

TÜRKİYE’NİN ENERJİ TALEBİNİ BELİRLEYEN ETKENLER

Elif AKBOSTANCI*

Gül İpek TUNÇ*

Serap TÜRÜT-AŞIK*

***Orta Doğu Teknik Üniversitesi İktisat Bölümü**

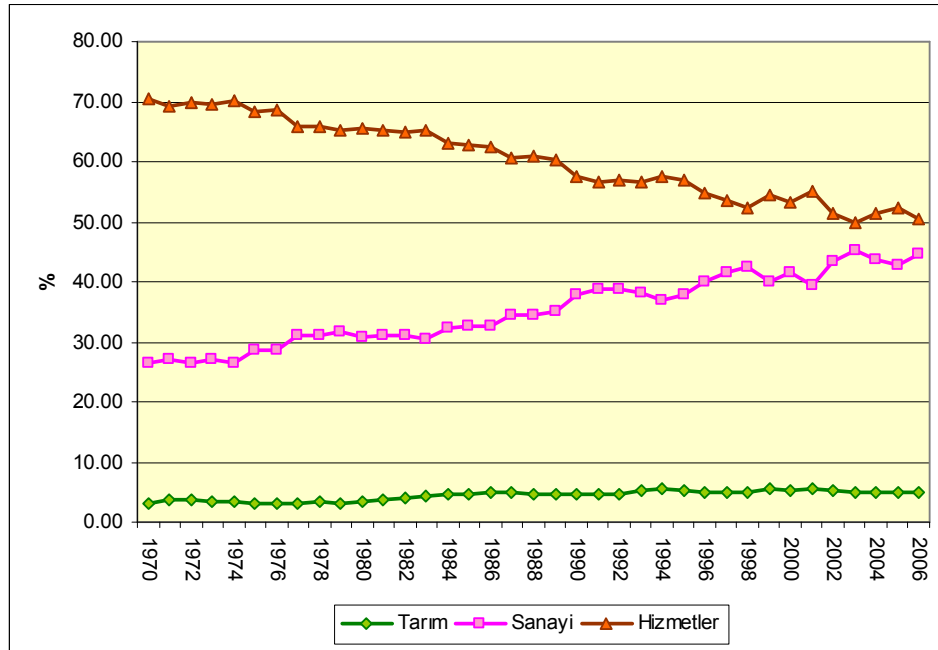
ÖZET

Fosil yakıtların kısıtlılığı, çevreye olan olumsuz etkileri ve enerji fiyatlarında son yıllardaki oynaklık nedeniyle enerji, iktisadi olarak en çok tartışılan konular arasına yerleşmiş bulunmaktadır. Türkiye ekonomisinin enerji tüketiminin son yıllarda hızla arttığı ve giderek ithal enerjinin toplam enerji kullanımındaki payının büyüdüğü bilinmektedir. Bu olgudan hareketle Türkiye’nin enerji talebini belirleyen etkenlerin araştırılması önem kazanmaktadır. Bu çalışmada Türkiye’nin enerji talebi toplamda ve ayrıca sanayi ve hizmet sektörleri için dinamik ekonometrik modelleme teknikleri kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada 1985-2004 yılları için enerji kullanımı, üretim, yurt içi enerji fiyatları ve dünya ham petrol fiyatları değişkenleri için eşbütünleme analizi ve vektör hata düzeltme modelleri kullanılarak dürtü yanıtı analizi yapılmıştır. Böylece uzun ve kısa dönemde enerji talebinin enerji fiyatlarındaki ve üretimdeki değişikliğe nasıl tepki verdiği araştırılmıştır. Çalışmanın temel sonucu toplamda ve hizmet sektöründe dünya fiyatlarının etkisiz olduğu ancak sanayi talebi açısından dünya fiyatlarındaki artışların enerji kullanımını uzun dönemde azaltmak yerine arttırdığı yönündedir. Benzer sonuçlar toplamda ve sanayi ile hizmet sektörü özelinde yurt içi enerji fiyatları için de bulunmuştur.

1. GİRİŞ

Artan bir nüfusa, büyüyen bir ekonomiye sahip olan ve tarımdan sanayiye doğru yapısal bir dönüşüm gerçekleştiren Türkiye dünyanın en hızlı büyüyen enerji pazarları arasında yer almaktadır [13]. Şekil 1 den de görüleceği gibi 1970-2006

yılları arasında enerji tüketiminde tarım sektörünün payı aşağı yukarı aynı kalırken, hizmetlerde zaman içerisinde bir düşüş, sanayi de ise bir artış gözlenmektedir. Artan nüfus, köylerden şehirlere doğru gerçekleşen hızlı göç ve büyüyen ekonomi Türkiye'nin enerji tüketimini ürettiği enerjiden daha hızlı arttırmakta ve Türkiye'yi hızla büyüyen bir enerji ithalatçısı ülke konumuna getirmektedir. Enerji gereksiniminin yaklaşık olarak üçte ikisini ithalat ile karşılamak durumunda kalan Türkiye için yeterli ve güvenli enerji arzı enerji politikasının öncelikleri arasında yer almaktadır. Bu nedenle özellikle iktisadi kriz gibi olağanüstü zamanlarda enerji talebinin planlanması büyük önem taşımaktadır [2]. Bunlara ek olarak dünya enerji fiyatlarındaki dalgalanmaların ve belirsizliklerin de Türkiye'nin enerji talebini araştıran çalışmaların gerekliliğini ortaya koyduğu açıktır.¹



Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi'nden alınan verilerden türetilmiştir.

Şekil 1. Enerji tüketiminin sektörel payları

Enerji talebi üzerine yapılan çalışmalar hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler açısından bakıldığında oldukça fazladır. Bunlar arasından özellikle son yıllarda değişik ülkeler için yapılan birkaç çalışma dikkat çekmektedir. Caloghirou, Mourelatos, ve Thompson [1] 1980-1991 arasında Yunanistan imalat sanayi için

¹ Türkiye için geliştirilen enerji talebi modelleri Ediger ve Tatlıdil [7] ve Ceylan ve Öztürk [2] tarafından detaylı bir biçimde anlatılmaktadır.

statik ve dinamik translog modellerini kullanarak girdi ikamesini inceleyen bir model yapmıştır. Dimitropoulos, Hunt, ve Judge [6] İngiltere için yaptıkları çalışmada 1967-2002 yılları arasında toplam ekonomi ile konut, imalat ve taşımacılık sektörleri için enerji talep fonksiyonlarını tahmin etmişlerdir. De Vita, Endresen, ve Hunt [4] 1980-2002 dönemi için üç aylık veri kullanarak Namibia'nın enerji talep fonksiyonunu hem toplam olarak hem de enerji türlerine (elektrik, petrol ve dizel) göre tahmin etmeye çalışmışlardır. Eltony ve Al-Awadhi [8] Kuwait için konut sektörünün enerji talebini tahmin etmeye çalışmıştır.

Türkiye için yapılan enerji talebi çalışmaları farklı düzeylerde gerçekleştirilmiştir ve diğer ülkeler için yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Genellikle tüm ekonomi veya alt sektörler için yapılan bu çalışmalar yıllık veri kullanarak en fazla 1960'lara kadar uzanmaktadır. Alt sektörler ve farklı enerji türleri söz konusu olduğunda yıllık gözlem sayısı düşmektedir.

Statik ve dinamik modeller kullanarak 1970-1992 yılları arasında toplam, endüstriyel ve imalat sanayi ile madencilik alt sektörleri için enerji talebi tahmin eden Erdoğan ve Dahl [11] madencilik dışında statik modelin en kötü sonuçlar veren model olduğunu belirtmişlerdir. En iyi sonucu veren model olarak bulunmasına rağmen, gecikmeli endojen model madencilik sektörü dışında herhangi bir fiyat etkisini ölçememektedir. Modeller fiyat ve gelir esnekliklerini birden küçük olarak bulmuşlardır. Kısa dönem fiyat tepkisi çok küçüktür. Toplam ekonomi için uzun dönem fiyat tepkisi ise endüstri ve imalat sanayine göre daha düşüktür. Gelir tepkisi konusunda varolan bazı belirsizliklere rağmen kısa dönem ve uzun dönem tepkileri arasında fark bulunamamıştır.

Dahl ve Erdoğan [3] diğer çalışmalarında 1963-1992 arasında toplam ekonomi, endüstri ve imalat sanayi ve madencilik alt sektörleri için üç girdili translog modelini kullanarak girdi ikamelerini hesaplamaya çalışmışlardır. Çapraz fiyat esnekliklerinin enerji ve emek ile sermaye ve emek arasında anlamlı olduğu ve bu girdiler arasında ikame olduğu fakat enerji ve emeğin tamamlayıcı mallar olduğu ortaya çıkmıştır.

Halıcıoğlu [12] konut sektörünün elektrik enerjisi talebini 1968-2005 yılları arasında eşbütünleşme yöntemini kullanarak hesaplamaya çalıştığı makalesinde kısa dönem gelir ve fiyat esnekliklerinin beklendiği gibi uzun dönem esnekliklerinden daha küçük olduğunu ortaya koymuştur. Kısa dönem fiyat esnekliğinin düşük olması, enerji gereksinimi olan aletlerin sabit olması ve böylece karbon salımlarını azaltmak için geliştirilen politika değişikliklerine yanıt olarak gerçekleşen kısa dönem elektrik

tüketimindeki değişimlerin kısıtlı olacağını göstermektedir. Konut sektörü elektrik enerjisi talep denkleminde yer alan şehirleşme değişkeni anlamlı çıkmıştır. Granger nedensellik testleri sonucunda nedenselliğin interaktif olarak hata düzeltme terimi yoluyla uzun dönemde gelir, fiyat ve şehirleşmeden konut sektörü enerji talebine doğru olduğu bulunmuştur.

Ediger ve Tatlıdil [7] Türkiye’de enerji talebindeki önemli düşüşlerin 1979 ve 1980’de gerçekleşen petrol şoklarına ek olarak 1994’te yaşanan ekonomik krize bağlı olduğunu belirtmişlerdir. GSYİH’de ise 1954, 1979, 1980, 1994 ve 1999 yıllarında düşüşler yaşanmıştır. Enerji talebinde ve GSYİH’deki değişim hızları birbirleriyle bağlantılı bulunamamıştır ve bu bulgu toplam miktarlar için de geçerlidir. Yazarlara göre çevrenin sera gazlarını yutma kapasitesi Türkiye’nin gelecekteki enerji talebini etkileyecektir. Bu talebini etkileyecek bir diğer faktör enerji fiyatlarındaki değişikliklerdir.

Genetik algoritma enerji talebi modeli çerçevesinde Türkiye’nin enerji talebini tahmin etmeye çalışan Ceylan ve Öztürk [2] GSMH, nüfus, ihracat ve ithalat gibi iktisadi göstergeleri de modellerinde kullanmışlardır. 1970-2001 verilerini kullanarak Türkiye’nin enerji talebini 2002-2025 yılları arasında çeşitli senaryolar çerçevesinde tahmin etmişlerdir. Modelin tahmin hatası Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın modeline göre düşüktür. Enerji talebi tahmini sonuçlarına göre ithalat ve ihracat ile GSMH ve nüfus arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur.

1970-2003 yılları arasında enerji tüketimini petrol ve elektrik tüketimi olarak ayıran Erbaykal [10] enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme analizini kullanarak araştırmıştır. Sonuçlar kısa dönemde hem petrol hem de elektrik tüketiminin iktisadi büyüme üzerinde pozitif ve anlamlı bir etki yarattığını, buna karşın uzun dönemde petrol tüketiminin pozitif, elektrik tüketiminin ise negatif etkisinin olduğunu ve her iki değişkenin de anlamsız çıktığını göstermektedir.

Bu çalışmada 1985-2004 yılları için enerji kullanımı, üretim, yurt içi enerji fiyatları ve dünya ham petrol fiyatları değişkenleri için eşbütünleme analizi ve vektör hata düzeltme modelleri kullanılarak dürtü yanıtı analizi yapılmıştır. Böylece uzun ve kısa dönemde enerji talebinin enerji fiyatlarındaki ve üretimdeki değişikliğe nasıl tepki verdiği araştırılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde kullanılan model ve veri seti anlatılmaktadır. Üçüncü bölüm toplam ve sektörel enerji talebinin ekonometrik modellemesinin sonuçlarını özetlemektedir. Son bölümde ise çalışmanın sonuçları tartışılmaktadır.

2. MODEL VE VERİ SETİ

Enerji talebi modellemesi için bir talep fonksiyonu oluşturularak modelin değişkenlerine ekonometrik olarak vektör hata düzeltme (vector error correction) modellemesi uygulanmıştır. Talep modeli aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$$E_t = a_0 + a_1 Y_t + a_2 P_t^e + a_3 P_t^w + \varepsilon_t \quad (1)$$

Burada E , enerji kullanımı, Y toplam iktisadi faaliyet, P^e enerji fiyatı (iç fiyatlar), P^w dünya ham petrol fiyatıdır. Model tüm değişkenlerin doğal logaritması alınarak oluşturulduğundan a_1 , a_2 ve a_3 sırasıyla gelir, iç fiyat ve dış fiyat esneklikleri olarak tanımlanabilir.

Modelin ekonometrik uygulamasında enerji, gelir ve fiyat verilerinin oluşturduğu vektör X olarak tanımlanırsa ($X_t = [E_t, Y_t, P_t^e, P_t^w]$) vektör hata düzeltme modeli (VHDM) aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\Delta X_t = \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta X_{t-i} + \Pi X_{t-k} + \mu + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Pi = \alpha \beta' \quad (3)$$

Burada X_t yukarıda tanımlandığı gibi $p \times 1$ boyutunda değişkenler vektörüdür (yukarıda $p=4$ olarak tanımlanmıştır). X_t 'yi oluşturan değişkenlerin hepsinin $I(1)$ olması gerekmektedir. μ sabit terimi ve ε_t ise hata terimidir. X_t 'nin $I(1)$ olduğunu varsayıldığında, X_t 'yi oluşturan değişkenlerin doğrusal bir kombinasyonunun durağan olması bu değişkenlerin eşbütünleşik (cointegrated) olduğu anlamına gelecektir. Eğer modelin değişkenleri arasında eşbütünleşme varsa Engle and Granger [9] yukarıdaki 2. denklemden gösterilen biçimde bir VHDM'nin oluşturulabileceğini iddia etmektedir. Denklem 2'de Π ($p \times p$) etki matrisi, α ($p \times r$) uyum değişkenleri vektörü ve β ($p \times r$) eşbütünleşme bağlantıları vektörü olarak tanımlanır. Bu yöntemde denklem 2'nin yazılabilmesi değişkenler arasında eşbütünleşme olup olmadığına dayandığı için öncelikle eşbütünleşme analizi yapılması gerekmektedir. Burada kullanılacak olan VHDM'nin avantajı şöyle açıklanabilir; eşbütünleşme bağlantısı uzun dönem denge ilişkisi olarak yorumlanırsa, denklem 2 bu uzun dönem bağlantısı etrafındaki kısa dönem dinamiklerini gösteren bir bağlantı olarak tanımlanabilir. Böylece hem modeli oluşturan değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisinin hem de bu ilişkiye doğru yönelirken oluşan kısa dönem dinamiklerinin beraberce incelenmesi olasıdır.

Ayrıca VHDM kullanılarak dürtü yanıtı (impulse response) analizi yöntemiyle dinamik modele herhangi bir zamanda yollanan şokların modelin değişkenlerinin gelecekte beklenen değerleri üzerindeki etkisini de ölçmek olasıdır. Bu yöntemle örneğin enerji fiyatlarındaki ya da iktisadi faaliyetteki bir değişikliğin enerji kullanımı üzerindeki dinamik etkisini incelemek olasıdır.

Analizde kullanılan verilerden enerji talebi **ene**, toplam eşdeğer petrol (TEP) cinsinden toplam enerji kullanımı olarak alınmıştır. Ekonomideki alt sektörler için sanayideki enerji kullanımı **enin** ve hizmetler sektörünün enerji kullanımı **enser** olarak ayrıca incelenmiştir. Enerji fiyatları için bir seri fiyat alternatif olarak kullanılmıştır². Bunların içerisinde modellerde sadece şu iki alternatife yer verilmiştir: **phc**, taş kömürü fiyatı (YTL/ton) ve **pele**, sanayi için elektrik fiyatı (YTL/kWh). Modellemede kullanılan iç fiyatların hepsi genel fiyat endeksi (TEFE 1987=100) ile bölünerek reel değerlere çevrilmiştir. Dünya fiyatlarını gösteren **poil**, ABD Doları cinsinden yıllık ortalama ham petrol fiyatlarıdır. İktisadi faaliyet değişkenleri olarak toplam ekonomik faaliyeti reel olarak gösteren **y**, 1987 fiyatları ile gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYİH)'dır. Sektörel faaliyetler yine reel GSYİH cinsinden ölçülmüştür; **yin** sanayi üretimini, **yser** hizmetler sektörünün üretimini göstermektedir.

Enerji kullanımı ve yurt içi enerji fiyatları Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi'nden alınmıştır. GSYİH verileri ile genel fiyat endeksi TÜİK'ten alınmıştır. Dünya fiyatlarını temsil eden ham petrol verileri http://www.inflationdata.com/inflation/Inflation_Rate/Historical_Oil_Prices_Table.asp sitesinden alınmıştır. Analiz özellikle yurtiçi enerji fiyatlarının kısıtlılığı nedeniyle yıllık olarak 1985-2004 dönemi için yürütülmüştür.

3. EKONOMETRİK MODELLEME VE TAHMİN SONUÇLARI

Ekonometrik analizde öncelikle tüm ekonomi için dinamik enerji talebi modelleri oluşturulmuş, daha sonra toplam enerji talebinin incelenen dönem içerisinde ortalama olarak %39'unu oluşturan sanayi sektörü talebi ve %56'sını oluşturan hizmetler sektörü talebi ayrıca incelenmiştir.

² Kullanılan alternatifler arasında linyit fiyatı, fuel oil fiyatı, motorin fiyatı sayılabilir. Bu serilerle tahmin edilen modellerin sonuçlarının ekonometrik olarak eşbütünleşme özelliklerinin uygun olmayışı ve değişkenlerin modelde istatistiksel olarak anlamlı çıkmamaları nedeniyle burada yer verilmemiştir. Enerji fiyatları arasında doğal gaz fiyatları modellemede hiç kullanılamamıştır. Bunun sebebi ise bu serinin çalışmanın dönemi üzerine getireceği ekstra kısıtın yanında istatistiksel özelliklerinin (özellikle durağanlık açısından) çalışmadaki diğer verilerle uyumlu olmamasıdır.

Çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin durağanlık analizi genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök sınaması ile yapılmıştır [5]. Bu sınamaların sonucunda tüm değişkenlerin birim kök taşıdığı ve birinci dereceden bütünleşik ($I(1)$) oldukları bulunmuştur.³

Çalışmanın ekonometrik modelleme açısından ikinci aşamasını değişkenler arasında eşbütünleşme olup olmadığının araştırılması oluşturmaktadır. Çalışmada oluşturulan tüm modellerin eşbütünleşme analizinde Johansen yöntemi kullanılmıştır [14]. Bu yöntemle göre öncelikle uzun dönem matrisi Π 'nin rankı bulunarak değişkenler arasındaki eşbütünleşme bağlantılarının sayısı saptanmaktadır. Bu amaçla Johansen tarafından geliştirilmiş olan iki sına istatistiği bulunmaktadır: maksimum özdeğer istatistiği (kısaca max-eig) ve trace istatistiği (kısaca trace).⁴ Ancak Johansen tarafından geliştirilen bu iki istatistiğin asimptotik dağılımı standart χ^2 dağılımı olmadığı için bu sınamalar modelin deterministik trend spesifikasyonundan bağımsız değildir. Bu bağlamda sınamalarda Johansen tarafından önerilen beş alternatif spesifikasyon kullanılıp bunlar arasından uygun model AIC ve Schwarz kriterleri kullanılarak seçilmiştir. Çalışma sonuçları arasında aşağıdaki bölümlerde sunulan her model için yapılan değerlendirmeler deterministik sabitin ve trendin olmadığı spesifikasyona işaret etmektedir.⁵

Eşbütünleşme analizleri sonrasında oluşturulan dinamik VHDM'leri tahmin edilerek bunlar aracılığıyla dürtü (etki) yanıtı analizi yapılacaktır. Burada Koop vd. (1996) ve Pesaran ve Shin (1998) tarafından önerilen genelleştirilmiş dürtü yanıtı analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin avantajı dürtü yanıtlarının eşsiz ve modelin değişkenlerinin sıralamasından bağımsız oluşudur.

Bu analizlerin sonuçları aşağıda toplam talep, sanayi sektörü ve hizmet sektörü için ayrı olarak aktarılmaktadır. Burada sadece istatistiksel olarak en iyi sonuç veren modeller seçilerek sunulmuştur. Modellerin oluşturulması sırasında yurtiçi enerji fiyatları için ikinci kısımda gösterildiği gibi linyit, taş kömürü, elektrik, motorin, fueloil ve süper benzin fiyatları alternatif kombinasyonlar halinde kullanılmıştır. Ancak

³ ADF sınaması sonuçlarına yer kısıtı nedeniyle yer verilememiştir. Bu sınamaların sonuçları yazarlardan istenebilir.

⁴ Max-eig sınaması toplamda r eşbütünleşme vektörünün var olduğu hipotezini $r+1$ vektörünün olması alternatifine göre sınarken, trace testi $r=k$ ($k=1,2, \dots, n-1$) boş hipotezini kısıtlanmamış r alternatifine göre sınar.

⁵ Bu sonuçların ayrıntıları yazarlardan istenebilir.

bunların içerisinde sadece istatistiksel olarak anlamlı sonuç veren ve birbirleriyle eşbütünleşme gösteren değişkenler seçilerek bunların sonuçları aktarılmıştır.

3.1. Toplam Enerji Talebi

Türkiye ekonomisinin toplam enerji talebi için oluşturduğumuz modele Model 1 adını veriyoruz. Bu modelde kullanılan değişkenler şöyle sıralanabilir:

ene: toplam ekonominin enerji kullanımı

y: toplam iktisadi faaliyet

pe: sanayi için elektrik fiyatı

phc: taş kömürü fiyatı

Öncelikle Model 1 için yapılan eşbütünleşme analizine bakacak olursak Tablo 1’de görüldüğü üzere her iki sınamanın sonucu %99 seviyesinde bu değişkenler arasında bir tane eş bütünleşme bağlantısı olduğu yönündedir.

Tablo 1. Model 1: Eşbütünleşme analizi

Eşbütünleşme bağlantısı sayısı	Trace Sınaması	Max-Eig Sınaması
Hiç	78.8180 (0.0006)	40.2871 (0.0022)
En fazla 1	38.5308 (0.0725)	16.9478 (0.3464)
En fazla 2	21.5830 (0.1053)	10.6130 (0.4227)
En fazla 3	10.9701 (0.0833)	8.86812 (0.1262)
En fazla 4	2.10197 (0.1735)	2.10197 (0.1735)

Not: parantez içerisinde verilen sayılar olasılıkları göstermektedir

Tablo 2’de Model 1 için tahmin edilen eşbütünleşme bağlantısı görülmektedir. Toplam enerji talebi için tahmin edilen modele dünya ham petrol fiyatlarını koyduğumuzda bu serinin ne eşbütünleşme vektörü ne de kısa dönem modeli içerisinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu yüzden burada dünya fiyatlarının olmadığı model sunulmaktadır. Eşbütünleşme bağlantısına bakıldığında beklendiği gibi uzun dönemde iktisadi faaliyetin artışının enerji kullanımını arttıracığı anlaşılmaktadır. Uzun dönem analizinin iktisadi olarak ilginç olan bulgusu elektrik ve taş kömürü fiyatlarının artışının uzun dönemde enerji kullanımını arttırıyor olmasıdır. Bu katsayıları uzun dönem esneklikleri olarak tanımlamak olasıdır. Bu durumda

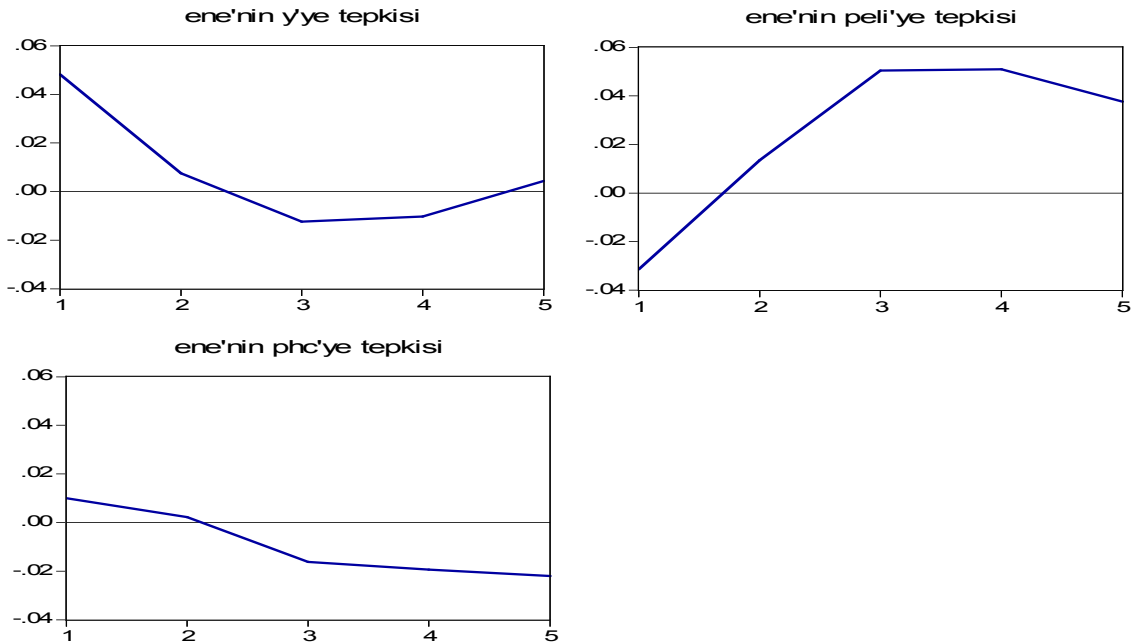
toplam enerji talebinin uzun dönemde gelir ve taş kömürü fiyatları açısından esnek olmadığı, ancak elektrik fiyatları açısından esnek olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Model 1: Eşbütünleşme vektörü

Normalize edilmiş eşbütünleşme katsayıları			
ene	y	pele	phc
1.0000	-0.5018	-1.2086	-0.5422
	(0.0150)	(0.1807)	(0.1089)

Not: standart hatalar parantez içerisinde verilmiştir.

VHDM modelinin tahminleri genelleştirilmiş dürtü yanıtı analizi yöntemiyle incelenerek sonuçlar Şekil 2’de gösterilmiştir. Burada özetle sadece enerji kullanımı denkleminin y, pele ve phc değişkenlerine verdiği tepkilere bakılacaktır. Öncelikle iktisadi faaliyetteki (y) herhangi bir dönemdeki bir standart sapmalık artışın enerji kullanımını (ene) ilk iki dönemde arttırdığı ancak bu etkinin daha sonra azalma yaratarak söndüğü görülmektedir. Elektrik fiyatlarında (pele) benzer bir artışın ise enerji kullanımını ilk dönem azaltmakla beraber daha sonraki dönemlerde arttırdığı görülmektedir. Oysa taş kömürü fiyatlarındaki (phc) artış ilk dönem küçük bir enerji kullanımı artışı yaratmakla beraber ikinci dönemden itibaren enerji kullanımını azaltmaktadır.



Şekil 2. Model 1 için genelleştirilmiş bir standart sapmalık değişiklikler

Buradan varılan sonuç kısa dönemde taş kömürü fiyatlarındaki artış enerji kullanımını azaltırken uzun dönemde bu etkinin tam tersinin ortaya çıkışıdır. Elektrik fiyatları ise hem kısa dönemde hem de uzun dönemde enerji kullanımını arttırmaktadır. Benzer biçimde iktisadi faaliyetin artışı kısa dönemde önce enerji kullanımını arttırıp daha sonra azaltırken uzun dönemde daha çok enerji kullanımına yol açmaktadır. Dünya ham petrol fiyatındaki değişikliklerin ekonominin toplam enerji kullanımına bir etkisi olmamaktadır.

3.2. Sanayi Sektörü Enerji Talebi

İnceleyeceğimiz ikinci talep modeli sanayinin enerji kullanımına yönelik olan Model 2'dir. Model 2'yi oluşturan değişkenler şöyledir:

enin: sanayinin enerji kullanımı

y: sanayi sektörünün iktisadi faaliyeti

pe: sanayi için elektrik fiyatı

phc: taş kömürü fiyatı

poil: dünya ham petrol fiyatı

Tablo 3'de verilen eşbütünleşme analizi sonuçları itibarıyla trace istatistiğine göre %99 olasılıkla ve max-eig istatistiğine göre de %92 olasılıkla Model 2 değişkenleri arasında bir tane eşbütünleşme bağlantısı bulunmaktadır.

Tablo 3. Model 2: Eşbütünleşme analizi

Eşbütünleşme bağlantısı sayısı	Trace Sınaması	Max-Eig Sınaması
Hiç	66.4630 (0.0131)	28.9689 (0.0755)
En fazla 1	37.4941 (0.0908)	20.5329 (0.1438)
En fazla 2	16.9612 (0.3138)	10.1274 (0.4719)
En fazla 3	6.8338 (0.3420)	4.6157 (0.5331)
En fazla 4	2.2180 (0.1609)	2.2180 (0.1609)

Not: parantez içerisinde verilen sayılar olasılıkları göstermektedir

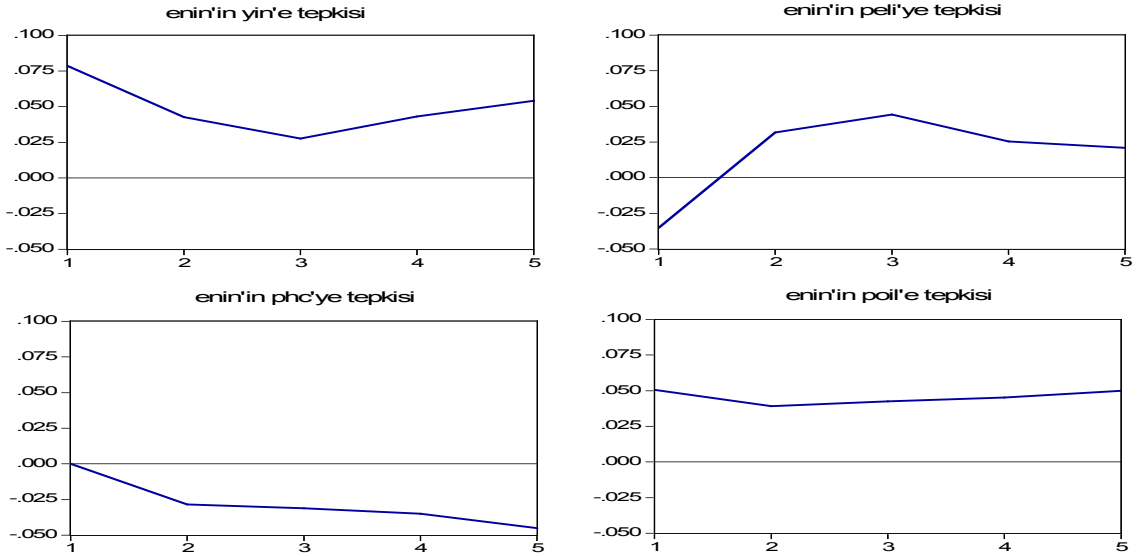
Bu eşbütünleşme bağlantısı Tablo 4'de görülmektedir. Buna göre eşbütünleşme vektöründeki katsayıların hepsi istatistiksel olarak anlamlıdır. Tahmin edilen uzun dönem bağlantısı, sanayi sektörünün enerji kullanımının sektörün iktisadi faaliyeti arttıkça arttığını göstermektedir. Model 1'de bulunduğu gibi burada da enerji

fiyatlarındaki artış sanayinin enerji kullanımının uzun dönemde artmasına yol açmaktadır. Model 2'nin Model 1'den farkı, uzun dönemde sanayinin enerji kullanımının dünya ham petrol fiyatlarından etkileniyor olmasıdır. Eşbütünleşme vektörünün katsayılarına bakıldığında uzun dönemde enerji kullanımını en çok elektrik fiyatları ve taş kömürü fiyatlarının etkilediği görülmektedir. Örneğin elektrik fiyatlarındaki %1'lik bir artış uzun dönemde sanayinin enerji kullanımının %2.8 artmasına yol açıyor. Benzer biçimde taş kömürü fiyatlarında %1'lik bir artış sanayinin enerji kullanımını uzun dönemde %1.1 oranında arttırmaktadır. Ayrıca bu katsayıları uzun dönem esneklikleri olarak yorumlamak da olasıdır; bu durumda ilginç olan sanayinin enerji talebinin gelir esnekliğinin 1'den düşük olmasıdır, ancak elektrik ve taş kömürü fiyatları esnekliklerinin birden yüksek olmasıdır. Dünya fiyatı esnekliği ise birden küçük olarak tahmin edilmiştir.

Tablo 4. Model 2: Eşbütünleşme vektörü

Enin	Normalize edilmiş eşbütünleşme katsayıları			
	yin	pelı	phc	Poil
1.0000	-0.3511	-2.7611	-1.1106	-0.1388
	(0.0425)	(0.4500)	(0.2645)	(0.0357)

Not: standart hatalar parantez içerisinde verilmiştir.



Şekil 3. Model 2 için genelleştirilmiş bir standart sapmalık değişiklikler

Model 2 için tahmin edilen VHDM sonucunda yapılan dürtü yanıtı analizinin sonuçları sanayinin enerji kullanımının tepkileri açısından Şekil 3'de özetlenmiştir. Buna göre

sanayi üretiminin bir standart sapmalık artışı sanayinin enerji kullanımını ilk dönemde arttırırken, bu etki ikinci dönemden itibaren azalıp üçüncü dönemden itibaren tekrar artmaktadır. Elektrik fiyatlarındaki artış ilk dönemde enerji kullanımını azaltırken daha sonra arttırmaktadır. Taş kömürü fiyatları ise ilk dönemden itibaren sanayinin enerji kullanımının azalmasına yol açmaktadır. Son olarak dünya ham petrol fiyatlarındaki bir artış sanayinin enerji kullanımının artmasına neden olmaktadır.

3.3. Hizmet Sektörü Enerji Talebi

Burada sunacağımız model hizmet sektörünün enerji talebini inceleyen Model 3'tür. Bu modelde şu değişkenlere yer verilmiştir:

enser: hizmet sektörü enerji kullanımı

yser: hizmet sektörü iktisadi faaliyeti

pel: sanayi için elektrik fiyatı

phc: taş kömürü fiyatı

Eşbütünleşme sınaması sonuçları Tablo 5'de sunulmaktadır. Diğer iki modelde de olduğu üzere trace ve max-eig sınamaları %99 olasılıkla bir eşbütünleşme vektörüne işaret etmektedir. Bu vektörün normalize edilmiş halini Tablo 6'da görmek mümkündür.

Tablo 5. Model 3: Eşbütünleşme analizi

Eşbütünleşme bağlantısı sayısı	Trace Sınaması	Max-Eig Sınaması
Hiç	56.8177 (0.0005)	34.4771 (0.0014)
En fazla 1	22.3405 (0.0860)	14.9791 (0.1264)
En fazla 2	7.3614 (0.2906)	4.5648 (0.5407)
En fazla 3	2.7966 (0.1117)	2.7966 (0.1117)
En fazla 4	56.8177 (0.0005)	34.4771 (0.0014)

Not: parantez içerisinde verilen sayılar olasılıkları göstermektedir

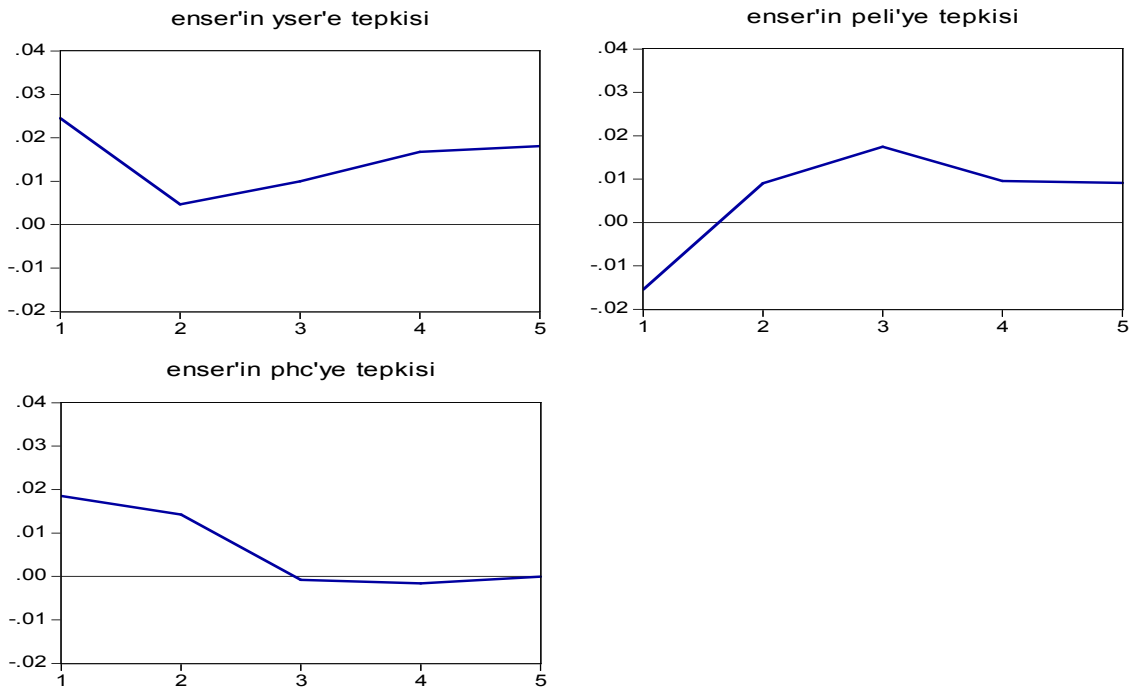
Tablo 6'ya incelendiğinde buradaki sonuçların toplam talep sonuçlarıyla örtüştüğü gözükmemektedir. Genel olarak vektörün içindeki tüm katsayılar istatistiksel olarak anlamlıdır. Bunun dışında gelirle beraber elektrik fiyatı ve taş kömürü fiyatı artışları da uzun dönemde hizmet sektörünün enerji talebini arttırıcı etki yapmaktadır. Burada

yine uzun dönem esnekliklerine bakacak olursak hizmet sektörünün enerji talebinin gelir ve taş kömürü açısından esnek olmadığı, ama elektrik fiyatları açısından esnek olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 6. Model 3: Eşbütünleşme vektörü

Normalize edilmiş eşbütünleşme katsayıları			
ene	y	pele	phc
1.0000	-0.4651	-1.1754	-0.7951
	(0.0115)	(0.1341)	(0.0802)

Not: standart hatalar parantez içerisinde verilmiştir.



Şekil 4. Model 3 için genelleştirilmiş bir standart sapmalık değişiklikler

Son olarak yine hizmet sektörü için tahmin edilen VHDM'den türetilmiş genelleştirilmiş dürtü yanıtları Şekil 4'de verilmiştir. Burada sadece yser, pele ve phc'nin etkilerini gösteren grafiklere yer verilmiştir. İlk olarak hizmet sektöründe üretim artışının (yser) sektörün enerji kullanımını (enser) ilk dönemden itibaren arttırdığını görülmektedir. Elektrik fiyatlarındaki (pele) bir artışın ise ilk dönemde enerji kullanımını azaltsa bile bu etkinin kalıcı olmadığı ve ikinci dönemden itibaren enerji kullanımının artmaya başlayacağı ortaya çıkmaktadır. Taş kömürü fiyatları açısından bakıldığında ise fiyat artışı ilk iki dönemde enerji kullanımını azaltırken daha sonra bu etki kalıcı olmayarak sönmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Türkiye'nin enerji talebi dinamik modelleme yöntemleri ile toplamda ve sektörel olarak 1985-2004 dönemi için tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada öncelikle alternatif enerji fiyatları denenmiş ancak bunlar arasında istatistiksel olarak en anlamlı sonuç veren elektrik ve taş kömürü fiyatlarını kullanan modeller burada sunulmuştur. Dünya ham petrol fiyatı da alternatif olarak çalışmaya eklenmiş ve toplam talebi ve hizmet sektörünün talebini etkilememekle beraber sanayi talebinde uzun dönemde etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Çalışmanın bulgularından biri genel olarak beklendiği gibi toplamda ve sektörel olarak uzun dönemde iktisadi faaliyetin yani üretimin artışının enerji talebini artırıyor oluşudur. Ancak uzun dönemde enerji fiyatlarındaki artışın enerji kullanımını azaltmayıp aksine artırdığı bulunmuştur. Kısa dönem analizinin sonuçları bu artışın ilk dönemde gözlenmeyebileceğini göstermiştir.

Çalışmanın bir diğer bulgusu ise uzun dönem esneklikleri açısından enerji talebinin hem toplamda hem de sektörel olarak gelir açısından esnek olmayışıdır. Fiyatlar açısından ise sektörler göre farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Sanayi sektörünün enerji talebinin hem elektrik hem de taş kömürü fiyatları açısından uzun dönemde esnek olduğu görülürken hizmet sektörü talebinin taş kömürü fiyatı açısından esnek olmadığı bulunmuştur.

Son olarak çalışmanın bulgularını dikkatli bir biçimde değerlendirmek gerekmektedir. Genel olarak kullanılan veri setinin kısa bir dönemi kapsıyor oluşu, verilerin yıllık oluşu çalışmanın en önemli kısıtını oluşturmaktadır. Buradaki bulgular ham sonuçlar olarak değerlendirilmelidir. İleride veri setinin genişletilerek analizin derinleştirilmesinin enerji talebinin dinamiklerini anlamada faydası olacağı görülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Caloghirou, Y. D., Mourelatos, A. G. ve Thompson, H. (1997), "Industrial Energy Substitution During the 1980s in the Greek Economy", *Energy Economics*, 19, 476-491.
- [2] Ceylan, H. ve Öztürk, H. K. (2004), "Estimating Energy Demand of Turkey Based on Economic Indicators Using Genetic Algorithm Approach", *Energy Conversion and Management*, 45, 2525-2537.
- [3] Dahl, C. ve Erdoğan, M. (2000), "Energy and Interfactor Substitution in Turkey", *OPEC Review*, 24(1), 1-22.
- [4] De Vita, G., Endresen, K. ve Hunt, L. C. (2006), "An Empirical Analysis of Energy Demand in Namibia", *Energy Policy*, 34, 3447-3463.

- [5] Dickey, D. A. ve Fuller W. A. (1979) "Distribution of the estimates for autoregressive time series with a unit root", *The Journal of American Statistical Association*, 74, 427-431.
- [6] Dimitropoulos, J., Hunt, L. C. ve Judge, G. (2005), "Estimating Underlying Energy Demand Trends Using UK Annual Data", *Applied Economics Letters*, 12, 239-244.
- [7] Ediger, V. Ş. ve Tatlıdil, H. (2002), "Forecasting the Primary Energy Demand in Turkey and Analysis of Cyclic Patterns", *Energy Conversion and Management*, 43, 473-487.
- [8] Eltony, M. N. ve Al-Awadhi, M. A. (2007), "Residential Energy demand: A Case Study of Kuwait", *OPEC Review:Energy Economics and Related Issues*, 31 (3), 159-168.
- [9] Engle, R.F. ve Granger C.W.J., (1987), "Cointegration and error correction: Representation estimation and testing", *Econometrica*, 55, 251-276.
- [10] Erbaykal, E. (2008), "Disaggregate Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey", *International Research Journal of Finance and Economics*, Issue 20, 172-179.
- [11] Erdoğan M. ve Dahl, C. (1997), "Energy Demand in Turkey", *The Journal of Energy and Development*, 21 (2), 173-188.
- [12] Halicioğlu, F. (2007), "Residential Electricity Demand Dynamics in Turkey", *Energy Economics*, 29, 199-210.
- [13] IEA (2001), *Energy Policies of IEA Countries: Turkey 2001 Review*, OECD/IEA, Paris.
- [14] Johansen, S., (1995), *Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*, (Oxford, Oxford University Press).
- [15] Koop G., Pesaran M.H. ve Potter S.M., (1996), "Impulse response analysis in nonlinear multivariate models", *Journal of Econometrics*, 74, 119-147.
- [16] Pesaran M.H. ve Shin Y., (1998), "Generalized impulse response analysis in linear multivariate models", *Economics Letters*, 58, 17-29.
- [17] Dickey, D. A. ve Fuller W. A. (1979), "Distribution of the estimates for autoregressive time series with a unit root", *The Journal of American Statistical Association*, 74, 427-431.