



Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi: Türk otomotiv sanayi uygulaması

Fatma Lorcu¹

İşletme Bölümü,
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye

Özet

Ekonominin lokomotifleri olarak görülen, yaşanan her ekonomik krizden de büyük oranda nasibini alan en önemli sektörlerden biri otomotiv sektörüdür. Bu çalışmada; İstanbul Sanayi Odasının (İSO) her yıl açıkladığı 500 büyük firma içinde yer alan, otomotiv ve yan sanayi firmalarının toplam faktör verimlilikleri, Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi ile hesaplanmıştır. 2003–2007 dönemini kapsayan çalışmada, 14 firmaya ait çalışan sayısı, net aktifler girdi, vergi öncesi kar, ihracat ve brüt katma değer değişkenleri ise çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi, otomotiv sektörü.

Malmquist productivity index: An application of Turkish automotive industry

Abstract

Automotive sector is one of the most important sectors which seen as the locomotive of economy, shares a large extent of the each economic crisis experienced in the area. In this study; automotive and supplier industry firms, which place in Istanbul Chamber of Industry's (ICI) 500 large firms, total factor productivities analyzed with Malmquist total factor productivity index. While 14 companies came up in this study that compassed 2003-2007 periods, the numbers of employees, net assets are used as input, profit before tax, gross value added and export revenue are used as output variables.

Keywords: Malmquist productivity index, automotive sector.

1. Giriş

Performans; bir işletmenin belirlediği amaç ya da amaçlara ulaşabilmek için gösterdiği tüm çabaların değerlendirilmesi olarak tanımlanabilir [1].

Performans ölçümü ise; bir kurumun önceden belirlenen amaçlara ve hedeflere göre ortaya çıkan ürünleri, hizmetleri ve/veya sonuçları birlikte değerlendirmesine yönelik analitik bir süreç olup; bir kurumun kullandığı kaynakları, ürettiği ürün veya hizmetleri, elde ettiği sonuçları takip etmesi için düzenli ve sistematik biçimde veri toplaması, analiz etmesi ve raporlaması basamaklarını içermektedir.

Firmaların mevcut durumlarını anlamak, yürüttüğü faaliyetlerde hedeflediği sonuçlara ulaşip ulaşmadığı, elde ettiği sonuçlara ulaşırken kaynaklarını israf edip etmediği, hizmetlerini verimli ve etkin bir şekilde gerçekleştirip gerçekleştirmediğinin anlaşılması

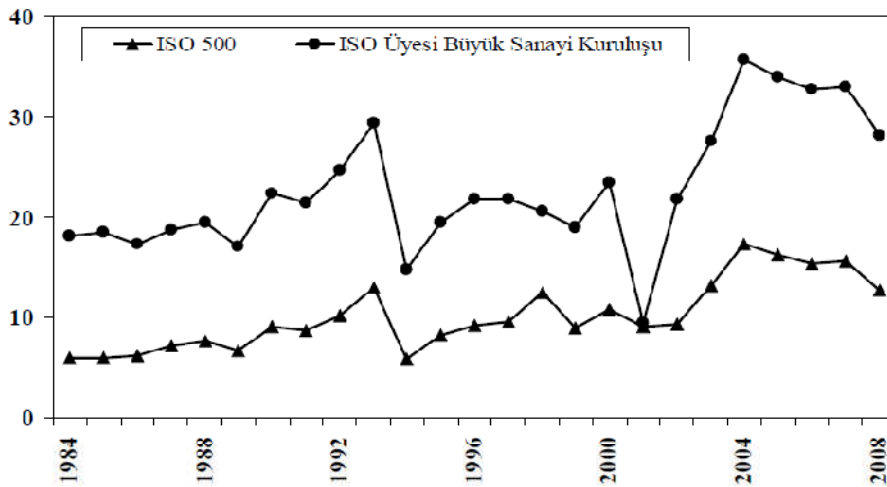
¹ fatmalorcu@trakya.edu.tr (F. Lorcu)



açısından, performans değerlendirmesi hem yatırımcılar, hem yöneticiler özellikle bazı sektörler için, ülke ekonomisi açısından büyük önem arz etmektedir.

Sağladığı katma değer, yarattığı istihdam ve birçok temel sanayi dalları ile etkileşim içinde olması nedeni ile tüm sanayileşmiş ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de ekonominin lokomotifi olarak görülen otomotiv ve yan sanayi sektörü bu stratejik sektörlerden biri olarak kabul edilmektedir.

İstanbul Sanayi Odasının (İSO) 500 büyük firma için yaptıkları çalışmalar incelendiğinde, firmaların büyüklük kriteri olarak kabul edilen üretimden satışlar eğrisinin, otomotiv sektöründe sürekli artış gösterdiği [2] ve bu büyük 500 büyük firma arasında otomotiv sektörünün sanayideki payının 1982’de %5,6 iken, 2007’de %15,6’lara ulaştığı ancak küresel kriz nedeni ile 2008 yılında %12,7’ye gerilediği görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1 1983–2008 Döneminde Otomotiv Sanayinin Üretimden Satışlardaki Payı (%) [3].

Sektöre ihracat açısından bakıldığında, 500 büyük sanayi kuruluşu arasında ihracatçı üye firmaların payının, 1983–1999 yılları arasında %3 ile %10 arasında seyrettiği, 2003 yılında bu payının artmaya başladığı ve 2007 yılında ise %30 seviyelerine ulaştığı görülmektedir. Ancak yine yaşanan ekonomik kriz, 2008 yılında ihracat payını %25'lere çekmiştir [3].

Bu iki gösterge yanında, sektörün istihdam payı da incelenmiş ve otomotiv sanayinde ücretli çalışanların payının ilk 500 sanayi kuruluşu içinde 1983’de sadece %3 iken, bu oranin istikrarlı bir artış ile 2007 yılında %13’e yükseldiği görülmüştür. 1983–2008 dönemlerinde, İSO üyesi kuruluşlar arasında sektörün payı %31'lere kadar tırmanmıştır. Burada en dikkat çekici nokta, sektördeki istihdam payının krize rağmen düşüş göstermemesidir [3].

Görüldüğü gibi sektör, yaşanan krizlere rağmen değerlendirmeye alınan pek çok alanda ve dönemde başarısını arttırmıştır. Sektörün başarısı pek çok nedene bağlı olmakla birlikte buradaki en büyük payı, sektörü oluşturan firmaların performansı oluşturmaktadır. Firmanın ya da sektörün performansını ölçmede ise; teknik etkinlik ve toplam faktör verimliliğindeki değişim (TFVD) gibi araçlar kullanılmaktadır. *Teknik etkinlik*; ekonomik birimin, veri girdi teknolojisi ile mümkün olan en büyük çıktıyı üretmedeki kapasitesi ve istekliliği olarak tanımlanmaktadır [4]. *Toplam faktör verimliliği* ise; üretim sürecinde yer alan tüm üretim faktörlerinin verimliliklerinin toplamını ifade etmekte ve *teknik etkinlikteki değişim* (TED) ve *teknolojideki değişim* (TD) şeklinde iki unsurdan oluşmaktadır. Bu faktörlerin incelenmesi ile üretimin ne derecede etkin yapılmasının yanı sıra, etkinliğin zaman içerisinde nasıl değiştiği, verimlilikteki değişimin

etkinlikten mi yoksa teknolojik değişimden mi kaynaklandığını bilmek, oluşturulacak plan ve politikalar açısından önem kazanmaktadır [4].

Sektör içerisinde faaliyet göstermekte olan firmaların performanslarını farklı yaklaşımlar kullanarak değerlendirmek mümkündür. Bu çalışmada; İSO'nun her yıl açıkladığı 500 büyük firma içerisinde yer alan otomotiv ve yan sanayi firmalarının toplam faktör verimliliklerindeki değişme *Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi* (MTFV) kullanılarak incelenecektir.

2. Literatür Taraması

Otomotiv sektöründe etkinlik ve toplam faktör verimliliğini inceleyen pek çok çalışma literatürde yer almaktadır. Yapılan bu çalışmalardan bazıları aşağıda gösterilmiştir.

Yılmaz vd. [5], Türk otomotiv sektöründe faaliyet gösteren 10 firmanın verimliliklerini veri zarflama analizi (VZA) kullanarak analiz etmişlerdir. "Büyük ve güçlü görülen firmaların verimsiz çalıştıkları, diğerlerine göre küçük, daha güçsüz görünen firmaların ise verimli firmalar oldukları" sonucuna varılan çalışmada, net aktifler, öz sermaye ve işçi sayısı girdi, ciro, vergi öncesi kar ve ihracat tutarları çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

1999-2004 yılları arasında Türkiye'nin 500 büyük firması arasında yer alan 13 otomotiv firmasının etkinliklerinin karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada, girdi ve çıktıya yönelik VZA kullanılmıştır. Net aktifler, öz sermaye ve çalışan sayısının girdi, net satışlar, vergi öncesi kar ve ihracat değerlerinin çıktı değişkeni olarak yer aldığı çalışmada, etkin olmayan firmaların etkinsizlik nedenleri ve kaynakları belirlenerek, hangi faktörde ne oranda düzeltme yapılması gerektiği ortaya koyulmuştur [6].

Yıldız [7], 2004 yılında Türkiye'de otomotiv sektöründe faaliyet gösteren 13 firmanın performans değerlendirmesini yine VZA kullanarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada; personel sayısı, toplam aktifler ve ödenmiş sermaye girdi, satış tutarı çıktı değişkeni olarak kullanılırken, ikinci aşamada, satış miktarı girdi, net dönem karı ise çıktı değişkeni olarak analizde yer almıştır.

Firma ve endüstri ölçeğinde, Türk otomotiv sanayinin ekonomik performansını ölçme amacına yönelik bir diğer çalışmada Çoban [8], verimlilik endeksi ölçümünde işgücü verimliliğini, teknik etkinlik ölçümünde ise VZA'yı kullanmıştır. 17 otomotiv firmasının 1990-2004 dönemi verilerinin esas alındığı çalışmada, üretim miktarı, sermaye ve emeğe ödenen net ücret ve ikramiye değişkenleri yer almaktadır.

VZA, sınırlı VZA ve bulanık VZA tekniklerinin kullanıldığı bir başka çalışmada; Ayan ve Perçin [9], 500 büyük firma içerisinde yer alan 37 otomotiv firmasının etkinlik karşılaştırmasını yapmıştır.

Özdemir ve Düzgün [10], Türkiye'de ilk 500 büyük firma içerisinde yer alan 34 firmanın etkinliklerini, sermaye yapılarındaki farklılıkları dikkate alarak VZA kullanarak incelemiştir. Analizde; net aktifler, öz sermaye ve çalışan sayısı girdi, ciro, kar ve ihracat değerleri çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. 6 firmanın etkin çıktığı analizde, etkin firmalar arasında kamu firmalarının yer almaması dikkat çekicidir. Çalışmanın diğer bir ilgi çekici yanı; otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların büyük çoğunluğunun etkin çıkmadığı sonucudur.

Bunların yanı sıra Cooper vd. [11], Lieberman ve Dhawan [12], Karaduman [13] Xie ve Wang [14] ve Eslami vd. [15] Yaylacı'nın [16] nın konu ile ilgili çalışmalarına ulaşmak mümkündür.

3. Yöntem

Karar verme birimlerinin (KVB), etkinlik ölçümüne "zaman" boyutu katarak, zaman içinde etkinlik ölçümüne olanak veren ve yaygın olarak kullanılan bir ölçüm şekli olan MTFV endeksi [17] adını, uzaklık fonksiyonları yardımıyla endeks kurma fikrini ilk ortaya atan Sten Malmquist'ten almıştır [18].

Ortak teknolojiye göre, her bir veri noktasının uzaklıklarının oranlarını hesaplayarak, farklı zamana ait iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimliliğindeki (TFV) toplam değişmeyi ölçen endeks [19], diğer endeksler (örneğin; Fischer, Törnqvist vb.) tarafından ihtiyaç duyulan fiyat verilerine ihtiyaç duymadığı gibi üreticinin, optimizasyon davranışı hakkında (kar maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu) herhangi bir varsayımda bulunmamaktadır.

İki firma arasında veya bir firmanın iki zaman periyodu arasındaki verimlilik farklarını tanımlayan ve girdi ve çıktı odaklı olarak hesaplanabilen MTFV, verimlilik değişimlerinin nedenini; teknik etkinlikteki ve teknolojiye dayandırmaktadır [20]. Teknik etkinlikteki değişme (TED), "üretim sınırını yakalama etkisi" (catch-up effect), teknolojik değişme (TD); "üretim sınırının yer değiştirmesi" (frontier-shift ya da boundary-shift) olarak ifade edilmektedir [21]. Söz konusu etkiler, toplam faktör verimliliğindeki değişimin ana unsurlarını oluşturmakta ve teknik etkinlikteki değişim ve teknolojik değişimin çarpımı, toplam faktör verimliliğindeki değişimi yani; MTFV endeksini vermektedir [22].

Zaman içinde ölçek büyüklüğünün, verimlilik değişimine etkisini önlemek amacı ile firmaların ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında faaliyet gösterdikleri kabul edilen ve girdi ve çıktı uzaklık fonksiyonlarının kullanıldığı MTFV endeksinin, VZA ile hesaplanabilmesi için; t zaman periyodu ($t=1,2,\dots,T$) için, $x^t \in R^m$ girdisini, $y^t \in R^m$ çıktısına çeviren S^t üretim teknolojisi $S^t = \{(x^t, y^t) : x^t, y^t \text{ üretir}\}$ şeklinde tanımlanabilir [21].

t periyodundaki çıktı uzaklık fonksiyonu;
 $D_0^t(x^t, y^t) = \inf \{\theta : (x^t, y^t / \theta) \in S^t\} = \left(\sup \{\theta : (x^t, \theta y^t) \in S^t\} \right)^{-1}$ dir [21].

İndeksin tanımlanabilmesi için, ihtiyaç duyulan iki farklı zaman periyoduyla ilgili olarak bir diğer uzaklık fonksiyonu da $D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \inf \{\theta : (x^{t+1}, y^{t+1} / \theta) \in S^t\}$ dir [23].

Benzer şekilde, $(t+1)$ periyodundaki teknoloji ile ilgili olan diğer uzaklık fonksiyonu da $D_0^{t+1}(x^t, y^t) = \inf \{\theta : (x^t, y^t / \theta) \in S^{t+1}\}$ olarak gösterilmektedir [23]. Bu uzaklık fonksiyonlarından faydalanarak Färe vd. [24] tarafından geliştirilen endeks;

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \underbrace{\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}}_{TED} \left[\underbrace{\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right)}_{TD} \right]^{1/2}$$

şeklinde hesaplanmakta ve $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = TED \times TD$ olarak da ifade edilmektedir.

İki uzaklık fonksiyonunun oranı olan TED; $(t+1)$ periyotları için, Farrell tarafından tanımlanan, çıktı yönelimli teknik etkinlik ölçümlerindeki değişimi göstermektedir [20].

Sınır değişimi (boundary-shift) etkisi olarak isimlendirilen [25] ve t ve $(t+1)$ periyotları arasındaki teknolojiye meydana gelen kaymaların geometrik ortalaması olan TD ise;

üretim teknolojisindeki değişimi ölçmektedir. Buradaki teknoloji kelimesi, sadece üretim ya da makine teknolojileri anlamında kullanılmamakta, verimliliği etkileyecek olan, üretim sürecine ait politikalar, düzenlemeler ve çevrenin etkisini de içine alacak şekilde genişletilebilmektedir. Eğer;

- $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) > 1$ ise; t periyodundan $(t+1)$ periyoduna toplam faktör verimliliği artmış,
- $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) < 1$ ise; t periyodundan $(t+1)$ periyoduna toplam faktör verimliliği azalmış,
- $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = 1$ t periyodundan $(t+1)$ periyoduna toplam faktör verimliliği sabit kalmıştır, yorumu yapılmaktadır.

MTFV endeksi incelendiğinde; ardışık iki döneme ait dört uzaklık fonksiyonunun hesaplamasına ihtiyaç duyulacağı görülmektedir. Bu uzaklık fonksiyonlarının hesaplanmasında parametrik (örneğin; Fuentes, Grifelli ve Perelman'ın yaklaşımları) ve parametrik olmayan gibi çeşitli teknikler kullanılmasına rağmen [26], bu çalışmada MTFV endeksi, parametrik yaklaşımlara göre daha esnek olan [27], Färe, Grosskopf, Lindgren ve Ross'un ortaya koyduğu parametrik olmayan veri zarflama analizi tabanlı yaklaşım kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır [28].

$$[D_o^t(x^t, y^t)]_k^- = \max \theta_k$$

s.t.

$$-\theta_k y_{rk}^t + \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} y_{rj}^t \geq 0$$

$$x_{ik}^t - \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} x_{ij}^t \geq 0$$

$$\lambda_{jk} \geq 0$$

Endekste yer alan TED'in belirlenmesi için ihtiyaç duyulan $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ ve $D_o^t(x^t, y^t)$ uzaklık fonksiyonlarının hesaplanmasında kullanılan modellere, konvekslik kısıtları eklenerek, tam teknik (pure technical efficiency- STE) ve ölçek etkinlik (scale efficiency- ÖE) değişimleri aşağıdaki formülasyonlar kullanılarak elde edilmektedir [21]:

$$STE = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} / VRS)}{D_o^t(x^t, y^t / VRS)}$$

$$ÖE = \frac{D_o^t(x^t, y^t / VRS)}{D_o^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} / VRS)}$$

4. Uygulama

4.1. Araştırmanın Amacı

Temel sanayi dallarının başlıca ürün alıcısı olması, yapısında meydana gelen teknolojik gelişmelerin bu sanayi dalları için de teknolojik gelişmede itici güç olmasının yanı sıra; turizm, alt yapı, inşaat, ulaştırma, sigorta ve tarım ve savunma sanayi ile de yakın ilişkisi, otomotiv ve yan sanayi sektörünün ekonomideki önemini gittikçe arttırmıştır.

Dolayısıyla; sektöre ait performans artış ve kayıpları gibi değişimler, ilgili sanayi dallarını ve dolayısıyla ülke ekonomisinin tümünü yakından ilgilendirmektedir.

Sektöre ait verimlilik düzeylerindeki kayıplar, bir yandan sektörün karlılık ve rekabet olanaklarını düşürürken diğer taraftan firmaların kullandıkları kaynaklarla üretebileceklerinin altında üretim yapmaları ile ülke kaynaklarının israf edilmesine yol açmaktadır. Bu durumda verimlilik kayıpları, sadece sektör açısından değil ülke ekonomisi açısından da önem kazanmaktadır.

Tüm bunlar göz önünde bulundurularak, sektörün rekabet gücünün artırılmasında ve bu güce süreklilik kazandırılmasında, kaynakların iyi değerlendirilmesi, yeni teknolojilerin adaptasyonu ve yönetim etkinliği gibi pek çok faktör yer almaktadır.

Bu çalışmada; Türkiye ekonomisinin itici gücü konumunda olan otomotiv ve yan sanayi sektöründe faaliyet gösteren firmaların, toplam faktör verimlilik değişimleri ve bu değişimin nedenleri Malmquist toplam verimlilik endeksi ile incelenecektir. Ayrıca; endeksin oluşturulması için gerekli olan teknolojik değişim, tam teknik etkinlik ve ölçek etkinlik değişim değerleri hesaplanarak, firmaların kendilerine uygun ölçekte faaliyet gösterip göstermedikleri, aynı girdiyle üretilen çıktı miktarlarındaki değişimin yönü ve yönetsel etkinlikler de belirlenerek sektörün gelecek ile ilgili stratejilerinin oluşturulmasında rehber olacak bilgiler elde edilecektir.

Unutulmamalıdır ki; verimlilik sadece ekonomik büyümenin belirleyicisi değil aynı zamanda ekonomik refahın ve endüstri alanında rekabetin bir göstergesidir. Yürütülen ekonomik politikalar hakkında bilgi veren verimlilik analizi, endüstriyel performans ve ekonomik gelişmede politika belirlemeyi sağlayacak faydalı bir araçtır [27].

4.2. Değişken Seçimi ve Verilerin Elde Edilmesi

Firmaların performans ölçümlerinin değerlendirilmesinde farklı yöntemler kullanıldığı gibi, farklı değişkenler de analizlerde yer almaktadır. Bu çalışmada kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri, daha önceki çalışmalar ve çalışmalarda kullanılan değişkenler (Tablo 1) dikkate alınarak ayrıca, elde edilebilen veriler doğrultusunda aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

Girdi değişkenleri; çalışan sayısı ve net aktifler;

Çıktı değişkenleri; ihracat tutarları, vergi öncesi kar ve brüt katma değer miktarıdır.

Çalışmada, 2003–2007 yılları arasında, İSO'nun açıkladığı 500 büyük firma içinde yer alan, otomotiv ve yan sanayinde faaliyet gösteren 14 firmanın verileri kullanılmıştır. Değişkenlerle ilgili veriler, İSO'nun yayınladığı 500 büyük sanayi kuruluşu istatistiklerinden elde edilmiştir [3].

Tablo 1 Çalışmalarda Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Chandra, Cooper, Shanling, Rahman [29]	Çalışan sayısı, son on yılda yapılan ortalama yatırımlar	Yıllık satış tutarları
Shammari [30]	Çalışan sayısı, ödenmiş sermaye ve duran varlıklar	Pazar payı değeri, net satışlar ve vergi sonrası gelir
Zhu [31]	Çalışanlar, aktifler ve özsermaye	Gelir ve karlılık
Yılmaz, Özdil, Akdoğan [5]	Net aktifler, özsermaye ve çalışan sayısı sayısı	Vergi öncesi kar, üretimden satışlar ve ihracat değerleri
Ulucan [32]	Çalışan sayısı, aktifler ve özsermaye.	Satışlar ve kar
Yıldız [7]	Personel, sermaye, toplam aktifler	Net dönem karı, faaliyet karı
Düzakın ve Düzakın [33]	Net aktifler, çalışan sayısı	Brüt katma değer, vergi önce

		kar ve ihracat miktarları
Lorcu, Çetin, Mardikyan [34]	Çalışan sayısı, net aktifler	İhracat tutarları, vergi öncesi kar ve brüt katma değer miktarı
Saranga [36]	Hammadde, işgücü, sermaye.	Diğer aktifler, brüt gelir.
Yalama, Sayım [35]	Cari oran, finansal kadiıraç oranı, özkaynaklar/toplam aktifler, özkaynaklar/toplam yabancı kaynaklar, KVKYK/toplam pasifler, maddi duran varlıklar/öz kaynaklar, net satışlar/aktif, net satışlar/özkaynaklar.	Özsermaye karlılığı, aktif karlılığı

İncelenen dönemlerde, daha fazla firma yer almasına rağmen, bu firmaların ilgili değişkenler ile ilgili verilerine ulaşılamamış, bazılarında ise ulaşılmamasına rağmen, firmaların vergi öncesi dönem karları negatif olduğundan analize dahil edilmemiştir.

Çalışılan dönemin daha geniş tutulması, firma sayısının azalmasına ve kriz dönemleri ve sonrasının analize girmesine neden olacağından analiz, 2003-2007 yılları ile sınırlandırılmıştır.

4.3. Araştırmanın Bulguları

Analizde yer alan 14 firma için 2003-2007 dönemlerine ait teknolojik (TD), teknik (TED) ve saf teknik (STED) ve ölçek etkinlik (ÖED) ve toplam faktör verimlilik değişimleri (TFVD) hesaplanmış ve Tablo 2, 3 ve 4'te gösterilmiştir. Buna göre TFVD değerinin 1'den büyük olması toplam faktör verimliliğindeki "artışı", 1'den küçük olması "düşüşü" ve değer 1 olması herhangi bir "değişimin olmadığını" ifade etmektedir.

Tablo 2 Firmaların Teknik Etkinlik Değişim Değerleri

Firma Adı	Dönemler			
	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007
Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	0,920	1,087	1,000	1,000
Oyak-Renault Oto.Fab. A.Ş.	1,000	1,000	1,000	1,000
Mercedes-Benz Türk A.Ş.	1,211	0,885	1,306	1,000
Türk Traktör ve Zir. Mak.A.Ş.	1,000	1,000	1,000	1,000
Autoliv Cankor Oto. Emniyet Sis.	0,747	0,936	1,171	0,882
Otokar Otobüs Karoseri San.A.Ş.	1,325	1,014	1,395	0,785
Federal-Mogul Pist. Se. ve Gömlek	0,901	1,110	1,000	1,000
Anadolu Isuzu Oto. San. ve Tic. A.Ş.	0,798	1,087	0,719	1,347
Hema Endüstri A.Ş.	0,917	1,214	0,747	0,897
Yazaki Oto.Yan San. ve Tic.A.Ş.	1,373	1,074	0,651	1,654
Cms Jant Ve Makina San. A.Ş.	1,076	0,881	1,046	0,825
Tırsan Treyler San Tic. ve Nak. A.Ş.	0,831	0,917	1,157	1,137
Standard Profil Oto San. ve Tic. A.Ş.	1,396	0,984	1,994	0,985
Coşkunöz Metal Form Makina End	0,962	0,998	0,961	1,097
ORTALAMA*	1,013	1,003	1,040	1,025

*Geometrik ortalama kullanılmıştır.

TFVD'nin bileşenlerinden, TED ve TD endekslerinin 1'den küçük olması teknik etkinlik ve teknolojiye gerilemeyi gösterirken, bu endeksin 1'den büyük değerler alması teknik ve teknolojiye gelişmeleri ifade edecektir. Bir başka deyişle; TED'in 1'den büyük olması, firmanın üretim sınırını yakalama etkisini ve TD'nin 1'den büyük olması da üretim sınırının yukarı kaymasını gösterecektir. Ayrıca, TED'in bileşenlerinden saf teknik etkinlikteki değişim (STED) ve ölçek etkinliğindeki değişimin (ÖTD), 1'den büyük olması firmanın yönetsel etkinlik ve uygun ölçekte üretim yapma başarısını gösterdikleri anlamını taşıyacaktır.

Tablo 3 Firmaların Teknolojiye Değişim Değerleri

Firma Adı	Dönemler			
	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007
Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	1,242	0,965	0,994	1,009
Oyak-Renault Oto.Fab. A.Ş.	1,144	0,915	1,152	0,942
Mercedes-Benz Türk A.Ş.	1,027	0,990	0,994	1,019
Türk Traktör ve Zir. Mak.A.Ş.	1,351	0,980	0,953	0,823
Autoliv Cankor Oto. Emniyet Sis.	1,107	0,875	0,965	0,963
Otokar Otobüs Karoseri San.A.Ş.	1,117	0,986	0,913	0,999
Federal-Mogul Pist. Se. ve Gömlek	0,920	1,074	0,894	1,036
Anadolu Isuzu Oto. San. ve Tic. A.Ş.	1,256	1,019	0,952	0,816
Hema Endüstri A.Ş.	0,976	1,003	0,908	1,060
Yazaki Oto.Yan San. ve Tic.A.Ş.	0,923	1,059	0,893	1,025
Cms Jant Ve Makina San. A.Ş.	0,926	1,024	0,909	1,024
Tırsan Treyler San Tic. ve Nak. A.Ş.	1,568	1,003	0,965	0,865
Standard Profil Ot San. ve Tic. A.Ş.	1,027	0,923	0,937	1,036
Coşkunöz Metal Form Makina End	0,897	1,077	0,874	1,023
ORTALAMA*	1,091	0,991	0,942	0,971

*Geometrik ortalama kullanılmıştır.

Yukarıdaki açıklamalar dikkate alınarak, firmaların TED değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Buna göre; incelenen dönemler boyunca firmaların ortalama teknik etkinliklerinde belirgin bir artış söz konusu olmamıştır. 2003-2004 döneminde ortalama teknik etkinlikte %1,3'lük bir artış gerçekleşirken ve en büyük artış (%39,6) Standart Profil Ot. San ve Tic. A.Ş., en büyük düşüş ise Autoliv Cankor Oto Emn. Sis. Firmasında gerçekleşmiştir.

Teknik etkinlikte herhangi bir değişim yaşamayan firmalar, Oyak Renault Oto Fab. A.Ş. ve Türk Traktör ve Zira. Mak. A.Ş. dir. 2004-2005 döneminde teknik etkinlikte ancak %0,3'lük bir artış söz konusudur. Hema Endüstri A.Ş., teknik etkinlikte en büyük artışı yakalarken (%21,4), CMS Jant ve Mak. San. A.Ş. en büyük düşüşe (%11,9) maruz kalmıştır. 2005-2006 dönemi, teknik etkinlik değerlerinin diğer dönemlere göre daha çok artış gösterdiği dönemdir ve bu artış %4'tür. Standart Profil Ot. San. ve Tic. A.Ş., 2003-2004 yılında olduğu gibi bu dönemde de teknik etkinlik değerlerinde en büyük artışı (%99,4) gösterirken, Yazaki Oto Yan San. Ve Tic. A.Ş. %34,9'luk bir kayıp ile karşı

karşıya kalmıştır. Son olarak 2006–2007 dönemi incelendiğinde, teknik etkinlikte ortalama %2,5 bir artışın olduğu görülmektedir. Bu dönemde en ilgi çekici nokta; 5 firmanın teknik etkinliklerinde herhangi bir değişimin görülmemesidir.

Tablo 4 Firmaların Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksleri (TFV Değişimleri)

Firma Adı	Dönemler			
	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007
Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	1,143	1,048	0,994	1,009
Oyak-Renault Oto.Fab. A.Ş.	1,144	0,915	1,152	0,942
Mercedes-Benz Türk A.Ş.	1,243	0,876	1,194	1,019
Türk Traktör ve Zir. Mak.A.Ş.	1,351	0,980	0,953	0,823
Autoliv Cankor Oto. Emniyet Sis.	0,826	0,819	1,131	0,849
Otokar Otobüs Karoseri San.A.Ş.	1,480	1,000	1,273	0,785
Federal-Mogul Pist. Se ve Gömlek	0,829	1,192	0,894	1,036
Anadolu Isuzu Oto. San. ve Tic. A.Ş.	1,002	1,108	0,685	1,100
Hema Endüstri A.Ş.	0,895	1,218	0,679	0,950
Yazaki Oto.Yan San. ve Tic.A.Ş.	1,267	1,137	0,581	1,696
Cms Jant Ve Makina San. A.Ş.	0,996	0,830	0,950	0,845
Tırsan Treyler San Tic. ve Nak. A.Ş.	1,303	0,919	1,116	0984
Standard Profil Ot San. ve Tic. A.Ş.	1,434	0,908	1,868	1,020
Coşkunöz Metal Form Makina End	0,863	1,076	0,840	1,122
ORTALAMA*	1,105	0,994	0,980	0,995

*Geometrik ortalama kullanılmıştır.

Tablo 3'te, firmalara ait ortalama TD değerleri gösterilmiştir. Teknolojide ya da verimliliği etkileyecek olan üretim sürecine ait politikalar, düzenlemeler ve çevresel faktörlerdeki olumlu sinyaller (%9,1 artış) sadece 2003–2004 döneminde gerçekleşmiştir. 2004–2005–2006 dönemlerinde, firmalar üretim sınırını yukarı hareketini gerçekleştirememiş ve kayıplar yaşamışlardır. En büyük düşüş %5,8 ile 2005–2006 döneminde gerçekleşmiştir. Bu dönemde, teknolojik değişimin artış gösterdiği tek firma Oyak-Renault Oto Fab. A.Ş.'dir. İncelenen dönemlerde, en yüksek teknolojik değişim %56,8 ile Tırsan Treyler San. Tic ve Nak. A.Ş.'de ve 2003-2004 döneminde gözlenmiştir. İncelenen dönemler boyunca, en düşük TD değerini (%18,4) alan firma ise Anadolu Isuzu Oto. San ve Tic. A.Ş. olmuştur.

Tablo 2 ve Tablo 3'teki değerler kullanılarak hesaplanan firmalara ait MTFV endeksleri, Tablo 4'te gösterilmiştir. Buna göre; firmaların ortalama TFV' de 2003–2004'te %10,5'lik bir artış, 2004–2007 dönemlerinde sırasıyla %0,6, %2 ve %0,5 düşüşler gözlenmiştir. İncelenen 4 dönem boyunca TFV'nin hiç artış göstermediği tek firma CMS Jant ve Mak. San. A.Ş. dir.

Tablo 2, 3 ve 4'teki ortalamalar kullanılarak hazırlanan Tablo 5'te, incelenen dönemler için ortalama MTFV endeksi ve bileşenlerini gösterilmiş ve dönemler ayrı ayrı incelenerek

TFV’de yaşanan artışın veya gerilemenin nedenleri açıklanmıştır. Buna göre; 2003–2004 döneminde, TFV’de %10,5’lik bir artış gözlenmiştir. Bu olumlu gelişmenin nedeni; TED ve TD’deki artışlardır. TED’deki artışa olumlu katkı, yönetsel etkinlik olarak ifade edilen STED’den gelirken, firmaların uygun ölçekte faaliyette bulunup bulunmadığının göstergesi olan ÖED’nin ise olumsuz katkıda bulunduğunu söylemek doğru olur. Bu döneme ait STE’de sağlanan iyileşme, diğer dönemlerde yakalanamamıştır. STE’deki artış, firmaların yönetsel etkinliklerinin arttığına bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

Tablo 5 Firmaların Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Ve Unsurlarındaki Değişim Değerleri

Dönem	TED	TD	STED	ÖED	TFVD
2003–2004	1,013	1,091	1,086	0,933	1,105
2004–2005	1,003	0,991	1,033	0,971	0,994
2005–2006	1,040	0,942	1,027	1,012	0,980
2006–2007	1,025	0,971	0,997	1,027	0,995
ORTALAMA*	1,020	0,997	1,035	0,985	1,017

* Geometrik ortalama alınmıştır.

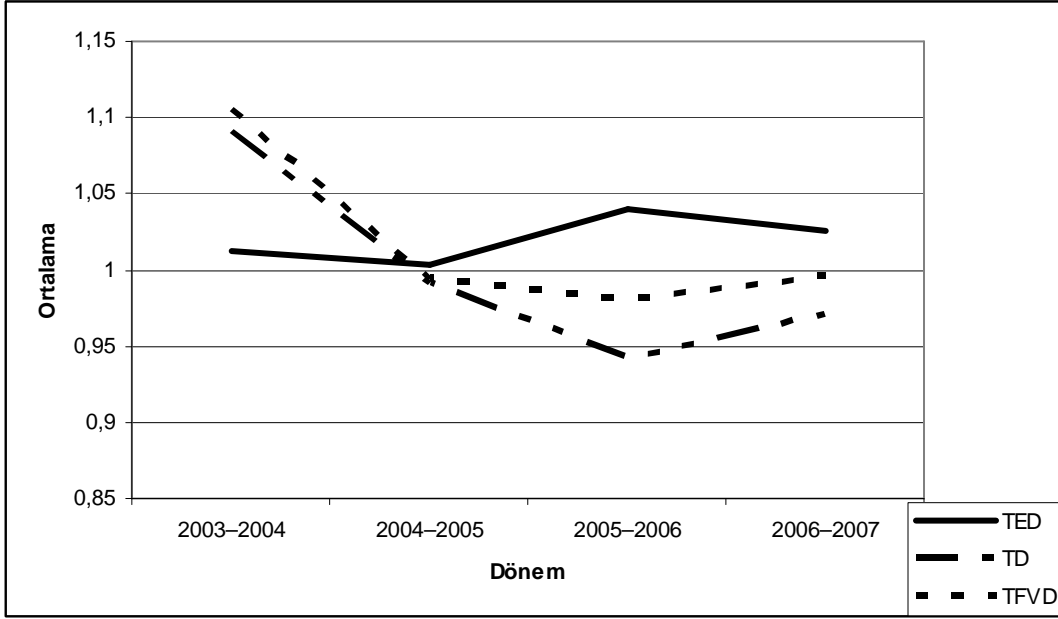
2004–2005 dönemine ait TFVD incelendiğinde; %0,6’lık kaybın olduğu dikkat çekicidir. Bu dönemde firmaların girdi-çıkıtı kompozisyonlarının olumlu yönde gelişimi bir başka deyişle; TE’deki artışlar, TFV’deki düşüslere engel olamamıştır. TD’in olumsuz sinyaller vermesi, firmaların üretim süreçlerinde yer alan girdi-çıkıtı bileşimlerinin olumsuz yönde değiştiğini göstermektedir. Firmalar etkinlik sınırlarını aşağı hareket ettirmişlerdir. TD’in olumsuz etkisi ile etkin üretim sınırı yukarıya çekilememiştir. TFV’ne olumlu katkısı olan TED’deki artışa olumlu katkı STE’ten gelirken, ÖED’deki düşüşlerin olumsuz katkı yaptığını vurgulamak gerekir.

Ortalama toplam faktör verimlilik değişiminin en düşük değeri aldığı, bir başka deyişle TFVD’de en büyük düşüşün (%2) yaşandığı dönem 2005–2006’dır. Bu düşüşün en büyük aktörü; TD’deki %5,8’lik kayıptır. TED’de en büyük artış bu dönemde olmasına rağmen, bu TFV’nin artmasına olanak sağlayamamıştır. Bir önceki dönemde, uygun ölçek büyüklüğünde faaliyet gösteremeyen firmaların, bu dönemde ölçek etkinlik değişiminde artışı yakaladığı ve TED’ ne %1,2’lik olumlu bir katkı sağladıkları görülmektedir.

STE’in tek düşüş gösterdiği dönem, 2006–2007 dönemidir. ÖE’te en büyük artış (%2,7) yine bu dönemde görülmektedir. Bu dönemde de TFV’de düşüş %0,5’tir. TED ve ÖED’lerde gerçekleşen artışlar, TD’deki ve STED’deki düşüşlerin olumsuz etkisini ortadan kaldırmaya yetmemiştir.

Son olarak tüm dönemle ait ortalamalar kullanılarak elde edilen TFVD ve unsurları şekil 2’de gösterilmiştir. Buna göre 2003–2004 dönemlerinde hem TFVD hem de TD değerleri en yüksek değerlerini almıştır. TD ve TFVD eğrileri benzerlik göstermesine rağmen 2005–2006 döneminde TD, TFVD’ne göre daha düşük değerler almıştır. TED değerlerinde ise sadece 2005–2006 dönemlerinde bir sıçrama görülürken, diğer dönemlerde konumunu korumayı başarmıştır.

İncelenen 2003–2007 dönemlerinde, sektörün TFV’de ortalama %1,7’lik artışın görüldüğü, 2004–2005 ve 2005–2006 ve 2006–2007’de yaşanan düşüşlerin yükselişe engel olamadığı görülmektedir. TFV’deki bu artışa rağmen teknolojik ve ölçek etkinliğinde çok küçükte olsa düşüşlerin gözlenmiştir. Bu düşüşler, STE’te ve dolayısıyla TE’te olumlu gelişmeler ile telafi edilebilmiştir. Yönetsel etkinliğin sağlanması ve bunun teknik etkinlikteki olumlu etkileri toplam faktör verimliliğinin artışına zemin hazırlamıştır.



Şekil 2 Ortalama TFVD ve Unsurları

5. Sonuç

Gerek sağladığı katma değer, gerek yarattığı istihdam ve etkileşim içinde olduğu diğer sanayi kolları nedeni ile otomotiv sektörü ülkemizin öncü sektörlerinden biridir. Sektör, demir-çelik, petro-kimya, lastik, tekstil, cam, elektrik-elektronik gibi temel sanayi dallarının başlıca alıcısı olmasının yanında, savunma sanayinin gelişmesine de önemli desteği veren sektör niteliğini korumaktadır. Etkileşim içinde bulunduğu sektörlerle gerekli katkının devamlılığının sağlanabilmesi için öncelikle sektörde gerekli verimlilik ve etkinliğin sağlanması büyük önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada; ekonomide lokomotif rolünü üstlenen otomotiv sektörünün baş aktörlerinden olan 14 firmanın 2003-2007 yılları arasındaki toplam faktör verimlilikleri MTFV endeksi ile incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Analizin uygulandığı dönemlerde firmaların ortalama toplam faktör verimliliklerinde büyük kayıpların olmadığı, ancak verimlilik artışlarında dikkat çekici bir gelişmenin de gözlenmediği görülmektedir.
- 2003-2004 dönemi TFV'deki artışın en yüksek olduğu (%10,5) dönemdir. Bu dönemde, firmaların ortalama TD'leri en yüksek değerleri almasına rağmen ÖED'de ise en düşük değerler bu dönemde görülmektedir. ÖED'de ilk olumsuz sinyaller bu dönemde ortaya çıkmıştır.
- TD değerlerinin olumsuz sinyalleri verdiği 2004-2005 döneminde, TFV'de düşüş %0,6'lara ulaşmıştır. Bu dönemin en önemli özelliği teknik etkinliğin en az yükseliş (%0,3) gösterdiği dönem olmasıdır.
- TFV'de en büyük kaybın (%2) yaşandığı dönem 2005-2006 dönemidir. Bu dönemde sadece TD değerlerinde düşüşler görülmüş ve saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliklerdeki artışlar kayıpların ortadan kaldırılmasına yetmemiştir. Firmaların, teknik etkinliklerinin en yüksek düzeyde olduğu dönem yine bu döneme rastlamaktadır.
- Saf teknik etkinlikte görülen tek düşüş, 2006-2007 döneminde gözlenmiştir. Bu dönemin bir diğer özelliği; ÖED'nin en yüksek değeri aldığı dönem olmasıdır.

Teknolojik değişim ve saf teknik etkinlikteki düşüşler, TFV’de %0,5’lik bir azalışa zemin hazırlamıştır.

- Son olarak tüm dönemlere ait ortalamalar incelendiğinde; TFV’de %1,7’lik bir gelişme yaşandığı görülmektedir. Bu gelişmenin teknik etkinlikteki artıştan kaynaklandığı söylenebilir. Ancak firmalar, üretim sınırlarını yukarılara çekemedikleri gibi uygun ölçek büyüklüğünde faaliyet gösterme başarısını da gösterememişlerdir.

İlgili sektöre ait teknik etkinliğin yüksek olması, teknolojideki olumlu gelişmeler, yönetsel etkinliğin sağlanması ve uygun ölçek büyüklüğünde faaliyet gösterme başarısı, firma ya da sektör açısından sadece ekonomik verimliliği ve etkinliği değil aynı zamanda yüksek rekabet gücünü de beraberinde getirecektir. Oluşturulacak ekonomik plan ve politikalar için önemli bir rol üstlenen verimlilik analizleri, aynı zamanda mevcut politikalar hakkında da önemli bilgilere ulaşılmasını sağlayan bir araçtır.

Otomotiv sektöründe üretimin ne derecede etkin yapıldığı, zaman içerisinde nasıl değişiklikler gösterdiği ve bu değişimlerin hangi nedenlere dayandırıldığı sadece sektörü değil aynı zamanda etkileşim içinde bulunduğu diğer sektörleri ve dolayısıyla dolaylı olarak ülke ekonomisini de etkileyecektir. Sektörün, toplam faktör verimliliklerindeki değişiklikler, değişikliklerin nedenleri ve etkileri dikkatle izlenmeli gerekli tedbirler alınmalı, artışı sağlayacak yeni stratejilerin geliştirilmesine önem verilmelidir.

Şunu tekrar hatırlatmak gerekir ki; verimlilik sadece ülkenin ekonomik büyümesini göstermekle kalmaz aynı zamanda ekonomik refahın ve endüstri alanında rekabetin bir göstergesi olarak da görülmektedir. Yürütülen ekonomik politikalar hakkında bilgi veren verimlilik analizi, endüstriyel performans ve ekonomik gelişmede politika belirlemeyi sağlayacak önemli bir araçtır. Konuyla ilgili daha ileri analizde; 500 büyük firma içerisine giren, değişik sektörlerden örnekler alınarak, analizin sektörel düzeyde karşılaştırmaya olanak verecek şekilde yapılması sağlanabilir.

Yapılan analizin sonuçları; elde edilebilen veriler doğrultusunda, seçilen değişkenler ve firma ve belirlenen dönem ile sınırlıdır. Farklı değişken ve firmaların analize girmesi ya da analizden ayrılması sonuçların değişmesine yol açacaktır.

Kaynakça

- [1] Z. Akal, *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi Çok Yönlü Performans Göstergeleri*, MPM Yayınları, No.473, 2. Basım, Ankara, 2002.
- [2] İstanbul Sanayi Odası, *Türkiye’nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu İçinde Otomotiv Sanayi*, Rapor 2009/7, 2009.
- [3] İstanbul Sanayi Odası, *Türkiye’nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu İçinde Otomotiv Sanayi*, Rapor 2008/4, 2008.
- [4] E. Deliktaş, *Türkiye Özel Sektör İmalat Sanayinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi*. *ODTÜ Gelişme Dergisi*. 29, 247–284 (2002).
- [5] C. Yılmaz, v.d., *Seçilmiş İşletmelerin Toplam Etkinliklerinin Veri Zarflama Yöntemi İle Ölçülmesi*. *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi Yayınları: 20, Süreli Yayınlar Dizisi: 6, Sayı 4, Bişkek, 174–183 (2002).
- [6] F. Bakırcı, *Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü: VZA ile Bir Analiz*. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20 (2), 199–217 (2006).
- [7] A. Yıldız, *Otomotiv Sektörü Performansının Değerlendirmesi*. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (İlke), Sayı 16, (2006).

- [8] O. Çoban, Türk Otomotiv Sanayiinde Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik. *Erciyes Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, 29, Temmuz-Aralık, (2007).
- [9] T.Y. Ayan, S. Perçin, Measuring Efficiency of Turkish Automtive Firms with the Fuzzy DEA Model. *Hacettepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, 26, 1, 99–119 (2008).
- [10] A.İ. Özdemir, R. Düzgün, Türkiye’deki Otomotiv Firmalarının Sermaye Yapısına Göre Etkinlik Analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23, 1, 147–164 (2009).
- [11] W.W. Cooper, et al., Using DEA to Improve the Management of Congestion in Chinese Industries (1981–1997). *Socio-Economic Planning Science*, 35, 4, 227–242 (2001).
- [12] M.B. Lieberman, R. Dhawan, Assessing the Resource Base of Japanese and U.S. Auto Producers: A Stochastic Frontier Production Function Approach. *Management Science*, 51, 7, 1060–1075 (2005).
- [13] A. Karaduman, Data Envelopment Analysis and Malmquist Total Factor Productivity (TFP) Index: An Application to Turkish Automotive Industry. Y.L. Tezi, ODTÜ, Fen Bilimleri Enst., 2006.
- [14] B.C. Xie, J.X. Wang, DEA Malmquist Productivity Measure with an Application to Special Automobile Industry, Service Systems and Service Management. *ICSSSM’09, 6 th International Conference on*, (2009).
- [15] G.R. Eslami, et.al., Efficiency Measurement of Multi-Component Decision Making Units Using Data Envelopment Analysis. *Applied Mathematical Sciences*, 3, 52, 2575–2595 (2009).
- [16] Ö. Yaylacı, An Empirical Analysis of Efficiency And Productivity Change in the Global Automotive Industry: A Malmquist Productivity Index Approach. Y.L.Tezi, Bilkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enst., 2009.
- [17] K. Yalçınar, et al., Finansal Oranlarla Hisse Senedi Getirileri Arasındaki İlişki. *MUFAD*, 3, 27 (2005).
- [18] S. Cingi, Ş. A. Tarım, Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü: DEA-Malmquist TFP Endeksi Uygulaması. *Türkiye Bankalar Birliği, Araştırma Tebliğleri Serisi*, Sayı: 2000 – 01, 1–34 (2000).
- [19] R. Kök, et.al., Radikal ve Adımsal Teknolojiler İçerikli Endüstrilerde Bilgi Ekonomisi: Türkiye Endüstri İçi Ticaret Örneği, *6.Uluslararası Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi*, İstanbul, (2007).
- [20] R. Färe, et al., Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Review*, 84, 1, 66–83 (1994).
- [21] A.N. Rezitis, Productivity Growth in the Grek Banking Industry: A Nonparametric Approach. *Journal of Applied Economics*, IX, 1, 119–138 (2006).
- [22] R.Kök, N. Şimşek, Endüstri-içi Dış Ticaret, Patentler ve Uluslar arası Teknolojik Yayılma. UEK-TEK, *Uluslar arası Ekonomi Konferansı*, Türkiye Ekonomi Kurumu, Ankara, (2006).
- [23] I. Herrero, S. Pascoe, Analysing the effect of technical change on individual outputs using modified quasi-Malmquist indexes. *Journal of the Operational Research Society*, 55, 1081-1089 (2004).
- [24] A.C. Worthington, Technological Change in Australian Building Societies. *Abacus*, 36, 2, 180-197 (2000).

- [25] M. Boitumelo, et al., Identifying productivity change in Botswana's financial institutions: an application of Malmquist productivity indices. University of Wollongong, Economics Working Paper Series, (2008).
- [26] L. Orea, A Parametric Decomposition of a Generalized Malmquist-Type Productivity Index. *Journal of Productivity Analysis*, 18, 5-22 (2002).
- [27] X. Xue, et al., Measuring the Productivity of the Construction Industry in China by Using DEA-Based Malmquist Productivity Indices. *Journal of Construction Engineering & Management*, 134, 1, 64-71 (2008).
- [28] A. Tarım, *Veri Zarflama Analizi Matematiksel, Programlama Tabanlı Göreli Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı*, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, 1, 2001.
- [29] P. Chandra, et.al., Using DEA to Evaluate 29 Canadian Textile Companies-Considering Returns to Scale. *International of Production Economies*, 54, 129-141 (1998).
- [30] M.A. Shammari, Optimization Modeling for Estimating and Enhancing Relative Efficiency with Application to Industrial Companies. *European Journal of Operational Research*, 115, 488-496 (1999).
- [31] J. Zhu, Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies. *European Journal of Operational Research*, 123, 105-124 (2000).
- [32] A. Ulucan, İSO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler. *Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, Cilt 57-2, 185-202 (2002).
- [33] E. Düzakın, H. Düzakın, Measuring the Performance of Manufacturing Firms with Super Slack-based Model of Data Envelopment Analysis: An Application of 500 Major Industrial Enterprises in Turkey. *European Journal of Operational Research*, 182, 3, 1412-1432 (2007).
- [34] F. Lorcu, v.d., Türk Otomotiv Sanayinde Veri Zarflama Tekniği ile Etkinlik Değerlendirmesi, *YA/EM 27. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı*, 594-600 (2007).
- [35] A. Yalama, M. Sayım, Veri Zarflama Analizi İle İmalat Sektörünün Performans Değerlendirmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23, 1, 89-107 (2008).
- [36] H. Saranga, The Indian auto component industry-estimation of operational efficiency and its determinants using DEA. *European Journal of Operational Research*, 196, 707-718 (2009).