

TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ VE BELİRLEYİCİLERİ: TÜRKİYE İMALAT SANAYİ FİRMALARI İÇİN AMPİRİK BİR ANALİZ

Araştırma Makalesi

Ömer Tuğsal DORUK¹

DORUK, Ö. T., (2020), **Toplam Faktör Verimliliği ve Belirleyicileri: Türkiye İmalat Sanayi Firmaları İçin Ampirik Bir Analiz**, Verimlilik Dergisi, Yıl: 2020, Sayı: 3, T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yayını.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Borsa İstanbul'da işlem gören ve ISO 500 listesi içerisinde yer alan imalat sanayi firmaları açısından 2005-2013 yılları arasında Toplam Faktör Verimliliği (TFP)'nin belirleyicilerinin saptanmasıdır. Çalışmada bu amaçla iki aşamalı bir analiz yöntemi kullanılmaktadır. Çalışmanın ilk aşamasında imalat sanayi firmalarının teknik etkinsizliği Stokastik Sınır Analizi (SSA) ile ölçülmektedir. İkinci aşamada ise ilk aşamada elde edilen teknik etkinsizliğin belirleyicileri araştırılmaktadır. Panel Veri Analizi sonuçları, sermaye-hasıla katsayısının teknik etkinsizliği arttırıcı bir etkisinin bulunduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar ticaret ve toplam talebin teknik etkinsizliği azaltıcı etkisi olduğunu gösterirken, FDI ve Ar-Ge harcamaları ile teknik etkinsizlik arasında bir ilişki bulunmadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İmalat Sanayi, ISO 500, Teknik Etkinsizlik, Toplam Faktör Verimliliği.

Jel Sınıflaması: O40, O41.

¹ **Ömer Tuğsal DORUK**, Dr. Öğr. Üyesi, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Finansman Ana Bilim Dalı. ORCID: 0000-0002-2382-1042

* Makale Gönderim Tarihi: 07.12.2018 Kabul Tarihi: 28.01.2019

TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY AND ITS DETERMINANTS: AN EMPIRICAL ANALYSIS ON THE FIRMS IN THE TURKISH MANUFACTURING SECTOR

ABSTRACT

The aim of this study is to assess the determinants of total factor productivity for the firms which publicly held in Borsa Istanbul and included in the ISO 500 list in the period 2005-2013. In this study, the two-step analysis is employed for this purpose. In the first step, the technical inefficiency of each firm is measured by using stochastic frontier approach. In the second step, determinants of the obtained technical inefficiency variable in the first step are researched. The findings from panel data analysis show that capital-output ratio has a positive effect on technical inefficiency. While trade and aggregate demand have a negative effect on technical inefficiency, FDI and R&D expenditures have no significant effect on technical inefficiency.

Keywords: *Turkish Manufacturing Sector, ISO 500, Technical Inefficiency, Total Factor Productivity.*

Jel Codes: *O40, O41.*

1. GİRİŞ

Bu çalışmada ISO 500 listesinde yer alan ve Borsa İstanbul (BIST)'a kote olan halka açık imalat sanayi firmaları için Toplam Faktör Verimliliği (TFP)'nin belirleyicileri tespit edilmektedir. Bu amaçla çalışmada firma düzeyinde teknik etkinsizliği belirleyen bir üretim fonksiyonu kullanılarak Stokastik Sınır Analizi (SSA) vasıtasıyla ilk aşamada teknik etkinsizlik değişkeni hesaplanmaktadır. İkinci aşamada ise ilk aşamada elde edilen teknik etkinsizlik değişkeninin makro ve mikro düzeyde belirleyicileri tespit edilmeye çalışılmaktadır. Çalışma, Türkiye ekonomisi için teknik etkinsizliğin belirleyicilerini imalat sanayi işletmeleri düzeyinde tespit eden ilk çalışmalardan biridir. Diğer bir deyişle çalışma, TFP'nin önündeki engelleri tespit eden Türkiye ekonomisindeki firma düzeyindeki ilk çalışmalardan biridir. Türkiye imalat sanayisinde yer alan büyük çaplı firmaların örnekleme yer alması, üretim ölçeği olarak büyük olan firmaların teknik etkinsizliklerinin ölçülmesi açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Teknik etkinsizlik bir anlamda TFP üzerinden firma düzeyinde teknik ilerlemenin önündeki engellerin tespit edilmesine olanak tanımaktadır.

Türkiye üzerine olan SSA Yöntemine dayalı analizler, genel itibarıyla bankacılık (Ay Yalçınkaya ve Kök, 2016a), hastane işletmeleri (Atılğan ve Çalışkan, 2015), tarımsal üretim (Parlakay ve Alemdar, 2011; Hazneci ve Ceylan, 2017; Daştan, 2018), havalimanları (Yalçın, 2018), elektrik dağıtım sektörü (Bağdadioğlu ve Weyman-Jones, 2015), havayolu işletmeleri (Tutulmaz ve Şahin, 2014) üzerine yoğunlaşmaktadır. Ancak sanayi işletmeleri üzerine olan çalışmalar oldukça az sayıdadır. Bu çalışmalar arasında Toraganlı Karamollaoğlu (2018), Ay Yalçınkaya ve Kök (2016b) tarafından yapılan çalışmalar yer almaktadır. Bu noktada çalışmanın Türkiye ekonomisi odaklı literatüre oldukça özgün düzeyde katkıda bulunması beklenmektedir.

Çalışma, dört bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın giriş bölümünü takip eden ikinci bölümünde teknik ilerleme ve büyüme arasındaki ilişkiye dair literatür verilmektedir. Çalışmanın üçüncü bölümünde ekonometrik analiz ve bulgular yer almaktadır. Çalışmanın son bölümünde ise genel sonuçlar, çıkarımlar ve çalışmanın kısıtları yer almaktadır.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Klasik iktisat kitap yaklaşımında (textbook approach) firmalar minimum girdi ile kârını maksimize etmeye çalışan iktisadi ajanlar olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım iktisatta, Alfred Marshall ve Adam Smith'e kadar dayanmaktadır. İktisat literatüründe Debreu (1951), Koopmans (1951), Farrell (1957) verimliliğin ve maksimum çıktı odaklı yaklaşımın ele alındığı çalışmalar

olarak öne çıkmaktadır. Toplam çıktının toplam girdilere oranlanmasıyla elde edilen TFP, ekonomik büyüme ve kalkınmanın altında yatan en önemli iktisadi faktörlerden biri olarak görülmektedir (Solow, 1956). Dolayısıyla teknik etkinlik olarak tabir edilebilecek minimum girdi ile maksimum çıktı elde edilmesi durumunun sanayi işletmelerinde optimum olması ekonomik büyüme ve kalkınmayı destekleyebilecek bir durum olarak yorumlanabilir. Gelişmekte olan ülkeler genel itibarıyla sanayi sektöründeki verimliliğe bağlı olarak büyüme performansına sahip olan ülkeler konumundadır. Son dönemde hizmetler sektörünün etkinliği artsa da sanayi sektörü-ihracat-büyüme üçgeninin gelişmekte olan ülkeler açısından son derece önemli olduğu görülmektedir. Dolayısıyla firmaların üretim faktörlerini etkin olarak kullanması, gelişmekte olan ülkelerde sanayi üretimine dayalı büyümenin uzun vadeli denge düzeyinin (steady state) artmasına neden olacaktır.

Toplam faktör verimliliği, büyüme iktisadı literatüründe Solow (1956) Modeli ile birlikte üzerinde oldukça fazla tartışılan bir konu olma özelliğindedir. Solow Model’inde yer alan

$$Y=A f(K,L) \quad (1)$$

olarak tanımlanan üretim fonksiyonunda sermaye (K) ve işgücü (L) dışarısında kalan tüm faktörler A olarak tanımlanmaktadır. A, Solow (1956)’un üretim fonksiyonunda dışsal ve “artık (residual)” olarak kabul edilmektedir. Burada yer alan Hicks-nötr teknoloji varsayımı altında K ve L değişkenlerinin, gözlemlenebilen faktörlerden değişebildiği belirtilmektedir. A; teknoloji, kurumsal değişim ve tarihsel değişimlerin büyümeye olan etkisini ölçmektedir. Diğer değişikliklerin ihmal edildiği büyüme iktisadı literatüründe A genel olarak Solow ve Solowyan modellerde teknolojiyi temsil eden teknik ilerlemeyi ya da Toplam Faktör Verimliliğini (TFP) ifade etmektedir. Bu noktada büyüme iktisadı literatüründe içsel büyüme modelleri A’yı “dışarıdan gelen bir faktör” olarak kabul etmek yerine ülke ekonomisinde içsel olarak belirlenen bir üretim faktörü olarak varsaymaktadır. İçsel büyüme modelleri literatürü içerisinde yer alan Arrow (1962), Romer (1990), Lucas (1988), Grossman ve Helpman, (1991) Ar-Ge ve inovasyonun ekonomi içerisindeki rolünü belirten ana çalışmalar olarak kabul edilmektedir. Ancak A’nın ölçme tartışmalarının yanı sıra büyüme ve kalkınmaya olan etkisinin yüksek olması, büyüme iktisadı literatüründe ortak bir yaklaşımdır. TFP’nin iktisat literatüründe incelenmesi Arrow (1962)’a dayanan İçsel Büyüme Teorisi Yaklaşımı, Abramowitz (1986)’in Teknoloji Transfer Yaklaşımı, Nelson ve Phelps (1966)’e dayanan Emici Kapasite (Absorptive Capacity) Yaklaşımının ve Schultz (1961)’a dayanan Beşeri Sermaye Yaklaşımının oldukça önemli rolleri bulunmaktadır.

Syverson (2011), verimliliğin, TFP üzerinden mikro veriler vasıtasıyla test edilmesinin makro iktisatçılar tarafından çoğunlukla ihmal edildiğini belirtmektedir. Campbell ve Fisher (2004) ve Syverson (2011) bu noktada üretim şoklarının iş çevrimleri açısından oldukça önemli olduğunu ve bu iş çevrimlerinin anlaşılabilirliği amacıyla mikro düzeyde üretim şoklarının anlaşılmasının altını çizmektedir. İş çevrimlerinin anlaşılabilirliği için iktisat literatüründe yer alan çalışmalar çoğunlukla mikro düzeyde değişkenlere odaklanan çalışmalardır (örnek çalışmalar için bkz. Bo, 2001; Carpenter vd., 1994). Mikro düzeyde TFP analizlerinin, teknolojik taşma etkileri (technology spillovers) ile ilgili detaylı bilgiler verebilme ihtimali de yüksek düzeydedir (Syverson, 2011).

3. YÖNTEM VE VERİLER

Çalışmanın analiz kısmında Türkiye imalat sanayisinde halka açık ve ISO 500 listesinde yer alan firmalar bulunmaktadır. Bu firmaların seçilmesinin ana nedeni ortalama işçi sayısının (L) ISO 500 veri setinde yer almasıdır. Çalışmada analizde kullanılan değişkenlere ilişkin firmalar, muhasebe raporlarından kaynaklı hatalardan ayıklanmıştır. Bu ayıklama işleminde toplam maddi duran varlıkları sıfır ya da eksik olan, ortalama işçi sayısı sıfır ya da eksik olan, net faaliyet kârı sıfır ya da eksik olan firmalar örneklemden çıkarılmıştır. Analize 74 firma ile başlanmıştır ancak yukarıda sayılan nedenlerden dolayı veri setindeki eksiklikler nedeniyle 45 firma analiz için kullanılan veri setinde yer almıştır. Aynı zamanda dengeli panel veri seti ile analizin gerçekleştirilebilmesi amacıyla 2013 yılı, veri setinin kesim noktasını oluşturmaktadır. Analiz için kullanılan örnekleme 2005-2013 yılları arasında verileri eksik olmayan 45 firma veri setinde yer almaktadır. Örnekleme yer alan toplam gözlem sayısı 450'dir. Ancak ihracat oranı hesaplanmasında bir dönem önceki sermaye stoku kullanıldığı için nihai örnekleme için zaman aralığı 2006-2013 yıllarını kapsamaktadır. Nihai örnekleme ait gözlem sayısı 360'dır. Tüm veriler Finnet, ISO 500 ve Dünya Bankası veri tabanlarından alınmıştır. Araştırmada kullanılan ekonometrik modellere ilişkin değişkenler, ilgili literatür ve teorik yaklaşımlar baz alınarak oluşturulmuştur.

Üretim düzeyini verilen girdilere göre ölçen ve bu ölçülen noktanın firmanın ulaşabileceği optimal üretim noktasından uzakta olmasını hesaplayan SSA, bu çalışmada ilk aşamada kullanılan ekonometrik analiz yöntemidir. SSA Yöntemi, literatürde yatay kesitsel analiz için Aigner vd. (1977), ve Meeusen ve van den Broeck (1977) tarafından geliştirilmiştir. Panel Veri Analizi için ise Pitt ve Lee (1981) tarafından uyarlanmıştır. SSA Yöntemi, en fazla olabilirlik (Maximum Likelihood-ML) hesaplamasına dayalı bir yöntemdir. SSA Yöntemi, teknik etkinlik hesaplamasını hata teriminden ayırarak, hata teriminden ayrı olarak bir teknik etkinlik parametresi vermektedir. Pitt ve Lee

(1981)'den yararlanarak basit bir SSA Modeli Denklem 2'deki gibi yazılabilir.

$$Y_{i,t} = \alpha + x'_{i,t} \beta + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

Denklem 2'de Y bağımlı değişkeni; α sabit terimi; x' bağımsız değişkenler vektörünü; β ise tahmin edilen parametreleri ifade etmektedir. i ve t sırasıyla yatay kesit birimlerini ve zamanı ifade etmektedir. SSA Modelinde yer alan hata terimi iki ayrı parçadan oluşmaktadır ve istatistiksel kalıntılar (residuals) ile teknik etkinsizlik parametresini birbirinden ayırmaktadır. Bu durumda hata terimi olan ε , v ve u olarak iki ayrı parçaya ayrılmaktadır. Aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$v_{i,t} \sim N(0, \sigma^2) \quad (3)$$

$$u_i \sim N^+(0, \sigma^2) \quad (4)$$

Denklem 3'te yer alan v , standart hata terimini ifade ederken, Denklem 4'te yer alan u , zamana bağlı olarak değişmeyen (time-invariant) teknik etkinsizliği ifade etmektedir. SSA literatüründe zamana bağlı olarak değişmeyen teknik etkinsizlik ve gözlemlenemeyen firma heterojenliğinin eleştirisi konusu olması üzerine Greene (2005) tarafından 'Doğru Rastsal Etkilere Sahip Stokastik Sınır Analizi (True Random Effects Stochastic Frontier Analysis-DRM) Modeli geliştirilmiştir.² DRM Modeli, Denklem 5'te görüldüğü gibi ifade edilmektedir.

$$Y_{i,t} = \beta_0 + x'_{i,t} \beta + \alpha_i + v_{i,t} - u_{i,t} \quad (5)$$

α_i sektöre özgü zamana bağlı olmayan heterojenliği ifade ederken $u_{i,t}$ ise zamana bağlı olarak teknik etkinsizliği ifade etmektedir. Nitekim Denklem 5'te yer alan t , tüm dönemler için ayrı ayrı teknik etkinsizliğin birimler bazında hesaplandığını ifade etmektedir. Bu çalışmanın ilk analiz aşaması olan SSA Yönteminde DRM Modeli kullanılmaktadır. Çalışmanın ilk aşamasında Cobb-Douglas üretim fonksiyonu çerçevesinde teknik etkinsizlik katsayısı tahmin edilmektedir.

$$Q = A.f(K, L) \quad (6)$$

olarak ifade edilmektedir. Denklem 6'da yer alan fonksiyon detaylı olarak ifade edilebilir.

$$Q = A.f(K^\alpha, L^\beta) \quad (7)$$

² Greene (2005) tarafından DRM Modelinin yanı sıra Doğru Sabit Etkiler (DSM) de geliştirilmiştir. Ancak bu çalışmada kullanılan model $T < 10$ olduğundan DSM Modeli, parametrelerde kaynaklanan etkinsizlik nedeniyle tercih edilmemiştir. Detaylar için bkz. Bellotti vd. (2012).

Denklem 7'de yer alan üstel fonksiyonun logaritmaları alınırssa Denklem 8'de SSA Yönteminde tahmin edilen nihai modele ulaşılmaktadır.

$$\text{Log}Q = \text{Log}(A) + \text{Log}(K) + \text{Log}(L) \quad (8)$$

SSA Yönteminin tahmini için kullanılan Q: Net Satışlar, K: Toplam Maddi Duran Varlıklar, L: Ortalama Çalışan Sayısı olarak modellenmiştir. Modelde kullanılan L değişkeni hariç tüm değişkenler enflasyondan arındırılmak amacıyla GSYİH deflatörü ile deflate edilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında elde edilen teknik etkinsizlik değişkeni olan φ , ikinci aşamada sapması düzeltilmiş Gölge Değişkenli En Küçük Kareler (GDEKK/ LSDVC- Least Squares Dummy Variables Corrected Model) Yöntemi ile modellenmiştir. GDEKK Yönteminin kullanılmasının ana amacı, çalışmada kullanılan firma düzeyi değişkenler arasındaki geçmiş düzeyden meydana gelecek etkilerin kısa ve uzun dönemli olarak modellenmek istenilmesidir. Bu amaçla araç değişken yöntemi oldukça elverişli olmaktadır. Aynı zamanda teknik etkinsizliğinin patika yola bağımlılığı (path dependency) etkisini test etmek amacıyla modele eklenen bir dönem önceki (t-1) teknik etkinsizlik değişkeni, modelde içsellik (endogeneity) sorununa yol açmaktadır. İçsellik sorunu Nickell (1981) tarafından da ifade edildiği üzere Standart En Küçük Kareler Yönteminin sapmalı (biased) tahminler elde etmesine neden olabilmektedir. Araç değişkenlere dayalı yöntemler arasında zaman boyutu kısa (T) ve yatay kesitsel boyutu (N) uzun olan panel veri analizlerinde sıklıkla kullanılan Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM) Yöntemi, çalışmada kullanılan yatay kesitsel boyutun geniş olmamasından dolayı tercih edilmemektedir. GMM Yöntemi yerine yatay kesitsel boyutun kısa olduğu ve GMM'de olduğu gibi Dinamik Panel Veri Analizinin yapılmasına olanak tanıyan GDEKK Yöntemi tercih edilmiştir. GDEKK Yöntemi, Kiviet (1999)'e dayanmaktadır. Kiviet (1999) tarafından yatay kesitsel boyutun geniş olmaması GMM Yönteminde çok fazla araç değişken üretmesine neden olmaktadır. Bu açıdan GDEKK Yöntemi GMM Yöntemine göre oldukça etkin ve elverişli sonuçlar verebilmektedir. GDEKK Yöntemi Denklem 9'da yer aldığı şekilde tanımlanmaktadır.

$$y_{i,t} = \alpha y_{i,t-1} + \sum_i \beta_i x_{i,t} + u_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

Denklem 9'da yer alan y , bağımlı değişkeni, x , bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. ε , rastsal/tesadüfi hata terimini ifade etmektedir. u ise firma düzeyi sabit etkileri ifade etmektedir. Çalışmanın ikinci aşamasında teknik etkinsizliğin belirleyicilerinin saptanması amacıyla tahmin edilen Ekonometrik Model Denklem 10'da yer almaktadır.

$$\varphi_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \varphi_{i,t-1} + \beta_2 KO_{i,t} + \beta_3 \frac{X_{i,t}}{K_{i,t-1}} + \beta_4 FDI_{i,t} + \beta_5 (RDp)_{i,t} + \beta_6 gY_t + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

Modelde φ_{it} bağımlı değişkendir ve teknik etkinsizliği ifade etmektedir. φ_{it-1} ise modelde teknik etkinsizliğin bir dönem önceki değerini gösteren değişkendir. φ_{it-1} , çalışmanın daha önceki bölümlerinde de ifade edildiği gibi patika yolu bağımlılığını ifade etmektedir. KO_{it} , sermaye-hasıla katsayısını ifade etmektedir. KO_{it} 'nin hesaplanmasında Reel Sermaye Stoku/Reel Net Satışlar Oranı kullanılmıştır. KO_{it} , modelde, kapasite kullanım oranının teknik etkinsizliğe etkisini ölçmek amacıyla kullanılmaktadır. Yüksek sermaye-hasıla katsayısı kapasite kullanım oranının düşük olduğunu ifade etmektedir (Demir, 2009). FDI_{it} örneklemde yer alan firmaların yabancı ortaklığına göre düzenlenen doğrudan yabancı yatırım kukla değişkenini ifade etmektedir ve modelde teknoloji taşmalarının etkisini ölçmektedir. FDI_{it} , firmanın yabancı ortağı var ise 1, ortağı yok ise 0 değerini alan kukla değişkendir. X/K_{it} , ihracatların bir dönem önceki sermaye stokuna oranını ifade etmektedir. Modelde teknoloji transferinin teknik etkinsizliğe etkisini ölçmek amacıyla kullanılmaktadır (ticaretin teknoloji transferini hızlandırmasına ilişkin çalışmalar için bkz. Coe ve Helpman, 1995; Connolly, 1997; Keller, 1998). gY_t , modelde, ülke düzeyinde toplam talebin temsili değişkeni (proxy variable) olarak kullanılan GSYİH büyümesini (%) ifade etmektedir. RDp_{it} ise firma düzeyinde Ar-Ge harcamasını ifade eden kukla değişkendir. RDp_{it} değişkeni, eğer firma örneklemin kapsadığı yıllar arasında Ar-Ge harcaması yapmışsa 1, yapmamışsa 0 değerini almaktadır. RDp_{it} , modelde, Ar-Ge performansının teknik etkinsizlik üzerine olan etkisini ölçmek amacıyla kullanılmaktadır.

4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

4.1. Açıklayıcı İstatistikler

Çalışmanın analiz kısmında kullanılan değişkenlere ait açıklayıcı istatistikler Çizelge 1'de yer almaktadır. Çizelge 1'de çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin gözlem sayısı, ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler yer almaktadır.

Çizelge 1. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
$\text{Log}(K)_{it}$	19,13	1,27	16,68	22,37	N = 405
$\text{Log}(L)_{it}$	7,08	0,96	5,41	9,69	N = 405
φ_{it}	0,21	0,14	0,06	1,26	N = 405
KO_{it}	0,44	0,30	0,03	1,53	N = 405
X/K_{it}	1,46	1,81	0	11,08	N = 360
FDI_{it}	0,42	0,49	0	1	N = 405
Büyüme _t	5,57	4,60	-4,70	11,11	N = 405
RD_{it}	0,45	0,49	0	1	N= 405

Çizelge 1’de analizlerde kullanılan değişkenlere ait ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler yer almaktadır. Analizin ilk aşaması olan SSA Yönteminde kullanılan sermaye stoku ve işgücü değerlerine logaritmik olarak Çizelge 1’de yer verilmiştir. Teknik etkinsizliğin ortalama 0,14 olarak SSA DRM Analizi sonucunda bulunduğu görülmektedir. Aynı zamanda teknik etkinsizlik değişkenine ait standart sapmanın 0,14 olduğu görülmektedir. Çalışmanın analiz kısmının ikinci aşamasında kullanılan GDEKK Yönteminde kullanılan değişkenler içerisinde ihracat oranı ve sermaye hasıla katsayısının standart sapmalarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Çalışmada kullanılan değişkenlere ait Korelasyon Analizi sonuçları Çizelge 2’de sunulmuştur. Çizelge 2’de yer alan Korelasyon Analizi sonuçları çalışmada değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearity) sorunu olmadığını göstermektedir.

Çizelge 2. Korelasyon Analizi Sonuçları

	$\varphi_{i,t}$	$KO_{i,t}$	$X/K_{i,t}$	$FDI_{i,t}$	gY_t	$RDp_{i,t}$	$\varphi_{i,t-1}$
$\varphi_{i,t}$	1						
$KO_{i,t}$	0,0973	1					
$X/K_{i,t}$	-0,0142	-0,5499	1				
$FDI_{i,t}$	-0,0887	0,0031	0,0484	1			
gY_t	-0,2858	-0,0895	0,0379	0,007	1		
$RDp_{i,t}$	-0,1018	-0,1975	0,1985	-0,1428	-0,0419	1	
$\varphi_{i,t-1}$	0,3795	-0,005	0,0001	-0,0942	0,0817	-0,1585	1

4.2. Stokastik Sınır Analizi Sonuçları

Çalışmada, Denklem 8’de yer alan üretim fonksiyonunun SSA Yöntemine dayalı tahmini Çizelge 3’te yer almaktadır. SSA hesaplamasında yer alan değişkenlerin logaritmik düzeyde olması nedeniyle elde edilen sonuçlar aynı zamanda esneklik katsayıları olarak yorumlanmaktadır. Dolayısıyla Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna göre tahmin edilen modelde elde edilen sonuçlara göre işgücü-çıktı esnekliği % 52, sermaye-işgücü esnekliği % 50 olarak yorumlanabilir. Çizelge 3’te yer alan tahmin sonuçlarına göre işgücünün toplam çıktıya katkısı % 52, sermaye stokunun ise % 50’dir. Çizelge 3’te yer alan SSA DRM’e göre tahmin edilen modeldeki tüm katsayılar anlamlıdır ve model, Wald Test istatistiğine göre bir bütün olarak anlamlıdır. SSA Modeli, değişen varyans ve otokorelasyona dirençli standart hatalar ile tahmin edilmiştir.

Çizelge 3. SSA DRM Modeli Tahmin Sonuçları

	(1)
	Log(Q)
<i>Sınır Hesaplaması</i>	
Log(K) _{i,t}	0,509***
	(17,63)
Log(L) _{i,t}	0,521***
	(17,75)
β_0	7,942***
	(14,99)
U_0	
β_0^1	-4,284***
	(-11,85)
V_0	
β_0^1	-3,583***
	(-18,79)
θ	
β_0^1	13,33***
	(26,70)
N	405
Wald χ^2 (p değeri)	1007,68 (0,00)

Not: Tahmin edilen model 250 defa tekrarlanan simülasyona dayanmaktadır. Otokorelasyon ve değişen varyansa dirençli standart hatalar ile tahmin edilmiştir. 1; çalışmadaki sınır analizi, U_0 ve V_0 hesaplamalarının altında yer alan β_0 parametreleri ayrı ayrı sabit terimi ifade etmektedir. z istatistikleri parantez içerisinde yer almaktadır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

4.3. Regresyon Analizi Sonuçları: Etkinsizliğin Belirleyicileri

Teknik etkinsizlik değişkeninin SSA Yöntemi ile elde edilmesi sonrasında teknik etkinsizliğin belirleyicileri, çalışmanın analiz kısmının ikinci aşamasında GDEKK Yöntemi ile belirlenmiştir. çalışılmaktadır. Çizelge 4'te yer alan GDEKK modelleri, Anderson-Hsiao (1982) Yöntemine dayalı olarak tahmin edilmiştir. Model 2'de yer alan Anderson-Hsiao (1982) Yöntemine dayalı GDEKK Modeli sonuçlarına göre sermaye-hasıla katsayısı ile teknik etkinsizlik arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç bulunmuştur. Diğer bir deyişle sermaye-hasıla katsayısının artmasının teknik etkinsizliği arttırıcı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, sermaye verimliliğinin düşmesi nedeniyle teknik etkinsizliğin artacağını göstermektedir. Dolayısıyla sermaye-hasıla oranının artması nedeniyle üretimi arttırmak için firmalar daha fazla yatırıma ihtiyaç duyacaktır. Dolayısıyla yüksek sermaye-hasıla oranı sermayenin verimsizliğini ifade

etmektedir. Bu çerçevede sermaye-hasıla oranının artmasının teknik etkinsizliği arttırmasının firma düzeyinde sermayenin verimsizliğini arttırdığı ve firma düzeyinde teknik etkinliği kısıtlayıcı bir etkiye sahip olduğu yorumu yapılabilir. Hesaplanan modelde ticaret değişkeninin teknik etkinsizlik üzerindeki etkisi, beklenildiği yönde ve teoriye uygun olarak negatiftir. Ticaret değişkeninin teknik etkinsizlik üzerine olan etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuç, teknoloji adaptasyonunun teknik etkinsizlik üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ekonometrik modelde kullanılan tek makro iktisadi değişken olan ekonomik büyümenin teknik etkinsizliğe olan etkisi ise negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuç, ülke düzeyinde toplam talebin, teknik etkinsizlik üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ekonometrik model sonuçlarına göre Ar-Ge ve FDI değişkenlerinin, teknik etkinsizlik üzerindeki etkisi negatif ve istatistiksel olarak anlamsızdır. Ar-Ge ve FDI değişkeninin teknik etkinsizliğe olan negatif etkisi beklenildiği ve teoride işaret edilen yönde olsa da bu etkinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Ekonometrik Hesaplama Sonuçları

	(2)	(3)
	$\varphi_{i,t}: A-H$	$\varphi_{i,t}: A-H$ Kârlılık Oranı Eklenmiş Model
$\varphi_{i,t-1}$	0,105*	0,101*
	(2,13)	(2,04)
$FDI_{i,t}$	-0,0334	-0,0345
	(-1,14)	(-1,17)
gY_t	-0,0042***	-0,0042***
	(-3,39)	(-3,35)
$X/K_{i,t}$	-0,0214***	-0,0197**
	(-3,40)	(-2,77)
$KO_{i,t}$	0,631***	0,627***
	(12,03)	(12,23)
$RDp_{i,t}$	-0,0109	-0,0108
	(-0,55)	(-0,54)
$\pi/K_{i,t}$		-0,0106
		(-0,76)
Zaman Kukla Değişkenleri	√	√
N	360	360

Not: t istatistikleri parantez içerisinde yer almaktadır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. Tüm modeller 50 Yinelemeli Bootstrap Yöntemine göre tahmin edilmiştir. Modeller, iki aşamalı bir tahminciye sahip olduğu için ilk aşamadaki standart hataların yanlış olması üzerine ikinci aşama sonuçları bootstrap edilmiştir (detaylar için bkz. Kiviet, 1999).

Çalışmada tahmin edilen ekonometrik modelin sağlamlığını test etmek amacıyla sağlamlık kontrolleri yapılmıştır. Bu sağlamlık kontrollerinden ilki, çalışmada tahmin edilen modele içsel finansmanın kontrolü amacıyla kârlılık oranının eklenmesidir. İçsel finansman ihtiyacı olan firmanın dışsal finansmanın maliyetine katlanmadan kapasitesini arttırması ve teknik etkinsizliğini azaltacak bir strateji uygulaması olasılığı bulunmaktadır. Bu sağlamlık kontrolünün sonuçları Çizelge 4'te Model 3 sonuçlarında yer almaktadır. Modele eklenen kârlılık oranı ile teknik etkinsizlik arasındaki ilişki, bu beklentiye uygun olarak negatiftir, ancak elde edilen sonuç istatistiksel olarak anlamsızdır. Ayrıca Model 2'de elde edilen sonuçların tahmininde herhangi bir değişikliğe rastlanmamıştır.

Bu sağlamlık kontrollerinden diğeri de çalışmada tahmin edilen GDEKK tahmincisinin düzeltme yönteminin Arellano-Bond Yöntemi ile tekrar tahmin edilmesidir. Arellano-Bond Yöntemi ile düzeltilen GDEKK tahmincisi birinci farkları alınan seriler ile ihmal edilmiş değişken (omitted variable bias) ve firma düzeyinde heterojenlikten kaynaklı teknolojik farklılıklar, üretim ölçeği gibi farkları minimize etmeyi amaçlamaktadır. Tahmin edilen Arellano-Bond Yöntemine dayalı GDEKK Modeli Çizelge 5'te Model 4 olarak yer almaktadır. Çizelge 5'te yer alan sonuçlar ile Çizelge 4'te yer alan sonuçlar ile arasında herhangi bir hesaplama farkının bulunmadığı görülmektedir. Diğer bir deyişle tahmin edilen ana modelin sonuçları sağlamlık kontrolü sonucunda değişmemektedir.

**Çizelge 5. Sağlamlık Kontrolü:
Arellano-Bond Modeline Dayalı GDEKK Sonuçları**

	(4)
	$\phi_{i,t}$
$\phi_{i,t-1}$	0,101*
	(2,06)
$FDI_{i,t}$	-0,0335
	(-1,16)
gY_t	-0,00427***
	(-3,40)
$X/K_{i,t}$	-0,0216***
	(-3,45)
$KO_{i,t}$	0,632***
	(12,14)
$RDp_{i,t}$	-0,0109
	(-0,55)

Zaman Kukla Değişkenleri	√
N	360

Not: t istatistikleri parantez içerisinde yer almaktadır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. Tüm modeller 50 Yinelemeli Bootstrap Yöntemine göre tahmin edilmiştir. Modeller, iki aşamalı bir tahminciye sahip olduğu için ilk aşamadaki standart hataların yanlış olması üzerine ikinci aşama sonuçları bootstrap edilmiştir (detaylar için bkz. Kiviet, 1999).

Çalışmada sağlık kontrolü amacıyla SSA Yöntemine dayalı analizde tahmin edilen model için ise bir dizi sağlık kontrolü daha yapılmıştır. Bu sağlık kontrolleri arasında teknoloji endeksinin modelde yer alması, Halton sekanslarına göre simülasyon yöntemlerinin farklı katmanlara ayrılması yer almaktadır. Bu sağlık kontrollerinden hepsi Çizelge 4'te yer alan sonuçları yinelemektedir.³

Çalışmanın analiz sonuçlarına göre FDI ve Ar-Ge harcamalarının teknik etkinsizlik üzerine olan etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sermaye-Hasıla Katsayısı (KO) ve bir dönem önceki teknik etkinsizliğin cari dönemdeki teknik etkinsizlik üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Teknik etkinsizlik üzerine olan bu etki, sermaye-hasıla katsayısının verimlilik kanalından teknik etkinsizliğe pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda teknik etkinsizliğin gecikmeli olarak bir patika yol bağımlılığına sahip olduğunu göstermektedir. İhracat oranının da teknik etkinsizlik üzerine olan etkisi negatif ve anlamlıdır. Bu etki, örnekleme yer alan firmalar açısından teknolojik adaptasyonun, teknik etkinsizliği azaltmaya yönelik bir katkısı olduğunu göstermektedir. Çalışmada toplam talebin temsili değişkeni olan ekonomik büyümenin, teknik etkinsizliği azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Verimlilik, ekonomik büyümenin önemli belirleyicilerinden biri olarak iktisat literatüründe yer almaktadır. Verimliliğin önündeki temel engeller ise özellikle gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınması için önemli sorunlardır. Dolayısıyla Türkiye ekonomisi açısından verimliliğin önündeki engellerin kurumsal düzeyde ve makroekonomik olarak belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada Borsa İstanbul'da işlem gören ve ISO 500 listesinde yer alan 45 firma için verimliliğin belirleyicileri saptanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla çalışmada iki aşamalı bir analiz yapılarak bu firmalar açısından teknik etkinsizlik ve teknik etkinsizliği belirleyen faktörler belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar, teknik etkinsizliği, sermaye-hasıla oranını

³ Bu sağlık kontrollerine ilişkin tüm sonuçlar, yazardan istenilebilir.

arttırdığını göstermektedir. Allais (1962)'e göre sermaye-hasıla oranı, ülkeler arasındaki verimlilik farklarını açıklayabilmektedir. Hall ve Jones (1999) ve Kehoe ve Presscott (2002)'un analizlerine göre sermaye-hasıla oranı, büyüme ve kalkınmanın önemli faktörlerinden biridir. Demir (2009) ise firma düzeyindeki sermaye-hasıla oranının artmasının kapasite kullanım oranını azaltacağını belirtmektedir. Aynı zamanda teknik etkinsizliğin bir dönem önceki değerinin teknik etkinsizlik üzerindeki etkisi de pozitif olarak saptanmıştır. Bu sonuç, teknik etkinsizlik için imalat sanayi firmaları arasında patika yol bağımlılığının geçerli olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu sonuç TFP'nin gelişiminin patika bağımlılığını gösteren diğer çalışmalar ile uyumludur (Tebaldi, 2016; Aiyar ve Feyrer, 2002; Dervis ve Milgram-Baleix, 2009). Buna karşılık ihracat oranının ve ekonomik büyüme oranlarının teknik etkinsizliği azalttığı sonuçlarına da ulaşılmıştır. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar teknoloji adaptasyonunun ya da teknoloji transferinin TFP üzerine etkisinin olumlu olduğunu vurgulayan literatür ile uyumludur (Coe ve Helpman, 1995; Keller, 1998). TFP açısından literatürde yer alan ticari serbestleşme çalışmaları çoğu zaman heterojenliği ihmal eden bir yapıda makro düzeyde analiz edilmektedir (Isaksson, 2007). Dolayısıyla bu çalışmada mikro düzeyde ticaret ve teknik etkinsizlik arasındaki ilişki araştırılarak, firma düzeyi heterojenlik göz önüne alınmıştır. Nitekim yalnızca büyük ya da farklı gruptaki firmaların ticaret kanalından TFP'sini geliştirme olanağının bulunması, firma heterojenliğinin analizler için önemini vurgulamaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, mikro düzeyde firma verisi kullanan ve ticaret ile TFP arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar ile de uyumludur (Fernandes, 2003; Casacuberta vd., 2004; Schor, 2004). Çalışmada kullanılan diğer değişkenler olan FDI, Ar-Ge harcamaları ve sağlamlık kontrolü için analizde kullanılan kârlılık oranlarının, teknik etkinsizlik üzerindeki etkisinin negatif bulunmasına karşın bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma, elde ettiği bulgular nedeniyle Türkiye ekonomisi açısından imalat sanayinde oldukça az sayıda olan TFP'nin⁴ belirleyicileri konusunda Türkiye odaklı literatüre katkı sağlama amacı taşımaktadır.

Bu çalışmada, Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren ve ISO 500'de yer alan imalat sanayi firmaları için 2005-2013 yılları arasında TFP'nin mikro ve makro düzeyde belirleyicilerini test etme amacı taşımaktadır. Bu amaçla çalışmada verileri dengeli olan 45 firma üzerinde sınırlı bir örnekleme sahip olan bir analiz yapılmıştır.

Çalışmada kullanılan analizler sonucunda teknik etkinsizliğin azaltılması konusunda önemli olan faktörler tespit edilmiştir. Bu çalışmanın Türkiye'de

⁴ TFP'nin gelişmesi ya da teknik etkinsizliğin azaltılması bu çalışmada birbiri yerine kullanılmaktadır.

teknik etkinsizliğin azaltılması açısından politika yapıcılara, firma yönetim kurullarına ve ilgili literatüre önemli düzeyde katkı sunması ve teknik etkinsizliğin azaltılması konusuna ışık tutması beklenmektedir. Bu anlamda teknik etkinsizliğin azaltılması, özelde Türkiye imalat sanayinde, genelde Türkiye ekonomisinde üretim artışına ve büyümeye olanak tanıyacaktır.

KAYNAKÇA

- ABRAMOWITZ, M., (1986), **Catching Up, Forging Ahead and Falling Behind**, Journal of Economic History, 46, 385-406.
- AIGNER, D. J., LOVELL, C. A. K. & P. SCHMIDT, (1977), **Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models**, Journal of Econometrics, 6, 21-37.
- AIYAR, S. & J. FEYRER, (2002), **A Contribution to the Empirics of Total Factor Productivity**, Dartmouth College Working Paper No. 02-09, New Hampshire, ABD.
- ALLAIS, M., (1962), **The Influence of the Capital-Output Ratio on Real National Income**, Econometrica, 30 (4), 700-728.
- ANDERSON, T. W. & C. HSIAO, (1982), **Formulation and Estimation of Dynamic Models Using Panel Data**, Journal of Econometrics, 18, 47-82.
- ARELLANO, M. & S. BOND, (1991), **Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations**, The Review of Economic Studies, 58 (2), 277-297.
- ARROW, K., (1962), **The Economic Implications of Learning by Doing**, Review of Economic Studies, 29, 157-173.
- ATILGAN, E. ve Z. ÇALIŞKAN, (2015), **Türk Hastanelerinin Maliyet Etkinliği: Stokastik Sınır Analizi**, İktisat, İşletme ve Finans, 30 (355), 9-30.
- AY YALÇINKAYA, E. ve R. KÖK, (2016a), **Türk Bankacılık Sektöründe Maliyet Etkinliği (2005-2013)**, Ege Akademik Bakış, 16 (2), 273-286.
- AY YALÇINKAYA, E. ve R. KÖK, (2016b), **Türkiye’de Reel Sektöre Yönelik Maliyet Etkinliği (2005-2013)**, Turkish Economic Association International Conference on Economics ICE-TEA 2016 Bildiri Kitabı, Attar, M. A. ve H. Karamelikli (eds.), 277-298.
- BAĞDADIOĞLU, N. ve T. WEYMAN-JONES, (2010), **Düzenleyici Kıyaslama İçin Stokastik Sınır Panel Veri Modellemesi: Türkiye Elektrik Dağıtım Sektörüne Bir Uygulama**, İktisat, İşletme ve Finans, 25 (297), 97-119.
- BO, H., (2011), **Volatility of Sales, Expectation Errors and Inventory Investment: Firm Level Evidence**, International Journal of Production Economics 72, 273-283.
- CAMPBELL, J. R. & J. D. M. FISHER, (2004), **Idiosyncratic Risk and Aggregate Employment Dynamics**, Review of Economic Dynamics, 7 (2), 331-53.
- CARPENTER, R. E., FAZZARI, S. M., PETERSEN, B. C., KASHYAP, A. & FRIEDMAN, B. M., (1994), **Inventory Investment, Internal-Finance Fluctuations, and the Business Cycle**, Brookings Papers on Economic Activity, 1994 (2), 75-138.
- CASACUBERTA, C., FACHOLA, G. & N. GANDELMAN, (2004), **The Impact of Trade Liberalization on Employment, Capital and Productivity Dynamics: Evidence from the Uruguayan Manufacturing Sector**, Journal of Policy Reform, 7 (4), 225-248.

- COE, D. T. & E. HELPMAN, (1995), **International R&D Spillovers**, Economic European Review, 39, 859-87.
- CONNOLLY, M. P., (1997), **Technology, Trade and Growth: Some Empirical Findings**, Research Paper no. 9727, New York: Federal Reserve Bank of New York.
- DAŞTAN, H., (2018), **Türkiye Şeker Sanayinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi**, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5 (14), 478-498.
- DEBREU, G., (1951), **The Coefficient of Resource Utilization**, Econometrica, 19 (3), 273-292.
- DEMİR, F., (2009), **Financialization and Manufacturing Firm Profitability under Uncertainty and Macroeconomic Volatility: Evidence from an Emerging Market**, Review of Development Economics, 13 (4), 592-609.
- DOVIS, M. & J. MILGRAM-BALEIX, (2009), **Trade, Tariffs and Total Factor Productivity: The Case of Spanish Firms**, World Economy, 32 (4), 575-605.
- FARRELL, M. J., (1957), **The Measurement of Productive Efficiency**, Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General), 120 (3), 253-290.
- FERNANDES, A. M., (2003), **Trade Policy, Trade Volumes and Plant-Level Productivity in Colombian Manufacturing Industries** World Bank Policy Research Working Paper no. 3064, Washington, DC: World Bank.
- GREENE, W., (2005), **Reconsidering Heterogeneity in Panel Data Estimators of the Stochastic Frontier Model**, Journal of Econometrics 126, 269-303.
- GROSSMAN, G. & E. HELPMAN, (1991), **Innovation and Growth in the Global Economy**, Cambridge, MA: MIT Press.
- HALL, R. E. & C. I. JONES, (1999), **Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker Than Others?**, Quarterly Journal of Economics 114 (1), 83 -116.
- HAZNECİ, K. ve V. CEYHAN, (2017), **TR83 Bölgesinde Buğday Tohumluğu Üretiminde Teknik Etkinlik ve Etkinliği Belirleyen Faktörler**, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32, 181-188.
- ISAKSSON, A., (2007), **Determinants of Total Factor Productivity: A Literature Review**, UNIDO Research and Statistics Branch Staff Working Paper no. 02/2007, Viyana, Avusturya.
- KEHOE, T. J. & E. C. PRESCOTT, (2002), **Great Depressions of the 20th Century**, Review of Economic Dynamics 5 (1), 1-18.
- KELLER, W., (1998), **Are International R&D Spillovers Trade-Related? Analyzing Spillover Among Randomly Matched Trade Partners**, European Economic Review, 42, 1469-1491.
- KIVIET, J. F., (1995), **On Bias, Inconsistency and Efficiency of Various Estimators in Dynamic Panel Data Models**, Journal of Econometrics, 68, 53-78.
- KOOPMANS, T. C., (1951), **An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities**, içinde Koopmans, T. C. (eds.), Activity Analysis of Production and Allocation. John Wiley and Sons, Inc., Londra.

- LUCAS, R., (1988), **On the Mechanics of Economic Development**, Journal of Monetary Economics, 22, 3–42.
- MEEUSEN, W. & J. Van Den BROECK, (1977), **Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Function with Composed Errors**, International Economic Review 18: 2, 435-444.
- NELSON, R. & E. PHELPS, (1966), **Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth**, American Economic Review, 56, 69-75.
- NICKELL, S., (1981), **Biases in Dynamic Models with Fixed Effects**, Econometrica, 49, 1399-1416.
- PARLAKAY, O. ve T. ALEMDAR, (2011), **Türkiye’de Yer Fıstığı Tarımında Teknik ve Ekonomik Etkinlik**, Tarım Ekonomisi Dergisi, 17 (2), 47-53.
- PITT, M. & L. F. LEE, (1981), **The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry**, Journal of Development Economics 9, 43-64.
- ROMER, P., (1990), **Endogenous Technological Change**, Journal of Political Economy, 98, 71-102.
- SCHOR, A., (2004), **Heterogeneous Productivity Response to Tariff Reduction, Evidence from Brazilian Manufacturing Firms**, Journal of Development Economics, 75, 373-96.
- SCHULTZ, T. W., (1961), **Investments in Human Capital**, American Economic Review, 51, 1-17.
- SOLOW, R., (1956), **A Contribution to the Theory of Economic Growth**, Quarterly Journal of Economics, 70, 65-94.
- SYVERSON, C., (2011), **What Determines Productivity?**, Journal of Economic Literature, 49 (2), 326–365.
- TEBALDI, E., (2016), **The Dynamics of Total Factor Productivity and Institutions**, Journal of Economic Development, 41 (4), 1-25.
- TORAGANLI KARAMOLLAOĞLU, N., (2018), **Toplam Faktör Verimliliği: Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri İle Bir Uygulama**, Verimlilik Dergisi, 2018/4, 93-116.
- TUTULMAZ, O. ve H. ŞAHİN, (2014), **Türk Havayolu Ulaştırmasının Açılım Dönemine Yönelik Teknik Etkinlik Analizi: Bir Stokastik Sınır Yöntemi Uygulaması**, Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, 18 (2), 49-73.
- YALÇIN, E., (2018), **Stokastik Sınır Analizi İle Havalimanlarının Etkinliklerinin Ölçülmesi: Türkiye Örneği**, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15 (42), 82-105.