

PETRO-KİMYA ENDÜSTRİSİNE YÖNELİK ETKİNLİK ANALİZİ: DEA VE TOBIT MODEL UYGULAMASI

Yrd. Doç. Dr. Oğuz KARA
Düzce Üniversitesi İşletme Fakültesi
oguzkara@duzce.edu.tr

Özet

Petrokimya endüstrisi, Dünya ve Türkiye ekonomisi açısından büyük önem taşıyan endüstriler arası ileri bağlantısı yüksek olan sürükleyici bir endüstridir. Bu çalışmada Türkiye’de petrokimya alanında faaliyet gösteren POAŞ, PETKİM, TÜPRAŞ örneğinden hareketle endüstrinin etkinlik düzeyi Veri zarflama (DEA) analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) endeksi kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca etkinsizliğin kaynakları Tobit model analiziyle ortaya koyulmuştur. Elde edilen etkinlik sonuçlarına göre söz konusu endüstri de ölçeğe göre artan getiri (TFV endüstri ortalaması 1.018) olduğu görülmüştür. Teknik etkinlik düzeylerinden hareketle etkinsizliğin kaynakları tobit model ile analiz edildiğinde petrol fiyatlarındaki şokların ve 2008 küresel krizin endüstrinin etkinlik düzeyini olumsuz etkilediği görülmüştür. Etkinsizliğin kaynakları içerisinde endüstriyi oluşturan firmaların monopol karakter taşımalarının da etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Petrokimya, Etkinlik, DEA, Toplam Faktör Verimliliği (TFV), Tobit

EFFICIENCY ANALYSIS FOR PETROCHEMISTRY INDUSTRY: APLICATION OF DEA AND TOBIT MODEL

Abstract

The industry of petrochemistry is an entraining industry which represents a great importance for the World and the Turkish economy and has a higher connection among industries. In this study, with the inspection of POAŞ, PETKİM and TÜPRAŞ examples which are operating in Turkish petrochemistry industry, thelevel of efficiency is calculated with Data Envelopment Analysis (DEA) and Malmquist Total Factor Efficiency (TFV) index. Also, sources of inefficiency are shown with Tobit model analysis. According to the efficiency scores, there is a growing return to the scale (TFV industry mean is 1.018). With the consideration of technical efficiency, analyse of the sources of inefficiency with the Tobit model shows that shocks on oil price sand the 2008 global crysis negatively affected the efficiency level of the industry. Within the sources of inefficiency, the result has been reached that the monopolistic characters of firms which forms the industry is also affective.

KeyWords: Petrochemistry, Efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA), Total FactorEfficiency (TFV), Tobit

1. Giriş

Petrokimya sanayi, petrol ve türevlerinden kimyasal maddeler elde edilen kimya sanayi koludur. Organik kimya sanayinin hemen hemen dörtte üçünü içermektedir. Ayrıca yüzlerce kimyasal madde, petrokimyasal proseslerde elde edilmektedir. Petrokimya ürünleri az sayıda hammaddeden elde edilmesine karşın, nihai ürünler açısından çok zengindir. Söz konusu ürünler esas olarak karbon ve hidrojen atomlarının farklı şekilde birleştirilmesi sonucu elde edildiğinden, hem farklı ürünlerin elde edilme süreçleri birbirine bağlıdır, hem de belirli bir ürün elde edilirken birçok ortak ve yan ürün elde edilir. Örneğin ABD’de ticarete konu olan 14000 kadar farklı petrokimya ürünü bulunmaktadır.

Petrokimya sanayinde üretilen maddeler, bir üretim zinciri ile elde edildiğinden petrokimya tesisleri birbirine bağlı entegre tesisler şeklinde yapılanmaktadır. Sektörde üretim ölçeği arttırılarak birim yatırım maliyetleri düşürülebildiğinden genellikle petrokimya tesisleri büyük ölçekli tesisler şeklinde kurulmakta ve ölçeğe göre artan tetiriler ile çalışmaktadır. Sermaye yoğun niteliği olan sektörde; ulaşım harcamaları, arıza, bakım, onarım giderleri ve hammadde fiyatları en önemli maliyet unsurlarıdır.

Bu çalışmada, Türkiye Petro-kimya sanayinin genel yapısı incelenerek endüstrinin etkinliği analiz edilmiştir. Etkinsizliğe yol açabilecek makro değişkenler modellenerek, etkinliğin kaynakları ortaya koyulmuştur. Elde edilen analitik sonuçlar bağlamında politik argümanlar geliştirilmiştir.

2. Petro-Kimya Endüstrisine Genel Bir Bakış

Petrol, Latince “*petra*” ve “*oleum*” kelimelerinden oluşan ve kaya yağı anlamına gelen kompleks bir hidrokarbon bileşiğidir. Hidrokarbon bileşikleri, doğada katı, sıvı ve gaz halinde bulunmaktadır. Sıvı hidrokarbon bileşikleri, ham petrolü oluşturmaktadır. Petrol koyu renkli, yapışkan ve yanıcı bir sıvıdır. Metan, etan, propan, bütan gibi çeşitli hidrokarbonların bileşiminden oluşan petrolün yoğunluğu kimyasal bileşimine ve yapışkanlığına (*viskosite*) göre değişmektedir. Petrolün milyonlarca yıl önce deniz diplerine çöken hayvan ve bitkilerin üzerine, doğal olaylarla yer tabakalarının yığılması

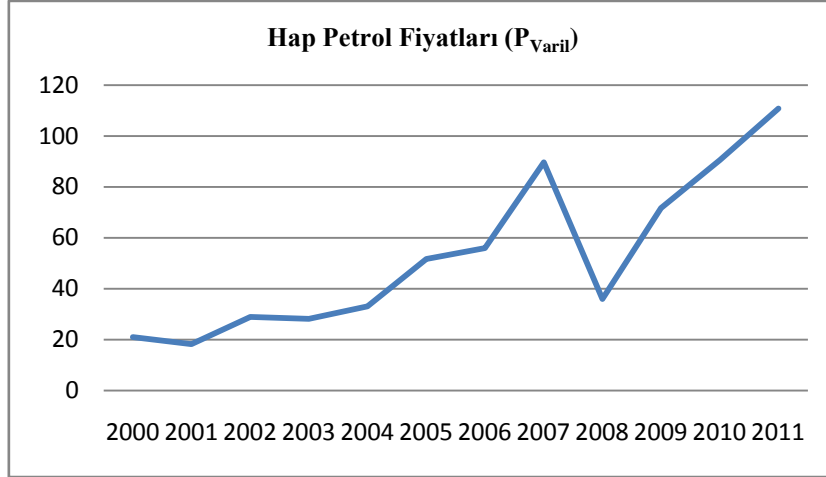
ve meydana gelen bu havasız ortamda, uygun ısı ve basınç altında bakterilerin de yardımı ile oluştuğu kabul edilmektedir (Bayraç, 1999: 85).

19. yüzyılın ortalarına kadar bez ve battaniyelere emdirilip daha sonra ısıtma ve süzme gibi ilkel yöntemlerle elde edilmiştir. 1745 yılında Fransa'da Pechelbronn'daki petrollü kumlarda ilk petrol kuyusu açılmış ve ilk petrol rafinerisi kurulmuştur. 1859 yılında 69 feet derinlikte petrol bulunmuş ve kaya yağından elde edilen gaz yağının seri üretimine başlanmıştır (TPAO, 2007: 22-24).

Petrokimya sanayii, nafta, LPG, gaz-yağ gibi petrol ürünleri veya doğal gaza dayalı temel girdileri kullanarak plastikler, lastik ve elyaf hammaddeleri ve diğer organik ara malları üreten ve ambalaj, elektronik, otomotiv, inşaat, tekstil ve tarım gibi birçok sektöre girdi sağlayan bir sanayi koludur. Petrokimya ürünleri az sayıda hammaddeden elde edilir ama nihai ürünler son derece çeşitlidir (PİGEM, 2003: 53).

İlk kez 1929 yılında 75/25 oranında bütadien/stiren karışımları emülsiyon polimerizasyonu ile kopolimerleştirerek tabii kauçuğa benzer sentetik yapılar oluşturulmuştur. II. Dünya Savaşı sırasında kauçuğa olan talebin artması nedeniyle yapay sentetik üretimi çalışmaları hızlanmıştır. II. Dünya Savaşı sonrasında petrol rafineri ürünlerinin ucuz ve bol olması, ölçek ekonomilerinin üretim maliyetlerini önemli ölçüde düşürmesi ve gelişmiş ülkelerdeki hızlı sanayileşme sonucu petrokimya ürünlerine talep hızla artırmıştır. 1960-1970 dönemlerinde Batı Avrupa ile birlikte bu alana giren gelişmekte olan ülkelerde, kamu girişimciliğiyle sanayileşme politikalarında petrokimya sanayi önemli bir yere sahip olmuştur. 1970'lerden itibaren petrol şokları ve dünya ekonomik bunalımının etkisiyle petrokimya sanayinin büyüme hızı düşmüş ve firmalar da çeşitli stratejiler ile bunalımların etkisini azaltmaya çalışmışlardır.

2008 yılında yaşanan küresel ekonomik kriz nedeniyle, ham petrol fiyatlarında sert düşüşler ve talepte büyük ölçüde daralmalar yaşanmıştır. Rekabet gücünü kaybeden tesisler kapanmış ve kapasite kullanım oranları % 60'lar düzeyine düşmüştür. Devam eden yatırımlar durdurularak, yeni projeler ertelenmiştir. Sektörde satın alma ve birleşmeler hızlanmış ve uluslararası ticaret daralmıştır (PETKİM, 2009 Faaliyet Raporu: www.petkim.com.tr, Erişim 13.04.2011).



Şekil 1: Dünya Ham Petrol Fiyatları

Kaynak: http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_wco_k_w.htm (11.03.2011)

Dünya ham petrol rezervlerinin bir trilyon varil civarında olduğu tahmin edilmekte ve bu rezervin % 75'inden daha fazlası OPEC'e üye ülkelerin elinde bulunmaktadır. OPEC üyeleri her gün yaklaşık 27-28 milyon varil petrol üretmekte, diğer bir ifade ile dünya toplam üretiminin % 40'ını sağlamaktadır.

Türkiye enerji hammaddesi açısından zengin bir ülke olmasına karşın, günümüze kadar yapılan araştırmalar petrol açısından yeterli rezerv kaynağına sahip olmadığını ortaya çıkarmıştır. Anadolu'nun tektonik evrimine bağlı olarak çok kıvrımlı ve kırıklı, engebeli, karmaşık bir jeolojik yapıya sahip olması, Türkiye'deki petrol arama çalışmalarını oldukça zorlaştırmakta ve arama yatırımları maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır.

Türkiye'de petrol arama çalışmaları 1942-1958 yılları arasında Maden Teknik Arama (MTA) ve Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığının (TPAO) kurulmasıyla birlikte giderek hızlanmış ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Raman ve Garzan sahaları keşfedilmiştir. Bu keşiflerden sonra 7 Mart 1954 tarihinde, 6326 sayılı Petrol Yasası çıkarılarak yerli ve yabancı firmaların da petrol arama ve üretim çalışmaları yapmalarına olanak sağlanmıştır (DPT, 2007: 8).

Türkiye'de 1990'lı yıllara kadar, özel kesimde faaliyet göstermekle birlikte, sayılan bu petrol faaliyetlerinin her biri bütüncül bir yapı içinde, birer kamu kuruluşu olan, TPAO ve bağlı ortaklıkları tarafından yürütülmüştür. Türkiye'de bu zincir, 1990'lı yıllara

kadar, TPAO, Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ), Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. (TÜPRAŞ), Petrol Ofisi A.Ş. (POAŞ) ve Deniz İşletmeciliği ve Tankerciliği A.Ş. (DİTAŞ) tarafından yapılmaktayken, bu bütüncül yapı parçalanarak özelleştirme yolu ile sektördeki kamu ağırlığına son verilmeye çalışılmıştır.

Özelleştirme politikaları çerçevesinde sırası ile TÜPRAŞ, POAŞ, DİTAŞ ve İGSAŞ özelleştirme kapsamına alınarak, BOTAŞ ise teşekkül haline getirilerek TPAO'nun bağlı ortaklıkları statüsünden çıkarılmışlardır. Türkiye'de, arama, üretim ve taşıma faaliyetleri, kamu elinde bulunan TPAO ve BOTAŞ tarafından yürütülürken, petrol ürünleri üretimi TÜPRAŞ ve ATAŞ, petrokimya ürünleri üretimi ise PETKİM tarafından gerçekleştirilmektedir. Dağıtım ve pazarlama faaliyetlerinde rekabetçi koşullar geçerli olmakla beraber geniş dağıtım ağı ve yüksek depolama kapasitesiyle POAŞ, bu alanda pazar lideri konumundadır.

Türkiye petrokimya sanayinin tek temsilcisi PETKİM olup, ürünlerinin kalitesi dünya standartlarında olan, büyük ölçekli tek petrokimyasal üreticisidir. Türkiye'de petrokimya sanayinin kurulması fikri Birinci Beş Yıllık Plan döneminin başlangıcı olan 1962 yılında benimsenmiş, yapılan etüt ve araştırmalar sonucunda PETKİM Petrokimya A.Ş. 03.04.1965 tarihinde TPAO (Türkiye Petrol Anonim Ortaklığı) öncülüğünde kurulmuştur. Türkiye'de halen faaliyet gösteren Petkim dışındaki diğer başlıca üreticiler ise; SASA (240.000 t/y DMT), TÜPRAŞ (33.000 t/y SBR, 20.000 t/y CBR, 40.000 t/y KS, 33.000 t/y BDX, 27.000 t/y PS) ve Başer Petrokimya (40.000 t/y PS) şirketleridir. PETKİM Petrokimya Holding A.Ş.'nin sermayesindeki % 51 oranındaki kamu hissesi, "blok satış" yöntemi ile özelleştirilmesine ilişkin ihale süreci sonucunda 30 Mayıs 2008 tarihinde 2.040.000.000-USD bedelle SOCAR&Turcas Petrokimya A.Ş.'ye geçmiştir.

Türkiye sınırları içinde petrol ürünlerinin depolanmasını, pazarlanmasını ve dağıtımını yapan kuruluşlardan biri olan POAŞ, 1941'de bir kamu kuruluşu olarak kurulmuştur. POAŞ 1981'de, 98 sayılı Kanun hükümlerine göre PETKUR'a devredilmiştir. 1983'te ise 233 sayılı Kanun Hükmünde Kararname gereğince Petrol Ofisi'nin hukuki yapısı Türk kanunlarına göre sınırlı sorumlu bir şirket statüsüne getirilerek, genellikle ham petrol üretimi faaliyetinde bulunan TPAO'ya devredilmiştir. POAŞ'ın mülkiyeti, Özelleştirme Programının bir parçası olarak 1990 yılında 3291 sayılı Kanun

çerçevesinde sonradan Özelleştirme İdaresi adı verilen Kamu Ortaklığı İdaresi'ne devredilmiştir. Yapılan özelleştirme çalışmaları sonucunda ÖİB'nin açtığı ihaleyi, teklif sahiplerinden Türkiye İş Bankası A.Ş. ve Doğan Holding A.Ş. Ortak Girişim Grubu 1.260.000.000 \$ bedelle kazanmış ve POAŞ'ı devralmıştır (Soysal, 2003: 19).

TÜPRAŞ, kamuya ait rafinerilerin bir şirket çatısı altında toplanması amacıyla 16 Kasım 1983 tarihinde kurulmuştur. TÜPRAŞ'ın kurulması ile İPRAŞ ve TPAO'na bağlı İzmir, Batman ve o tarihte yapımı devam eden Kırıkkale Rafinerisi TÜPRAŞ'ı oluşturmuşlardır. Kuruluşunda TPAO'ya bağlı ortaklık olarak faaliyetlerini sürdüren TÜPRAŞ, 10 Temmuz 1990 tarih ve 9013 sayılı kararı ile özelleştirme kapsamına alınmış ve sermayesi ÖİB'ye devredilmiştir. 1991'de sermayesinin % 2,5'i oranında A grubu hisse senedinin halka arz edilmesi ile başlayan TÜPRAŞ'ın özelleştirme işlemleri aşamalı olarak sürdürülmüştür. Kamuya ait % 51 oranına tekabül eden TÜPRAŞ hisselerinin, ÖİB tarafından 12 Eylül 2005 tarihinde yapılan ihale neticesinde, KOÇ-SHELL Ortak Girişim Grubu'na satılmasıyla şirket tamamen özel sektöre devredilmiştir. (DPT, 2007: 8)

3. Veri Seti ve Analiz Yöntemi

Petro kimya endüstrisini temsilen TÜPRAŞ, POAŞ ve PETKİM firmaları seçilmiştir.* Etkinlik ölçümlerinde girdi olarak firmaların toplam işgücü sayısı ve toplam sermaye stoku, çıktı olarak da üretim düzeyi değişkenleri kullanılmıştır. Sermaye stokunun hesaplanmasında aralıklı envanter yöntemi kullanılmıştır[†] Üretim düzeyini temsilen siyah ürün (fueloil / kalyak (bin ton) seçilmiştir. Endüstriye ilişkin ölçümlerde kullanılan parasal büyüklükler, 1987 yılı bazlı GSYİH deflatörü kullanılarak reelleştirilmiştir. Kullanılan değişkenler Özelleştirme İdaresi Başkanlığından (ÖİB), firmaların faaliyet raporlarından ve firmaların bağımsız denetimden geçmiş bilanço,

* Söz konusu üç firmanın endüstri içinde yaklaşık %70'lik bir piyasa payına sahip olması nedeniyle yapılan etkinlik analizlerinden elde edilecek skorlar endüstriyi açıklamada kullanılabilir. Literatürde firma sayısı ile girdi-çıkıtı sayıları arasında genellikle $n+1 > m+s$ (n =KVB sayısı, m =girdi sayısı, s =çıkıtı sayısı) ilişkisitercih edilir. Bazı çalışmalarda bu kısıt $n \geq 2(m+s)$, bazılarında ise $n/3 > (m+s)$ şeklindedir (Jenkins L. ve Anderson M., 2003; 54).

[†] Sermaye stokunun tahmininde aşınma oranlarını da dikkate alan bu yöntem, geçmiş dönemlere ait yatırım harcamaları verilerini kullanmakta ve bugünkü sermaye stokunun geçmiş dönemlerde yapılan yatırımların birikimi olduğu kabul edilmektedir. Ayrıntılı bilgi için bakınız (Saygılı ve diğ (2005), Şimşek (2005)

gelir tablosu gibi mali raporlarından hareketle elde edilmiştir. Analizlerde kullanılan veriler 2000-2009 dönemini kapsamakta olup etkinlik ve verimlilik hesaplamaları, DEA Solver Pro 4.1 bilgisayar programı yardımıyla yapılmıştır.

Çalışmanın analiz boyutu iki aşamayı içermektedir. İlk olarak, Veri Zarflama Analizi (DEA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksinden (TFV) hareketle endüstrinin ve firmaların etkinlik düzeyleri hesaplanmıştır. Analizin ikinci aşamasında ise birinci aşamada elde edilen Teknik Etkinlik (TE) düzeyleri bağımlı değişken olarak alınarak, etkinliğin/etkinsizliğin belirleyicileri Tobit model yardımıyla ortaya koyulmuştur.

DEA analizinde ölçeğe göre sabit getiri (CRS)[‡], ve zaman içinde firmaların etkinliklerindeki değişimleri takip etmek amacıyla Malmquist TFV skorları kullanılmıştır.

Çalışma yönteminin ilk aşaması, etkinlik düzeyinin hesaplanmasını içermektedir. Etkinlik analizlerine yönelik olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (1978), etkin sınır içinde kalan etkin olmayan noktaların merkeze olan radyal uzaklıklarını belirleyen, matematiksel programlama tabanlı, parametrik olmayan bir çözümleme geliştirmişlerdir. Veri Zarflama Analizi (*Data Envelopment Analysis* (DEA)) adını verdikleri bu yaklaşım sayesinde birden çok ve farklı ölçeklere bölünmüş veya farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karar birimleri arasında etkinlik karşılaştırması yapmayı zorlaştırdığı durumlarda, karar birimlerinin görece performansını Farrell'in yaklaşımı çerçevesinde ölçmek mümkün hale gelmiştir.

DEA, doğrudan bir sınıra bağlı olarak etkinlik veya etkinsizlik düzeyinin ölçülmesini sağlamaktadır. DEA merkezi eğilimlerden ziyade uç verileri de kapsayan ve üretim teknolojisi üzerine herhangi bir sınırlama koymaksızın en iyi üretim sınırını (üretim eğrisini) oluşturmayı hedefleyen bir metodolojidir. Diğer bir ifadeyle, veri merkezine en iyi uyumu sağlayacak regresyon düzlemi yerine, gözlemlenen uç verileri kavrayacak

[‡] Söz konusu firmaların ölçek büyüklüklerinin birbirine yakın olması nedeniyle ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı kullanılmıştır.

doğrusal kısmi bir yüzeyin oluşturulmasını içermektedir (Arnade, 1994). Her bir KVB etkinlik düzeyi, oluşturulan bu yüzeye göre belirlenmektedir.

DEA analizleri ile Farrell ayrıştırmasında belirtildiği gibi, teknik ve tahsis etkinliği kısımları ortaya konulabilmektedir. Malmquist toplam faktör verimliliği endeksinin (M_0) hesaplanmasında gerekli olan uzaklık fonksiyonlarını tahmin etmek için en çok kullanılan yaklaşımdır.

DEA'nin ilk şekli, bu modeli geliştiren Charnes, Cooper ve Rhodes'un adlarının bas harfleriyle anılan "CCR modeli" olarak bilinmektedir. Daha sonra geliştiren tüm modeller temelde CCR modeline dayanmaktadır. CCR modeli ve varsayımları şöyle belirtilebilir: CCR modeli, n KVB'nin, m adet farklı girdi kullanarak s adet farklı çıktı üretme sürecini ele almaktadır. Maksimize edilecek çıktı/girdi oranının matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir (Jahanson GR ve diğ.,2005: 343).

$$\max h_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij}}$$

Bu ifade $x_{ij} \geq 0$ parametresi j karar birimi tarafından kullanılan i girdi miktarını, $y_{rj} > 0$ parametresi de j karar birimi tarafından kullanılan r çıktı miktarını göstermektedir. Bu karar birimi için değişkenler k karar biriminin i girdi ve r çıktıları için vereceği ağırlıklardır. Bu ağırlıklar sırasıyla v_{ik} ve u_{rk} olarak gösterilmiştir.

Aşağıdaki ifade ise, k karar biriminin ağırlıklarını diğer karar birimleri de kullandığı zaman etkinliklerinin %100'ü aşmamasını sağlayan kısıttır.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij}} \leq 1; \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Kullanılacak girdi ve çıktı ağırlıklarının negatif olmamasını sağlayan kısıt da aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} u_{rk} &\geq 0 ; & r &= 1, 2 \dots, s. \\ v_{ik} &\geq 0 ; & i &= 1, 2 \dots, m. \end{aligned}$$

Bu eşitsizlikler setinindoğrusal programlama modeline dönüştürülüp çözüme ulaşmak için maksimizasyon formundaki amaç fonksiyonunun paydasının 1'e eşitlenip bir kısıt haline getirilmesi yeterlidir. "Charnes-Cooper dönüşümü" olarak bilinen bu dönüşüm sonucu oluşan medel şu şekildedir.

$$\mathbf{Max} \mathbf{h}_k = \sum_{r=1}^s \mathbf{u}_{rk} \mathbf{y}_{rk}$$

$$\sum_{r=1}^s \mathbf{u}_{rk} \mathbf{y}_{rj} - \sum_{i=1}^m \mathbf{v}_{ik} \mathbf{x}_{ij} \leq \mathbf{0}; \quad \mathbf{j} = \mathbf{1} \dots \dots, \mathbf{n}$$

$$\sum_{i=1}^m \mathbf{v}_{ik} \mathbf{x}_{ik} = \mathbf{1}$$

$$\mathbf{u}_{rk} \geq \mathbf{0}; \quad \mathbf{r} = \mathbf{1}, \mathbf{2} \dots \dots, \mathbf{s}.$$

$$\mathbf{v}_{ik} \geq \mathbf{0}; \quad \mathbf{i} = \mathbf{1}, \mathbf{2} \dots \dots, \mathbf{m}.$$

Yukarıdaki model n adet karar birimi için her birinin kendi parametreleri ile hazırlanıp n kere çözülmelidir. Özellikle etkin referans setlerinin belirlenmesinde destek sağlayan dual model ise "zarflama problemi" adı ile anılmakta ve aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$\mathbf{min} \mathbf{v}_k = \mathbf{q}_k$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} \geq \mathbf{y}_{rk}; \quad \mathbf{r} = \mathbf{1}, \mathbf{2}, \dots, \mathbf{s}.$$

$$-\sum_{i=1}^m \lambda_{kj} \mathbf{x}_{ij} + \mathbf{q}_k \mathbf{x}_{ik} \geq \mathbf{0}; \quad \mathbf{i} = \mathbf{1}, \mathbf{2}, \dots, \mathbf{m}.$$

$$\lambda_{kj} \geq \mathbf{0}; \quad \mathbf{j} = \mathbf{1}, \mathbf{2} \dots \dots, \mathbf{n}$$

$$-\omega \leq \mathbf{q}_k \leq +\omega$$

Dual modeldeki λ değişkeni etkin referans setlerinin belirlemede kullanılmaktadır. k karar biriminin primal modelde pozitif değerler verilen tüm λ_{kj} dual değişkenlerin karşılık geldikleri karar birimleri etkindir. Bu etkin karar birimleri tarafından oluşturulan sete karar birimi k'nın "referans seti" denilir. Eğer k etkin ise o zaman

referans setindeki tek karar birimi kendisi olacaktır ve dual değişken λ_{kj} 'nin değeri 1'e eşit olacaktır. Etkin olmayan karar birimleri için ise referans seti, etkinliğin yakalanabilmesi için yol gösterici olacaktır.

Etkinlik analizlerinde üretim sürecinin geçmişteki belli dönemlerini dikkate alarak, faktörlerden bir kısmının veya tamamının verimliliğindeki (zaman içindeki) değişimler, Toplam Faktör Verimliliği (TFV) ölçme literatürden (Malmquist-CRS endeksinden) yararlanılarak hesaplanmıştır.

Malmquist verimlilik endeksi ile TFV'ni ölçebilmek için en az iki dönemin olması gerekir. Her iki dönem için fark fonksiyonlarından çıkarılan sonuç, maksimum ortalama çıktıdan olan sapmaları açıklamaktadır. Bu endeks, her bir veri noktasının ortak teknolojiye göre nisbi uzaklık oranlarını hesaplayıp, iki veri noktası arasındaki TFV'deki (onu oluşturan teknik ilerleme ve teknolojik değişme) değişmeyi ölçmektedir ve aşağıdaki notasyonla ifade edilmektedir.

$$m_0(y^t, x^t, y^{t+1}, x^{t+1}) = \left[\left(\frac{d_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^t(y^t, x^t)} \right) x \left(\frac{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^{t+1}(y^t, x^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Bu endekste baz yıl t dönemiyle, bir sonraki yıl ise t+1 dönemiyle gösterilmektedir. Bu denklemde $d_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})$ notasyonu, (t+1) gözlemlerinden (t) dönemi teknolojisine olan uzaklığı temsil etmektedir. Bu denklem aşağıdaki kalıpla gösterilebilir.

$$\frac{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^t(y^t, x^t)} \left[\left(\frac{d_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \right) x \left(\frac{d_0^t(y^t, x^t)}{d_0^{t+1}(y^t, x^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Yukarıdaki denklemde, köşeli parantezin dışında yer alan oransal kısım, (t) ve (t+1) yılları arasındaki çıktı eksenli teknik ilerlemedeki değişmeyi ölçen kısımdır. Yani, etkinlik değişimi; Farrell'in (Farrell 1957) (t+1) dönemi için ele aldığı teknik etkinlik oranı, (t) döneminde belirlenen teknik etkinlik oranına eşittir. Köşeli parantez içinde yer alan kısım ise iki oranın geometrik ortalaması olup iki dönem arasındaki teknolojiye (x^{t+1} ve x^t) meydana gelen değişmeyi açıklar.

M_0 'nın değerinin 1'den büyük olması, TFV'nin (t) döneminde (t+1) döneme arttığını; 1'den küçük olması da TFV'nin (t) döneminden (t+1) döneme azaldığını gösterir (Kök ve Deliktaş 2003: 241). TFV' deki değişme iki kısma ayrıldığında teknolojik değişme ve etkinlikteki değişme ayrı ayrı gösterilebilir.

$$\text{Teknik Etkinlikteki Değişme} = \frac{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^t(y^t, x^t)}$$

$$\text{Teknolojik Değişme} = \left[\left(\frac{d_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \right) x \left(\frac{d_0^{t+1}(y^t, x^t)}{d_0^t(y^t, x^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Malmquist verimlilik endeksinin ayrıştırılması TFV'deki teknik etkinlikteki (TE) ilerlemenin ve teknolojik değişimin (TD) katkılarını belirlememizi sağlamaktadır. Burada, TE üretim sınırını yakalama etkisi (*catch-up effect*) olarak ifade edilirken, TD üretim sınırı eğrisinin yer değiştirmesi (*frontier-shift*) olarak ifade edilmektedir. TE ve TD, TFV'ndeki değişimin ana unsurlarını oluşturmaktadır. Diğer bir ifadeyle, TE ile TD'nin çarpımı TFV'ndeki değişmeyi vermektedir. Literatürde Petrokimya endüstrisinin etkinliğini ölçmeye yönelik olarak önemli bazı çalışmalar BAO H. ve AN X. (2011), Rafaela D. P. ve José M. M.P. (2011), Toshiyuki S. (2000), Shunsuke M. ve diğ. (2006) ve Jung E.J. (2001) sayılabilir.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise etkinliğin/etkinsizliğin kaynakları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ilk aşamada elde edilen TE düzeyleri Tobit modelde bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.

Son yıllarda literatürde DEA ve Tobit modeller sıklıkla birlikte (Ke-ChiunChang ve diğerleri (2011); Kirjavainen, T. ve Loikkanen, H.A. (1998); Jackson, P., M., ve Fethi, M. D. (2000); Susiluoto, I. - Loikkanen H. (2001); Serdar Kılıçkaplan, Gaye Karpat (2004); António Afonso ve Miguel St. Aubyn (2006); Luoma ve diğerleri (1998); Chilingirian (1995); Hwang ve Oh, (2008)) kullanılmaktadır.

Probit modelinin bir uzantısı olan Tobit Model James Tobin tarafından geliştirilmiştir. Bağımlı değişkene ait bilginin sadece bazı gözlemler için söz konusu olduğu örneklem sansürlü örneklem olarak bilinir (Aydın, 2010: 437).

Bağımlı değişkenin değişim aralığının herhangi bir şekilde sınırlandırıldığı regresyon modellerinde eğer belirli bir aralığın dışındaki gözlemler tamamen kaybediliyorsa kesikli model, ancak en azından bağımsız değişkenler gözlenebiliyorsa sansürlü model söz konusu olur (Üçdoğruk ve diğ., 2001:14-17).

Tobit modelinde gözlenen bir kullandığı değişken ,

$$y_i = \begin{cases} 1, & y_i^* > 0 \text{ ise} \\ 0 & y_i^* \leq 0 \text{ ise} \end{cases} \quad (1)$$

şeklindedir. Buraday $y_i^* = \beta x_i + u_i$ ($i = 1, \dots, T$) 'dir ve $y_i^* > 0$ ise y_i^* 'nin gözlendiği, $y_i^* \leq 0$ ise y_i^* 'nin gözlenemediği varsayılmaktadır. Böylece gözlenebilen y_i ,

$$y_i = \begin{cases} y_i^* = \beta x_i + u_i & y_i^* > 0 \text{ ise} \\ 0 & y_i^* \leq 0 \text{ ise} \end{cases} \quad (2)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada, $u_i \approx IN(0, \sigma^2)$, x_i açıklayıcı değişkenlerin bir vektörü, β ise bilinmeyen parametreleri göstermektedir (Maddala, 1989: 283). y_i^* , latent değişken ve y_i ise DEA'dan elde edilen skorlardır.

(2) nolu Tobit Modelinde $y_i^* \leq 0$ olduğunda y_i^* üzerine bazı gözlemler sıfır değerini almaktadır. $y_i^* = \beta x_i + u_i$ modelinde negatif ya da sıfır değerini alan y_i gözlemleri ihmal edildiğinde, $u_i > -\beta x_i$ için gözlemlerin modele katılması ile u_i hatası sıfır ortalamaya sahip olamaz. Bununla birlikte, u_i ortalaması sıfırdan farklı bir truncated normal dağılıma sahiptir (Maddala, 1989; 283).

Veriler belirli bir limit altında ya da üstünde sınırlandırıldığında örneklem verilerine uygulanan dağılım sürekliliği ve süresiz dağılımların bir karması olur.

Bağımlı değişken kesikli hale getirildiğinde belirli bir aralıktaki değerler tamamentek bir değer edönüştürülmüş olur (Kılıçkapan S. Ve Karpat G., 2004: 5; Üçdoğruk ve diğ., 2001:14-17).

Tobit Modelinin tahmininde ise genellikle Maksimum Olabilirlik (MO) yöntemi kullanılmaktadır.

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right)$$

$f(t)$, standart normal dağılımıyoğunlukfonksiyonunugöstermekteve

$$= \int_{-\infty}^z f(t) dt$$

$F_{(z)}$ standart normal dağılımın birikimli dağılım fonksiyonunu göstermektedir. Tobit Modeli için olabilirlik fonksiyonu (L);

$$L = \prod_{y_i > 0} \frac{1}{\sigma} f\left(\frac{y_i - \beta x_i}{\sigma}\right) \prod_{y_i \leq 0} F\left(-\frac{\beta x_i}{\sigma}\right)$$

şeklinde yazılabilir. Olabilirlik fonksiyonu (L), β ve σ 'ya göre maksimize edildiğinde bu parametrelere ait maksimum olabilirlik (MO) tahminleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$L = \prod_{y_i=0} (1 - F_i) \prod_{y_i \geq 0} \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{1/2}} x \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(y_i - \beta x_i)^2\right] \quad (3)$$

$$F_{(z)} = \int_{-\infty}^{\beta x_i/\sigma} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-t^2/2} dt$$

(3) no'lu ifadede ilk çarpım, %100 etkin olan ($y_i = 0$) firmalara ait gözlemleri, ikinci çarpım ise etkin olmayan ($y > 0$) firmalara ait gözlemleri göstermektedir (Kılıçkapan S. Ve Karpat G., 2004: 7).

Tobit Modeller için hata terimlerinin normal dağıldığı ya da genel olarak parametrik biçimi belli olan dağılım fonksiyonuna sahip olduğu bilindiğinde maksimum olabilirlik ve diğer olabilirlik bazlı süreçler tutarlı ve asimptotik olarak normal dağılımlı tahmin ediciler verir. Bununla birlikte, olabilirlik fonksiyonunun varsayılan parametrik biçimi yanlış belirlendiğinde tahmin ediciler tutarsız olur.

4. Uygulama Sonuçları

Petrokimya Endüstrisine yönelik olarak 2000-2009 dönemi kaynak kullanım etkinliğini ölçmeye yönelik olarak DEA analizi ve firmaların etkinliklerindeki değişimleri takip etmek amacıyla hesaplanan TE ve TFV sonuçları Tablo 1 ve Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Sonuçları

Karar Birim.	Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi (TFV)											
	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	Malmquist (TFV)	TE Değişim (Catch-up)	Teknolojik Değişim Ort.(Frontier)
TUPRAS	1.015	1.009	1.005	1.014	1.007	1.014*	0.998	0.999	0.971	1.003	0.991	1.013
POAS	1.154*	1.178	1.005	0.999	0.993	1.002	0.993	0.999	0.977	1.033	0.998	1.037
PETKİM	1.007	1.01	1.013	1.014	0.982	1.042	1.008	1.036*	1.021	1.015	1.004	1.011
Ortalama	1.059	1.066	1.008	1.009	0.994	1.020	1.000	1.012	0.990	1.018	0.998	1.021
Masimum	1.154	1.179	1.014	1.014	1.007	1.043	1.009	1.036	1.022	1.034	1.004	1.037
Minimum	1.007	1.009	1.006	1.000	0.983	1.003	0.993	0.999	0.970	1.004	0.991	1.011
S. Sapma	0.083	0.098	0.005	0.008	0.012	0.020	0.008	0.021	0.028	0.015	0.007	0.015

* Firmaların özelleştirildikleri yılları göstermektedir.

Tablo 2: Teknik Etkinlik (TE) Sonuçları

Karar Birimleri	Teknik Etkinlik Düzeyleri (TE)											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Ortalama	
Tüpraş	0.723	0.701	0.692	0.685	0.691	0.699	0.698*	0.694	0.666	0.638	0.6887	
Poaş	0.909*	0.984	1	0.998	0.975	0.971	0.952	0.943	0.905	0.868	0.9505	
Petkim	1	1	1	1	1	1	1	1	1*	1	1	
Ortalama	0.877	0.895	0.897	0.894	0.888	0.89	0.883	0.879	0.857	0.835	0.8797	

* Firmaların özelleştirildikleri yılları göstermektedir.

Yukarıdaki tablodan elde edilen etkinlik skorlarına bağlı olarak endüstriye ilişkin TFV’nin ele alınan dönemde ortalama 1,018 olduğu hesaplanmıştır. Buna göre endüstrinin tamamına ilişkin ölçüğe göre artan getirilerin geçerli olduğunu söylemek mümkündür.

Endüstride yer alan her bir firmaya ilişkin TFV skorları incelendiğinde ise 2006 yılında özelleştirilen TÜPRAŞ’ın 2000-2009 döneminde TFV skoru ortalama 1.003 düzeyindedir. Özelleştirme öncesi ve sonrası TFV düzeyi (1,010 ; 0,989) dır. TFV değişim düzeyi özelleştirme sonrasında, özelleştirme öncesine göre ortalama % 2 azalmıştır. Ayrıca 2008 küresel krize bağlı olarak 2008’den 2009’a TFV skoru 0.971 ile

en düşük seviyesine düşmüştür. Ayrıca bir önceki döneme göre % 2.9 oranında azaldığı görülmektedir. Bu göstergeler, teknik etkinlik açısından ele alındığında, teknik etkinlik düzeyindeki değişim 2000-2009 dönemi boyunca ortalama 0.6887 düzeyindedir. Özelleştirme öncesi ve sonrası TE düzeyi (0.6985;0.674) olarak hesaplanmıştır. TE düzeyi özelleştirme sonrasında, özelleştirme öncesine göre ortalama % 3.6 azalmıştır. Yine kriz yılında TE düzeyi tüm döneme oranla en düşük seviyesini 0.638 göstermektedir. Dönem bir bütün olarak ele alındığında firmanın ortalama TFV düzeyi, ortalama endüstri düzeyinden % 1,8 daha küçüktür. TÜPRAŞ'ın TFV'deki özelleştirme öncesi ve sonrası değişimin etkili olduğu ve küresel krizin etkinlik düzeyi üzerinde olumsuz bir etki yarattığı söylenebilir.

2000 yılında özelleştirilen POAŞ'ın özelleştirme öncesi ve sonrası dönemi karşılaştırmak mümkün olmadığından, TFV düzeyi özelleştirme sonrası dönemi içermekte olup 1.033 düzeyindedir. Bu düzey ile endüstri içinde en yüksek ortalama düzeye sahiptir. 2000-2002 döneminde TFV düzeyi artarken 2003 yılında TFV %16 gibi çok ciddi bir düşüşle 0.864 düzeyine inmiştir. Sonraki yıllarda artan bir ivme olmasına rağmen küresel kriz 2009 yılında TFV düzeyindeki değişimi olumsuz etkilemiştir. Etkinsizliğin kaynakları incelendiğinde firmanın 2003 yılında üretim düzeyinde yaşanan nisbi azalmalara karşın istihdam edilen emek miktarında bir artış ortaya çıkmıştır. 2008 yılında yaşanan mortgage kriziyle sektörde bir daralma meydana gelmiştir. POAŞ'nin petrol dağıtım ağı açısından Türkiyede en gelişmiş ağa sahip olması (2007 yılında motorinde % 30, benzinde % 24, oto-LPG'de % 20, siyah ürünlerde % 60, jet yakıtında % 71 ve madeni yağlarda % 23 pazar payı) nedeniyle sektördeki dalgalanmalardan önemli ölçüde etkilendiği görülmektedir. Küresel krizin etkisiyle teknik etkinlik düzeyi 2009 yılında 0.868 ile dönem ortalaması itibarıyla en düşük düzeyine inmiştir. Küresel krizin firma üzerindeki etkileri 2008 yılından itibaren gözlenebilmektedir. Dönem bir bütün olarak ele alındığında TFV ortalama düzeyi, ortalama endüstri düzeyinden % 3,3 daha büyüktür.

2008 yılında özelleştirilen PETKİM'in 2000-2009 döneminde TFV skoru ortalama 1.015 düzeyindedir. Özelleştirme öncesi ve sonrası TFV düzeyi (1,010 ; 1,028) dir. Özelleştirme sonrasında firmanın TFV düzeyinde %2.8 düzeyinde bir artış olduğu gözlenmiştir. 2008 küresel krizinden endüstrideki diğer firmalara nazaran daha az

etkilenen firma olarak karşımıza çıkan PETKİM'in bu başarısında özelleştirme sonrası dönemde ortaya çıkan yeniden yapılanmanın etkili olduğu görülmektedir. Teknik etkinlik düzeyleri itibarıyla de endüstrideki en etkin firma durumundadır.

Petrokimya endüstrisine ilişkin özelleştirme öncesi ve sonrasını kapsayan DEA analiz sonuçları topluca değerlendirildiğinde, firmaların ölçeğe göre artan getiriler ile çalıştıkları bunun nedeni olarak, her bir firmanın kendi alanlarında (dağıtım, üretim) monopol karakter taşımasının etkili olduğu görülmektedir. Ortadoğu da yaşanan siyasal çalkantıların ve OPEC ülkelerinin tutumunun bundan sonraki yıllarda petrokimya endüstrisinin gelişiminde önemli rol oynayacağı öngörülmektedir.

Çalışmanın ikinci aşamasında petrokimya endüstrisinde etkinsizliğin kaynakları ortaya konulmuştur. Analizde firmanın TE skorları bağımlı değişken olarak yer alırken bağımsız değişken olarak firmaya özgü içsel değişkenler (Özkaynak karlılık oranı[§], piyasa payı, özelleştirme (kukla değişken özelleştirme öncesi 0 özelleştirme sonrası 1) ve endüstriye yönelik dışsal değişkenler (petrol fiyatları) kullanılmıştır. Oluşturulan Tobit model çalışmanın yönteminde de belirtildiği şekilde tanımlanmış ve elde edilen sonuçlar ekonometrik ve istatistiksel ölçütler çerçevesinde aşağıdaki şekilde rapor edilmiştir.

Tablo 3:Tobit Model Sonuçları (Etkinliği Belirleyen İçsel değişkenler)

Bağımlı değişken: Teknik Etkinlik Düzeyi (TE)					
Bağımsız Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	t istatistiği	P>t	Olasılık
Sabit	1.2206	0.0584296	20.89	1.100718	1.340493
PPAY	-0.00486*	0.0013644	-3.57	-0.007666	-0.002067
OZKV	-0.00968*	0.0028203	-3.43	-0.015471	-0.003898
Sigma	0.102206	0.178607			0.0661405
Loglikelihood	8.734967				
Gözlem Sayısı	30				

Not: * , ** ve *** sırasıyla yüzde 1, yüzde 5 ve yüzde 10 düzeyinde istatistiksel anlamlılığı belirtmektedir.

[§] Öz kaynak karlılık oranı vergi öncesi net kar/öz kaynak toplamı alınarak hesaplanmıştır.

Endüstriye ilişkin içsel değişkenlerin alındığı yukarıdaki model sonuçlarına göre endüstride piyasa payı değişkeninin işaretinin negatif olduğu -0.00486 görülmektedir. Katsayının negatif işaretli olması piyasa payındaki bir birimlik artışın, TE düzeyi üzerinde olumsuz bir etki yaratma ihtimalini ifade etmektedir. Firmaların kendi faaliyet alanlarında tekel nitelikte olması, piyasa payı arttıkça etkinlik düzeyinde bir azalmaya neden olmaktadır. Tekelleşme eğilimi referans üretim sınırını yakalamayı güçleştirmekte bu nedenle TE katsayısını olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca öz kaynak verimlilik oranındaki artışlarında etkinlik düzeyini azaltma ihtimali söz konusudur. Bu durum petrol fiyatlarındaki artışın, firmanın karlılığını arttırırken piyasa talebinde yaratacağı daralma ile açıklanabilmektedir.

Endüstriye ilişkin kontrol(dışsal) değişkenler modele dahil edildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Kontrol değişkenler endüstri dışında ortaya çıkan değişimleri ifade etmektedir. Nitekim petrol fiyatları (POİL) kartelci bir yapıda belirlenirken (OPEC tarafından) kukla değişken olarak kullanılan özelleştirme tarihi (Özel Tar.) politik tercihi ifade etmektedir.

Tablo 4: Tobit Model Sonuçları (Etkinliği Belirleyen İçsel ve Dışsal değişkenler)

Bağımlı değişken: Teknik Etkinlik Düzeyi (TE)					
Bağımsız Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	t istatistiği	P>t	Olasılık
Sabit	1.367131	0.093271	14.66	0	1.175034
PPAY	-0.00745*	0.001761	-4.23	0	-0.011078
OZKV	-0.00541*	0.003094	-1.75	0.093	-0.011778
POİL	-0.00124*	0.000975	-1.27	0.215	-0.003248
Özel. Tar	-0.07699	0.051981	-1.48	0.151	-0.184043
Sigma	0.089998	0.1207611			0.0592363
Loglikelihood	14.23863				
Gözlem Sayısı	30				

Not: * , ** ve *** sırasıyla yüzde 1, yüzde 5 ve yüzde 10 düzeyinde istatistiksel anlamlılığı belirtmektedir

Elde edilen sonuçlara göre petrol fiyatlarındaki artış beklenildiği üzere teknik etkinlik düzeyinde bir azalma ihtimali ortaya çıkarmaktadır. Bunda artan petrol fiyatlarının

yarattığı talep daralması ve belirli bir oranda (20 günlük stok) petrol bulundurmak zorunda olan firmaların maruz kaldığı fiyat riskleri neden olmaktadır. Özelleştirme tarihinin tobit model üzerindeki etkisi ise istatistiksel olarak anlamsız olup eğilim itibariyle etkinliği artırıcı bir nitelik taşıdığı görülmektedir.

5. Sonuç

Petrokimya endüstrisi, Dünya ve Türkiye ekonomisi açısından büyük önem taşıyan endüstriler arası ileri bağlantısı yüksek olan sürükleyici bir endüstridir. Petrokimya sektörü, yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren hızla gelişerek doğal ham madde yerine ikame edilebilen geniş üretim yelpazesi, ürünlerin kullanım, dayanıklılığı ve maliyet üstünlükleri sayesinde, 21. yüzyılın en önemli endüstrilerinden biri haline gelmiştir. Teknoloji ve sermaye yoğun petrokimya sektörünün diğer bir özelliği de rekabetin yoğun olduğu bir sektör olmasıdır. Sektördeki büyümenin temel dinamiğini, dünya genelinde ve özellikle gelişen ekonomilerde yüksek büyüme hızı, yeni yatırımlar, artan uluslar arası ticaret ve petrokimyasal ürünlerin kullanım alanlarının giderek genişlemesi oluşturmuştur.

Dünya kimya sanayinde son yıllarda küresel olaylar, artan çevre kısıtları, artan tüketici beklentileri gibi nedenlerle büyük değişimler yaşanmaktadır. 2008 yılında yaşanan küresel ekonomik kriz nedeniyle, ham petrol fiyatlarında sert iniş/çıkışlar, piyasa talebinde büyük ölçüde daralmalara neden olmuştur. Kriz döneminde petrokimya endüstrisinde, bir dizi yeniden yapılanma önlemleri alınmıştır. Rekabet gücünü kaybeden tesisler kapanmış ve kapasite kullanım oranları %60'lar düzeyine düşmüştür. Devam eden yatırımlar durdurularak, yeni projeler ertelenmiştir. Sektörde satın alma ve birleşmeler hızlanmış ve uluslararası ticaret daralmıştır.

Türk Petrokimya endüstrisi dışa bağımlı karakteristiği ile Petro kimya endüstrisinde yaşana şoklara daha duyarlı olmasına neden olmuştur. Yukarıdaki analiz sonuçlarından da anlaşılacağı üzere 2008 küresel krizinin petrol endüstrisine olumsuz etkileri gözlenmiştir. Etkinlik analizi sonuçlarına bağlı olarak endüstrinin geneline ilişkin olarak ölçeğe göre artan getirilerin geçerli olduğu görülmektedir. Buna rağmen küresel krizin sektördeki verimliliği olumsuz etkilediği görülmektedir. Etkinsizliğin kaynaklarına ilişkin olarak kurulan Tobit model sonuçlarına göre ise petrol fiyatlarındaki artışın

etkinliği olumsuz etkilediği, endüstride yer alan firmaların monopol karakterleri nedeniyle piyasa paylarındaki artışın kaynak kullanım etkinliğini olumsuz etkilediği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Kaynakça

- Afonso, A. ve St. Aubyn. (2006), “Relative Efficiency of Health Provision: a DEA Approach with Non-discretionary Inputs”. ISEG-UTL, Department of Economics Working Paper, No: 33/2006/DE/UECE
- Aydın Üzeyir (2010), “*Finans Endüstrisinde Karşılaştırmalı Etkinlik Analizi: Türkiye Örneği (1989-2006)*” DEU, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İzmir
- Bayraç H. N., (1999). *Uluslararası Doğalgaz Piyasasının Ekonomik Analizi, Türkiye’deki Gelişimi ve Eskişehir Uygulaması*, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eskişehir
- Bao Hanrui, An Xun, (2011), “Reliability Test on Oil Field Efficiency with DEA”, *Energy Procedia* 5, 1473–1477
- Chilingerian, J.A., (1995), “Evaluating Physician Efficiency in Hospitals: A Multivariate Analysis of Best Practices”, *European Journal of Operational Research*, 80 (3), pp. 548-574.
- Farrell, M.J. (1957) The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of Royal Statistical Society*, Series A, General 120, Part 3: 253-281.
- Gujarati, Damodar N. (1999). “*Temel Ekonometri*”. (Çev:Ü. Senesen ve G.G. Senesen), Literatür Yayınları, 1.Baskı, İstanbul.
- Hwang, D.S. ve Oh, D., (2008), Do Software Intellectual Property Rights Affect the Performance of Firms? Case Study of South Korea, *In The Third International Conference on Software Engineering Advances*, Sliema, Malta, October 26-31
- Jackson, P. ve M., Fethi, M. D. (2000), “Evaluation of the Technical Efficiency of Turkish Commercial Banks: An Application of DEA and Tobit Analysis”, International DEA Symposium, University of Queensland, Brisbane, Australia, 2-4 July.
- Jenkins, L ve M. Anderson, “Stochastics and Statistics a Multivariate Statistical Approach to Reducing the Number of Variables in Data Envelopment Analysis” *European Journal of Operational Research*, Volume: 147, 2003, s.51-61.
- Jung E.J., Kim J.S., Rhee S.K. (2001), “The measurement of corporate environmental performance and its application to the analysis of efficiency in oil industry”, *Journal of Cleaner Production* 9, 551–563
- Ke-Chiun Chang, Chang-Liang Lin, Yu Cao ve Chia-Fu Lu (2011), “Evaluating branch efficiency of a Taiwanese bank using data envelopment analysis with an undesirable factor”, *African Journal of Business Management*, Vol. 5(8), pp. 3220-3228, 18 April, 2011
- Kılıçkaplan Serdar ve Karpaz Gaye (2004), “Türkiye Hayat Sigortası Sektöründe Etkinliğin İncelenmesi” *D.E.Ü.İ.İ.B.F.Dergisi* Cilt:19 Sayı:1, Yıl:2004

- Kirjavainen, T. ve Loikkanen, H.A. (1998), "Efficiency differences of Finnish senior secondary schools: an application of DEA and Tobitanalysis, *Economics of Education Review* 17, 4, 377-394.
- Kök, R. ve Deliktaş E., (2003). *Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri*, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, ISBN 975-288-592-6, Yay No: 25-8/1, İzmir
- Luoma, K., Jarvio, M., Suoniemi, I. ve Hjerppe, R.T., (1998), "Financial incentive sand productive efficiency in Finnish health centres", *Health Economics*, 5 (5), pp. 435-445.
- Maddala, G. S. (1989), *Introduction to Econometrics*, Macmillan Publishing Company, New York
- PETKİM A.Ş., (2008) Faaliyet Raporu, http://www.petkim.com.tr/pdf/yillik_rapor/petkim_faaliyet_raporu_2009.pdf (13.04.2011)
- PİGEM (2003). *2003 Yılı Petrol Faaliyetleri*, Ankara: T.C. Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, www.pigm.gov.tr
- Rafaela Dios-Palomares, José M. Martínez-Paz (2011), "Technical, quality and environmental efficiency of the olive oil industry", *Food Policy* 36, 526-534
- Soysal, C., (2003). *Rekabet Perspektifinden Türkiye Akaryakıt Sektörü*, Ankara: Rekabet Kurumu Uzmanlık Tezleri Serisi.
- Susiluoto, I. ve Loikkanen H. (2001): *The Economic Efficiency of Finnish Regions 1988-1999, an Application of the DEA Method*. Paper presented at the 41st Congress of the European Regional Science Association, Zagreb, Croatia
- Toshiyuki Sueyosh (2000), *Stochastic DEA for restructure strategy: an application to a Japanese petroleum company*", *Omega* 28, 385-398
- T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, (2007). *Dokuzuncu Kalkınma Planı, (2007-2013)*, Ankara
- TPAO, "Türkiye'de Petrol Faaliyetleri ve TPAO, Petrol-İş Yayınları, No:106, Temmuz 2007, Ankara
- Üçdoğruk, Şenay, Akın Fahamet ve Emeç Hamdi (2001), "Türkiye Hanehalkı Eğlence Kültür Harcamalarında Tobit Modelin Kullanımı", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 3, Sayı: 3.