolün ABD doları cinsinden varil fiyatı döviz kuru ile çarpılarak TL’ye çevrilmiş ve TÜİK’ten elde edilen GSYİH deflatorüne bölünmüştür.

<sup>3</sup> Söz konusu değişkenlerin yanında Türkiye’de ve Dünya’da yaşanan krizlerin etkisinin yansıtılması amacıyla modele dışsal değişken olarak 1994, 2001 ve 2008 yıllarında 1, diğer dönemlerde 0 değerini alan bir kukla değişken de eklenmiştir.

$$\Delta X_t = \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_k \Delta X_{t-k} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Gamma_i = -I + \Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_i \quad i = 1, 2, \dots, k-1$$

$$\Pi = I - \Pi_1 - \dots - \Pi_k$$

Buradaki  $\Pi = \alpha\beta'$  matrisi değişkenler arasındaki ilişkinin niteliği hakkında bilgi verebilecek kısa dönemli uyumlanma  $\alpha$  katsayıları ve uzun dönemli eşbütünleşik vektörleri  $\beta$  içermektedir.  $\varepsilon_t$  ise  $E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = \Sigma$  varyans kovaryans matrisine sahip olan şoklar vektörüdür.  $k \times k$  boyutundaki  $\Pi$  matrisinin rankının sıfır ( $r=0$ ) olması durumunda  $X_t$  değişkenler vektöründeki tüm elemanlar durağan değildir. Tam tersine  $\Pi$  matrisi tam ranka sahipse ( $r=k$ )  $X_t$ 'nin tüm elemanları durağandır ve bunlar arasında uzun dönemli bir ilişki söz konusudur. Eğer  $r < k$  olması durumunda ise  $X_t$  değişkenler vektörünün elemanları arasında  $r$  tane eşbütünleşik vektör vardır. Johansen-Juselius (1990) eşbütünleşik vektör sayısının belirlenmesi amacıyla maksimum özdeğer ve iz testleri olmak üzere iki farklı test önermektedirler. Bunlardan iz testi  $\Pi$  matrisinin rankının  $r$ 'ye eşit veya  $r$ 'den küçük olduğu boş hipotezi test eder. Maksimum özdeğer testi ise eşbütünleşik vektör sayısının  $r$  olduğunu ifade eden boş hipotezi  $r+1$  olduğunu ifade eden alternatif hipoteze karşı test eder (Enders, 1995: 318).

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin belirlenmesinden sonra uzun dönemli ilişkiden sapmaların anlamlı olup olmadığının saptanması amacıyla enerji taleplerinin bağımlı değişken olduğu hata düzeltme modelleri oluşturularak talep

modelinin kısa dönemde anlamlı olup olmadığı da belirlenecektir.

Bunun yanında enerji talebinin fiyat ve çıktıdaki şoklara verdikleri tepkinin belirlenmesi amacıyla hata düzeltme modeli üzerinden etki-tepki analizi, enerji talebinde medyana gelen değişmelerin ne ölçüde hangi değişkenden, kaynaklandığının araştırılması amacıyla varyans ayrıştırma analizi yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan etki tepki fonksiyonları VAR modelinin tanımlanmasında Cholesky ayrıştırması yerine Johansen ve Juselius (1990) maksimum olabilirlik yönteminden elde edilen eşbütünleşik vektörlerin hata düzeltme modelinde kısıt olarak kullanılmaktadır. Değişkenlerin içsel değişkenler vektörünün sıralanmasından etkilenmediği söz konusu yöntem Pesaran ve Shin (1998) tarafından geliştirilmiştir.

#### 4.2. Model Tahmini ve Ampirik Sonuçlar

Eşbütünleşme analizinin ilk aşaması olarak Tablo 1'de enerji talebi modelinde kullanılacak serilerin sabitli, sabitli ve trendli spesifikasyonlarına göre Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) (Dickey ve Fuller, 1981) ve Phillips ve Perron (1988) (PP) test sonuçlarına yer verilmiştir. Tablo 1'de görüldüğü gibi tüm değişkenler için düzeyde birim kökün olduğu boş hipotez reddedilmektedir, dolayısıyla seriler düzey değerlerinde durağan değildir, birinci farkta % 1 anlamlılık düzeyinde durağandır.

**Tablo 2: ADF ve PP Birim Kök Testleri Sonuçları**

	Spesifikasyon	ADF		PP	
		Düzyey	Birinci Fark	Düzyey	Birinci Fark
<i>oil</i>	Sabitli	-2.521	-6.249***	-2.845	-6.194***
	Sabitli ve Trendli	-1.619	-6.968***	-1.619	-7.020***
<i>oilind</i>	Sabitli	-2.156	-5.269***	-1.868	-5.237***
	Sabitli ve Trendli	-1.526	-5.457***	0.849	-8.162***
<i>coal</i>	Sabitli	-1.475	-8.067***	-1.668	-8.736***
	Sabitli ve Trendli	-2.668	-7.985***	-3.734**	-8.624***
<i>coalind</i>	Sabitli	-2.020	-6.842***	-1.971	-7.206***
	Sabitli ve Trendli	-2.793	-6.990***	-2.731	-9.856***
<i>ng</i>	Sabitli	-1.808	-3.900***	-1.701	-3.992***
	Sabitli ve Trendli	-0.899	-3.979***	-1.081	-4.050**
<i>ngind</i>	Sabitli	-1.274	-4.455***	-1.205	-4.508***
	Sabitli ve Trendli	-1.578	-2.687***	-1.629	-4.359***
<i>poil</i>	Sabitli	-1.397	-4.234***	-1.389	-6.133***
	Sabitli ve Trendli	-2.414	-4.150**	-2.675	-6.950***
<i>pcoal</i>	Sabitli	-2.408	-5.369***	-2.602	-5.057***
	Sabitli ve Trendli	-3.015	-5.428***	-3.018	-5.195***
<i>png</i>	Sabitli	-2.195	-4.245***	-2.195	-5.219***
	Sabitli ve Trendli	-2.601	-4.355***	-2.384	-5.734***
<i>pgdp</i>	Sabitli	-0.586	-6.028***	-0.422	-7.263***
	Sabitli ve Trendli	-3.067	-5.914***	-3.122	-7.066***
<i>indva</i>	Sabitli	-1.242	-5.262***	-1.647	-5.311***
	Sabitli ve Trendli	-2.791	-5.274***	-2.606	-5.831***

**Notlar:** \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla 10% , 5% and 1% düzeyindeki anlamlılığı göstermektedir. ADF testinde gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriterine (AIC) göre belirlenmiştir. PP testinde aralıklar Barlett-Kernel’in kullanıldığı Newey-West istatistiği ile belirlenmiştir.

Johansen eşbütünleşme testinden elde edilen sonuçlar genel olarak enerji tüketimi, gelir ve enerji fiyatı arasında sanayi ve ekonominin genelinde uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu göstermektedir (bkz. Ek Tablo 1). Sonuçlara göre sanayi düzeyindeki doğalgaz talep modelinde gerek iz gerekse maksimum özdeğer istatistiklerine göre %10 anlamlılık düzeyinde iki eşbütünleşik vektör bulunmuştur. Maksimum özdeğer istatistiğine göre toplam ve sanayi petrol talep modellerinde eşbütünleşik vektör sayısı da bir olarak elde edilmiştir. Diğer modellere ilişkin sonuçlar ise %5 anlamlılık düzeyinde en az bir eşbütünleşik vektörün olduğunu göstermektedir. Johansen ve Juselius (1990) yönteminden elde edilen eşbütünleşik parametreler Tablo 3’de yer almaktadır.

Tahmin edilen gelir ve fiyat esneklik katsayıları beklenen işarete sahiptir ancak parametrelerin esneklik ve anlamlılık dereceleri modellere göre farklılaşmaktadır. Fiyat esneklikleri açısından değerlendirildiğinde doğal gaz talebinin hem genelde hem de sanayide fiyata göre esnek olmadığı gözlemlenmektedir. Petrol talebi modelleride fiyat değişkeninin parametresi hem sanayi hem de toplam düzeyde anlamsız bulunmuştur. Dolayısıyla fiyata göre esnek değildir. Toplam petrol talebi tahmin edilen katsayının 1.717 olması nedeniyle gelire göre esnektir. Sanayi düzeyindeki petrol talebinin gelir esnekliğinin birden küçük olması nedeniyle (0.639) esnek olmadığı, dolayısıyla gelirdeki artışa toplam petrol talebi kadar cevap veremediği görülmektedir.

**Tablo 3: Uzun Dönemli Eşbütünleşme Parametreleri**

Model	Petrol		Doğal Gaz		Kömür	
	(oil, poil, pgdp)	(oilind, poil, indva)	(ng, png, pgdp)	(ngind, png, indva)	(coal, pcoal, pgdp)	(coalind, pcoal, indva)
$P_t$	-0.236	-0.259	-0.980**	-0.539***	-0.107*	-0.071
	(0.151)	(0.375)	(0.520)	(0.171)	(0.061)	(0.122)
$Y_t$	1.717***	0.639**	0.748***	0.814***	1.284***	1.015***
	(0.284)	(0.308)	(0.222)	(0.073)	(0.113)	(0.124)
Sabit	-1.375	-6.440	-0.902	-15.196***	-0.363445	-15.209
	(2.249)	(7.950)	(3.84)	(1.871)	(1.196)	(1.544)

**Not:** Parametrelere ait standard hatalar parantez içinde verilmiştir. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla 10%, 5% ve 1% düzeyindeki anlamlılığı göstermektedir.

Toplam petrol ve kömür talebinin de aynı şekilde esnek olmadığı gözlemlenmekle birlikte, bu iki enerji türünün talebinin fiyat esnekliği sanayi bazında birden büyük bulunmuştur. Diğer taraftan petrol talebini sadece toplam düzeyde gelire esnek iken, kömür talebi hem toplamda hem de sanayide gelire esnek bulunmuştur. Ancak sonuçlar doğal gaz talebinin her iki modelde de hem fiyata hem de gelire göre esnek olmadığını ima etmektedir.

Tablo 4’de yer alan hata düzeltme modeli sonuçlarına göre kısa dönemli esneklikler genel olarak anlamlı bulunmamasına rağmen, anlamlı ve beklenen işarete sahip hata düzeltme parametreleri uzun dönemli dengeden kısa dönemde sapmaların olduğunu, bu anlamda değişkenler arasında gelir ve fiyatlardan enerji talebine doğru uzun dönemli bir nedensellik ilişkisinin bulunduğunu göstermektedir.

Eşbütünleşme analizinden sonra eşbütünleşik vektörlerin kısıt olarak kullanıldığı hata düzeltme modelleri üzerinden Pesaran ve Shin (1998) tarafından önerilen etki tepki analizleri yapılmış, her bir

model için elde edilen sonuçlar EK 1, 2 ve 3’te verilmiştir.<sup>4</sup>

Petrol talebi modelleri ile ilgili sanayi ve tüm ekonomi düzeyindeki geliştirilmiş etki-tepki fonksiyonu sonuçları Ek Şekil 1’de verilmiştir. Petrol tüketiminin fiyatlar ve çıktıda meydana gelen şoklara tepkisi beklentilere ve eşbütünleşme testinden elde edilen parametrelere paralel olarak sırasıyla negatif ve pozitif bulunmuştur. Petrol talebinin kişi başı gelir şoklarına tepkisi katma değer şoklarına olan tepkisinden daha fazla iken, ancak petrol fiyat şoklarına olan tepkisi ise bunun aksine sanayi düzeyinde daha yüksektir. Kömür tüketimi ile ilgili bulgular daha ilginç sonuçlar içermektedir (bkz. Şekil 2). Buna göre toplam kömür tüketiminin fiyat şoklarına olan tepkisi anlamsızdır ancak sanayi düzeyinde beklendiği üzere negatif ve anlamlı bulunmuştur.

<sup>4</sup> Etki tepki fonksiyonları anlamlılıklarının belirlenmesi amacıyla Sims ve Zha (1999) tarafından Monte Carlo entegrasyonu ile elde edilen %95’lik standart hata ile birlikte verilmiştir.

Kömür tüketiminin çıktıdaki şoklara tepkisi her iki modelde de pozitif olmakla birlikte tepkinin derecesi büyüklük olarak sanayi düzeyinde daha fazladır. Ancak doğal gaz tüketiminin değişkenlere verilen bir standart

sapmalık şoklara tepkisi diğer talep modelleri ile karşılaştırıldığında daha kalıcıdır, toplam doğal gaz tüketimi sanayi tüketimine nazaran fiyat ve çıktıdaki değişmelerden daha fazla etkilenmektedir.

**Tablo 4: Hata Düzeltme Modelleri**

	Bağımlı Değişken					
	$\Delta coal$	$\Delta coalind$	$\Delta oil$	$\Delta oilind$	$\Delta ng$	$\Delta ngind$
$\Delta q_{t-1}$	-0.0248 (0.184)	0.166 (0.173)	0.0263 (0.162)	0.0035 (0.142)	-0.24028 (0.24505)	-0.11169 (0.189)
$\Delta P_{t-1}$	-0.309* (0.183)	-0.544 (0.221)	0.0141 (0.032)	0.034835 (0.085)	-0.0514** (0.023)	-0.379 (0.338)
$\Delta Y_{t-1}$	-0.761 (0.564)	-0.635 (0.476)	-0.089099 (0.23687)	-0.232442 (0.43099)	-0.036832 (0.12565)	-1.5378 (0.995)
$ecm_{t-1}$	-0.493*** (0.109)	-0.705*** (0.144)	-0.067*** (0.016)	-0.047 (0.010)	-0.087*** (0.029)	-0.105*** (0.028)
Kukla	-0.271*** (0.059)	-0.431*** (0.077)	-0.00156 (0.028)	-0.01915 (0.078)	-0.006 (0.015)	-0.154 (0.140)
Bruesch- Godfrey	4.66 [.031]	1.47 [0.23]	0.432 [0.51]	3.30 [ 0.04]	1.77 [0.18]	1.85 [0.17]
RESET	0.08 [0.78]	5.71 [0.00]	0.31 [0.58]	0.28 [0.60]	0.21 [0.64]	1.65 [0.20]
Jarque-Bera	0.56 [0.75]	0.83 [0.660]	1.84 [0.40]	4.32 [0.12]	9.13 [0.01]	2.76 [0.25]
White	0.06 [0.81]	0.01 [.964]	0.03 [0.87]	1.78 [0.98]	2.99 [0.08]	18.41 [0.00]

**Not:** Parametrelere ait standard hatalar parantez içinde verilmiştir. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla 10%, 5% ve 1% düzeyindeki anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 5’de enerji tüketimine ilişkin VAR modelinden elde edilen varyans ayrıştırma (Variance Decomposition) sonuçları verilmektedir. Söz konusu analizde bir değişkenin hata terimine verilen bir şokun diğer değişkenler üzerindeki etkisinin incelendiği etki-tepki fonksiyonundan farklı olarak, dışsal bir şok nedeniyle bir değişkende medyana gelen değişmelerin hangi değişkenden, ne ölçüde kaynaklandığı araştırılmaktadır. Toplam petrol tüketimi dikkate alındığında 10 dönemlik gecikme düzeyinde petrol tüketimindeki değişmelerin yaklaşık % 52.583’ü kendisindeki, % 25.614’ü kişi başı gelirdeki, % 21.803’ü petrol fiyatındaki değişmeden

kaynaklanmaktadır. Sanayi tüketimine bakıldığında ise değişkenleri açıklayıcılık sıralamasında herhangi bir farklılaşma görülmemekle birlikte, petrol tüketiminin kendisindeki değişmeleri açıklayıcılık düzeyinin arttığı diğer değişkenlerin düzeyinin ise azaldığı dikkat çekmektedir. Fiyattaki değişmelerin tüketimi açıklayıcılık gücünün en düşük olduğu varyans ayrıştırma sonuçları kömür tüketim modellerinde elde edilmiştir. 10 dönemlik gecikme düzeyinde kömür fiyatı sanayi tüketimindeki değişmelerin ancak % 2,024’ünü açıklayabilmektedir. Söz konusu oran toplam kömür talebi modelinde daha da düşük (% 5.869) bulunmuştur.

Doğal gaz talep modelleri, kömür talebinden elde edilen sonuçlara paralel olarak fiyattaki değişmelerin toplam düzeyde doğal gaz tüketimindeki değişmelerin açıklanmasında

sınırlı kaldığını göstermekle birlikte Fiyatlardaki değişmeler sanayide doğal gaz tüketiminin 10 dönemlik gecikme düzeyinde %15.652'sini açıklayabilmektedir.

**Tablo 5: Varyans Ayrıştırma Sonuçları**

Petrol Tüketimi									
Toplam					Sanayi				
Step	S.E.	pgdp <sub>t</sub>	poil <sub>t</sub>	oil <sub>t</sub>	Step	S.E.	indva <sub>t</sub>	poil <sub>t</sub>	oilind <sub>t</sub>
1	0.058	24.340	5.192	70.469	1	0.106	13.908	17.489	68.602
2	0.081	22.946	5.588	71.466	2	0.112	21.897	16.335	61.768
3	0.097	23.001	6.920	70.079	3	0.121	18.885	14.247	66.868
4	0.110	23.382	8.636	67.982	4	0.122	20.360	14.026	65.614
5	0.122	23.834	10.582	65.584	5	0.125	19.744	13.616	66.640
6	0.132	24.281	12.687	63.032	6	0.125	20.172	13.573	66.255
7	0.142	24.691	14.901	60.408	7	0.126	20.120	13.545	66.335
8	0.152	25.053	17.180	57.767	8	0.126	20.157	13.545	66.298
9	0.160	25.361	19.490	55.149	9	0.126	20.194	13.544	66.261
10	0.169	25.614	21.803	52.583	10	0.126	20.181	13.550	66.269
Kömür Tüketimi									
Toplam					Sanayi				
Step	S.E.	pgdp <sub>t</sub>	pcoal <sub>t</sub>	coal <sub>t</sub>	Step	S.E.	indva <sub>t</sub>	pcoal <sub>t</sub>	coalind <sub>t</sub>
1	0.158	37.709	3.764	58.528	1	0.217	36.981	0.688	62.331
2	0.173	37.368	3.742	58.891	2	0.266	33.159	0.980	65.861
3	0.199	38.658	6.996	54.346	3	0.313	32.245	1.447	66.308
4	0.223	39.088	7.268	53.644	4	0.352	31.656	1.684	66.660
5	0.243	40.101	6.926	52.972	5	0.388	31.252	1.806	66.941
6	0.261	41.134	6.677	52.190	6	0.421	30.945	1.879	67.176
7	0.278	41.799	6.438	51.763	7	0.452	30.712	1.929	67.358
8	0.293	42.290	6.196	51.514	8	0.481	30.533	1.968	67.500
9	0.308	42.728	6.010	51.261	9	0.508	30.390	1.999	67.611
10	0.322	43.074	5.869	51.056	10	0.533	30.275	2.024	67.702
Doğal Gaz Tüketimi									
Toplam					Sanayi				
Step	S.E.	pgdp <sub>t</sub>	png <sub>t</sub>	ng <sub>t</sub>	Step	S.E.	indva <sub>t</sub>	png <sub>t</sub>	ngind <sub>t</sub>
1	0.217	1.544	4.319	94.137	1	0.235	0.221	0.173	99.606
2	0.349	0.775	2.406	96.819	2	0.366	1.930	1.299	96.771
3	0.439	0.961	1.555	97.484	3	0.411	1.687	2.613	95.700
4	0.529	0.915	1.423	97.661	4	0.445	1.480	3.008	95.512
5	0.592	4.536	1.161	94.303	5	0.464	3.419	2.778	93.803
6	0.643	9.908	1.151	88.941	6	0.477	6.072	3.860	90.068
7	0.707	18.126	1.503	80.371	7	0.503	10.489	6.822	82.689
8	0.777	26.300	2.615	71.085	8	0.538	15.579	10.335	74.086
9	0.844	31.770	3.982	64.248	9	0.572	18.948	13.550	67.502
10	0.910	35.536	5.018	59.447	10	0.605	21.336	15.652	63.012

Sıralama: Y<sub>t</sub>, P<sub>t</sub>, Q<sub>t</sub>.

## 5. SONUÇ

Türkiye’nin enerji gereksinimi enerji türlerine göre farklılaşarak giderek artmaktadır. Gelişen dinamik bir ekonomi olması, kişi başına düşen enerjinin gelişmiş ülkeler ortalamasının altında olması ve nüfus artışı bunda etkili olmaktadır. Öte yandan artan enerji talebi ile birlikte Türkiye’nin enerji dışı bağımlılığı giderek artmaktadır. Mevcut enerji ihtiyacının yaklaşık %74’ü ithalat yolu ile karşılanmaktadır. Enerji talebinin çeşitli belirleyicileri olmakla birlikte talebin kısa dönem ve uzun dönem fiyat ve gelir esnekliklerinin bilinmesi önem arz etmektedir.

Bu bağlamda çalışmamızda Johansen ve Juselius (1990) eşbütünleşme yöntemine göre elde edilen bulgulara göre enerji türleri ve sektörlere göre esneklikler önemli ölçüde farklılaşmaktadır. Gerek toplam gerekse sanayi düzeyinde doğal gaz talebinin hem fiyata hem de gelire göre esnek olmadığı bulunmuştur. Petrol talebi ise sanayi düzeyinde gelire esnek değilken toplam düzeyde gelire göre esnek bulunmuştur. Dikkate değer diğer bir husus ise petrol talebi modellerinde fiyata ait parametrenin anlamsız bulunmasıdır. Kömür talebi

petrolde olduğu gibi fiyata esnek olmamasına rağmen, toplam ve sanayi düzeyindeki kömür talebi gelire esnek bulunmuştur.

Eşbütünleşik VAR modeli üzerinden yapılan etki-tepki ve varyans ayrıştırma analizleri eşbütünleşme sonuçlarını desteklemektedir. Enerji türleri fiyat ve gelir şoklarına genel olarak beklenen yönde tepki vermekle birlikte doğal gaz tüketiminin şoklara tepkisinin diğer talep modelleri ile karşılaştırıldığında daha kalıcı olduğu görülmektedir. Toplam doğal gaz tüketiminin sanayiye nazaran fiyat ve çıktıdaki değişimlerden daha fazla etkilendiği gözlemlenmiştir. Varyans ayrıştırma sonuçları ise genel olarak enerji tüketiminde meydana gelen değişimlerin önemli bir kısmının değişkenin kendisinden sonra gelir düzeyi tarafından açıklandığını, fiyatın katkısının sınırlı kaldığını göstermektedir. Fiyatların tüketimi açıklayıcılık gücünün en düşük olduğu varyans ayrıştırma sonuçları kömür tüketim modellerinden elde edilmiştir. Bunun yanında gelir düzeyindeki değişimlerin etkileri en fazla toplam kömür talebinde görülmüştür.

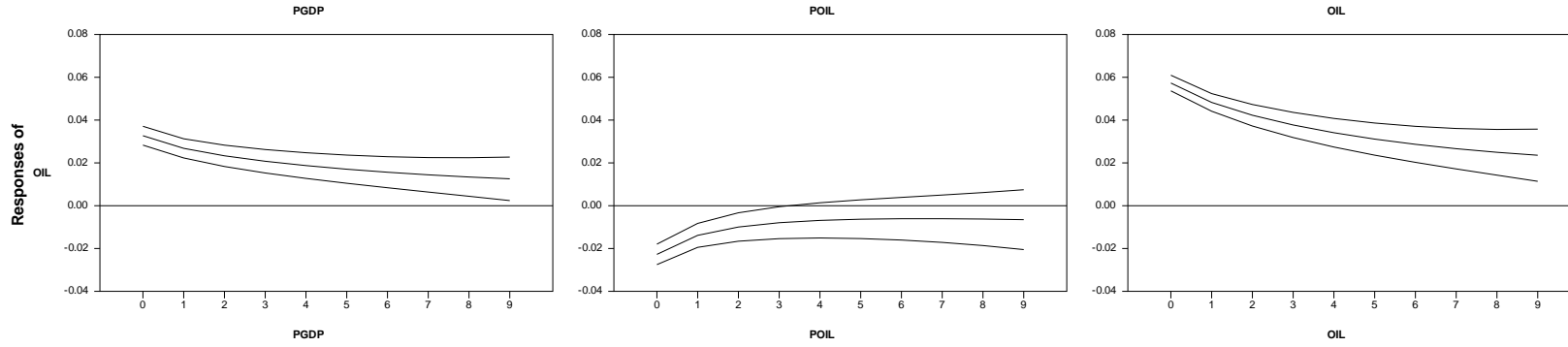
## KAYNAKÇA

- Altınay G. (2007). “Short-run and long-run elasticities of import demand for crude oil in Turkey”, **Energy Policy**, 35/11, 5829-5835.
- Bilgili, F. (2014). “Long-Run Elasticities of Demand for Natural Gas: OECD Panel Data Evidence”, **Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy**, 9/4, 334-341.
- Cooper J.C.B. (2003). “Price Elasticity of Demand for Crude Oil: Estimates for 23 Countries”, **OPEC Review** 27, 1-8.
- Chin-Ho C., Y. Chu ve H. Yang (2011). “Oil Demand and Energy Security in Asian Countries”, **The Journal of Energy Markets**, 4/2, 27-42.
- Dickey, D. ve Fuller, W. (1981) “Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root”, **Econometrica**, 49/4, 1057-1072.

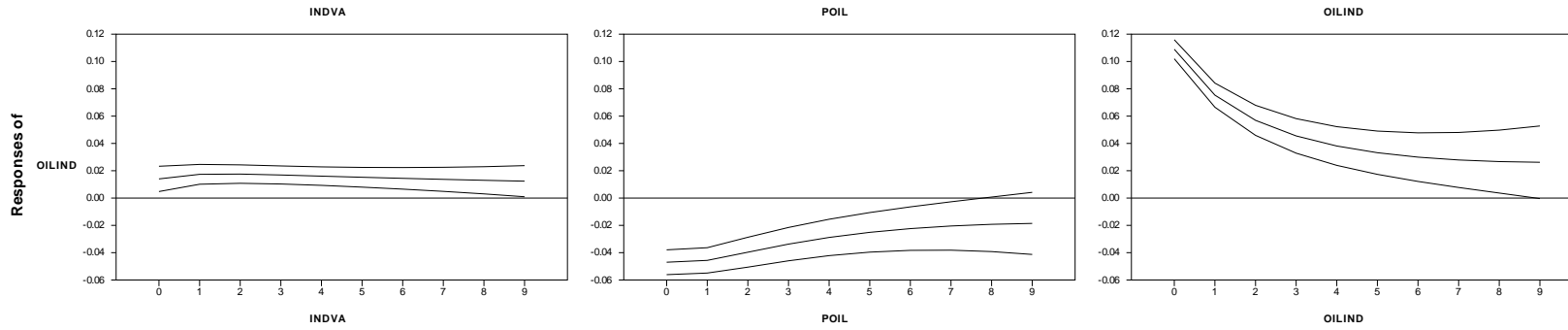
- Eltony, M. N. (1996). “Demand for Gasoline in the GCC: An Application of Pooling and Testing Procedures”, **Energy Economics**, 18/3, 203-209.
- Enders, W. (1995). **Applied Econometric Time Series**, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Erdoğan, E. (2010). “Natural Gas Demand in Turkey”, **Applied Energy**, 87/1, 211-219.
- Fung, A. S., Aydinalp, M., ve V. I. Ugursal (1999). “Econometric Models for Major Residential Energy End-uses”, Canadian Residential Energy End-use Data and Analysis Centre CREEDAC-1999-04-05 report. Halifax, NS.
- Gately D. ve Huntington H. G. (2002). “The Asymmetric Effects of Changes in Price and Income on Energy and Oil Demand”, **Energy Journal**, 23/1, 19-55.
- Ghouri S. (2011). “Oil Demand in North America: 1980–2020”, **OPEC Review**, 25/4, 339-355,
- Johansen, S. ve Juselius K. (1990). “Maximum Likelihood Estimation and Inferences on Cointegration—with applications to the demand for money”, **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 52/2, 169-210.
- Krichine N. (2002). “World Crude Oil and Natural Gas: A Demand and Supply Model”, **Energy Economics**, 24/6, 557-576.
- Krichine N., (2005). “A Simultaneous Equations Model for World Crude Oil and Natural Gas Markets”, **International Monetary Fund Working Paper**, WP/05/32.
- Mesutoğlu B., (2001). “Yıllık Programlar ve Konjonktür Değerlendirme Genel Müdürlüğü”, DPT Yayınları, Erişim: <http://ekutup.dpt.gov.tr/> , Erişim Tarihi: 25/03/2016.
- Nilsen, O. B., F. Asche, , R. Tveteras, (2005). “Natural Gas Demand in The European Household Sector”, **Institute for Research in Economics and Business Administration Working Paper**, No: 44/05. Bergen, Norway.
- Nişancı M., (2005). “Eşbütünleşme Tekniği İle Türkiye’de Yakıt Talebinin Analizi”, **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 2, 19-31.
- Pesaran H. H. ve Shin Y. (1998). “Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models”, **Economics Letters** , 58/1, 17-29.
- Phillips, P. C. B. ve Perron, P. (1988). “Testing for a Unit Root in Time Series Regression”, **Biometrika**, 75/2, 335-346.
- Sims, C.A. ve Zha T., (1999). “Error Bands for Impulse Responses”, **Econometrica**, 67/5, 1113-1156.
- Solak O. ve Beşkaya A. (2013). “Türkiye’nin Net Petrol İthalatının Fiyat Ve Gelir Esneklikleri: ARDL Modelleme Yaklaşımı ile Eşbütünleşme Analizi”, **Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi**, 9 /18, 19-30.
- Yoo, S. H., Lim, H. J., ve Kwak, S. J. (2009). “Estimating The Residential Demand Function for Natural Gas in Seoul with Correction for Sample Selection Bias”, **Applied Energy**, 86/4, 460-465.



**EKLER**

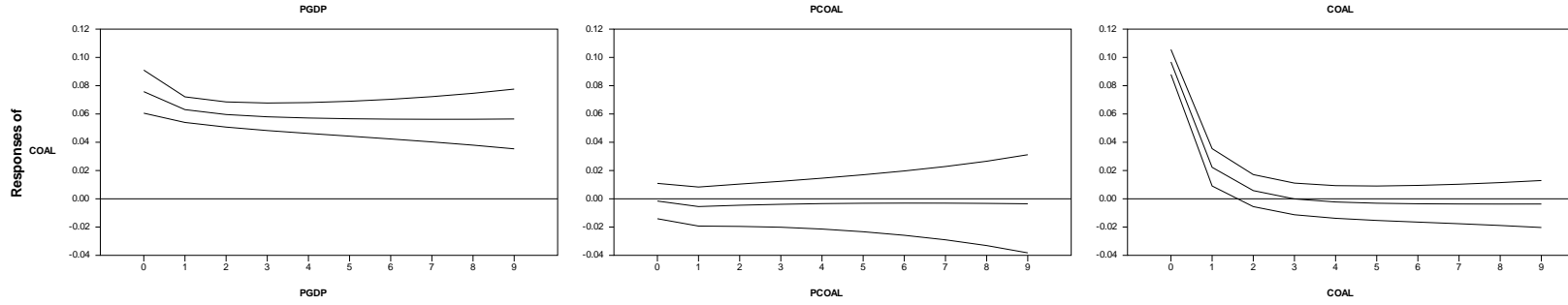


a. Model : (oil, poil, pgdp)

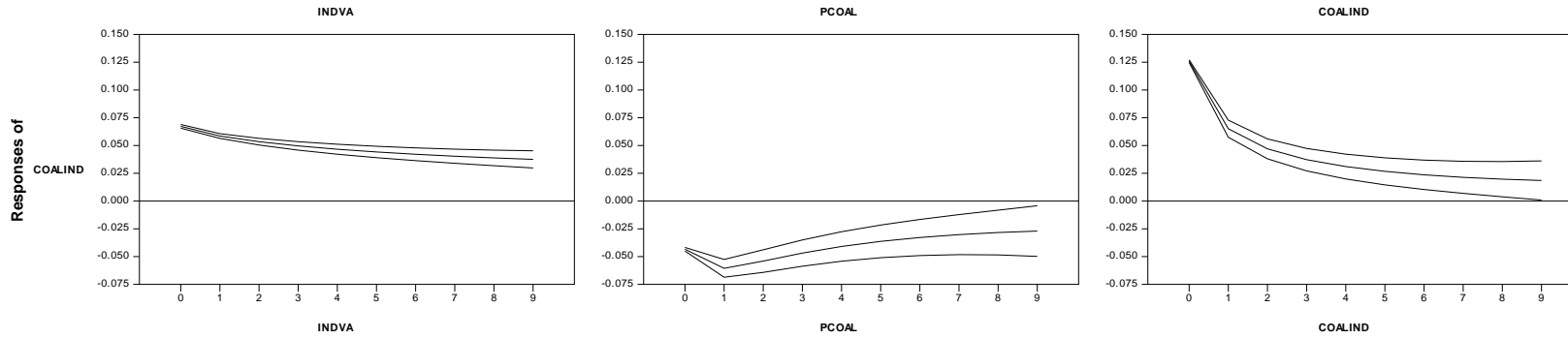


b. Model : (oilind, poil, indva)

Ek Şekil 1: Petrol Tüketiminin Genelleştirilmiş 1 Standart Sapmalılık Şoklara Tepkisi



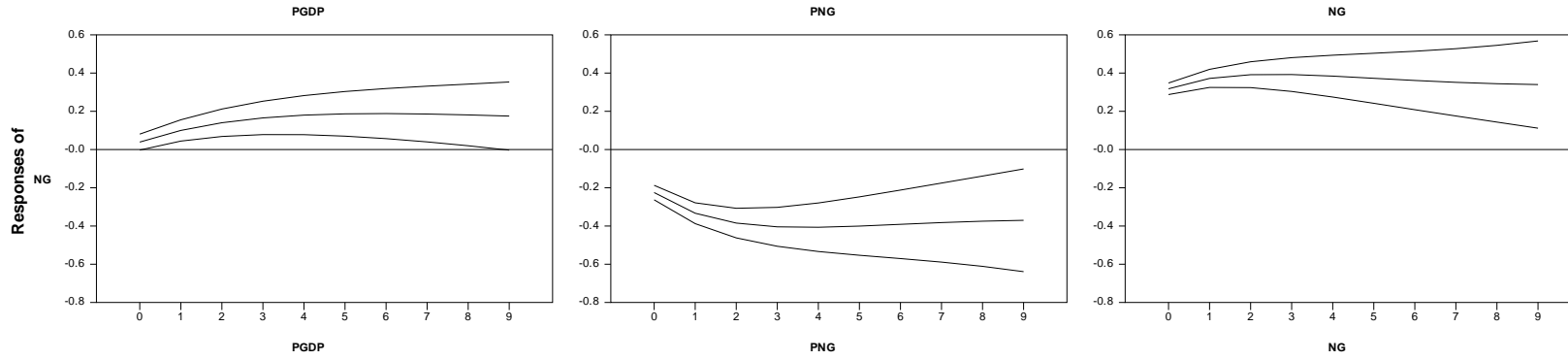
a. Model (coal, pcoal, pgdp)



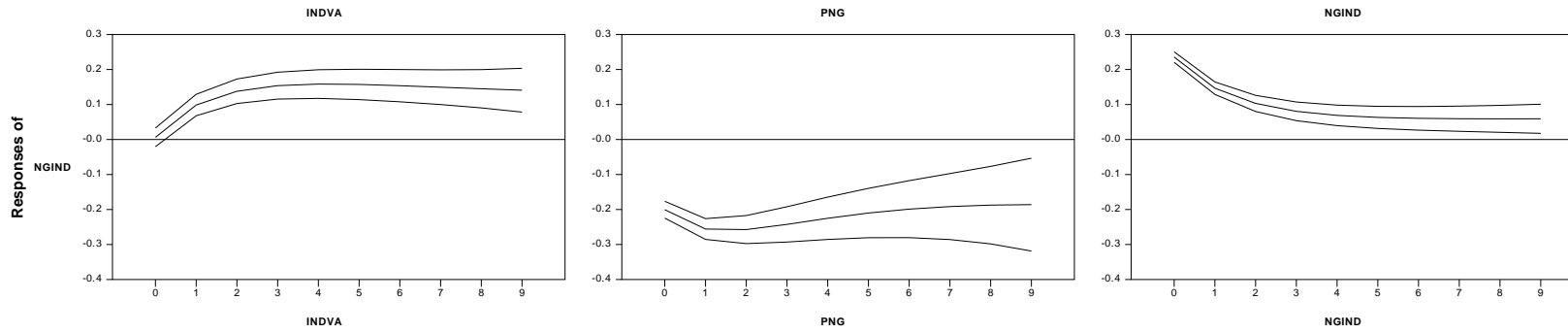
b. Model (coalind, pcoal, indva)

**Ek Şekil 2: Kömür Tüketiminin Genelleştirilmiş 1 Standart Sapmalı Şoklara Tepkisi**

*Türkiye'de Petrol, Kömür Ve Doğal Gaz Talebinin Fiyat Ve Gelir Esnekliklerinin Tahmin Edilmesi*



a. Model : (ng, png, pgdp)



b. Model : (ngind, png, indva)

**Ek Şekil 3: Doğal Gaz Tüketiminin Genelleştirilmiş 1 Standart Sapmalı Şoklara Tepkisi**

**Ek Tablo 1: Johansen Eşbütünleşme Testi**

Model : (oil, poil, pgdp)										Model : (oilind, poil, indva)									
Maksimum Özdeğer Testi					İz Testi					Maksimum Özdeğer Testi					İz Testi				
H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% K.D.	H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% Crit.V al.	H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% K.D.	H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% K.D.
r = 0	r = 1	23.88*	21.14	18.89	r = 0	r >= 1	29.25**	29.79	27.07	r = 0	r = 1	19.65**	21.14	18.89	r = 0	r >= 1	47.78*	29.79	27.07
r <= 1	r = 2	5.04	14.26	12.30	r <= 1	r >= 2	5.37	15.49	13.43	r <= 1	r = 2	5.43	14.26	12.30	r <= 1	r >= 2	18.22*	15.49	13.43
r <= 2	r = 3	0.33	3.84	2.70	r <= 2	r = 3	0.33	3.84	2.70	r <= 2	r = 3	0.01	3.84	2.70	r <= 2	r = 3	5.31	3.84	2.70
Model : (coal, pcoal, pgdp)										Model : (coalind, pcoal, indva)									
Maksimum Özdeğer Testi					İz Testi					Maksimum Özdeğer Testi					İz Testi				
H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% K.D.	H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% K.D.	H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% K.D.	H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% K.D.
r = 0	r = 1	22.37*	22.04	19.86	r = 0	r >= 1	36.44*	34.87	31.93	r = 0	r = 1	38.86*	22.04	19.86	r = 0	r >= 1	53.13*	34.87	31.93
r <= 1	r = 2	8.45	15.87	13.81	r <= 1	r >= 2	14.08	20.18	17.88	r <= 1	r = 2	12.50	15.87	13.81	r <= 1	r >= 2	14.27	20.18	17.88
r <= 2	r = 3	5.62	9.16	7.53	r <= 2	r = 3	5.62	9.16	7.53	r <= 2	r = 3	1.77	9.16	7.53	r <= 2	r = 3	1.77	9.16	7.53
Model : (ng, png, pgdp)										Model : (ngind, png, indva)									
Maksimum Özdeğer Testi					İz Testi					Maksimum Özdeğer Testi					İz Testi				
H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% K.D.	H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% K.D.	H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% K.D.	H <sub>0</sub>	H <sub>A</sub>	İst.	95% K.D.	90% K.D.
r = 0	r = 1	19.94*	22.04	19.86	r = 0	r >= 1	36.68*	34.87	31.93	r = 0	r = 1	21.57**	22.04	19.86	r = 0	r >= 1	42.18*	34.87	31.93
r <= 1	r = 2	12.77	15.87	13.81	r <= 1	r >= 2	16.75	20.18	17.88	r <= 1	r = 2	14.49**	15.87	13.81	r <= 1	r >= 2	20.61*	20.18	17.88
r <= 2	r = 3	3.98	9.16	7.53	r <= 2	r = 3	3.98	9.16	7.53	r <= 2	r = 3	6.11	9.16	7.53	r <= 2	r = 3	6.11	9.16	7.53

**Notlar:** VAR modelinin tahmininde kısıtsız sabit ve trend içermeyen model kullanılmıştır. VAR modelinde gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine (SIC) göre belirlenmiştir. \* ve \*\* test istatistiklerinin sırasıyla 5% ve 10% düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.