

# AFRO-AVRASYA ÜLKELERİNDE TARIMSAL TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ BÜYÜMESİ: MALMQUIST ENDEKS ANALİZİ

**Doç.Dr.M. Şükrü Mollavelioğlu**

Yüzüncü Yıl Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü,  
m\_sukru@hotmail.com

**Doç.Dr. Zafer Kanberoğlu**

Yüzüncü Yıl Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü  
zkanberoğlu@yyu.edu.tr

**Yrd.Doç.Dr. Ahmet Oğuz**

Karabük Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü  
ahmetoguz@hotmail.com

## Özet

Bu çalışmada Afro-Avrasya ülkeleri örneğinden hareketle tarımsal toplam faktör verimliliğindeki değişimler Malmquist endeks yaklaşımıyla değerlendirilmektedir. Malmquist endeks analizi 58 ülke örnekleminde hareketle 2002-2013 dönemi için hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular söz konusu dönemde tüm ülkeler dikkate alındığında tarımsal toplam faktör verimliliğinde ortalama yüzde 1.5'lik bir artışın meydana geldiğini göstermektedir. En yüksek tarımsal toplam faktör verimliliği artışı yüzde 14.3'lük bir artışla Çin'de gözlemlenmektedir. Tarımsal toplam faktör verimliliğinde en büyük gerileme ise yüzde 3.5 ile Kazakistan da görülmektedir. Söz konusu dönemde teknik değişimde ortalama olarak yüzde 2.1'lik bir artış meydana gelirken, etkinlik değişiminde yüzde 0.6'lık azalma meydana gelmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Malmquist Endeks, Tarımsal Toplam Faktör Verimliliği

## AGRICULTURAL TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY GROWTH IN THE AFRO- EURASIAN COUNTRIES: A MALMQUIST INDEX ANALYSIS

### Abstract

In this study, changes in agricultural Total Factor Productivity (TFP) from the example of Afro-Eurasian countries are evaluated by the Malmquist index approach. The Malmquist index analysis was calculated for the period 2002-2013 based on the sample of 58 countries. The findings show that an average increase of 1.5 per cent in agricultural total factor productivity was occurred for all 58 countries in the sample. The highest increase in agricultural total factor productivity is observed in China with an increase of 14.3 per cent. The biggest decline in agricultural total factor productivity is seen in Kazakhstan with 3.5 percent. In the mentioned period, an average increase of 2.1% is observed in the technical change, while a 0.6% decrease in the efficiency change occurred.

**Keywords:** Malmquist Index, Total Factor Productivity

### Giriş

Toplam faktör verimliliğinin (TFV) hesaplanması ve değişimin ne yönde olduğunun belirlenmesi, kaynakların etkin kullanımının sağlanması açısından her zaman ekonomistlerin temel ilgi alanlarının odağında olmuştur. TFV'yi hesaplamak için farklı yaklaşımlar kullanılmakla birlikte, fiyat verisine gereksinim duyulmaması, teknolojik değişme (TD) ve etkinlik değişmelerinin (ED) açıkça tanımlanabilmesi, etkinsizliğin ölçülebilmesi ve uygulama kolaylığı sağlanması gibi avantajlar nedeni ile Malmquist endeks yaklaşımı yaygın olarak kullanılmaktadır (Tarım, 2001:151; Günden ve diğerleri, 1998). Malmquist endeks yaklaşımını kullanarak tarımsal TFV'nin hesaplandığı birçok çalışma bulunmaktadır. Coelli ve Rao (2003), Rao ve diğerleri (2004), Ruttan (2002), Lusigi ve Thirtle (1997), Fulginiti ve Perrin (1997, 1998) ve Arnade (1998) bu çalışmalardan bir kaçıdır. Bu çalışmalarda tarımsal TFV endeksi eşzamanlı (contemporaneous) Malmquist endeks yaklaşımı ile hesaplanmıştır.

Çalışma planı şu şekildedir: Önce Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi tanıtılmaktadır. Daha sonra çalışmada kullanılan veri seti ele alınmakta ve uygulama sonuçları verilmektedir. Son olarak genel bir değerlendirme ile çalışma sonlandırılmaktadır.

## Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi

Malmquist endeks, Farrell (1957) teknik etkinlik ölçütüne Shephard tarafından geliştirilen uzaklık fonksiyonlarının<sup>1</sup> dahil edilmesiyle elde edilmiştir (Tosun vd., 2008). İndeks, iki gözlemin TFV’indeki değişmeyi ortak bir teknolojiye olan uzaklıkların oranı olarak ölçmektedir. Bu ölçüm için “uzaklık fonksiyonu” kullanılmaktadır (Tarım, 2001:152). Malmquist endeks girdi yönlü veya çıktı yönlü olarak oluşturulabilir. Girdi yönlü model, çıktı vektörü veri alındığında girdi vektörünü oransal olarak minimuma indirmeyi araştıran üretim teknolojisiyle nitelendirilir. Çıktı yönlü model ise girdi vektörü veri iken, çıktının maksimum oransal genişlemesini sağlayan üretim teknolojisini nitelendirmektedir (Bağdadioğlu ve Ulucan, 2005:7).

Fare ve diğerleri (1994)’ni izleyerek,  $t$  ve  $t+1$  zaman dönemleri arasındaki çıktı yönlü Malmquist endeks aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$M_0^{t,t+1}(y^t, y^{t+1}, x^t, x^{t+1}) = \sqrt{\frac{D_0^t(y^{t+1}, x^{t+1}) D_0^{t+1}(y^t, x^t)}{D_0^t(y^t, x^t) D_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}} \quad (1)$$

Bu eşitlikte  $D_0^{t+1}(y^t, x^t)$  gösterimi,  $t$  dönemi gözleminin  $t+1$  dönemi teknolojisinden olan uzaklığını ifade etmektedir.  $D_0^t(y^t, x^t)$  gösterimi ise  $t$  dönemi gözleminden  $t$  dönemi teknolojisine olan uzaklığı belirtmektedir. Bu eşitlikte değer 1’den büyük olması TFV’nin arttığını ve değer 1’den küçük olması ise TFV’nin azaldığını göstermektedir. Buna göre  $M(0)$  fonksiyonun değerinin 1’den büyük olması  $t$  döneminden  $t+1$  dönemine TFV’de büyümenin olduğunu, 1’den küçük olması ise aynı dönemlerde TFV’de azalmanın olduğunu gösterir. Malmquist verimlilik endeksi TD ve ED olmak üzere iki bileşene ayrıştırılabilir. Bu ayrıştırma aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$M_0^{t,t+1}(y^t, y^{t+1}, x^t, x^{t+1}) = \frac{D_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_0^t(y^t, x^t)} \sqrt{\frac{D_0^t(y^t, x^t) D_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_0^{t+1}(y^t, x^t) D_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}} \quad (2)$$

Eşitliğin sağ tarafındaki ilk terim,  $t+1$  dönemindeki teknik etkinliğin  $t$  dönemindeki teknik etkinliğe oranı olan ED ölçümünü vermektedir. Karekök içindeki ifade ise iki fark fonksiyonu oranının geometrik ortalaması olarak belirlenen üretim sınırındaki kaymayı ölçmektedir. Bu kayma TD’yi göstermektedir. Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ise ED ve TD’nin çarpımından oluşmaktadır. Bir ampirik çalışmada ardışık iki dönem için hesaplama yapabilmek için, dört uzaklık fonksiyonunun da bulunması gerekmektedir (Tarım, 2001:153–154). Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında bu uzaklık fonksiyonlarının biçimleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Tosun vd., 2008):

(3)

$$\begin{aligned} [D_0^t(y^t, x^t)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi, \\ st - \phi y_i^t + Y^t \lambda &\geq 0, \\ x_i^t - X^t \lambda &\geq 0, \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

(5)

$$\begin{aligned} [D_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi, \\ st - \phi y_i^{t+1} + Y^t \lambda &\geq 0, \\ x_i^{t+1} - X^t \lambda &\geq 0, \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

(4)

$$\begin{aligned} [D_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi, \\ st - \phi y_i^{t+1} + Y^{t+1} \lambda &\geq 0, \\ x_i^{t+1} - X^{t+1} \lambda &\geq 0, \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

(6)

$$\begin{aligned} [D_0^{t+1}(y^t, x^t)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi, \\ st - \phi y_i^t + Y^{t+1} \lambda &\geq 0, \\ x_i^t - X^{t+1} \lambda &\geq 0, \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

Burada verilen birinci uzaklık fonksiyonu  $t$  dönemi gözleminin  $t$  dönemi teknolojisine olan

<sup>1</sup> Uzaklık fonksiyonları girdi ve çıktı eksenli olarak ele alınabilir. Çıktı eksenli uzaklık fonksiyonu,  $t=1\dots T$  zamanı,  $y_t=y_1\dots y_m$  çıktı vektörünü,  $x_t=x_1\dots x_k$  girdi vektörünü ve  $S$  ise  $S=\{(x,y):x \text{ üretebilir } y\}$  şeklinde ifade edilen çıktı kümesini gösterirken, çıktı kümesine bağlı olarak uzaklık fonksiyonu  $D_0^t = (x_t, y_t) = \min\{\theta: (x_t, \frac{y_t}{\theta}) \in S^t\}$  şeklinde ifade edilebilir (Avcı ve Kaya, 2008:848).

uzaklığını ölçerken, ikincisi t+1 dönemi gözleminin t+1 dönemi teknolojisine olan uzaklığını ölçmektedir. Üçüncü ve dördüncü fonksiyon biçimleri ise sırasıyla t+1 gözleminin t dönemi teknolojisine ve t dönemi gözleminin t+1 dönemi teknolojisine uzaklıklarının ölçülmesini ifade etmektedir.

## Veri Seti

Çalışmada 58 ülke ele alınmıştır. Bu ülkelere ilişkin 2002-2013 dönemi verilerinden hareketle tarımsal TFV'liliği Malmquist endeks yaklaşımıyla hesaplanmıştır. Tarımsal TFV'liliğinin hesaplanmasında bir çıktı ve beş girdi değişkeni kullanılmıştır. Girdi değişkenleri; alan, emek, hayvan stoku (livestock), gübre ve traktörden oluşmaktadır. Çıktı değişkeni ise tarımsal üretimin değeridir. Bunun için toplulaştırılmış tarımsal üretim değerleri alınmıştır. Veri kaynağı olarak FAO (Gıda ve Tarım Organizasyonu) ve Birleşmiş Milletler (undata) veri tabanları kullanılmıştır. Çıktı (y) ve girdi göstergelere ( $x_i$ ) ilişkin açıklamalar aşağıda yapılmaktadır.

Tarımsal üretimin değeri (y): Tarımsal üretimin toplam değeridir. Bu değer FAO tarafından yayınlanan ve farklı ürünlerin fiyat ağırlıkları baz alınarak oluşturulan çıktı endeksidir. 2004-2006 sabit fiyat üzerinden uluslararası dolar birimi baz alınarak hesaplanmış net üretim değerinden oluşmaktadır.

Toprak ( $x_1$ ): Ekilebilir alanlar ve sürekli ekili alanlardan oluşmaktadır (000 hektar).

Emek ( $x_2$ ): Tarımda çalışan ekonomik olarak aktif nüfusun toplam istihdama oranıdır.

Gübre ( $x_3$ ): Hektar başına kullanılan gübre miktarı kilogram cinsinden alınmıştır.

Makine ( $x_4$ ): Kullanımda olan tarımsal traktör sayısıdır.

Hayvan stoku ( $x_5$ ): Girdi değişkeni olarak kullanılan hayvan stoku, bu değişkeni oluşturan sığır, koyun, keçi ve domuzun koyun eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Eşdeğerin hesaplanmasında sığır için 8 katsayısı, koyun, keçi ve domuz için 1 katsayısı kullanılmıştır (Coelli ve Rao, 2003). Hayami ve Ruttan (1970) yaptıkları çalışmada hayvan stokunu hesaplamak üzere daha fazla kategori kullanmışlardır. Deve, at, bufalo gibi birçok kategoriyi toplulaştırmada ele almışlardır. Ancak bu çalışmada söz konusu kategorilerin tüm ülkeler için verisinin mevcut olmamasından dolayı, yalnızca tüm ülkeler için verisi bulunan sığır, koyun, keçi ve domuz hesaplamaya dahil edilmiştir. Modelde kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1. Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri**

Değişken	Birim	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Tarımsal Üretim (y)	2004-2006 1000 Uluslararası \$	17727215.3	60200485.6	38959.58	537921324
Alan ( $x_1$ )	000' hektar	10551.07	23303.46	9.2	126553
Emek ( $x_2$ )	Tarımsal istihdamın toplam istihdama oranı (%)	14.57	15.51	0.9	79.8
Gübre ( $x_3$ )	Hektar başına (kg)	251.02	825.9562	0.8361	12755.08
Traktör ( $x_4$ )	Sayı	275319.2	445266.7	60	1980894
Hayvan Stoğu	Sayı	72830778	223492421	99558	1820468930

## Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi Sonuçları

Toplam faktör verimliliğindeki değişimleri görmek üzere 58 ülke için Malmquist endeks değerleri 2002-2013 dönemi için hesaplanmıştır. Toplam faktör verimliliği daha sonra TD ve ED'ye göre ayrıştırılmıştır. Ülkelere ilişkin TD, ED ve Malmquist endeks değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2. Ülkelerin Tarımsal TFV Büyüme Oranları**

Ülkeler	TD	ED	TVF
Ermenistan	1.016	1.023	1.038
Avusturya	1.015	1.006	1.021
Azerbaycan	1.022	0.998	1.020
Belçika	1.017	0.997	1.014
Bhutan	1.026	1.016	1.042
Bulgaristan	1.024	1.007	1.031
Hırvatistan	1.021	0.965	0.985
Kıbrıs	1.013	0.981	0.993
Çek Cumhuriyeti	1.019	0.991	1.010
Danimarka	1.018	0.99	1.008
Ekvator	1.032	0.987	1.018
Mısır	1.013	1.000	1.013
Estonya	1.013	1.019	1.033
Finlandiya	1.013	0.993	1.006
Fransa	1.039	0.965	1.002
Almanya	1.041	0.978	1.018
Yunanistan	1.013	0.971	0.983
Macaristan	1.022	0.991	1.013
İzlanda	1.000	1.013	1.013
Endonezya	1.031	1.000	1.031
İrlanda	1.011	0.998	1.009
İsrail	1.016	1.000	1.016
İtalya	1.018	1.000	1.018
Japonya	1.006	0.999	1.005
Ürdün	1.020	1.001	1.021
Kazakistan	0.965	1.000	0.965
Kırgızistan	1.022	0.964	0.985
Letonya	1.014	1.002	1.016
Litvanya	1.019	1.007	1.026
Lüksemburg	1.010	0.980	0.989
Malta	1.011	0.986	0.997
Mauritius	1.031	1.000	1.031
Moğolistan	1.032	1.014	1.046
Fas	1.031	1.004	1.036
Hollanda	1.023	1.000	1.023
Norveç	1.009	1.007	1.016
Pakistan	1.016	0.955	0.971
Filipinler	1.040	1.000	1.040
Polonya	1.010	0.999	1.009
Portekiz	1.013	1.002	1.014
Katar	1.014	1.000	1.014
Romanya	1.028	0.981	1.009
Rusya	1.023	1.000	1.023
Suudi Arabistan	1.024	0.988	1.012
Slovakya	1.020	0.997	1.017
Slovenya	1.010	0.960	0.970
Güney Afrika Cumhuriyeti	1.029	0.994	1.023
İspanya	1.020	1.001	1.020
Sri Lanka	1.021	1.008	1.028
İsveç	1.018	0.984	1.002
İsviçre	1.008	0.994	1.002
Tayland	1.014	1.000	1.014
Tunus	1.026	1.010	1.036
Türkiye	1.017	0.986	1.003
Ukrayna	1.028	1.012	1.041
İngiltere	1.062	0.941	0.999
Çin	1.143	1.000	1.143
Güney Kore	1.011	0.978	0.989

Geometrik Ortalama	1.021	0.994	1.015
--------------------	-------	-------	-------

Tablo 2'deki değerlere bakıldığında 2002-2013 döneminde, tüm ülkelere dikkate alındığında TFV'liliğinde ortalama yüzde 1.5'lik bir artış meydana gelmiştir. Söz konusu dönemde en büyük TFV artışı yüzde 14.3 ile Çin'de meydana gelmiştir. Bunu sırasıyla yüzde 4.6'lık artışla Moğolistan, yüzde 4.2'lik artışla Bhutan, yüzde 4.1'lik artışla Ukrayna ve yüzde 4 ile Filipinler izlemektedir. 11 ülkenin TFV'sinde ise gerileme görülmektedir. En büyük gerileme yüzde 3.5 ile Kazakistan da gerçekleşmiştir. Kazakistan'ı yüzde 3 ile Slovenya ve yüzde 2.9 ile Pakistan izlemektedir.

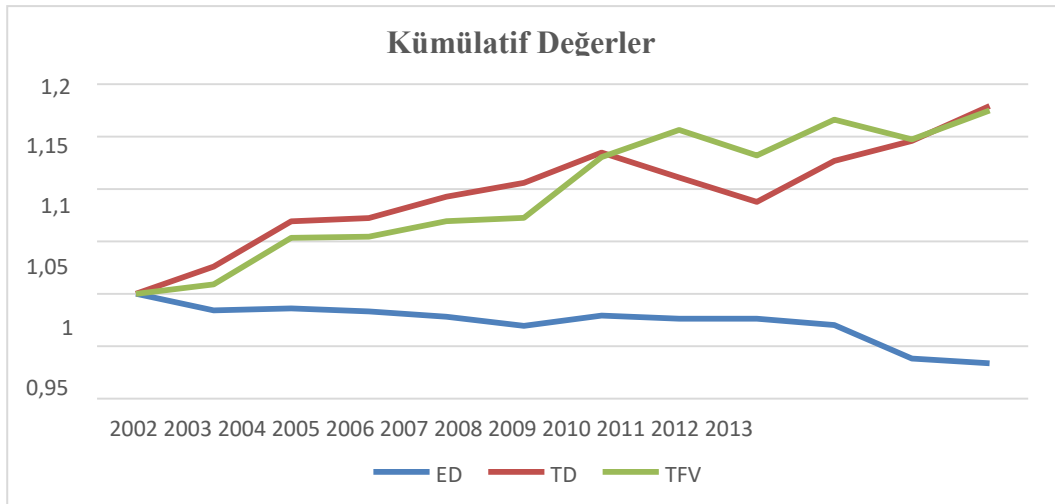
Tüm ülkelerin söz konusu dönemde ortalama TD değerlerinde meydana gelen değişime bakıldığında, yüzde 2.1'lik bir artışın meydana geldiği görülmektedir. En büyük TD değişimi yüzde 14.3 ile Çin'de gerçekleşmiştir. Teknik etkinlikte gerilemenin gözlemlendiği tek ülke Kazakistan'dır. Söz konusu ülkede yüzde 3.5'lik bir gerileme meydana gelmiştir.

Etkinlik değişmesi değerlerine bakıldığında ise tüm ülke ortalamalarına göre yüzde 0.6'lık bir düşüşün meydana geldiği görülmektedir. ED'de meydana gelen en büyük artış yüzde 2.3 ile Ermenistan'dadır. Ermenistan'ı yüzde 1.9'luk artışla Estonya izlemektedir. 58 ülkenin 29'unun ED'de bir azalmanın meydana geldiği görülmektedir. En büyük düşüş ise yüzde 5.9'luk değerle İngiltere'de gözlemlenmiştir.

Türkiye'ye ilişkin değerlere bakıldığında ise söz konusu dönemde TFV değerinde yüzde 0.3'lük bir artışın meydana geldiği görülmektedir. TD deki değişim ise yüzde 1.7'lik bir artış göstermektedir. Buna karşılık ED değerinde yüzde 1.4'lük bir gerileme meydana gelmiştir. Türkiye için TFV'liliğindeki artışın TD'deki artıştan kaynaklandığı söylenebilir.

Malmquist endeks, TD ve ED'deki değişimlerin uzun dönemli etkilerini analiz etmede kümülatif değerlere bakılması önemli bir göstergedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi söz konusu dönemde TFV ve TD'de sürekli bir artış gözlemlenirken, ED'de bir azalma eğilimi görülmektedir. ED azalma eğiliminde iken TD'nin artması, TFV'deki artışta TD'nin daha belirleyici olduğunu göstermektedir.

**Şekil 1. TFV, TD ve ED Kümülatif Değerleri (2002-20013)**



## Sonuç

Bu çalışma 58 Afro-Avrasya ülkesinin 2002-2013 dönemi için tarımsal verimliliklerindeki eğilimleri ortaya koymaktadır. Malmquist endeks sonuçları söz konusu dönemde tarımsal toplam faktör verimliliğinde ortalama yüzde 1.5'lik bir artış meydana geldiğini göstermektedir. Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi teknik değişim ve etkinlik değişimi olarak ayrıştırılmıştır. Teknik değişimde yüzde 2.1'lik bir artış meydana gelirken, etkinlik değişiminin de ise yüzde 0.6'lık bir azalma meydana gelmiştir. Teknik değişimdeki büyüklüğün, etkinlik değişimindeki azalmayı gidermesinden dolayı toplamda 1.5'lik bir artış gerçekleşmiştir. Bundan dolayı 2002-2013 döneminde meydana gelen tarımsal toplam faktör verimlilik artışının, teknik değişimdeki değişimlerden kaynaklandığını söylemek mümkündür.

Söz konusu dönemde tüm ülkeler içerisinde en büyük TF artışının yüzde 14.3 ile Çin'de gerçekleştiği görülürken, en büyük gerileme ise yüzde 3.5 ile Kazakistan'da gerçekleşmiştir. Benzer

şekilde TD değişiminde de en büyük artış Çin'de gözlemlenmiştir. ED değişimde en büyük artışı ise Ermenistan göstermektedir. Bunun dışında 58 ülkeden 21'inin TD değişimi açısından ortalamanın üzerinde bulunduğu görülmektedir. TFV açısından ise 58 ülkeden 27'si ortalamanın üzerinde bir değişime sahiptir. Türkiye ise TD ve TFV değişimlerinin her ikisinde de ortalamanın altında kalmıştır.

### **Kaynakça**

Avci, M. A. ve Kaya, A. A. (2008), Geçiş Ekonomileri ve Türk Tarım Sektöründe Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi (1992-2004), Ege Akademik Bakış, 8(2):843-860.

Arnade, C. (1998) Using a Programming Approach to Measure International Agricultural Efficiency and Productivity, Journal of Agricultural Economics, 49(1), 67-84.

Bağdadioğlu, N. ve Ulucan, A. (2005) Financial Efficiency of the Turkish Textile and Clothing Industry before the 2005 Trade Liberalisation, Eurasian Review of Economics and Finance, 1(4), 1-21.

Coelli, T. J. ve Rao, D. S. P. (2003) Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980-2000, International Association of Agricultural Economics (IAAE) Conference in Durban, August, 16-22.

Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M. ve Zhang, Z. (1994), Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries, American Economic Review, 84(1):66-83.

Farrell, M. J. (1957) The Measurement of Productive Efficiency, Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General), 120(3), 253-290.

Fulginiti, L. E. ve Perrin, R.K. (1997) LDC Agriculture: Nonparametric Malmquist Productivity Index, Journal of Development Economics, 53, 373-390.

Fulginiti, L. E. ve Perrin, R. K. (1998) Agricultural Productivity in Developing Countries, Agricultural Economics, 19, 45-51.

Günden, C., Miran, B. ve Sari, M. A. (1998) Türk Tarımında Verimlilik ve Etkinliğin Ölçümü: Bir Veri Zarflama Yöntemi, Tarım Ekonomisi Kongresi, 1998, Ankara.

Hayami, Y. ve Ruttan, V. W. (1970) Agricultural Productivity Differences Among Countries, *The American Economic Review*, 60(5), 895–911.

Lusigi, A. ve Thirtle, C. (1997) Total factor productivity and the effects of R&D in African Agriculture, *Journal of International Development*, 9(4), 529–538.

Rao, D.S.P., Coelli, T. J. ve Alauddin, M. (2004) Agricultural productivity growth, employment and poverty in developing countries, 1970-2000, *Employment Strategy Papers*, Employment Trends Unit, Employment Strategy Department, 2004/9.

Ruttan, V. W. (2002) Productivity Growth in World Agriculture: Sources and Constraints, *The Journal of Economic Perspectives*, 16(4), 161–184.

Tarım, A. (2001) Veri Zarflama Analizi, Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı, *Sayıştay Yayınları*, No:15, Ankara.

Tosun, M. U., Güran, M. C. ve Ulucan, A. (2008) Performance of the Middle East & North Africa (MENA) Region, *Problems and Perspectives in Management*, 6(2), 31-38.