

Bist100 İmalat İşletmelerinin Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi ile Analizi

Analysis of Bist100 Manufacturing Companies with Malmquist Total Factor Efficiency Index

Feyzi YAŞAR¹

Selahattin YAVUZ²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Göksun Meslek Yüksekokulu,
Kahramanmaraş- Türkiye
e-mail: feyziyasar1246@gmail.com

²Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, İktisadi ve
İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, Erzincan-
Türkiye
e-mail: syavuz@erzincan.edu.tr



Geliş Tarihi/Received: 1.5.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 8.6.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Feyzi YAŞAR
feyziyasar1246@gmail.com

Atıf /Cite:

Yaşar, F., & Yavuz, S. (2024). Bist100 İmalat İşletmelerinin Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi ile Analizi. *Erzurum Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18, 112–128.

Bu çalışma Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalında yapılan "Veri Zarflama Analizi ile BIST100'de İşlem Gören İmalat İşletmelerinin Etkinliklerinin Ölçümü" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

This article checked by



Content of this journal is licensed under a
Creative Commons Attribution-
Noncommercial 4.0 International License.

Öz

Bu çalışmada, Borsa İstanbul BİST 100'de işlem gören imalat işletmelerinin toplam faktör verimlilikleri, Malmquist toplam faktör verimlilik (MTFV) endeksi ile ölçülmüştür. 2010-2017 yıllarını kapsayan çalışma döneminde 37 işletmeye ait cari oran, aktif devir hızı, alacak devir hızı, stok devir hızı, finansal kaldıraç oranı, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranı girdi değişkenleri olarak; net kâr marjı, faaliyet kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık oranı da çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre imalat işletmelerinin ortalama toplam faktör verimlilik değerleri, 2012-2013 ve 2016-2017 dönemlerinde azalış, diğer dönemlerde ise artış göstermiştir. İşletmelerin en etkin çalıştıkları dönem 2013-2014 dönemi olmuştur. Malmquist toplam faktör verimliliği endeksine göre imalat işletmeleri 2010-2017 döneminde yıllık ortalama %26,9 verimlilik artışı göstermiştir. İşletmelerin bu verimlilik artışı, teknik etkinlikteki artıştan ve teknolojik ilerlemeden kaynaklanmıştır. İşletme bazında yapılan değerlendirmede verimlilik artışı en yüksek olan KARSN (%221,1), GEREL (%79,1) ve AFYON (%64,0) işletmelerinin ilk üç sırayı aldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: BİST 100 İmalat İşletmeleri, Etkinlik, Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi

Abstract

In this study, the total factor productivity of manufacturing enterprises traded in Borsa Istanbul BIST 100 was measured with the Malmquist total factor productivity (MTFV) index. In the working period covering the years 2010-2017, the current ratio, asset turnover, receivables turnover, inventory turnover, financial leverage ratio, long-term debts/equity ratio and fixed assets/permanent capital ratio of 37 enterprises as input variables; net profit margin, operating profit margin, return on equity and return on assets were also used as output variables. According to the results obtained, the average total factor productivity values of manufacturing enterprises decreased in 2012-2013 and 2016-2017 periods, and increased in other periods. The period in which the enterprises worked most effectively was the period of 2013-2014. According to the Malmquist total factor productivity index, manufacturing enterprises showed an average annual productivity increase of 26.9% during the 2010-2017 period. This increase in productivity of enterprises resulted from the increase in technical efficiency and technological progress. In the evaluation made on the basis of enterprises, it was determined that KARSN (221.1%), GEREL (79.1%) and AFYON (64.0%) enterprises with the highest productivity gains took the first three places.

Keywords: BIST 100 Manufacturing Enterprises, Efficiency, Malmquist Total Factor Productivity Index.

Giriş

Teknolojik gelişmelerin hızla ilerlediği günümüzde işletmeler arasındaki rekabette her geçen gün artmaktadır. Hususan üretim sektöründe faaliyette bulunan işletmelerin rakip işletmelere üstünlük sağlamak ve başarılı olabilmek için performanslarını değerlendirip, geliştirmek zorundadırlar. Bundan dolayı performans ölçümünde kullanılan verimlilik ve etkinlik analizlerinin önemi her geçen gün daha da artmaktadır.

İşletmeler amaç ve görevlerini gerçekleştirmek için hedefleri doğrultusunda faaliyetlerini yerine getirerek varlıklarını sürdürürler. İşletmelerin amaç ve görevlerini gerçekleştirme oranına performans olarak tanımlanır (Dereköy, 2012: 16). Diğer bir ifadeyle performans, işletmelerin amaçlarını yerine getirebilmesi için yapılan planlı tüm çabaların nicel ya da nitel olarak değerlendirilmesi şeklinde ifade edilebilir (Yiğiter, 2009: 9).

Performans ölçümü; kaynakların kullanımını, üretilen hizmet veya ürünlerin, elde edilen çıktılarının takibi için düzenli ve sistematik olarak veri toplanmasını, analiz edilmesini ve raporlanmasını diğer bir deyişle yapılan işlerin sayısal olarak tanımlanmasını gerektirmektedir (Erpolat, 2011: 5).

İşletmelerde gerçekleştirilen işlerin, işletmenin amaçlarına ne kadar uygun olduğu, elde edilen çıktılarının hedefe ne kadar ulaştığı, hedeflere ulaşırken mevcut kaynakların savrulup savrulmadığı, hizmetlerin etkin ve verimli bir biçimde yapılıp yapılmadığının değerlendirilmesi performans ölçümü ile gerçekleştirilmektedir. Optimal bir performans ölçümü söz konusu faaliyetlerin istenen çıktıları hangi oranda yerine getirdiğine dair bir değerlendirmeyi mümkün kılar (Dinçer, 2011: 43).

İşletmelerin performansını ölçmede kullanılan önemli ölçütlerden birisi etkinliktir. Etkinlik, iktisat biliminde; “en az gayret veya maliyet ile en fazla çıktı elde etme” şeklinde ifade edilmektedir. İşletme bakımından etkinlik, belirlenen amaçlar doğrultusunda malzeme, hammadde işçilik ve diğer kaynakların kullanımının ne oranda etkin ya da yeterli olduğunu belirten bir değerlendirme ölçütüdür. Diğer bir deyişle etkinlik, firmaların üretim sürecinde kullandıkları tüm faktörlerin gerçekleştirme oranını gösterir (Erpolat, 2011: 11). Kısaca etkinlik, mevcut girdileri kullanarak en iyi çıktıyı elde etme başarısı olarak tanımlanabilir (Özden, 2008: 168).

İşletmelerin performansını ölçmede kullanılan önemli ölçütlerden bir diğeri de verimliliktir. Verimlilik, “belirli bir dönemde üretilen ürün veya hizmetler (çıktılar) ile bu çıktıları elde etmek için aynı dönemde kullanılan kaynaklar (girdiler) arasındaki ilişki” olarak ifade edilmektedir (Keçek, 2010: 14). Buna göre teknik anlamda verimlilik “üretilen ürün ve hizmet miktarı ile bu ürün ve hizmet miktarının üretilmesinde kullanılan girdiler arasındaki oran” (Erpolat, 2011: 13) şeklinde tanımlanabilir. Bu tanıma göre verimlilik aşağıdaki gibi formüle edilebilir.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}} \quad (1)$$

Bir tek girdi ve çıktının olduğu üretim sürecinde verimliliğin tespit edilmesi veya hesaplanması son derece kolay olmaktadır. Ancak birden çok girdi ve çıktının olduğu üretim süreçlerinde verimliliğin hesaplanması karmaşık ve zor olmaktadır. Bu durumda tüm girdi ve çıktı değişkenleri bir araya getirilerek tek bir sanal girdi ve tek bir sanal çıktı elde edilir ve sanal çıktının sanal girdiye bölünmesiyle toplam faktör verimliliği elde edilir (Noyan, 2012: 158-159). Toplam faktör verimliliği (TFV); “üretim sürecinde yer alan tüm üretim faktörlerinin verimliliklerinin toplamını ifade etmekte ve teknik etkinlikteki değişme (TED) ve teknolojideki değişme (TD) şeklinde iki unsurdan oluşmaktadır” (Lorcu, 2010: 277). Bu unsurlardaki değişmeler (ilerlemeler), işletmelerin hem yüksek ekonomik performans seviyelerine ulaşmalarını hem de yüksek ve etkin bir rekabet gücüne sahip olmalarını sağlayabilir (Deliktaş, 2002: 248). Verimlilik artışı, işletmeler için hem üretim artışını hem de üretim faktörlerinin etkin bir biçimde kullanıldığının da göstergesi olmaktadır (Karabulut, Okka ve Başel, 2006: 110). Bundan dolayı verimlilik artışının olumlu etkisiyle ülkenin refah düzeyi artacak ve toplumun yaşam seviyesinin gelişimine de pozitif katkı sağlayacaktır (Keçek, 2010: 19).

İmalat sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin performanslarını değerlendirmek için farklı yaklaşımlar kullanmak mümkündür. Bu çalışmada, BİST 100’de işlem gören imalat işletmelerin toplam faktör verimliliklerindeki değişimi tespit etmek için Malmquist toplam faktör verimlilik (MTFV) endeksi kullanılmıştır.

1. Literatür Taraması

İmalat sektöründe bulunan işletmelerin etkinlik ve toplam faktör verimliliğini değerlendiren birçok çalışma literatürde mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Mahadevan (2002), Malezya’da 28 imalat sanayisinin 1981-1996 yılları arasındaki verimliliklerini veri zarflama analizi ile hesaplamış ve elde ettiği analiz sonucuna göre imalat sanayi büyümesinin yıllık toplam faktör verimliliğinin %0,8 altında olduğunu saptamıştır.

Deliktaş (2002), Türkiye özel sektör imalat sanayiinin 1990-2000 döneminde sektörel bazda illerin performans düzeyini ölçmek için Veri zarflama analizi-Malmquist verimlilik endeksi metodlarını kullanarak değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda sektör bazında performansı en yüksek olan alt sektörün kağıt ve kağıt ürünleri sanayii ve performansı en az olan sektörün ise taş ve toprağa dayalı sanayiinin olduğu tespit edilmiştir. Etkinlik ve toplam faktör verimlilik skorlarına göre performansı en yüksek illerin Marmara Bölgesi'nde yer aldıkları ve en düşük performanslı illerin Ege Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi'nde yer aldıkları görülmektedir.

Yıldız (2007) çalışmasında, 2005 yılında İMKB'ye kote olan ve imalat sanayiinde faaliyet gösteren 105 işletmenin etkinliğini veri zarflama analizi ile ölçmüştür. İşletmelerin maliyet etkinliğini ölçmek için sermaye ve toplam aktif girdi değişkeni net satışlar ve net karları da çıktı değişkeni olarak belirlenmiş olup hem işletme bazında hem de sektörel bazda analiz yapılmıştır. Analiz sonucuna göre mevcut firmaların %70'nin etkinlik seviyesine ulaştığı ve kâğıt-kâğıt ürünleri sektörünün ise en etkin sektör olduğu tespiti yapılmıştır. Ayrıca işletmelerin ölçek etkinliği incelenmiş olup %50'den fazlasının etkin olabilmeleri için ölçek büyüklüklerini azaltmaları gerektiğine işaret edilmiştir.

Yalama ve Sayım (2008) çalışmalarında, 2005 yılı Aralık ayı itibariyle İMKB'ye kayıtlı imalat sektöründe işlem gören 157 işletmenin veri zarflama yöntemini kullanarak performanslarını değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda bu işletmelerin ortalama etkinlik puanı %83,94 olarak bulunmuştur. Ayrıca etkin olmayan işletmelerin potansiyel iyileştirme yüzdeleri hesaplanmış ve gerekli önerilerde bulunulmuştur.

Diñçer (2008), İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB)'na kayıtlı "Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri" sektöründe bulunan 31 işletmenin 2005-2006 dönemine ait Malmquist Toplam Faktör Verimlilik (TFV) endeksi yöntemiyle etkinliklerini incelemiştir. Söz konusu dönemlere ait işletmelerin etkinlik artışlarının teknik etkinlikten olumsuz etkilendiği teknolojideki değişimlerden ise olumlu etkilendiği belirtilmiştir.

Kula, Kandemir ve Özdemir (2009) çalışmalarında, 2001-2007 yılları arasında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB)'a kayıtlı çimento sektöründeki firmaların etkinliklerini Veri Zarflama Analizi (VZA) ile etkinlik skorlarının zamanla değişimi ise Malmquist Toplam Faktör Verimlilik (TFV) yöntemi ile ölçmüşlerdir. Çalışma sonucunda analize tabi olan 16 işletmeden 3 tanesinin bütün dönemlerde etkin bir şekilde faaliyet gösterdiği belirlenmiştir. 2005 yılı çimento sektörünün dönemler bazında en etkin çalıştığı yıl olmuştur. TFV endeksi sonucuna göre çimento sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin 2001-2007 dönemindeki yıllık ortalama verimlilik artışı %1,9 olarak bulunmuştur. Çimento sektöründeki bu verimlilik artışı teknolojik ilerlemeden kaynaklanmıştır. Saranga (2009), Hindistan'da oto yedek parça alanında faaliyet gösteren 50 işletmenin verimliliğini VZA yöntemi ile incelemiştir. Buna göre, kısa zaman periyodunda çalışma sermayesi yönetiminin verimliliği endüstride operasyonel verimliliği artırdığı, teknolojinin kullanılmasının ise verimlilikte önemli bir etki göstermediği sonucuna ulaşılmıştır.

Lorcu (2010), İstanbul Sanayi Odasının (İSO) her yıl açıkladığı 500 büyük işletme içinde bulunan, otomotiv ve yan sanayi faaliyet gösteren 14 işletmenin 2003-2007 dönemine ait toplam faktör verimliliklerini, Malmquist toplam faktör verimlilik endeksini kullanarak hesaplamıştır. Çalışma sonucunda işletmelerin ortalama toplam faktör verimlilik artışlarında dikkatte değer bir gelişmenin olmadığı, ancak büyük kayıplarının da olmadığı görülmektedir.

Floros, Voulgaris ve Lemonakis (2014), 2003-2011 dönemi itibariyle Yunanistan'ın 13 bölgesinde faaliyet gösteren 3600 imalat firmasının etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre 2008 ekonomik krizi bütün bölgelerdeki işletmelerin etkinliğini 2010'dan 2011 yılına kadar olumsuz bir şekilde etkilemiştir. 2003 yılı tüm işletmelerin etkinlik düzeylerinin maksimum seviyeye çıktığı, 2004'ten sonra işletmelerin etkinlik seviyelerinde hızlı bir düşüş olduğu tespiti yapılmıştır. Çalışmada ayrıca kurulan ekonomik modelin sonucuna göre etkinlik skorları ile firma büyüklüğü arasında pozitif, ihracat ile negatif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özek (2015) çalışmasında, 2005-2013 döneminde Borsa İstanbul'da bulunan 105 imalat firmasının etkinlik analizini yapmıştır. Firmaların etkinliklerini hem sektörel bazda hem de alt sektör bazında veri zarflama analizinin CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) ve BCC (Banker, Charnes, Cooper) yöntemleri kullanılarak ölçülmüş ve elde edilen puanlar, sektör ve yıllar itibariyle karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre söz konusu sektörde bulunan birçok firmanın etkin olmadığı, özellikle 2011'den sonra etkinliğin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca etkinlik seviyesi ile firma değeri arasındaki ilişki incelenmiş, ancak anlamlı bir ilişkinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Osamwonyi ve Imafidon (2016), 2004-2010 döneminde Nijer'ya Menkul Kıymetler Borsası'nda kayıtlı 58 imalat firmasının hem teknik hem de ölçek etkinliğini analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda bu firmaları, ortalama teknik etkinlik puanı %85 ve ölçek etkinlik puanı ise %76 olarak tespit edilmiştir. Bu firmaların 31 tanesinin üretim imkânı sınırında çalıştığı, 27'sinin ise çalışmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada ölçeğe göre azalan bölgede faaliyette

bulunan firmaların girdi değişkenlerini küçültmeleri, ölçek artışının arttığı bölgelerde ise girdi değişkenlerini artırmaları gerektiği önerilmiştir.

Yaşar ve Yavuz (2017), 2012-2014 yılları arasında BİST 100’de bulunan 39 imalat işletmesinin etkinliklerini ölçmek için veri zarflama analizi yöntemini kullanmışlardır. Analiz sonucunda CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) yöntemine göre 2012 yılında 23 işletmenin, 2013 yılında 19 işletmenin 2014 yılında 24 işletmenin etkin olduğu tespit edilmiş ve üç yılın ortalama etkinlik değeri de %88,94 olarak bulunmuştur. BCC (Banker, Charnes, Cooper) yöntemine göre 34 işletmenin her üç yılda da etkin olduğu ve üç yılın ortalama etkinlik değeri de %99,01 olarak tespit edilmiştir.

Ünal, Keçek ve Kestane (2017), Borsa İstanbul kimya sektöründe faaliyet gösteren 5 firmanın 2010-2015 dönemi itibariyle kârlılık performanslarının etkinliğinin, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile değerlendirilmesini yapmışlardır. Analiz sonucunda kimya sektöründeki işletmelerin kârlılık etkinliği, 2011-2013 yılları hariç, diğer yıllarda genel bir artış eğilimini gösteren bulgular ortaya koymaktadır.

Türkiye’de BİST 100’de işlem gören imalat işletmeleri hakkında Malmquist toplam faktör verimliliği kullanımını içeren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bundan dolayı bu çalışma imalat işletmelerinin verimlilik değişim analizinin Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi ile yapılmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Araştırmanın Yöntemi

Çalışmada, işletmelerin toplam faktör verimlilik değişimini ve bunun bileşenleri olan teknolojik değişimi ve etkinlikteki değişimi analiz etmek için Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi kullanılmıştır.

2.1. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) Endeksi

İlk kez 1953 yılında Malmquist tarafından ortaya konan ve daha sonra 1982 yılında Caves, Christensen ve Diewert tarafından geliştirilen Malmquist toplam faktör verimlilik (MTFV) endeksi, her bir veri noktasının ortak bir teknolojik sınıra olan nisbi uzaklık oranını hesaplayarak iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimlilik değişimini ölçmektedir (Tutkavul, 2019: 53). Uzaklık fonksiyonlarına dayalı olarak oluşturulan MTFV Endeksi, diğer endekslerin (Fischer, Törnqvist vb.) ihtiyaç duyduğu fiyat verilerine ihtiyaç duymaksızın (Lorcu, 2010) “malîyet minimizasyonu veya kâr maksimizasyonu gibi herhangi bir davranışsal varsayımı gerektirmeksizin birden fazla çıktı ve girdinin söz konusu olduğu durumlarda üretim teknolojisini belirleyebilmektedir” (Deliktaş, 2002: 252). Uzaklık fonksiyonları girdi tabanlı olabildiği gibi çıktı tabanlı da olabilmektedir. “Girdi tabanlı uzaklık fonksiyonu, çıktı vektörü veriyken, girdi vektörünün minimum oransal daralmasını dikkate alan üretim teknolojisini ifade eder. Çıktı tabanlı uzaklık fonksiyonu, girdi vektörü veriyken, çıktı vektörünün maksimum oransal artışını dikkate alır” (Tarım, 2001: 152-153).

İşletmeler arasında ya da bir işletmenin iki dönemi arasındaki verimlilik farklılıkları, sadece teknik etkinlikteki değişmeye değil aynı zamanda teknolojiye de dayanmaktadır. Teknik etkinlikteki değişim üretim sınırını yakalama etkisi olarak tanımlanırken; teknolojiye de dayanmaktadır. Teknik etkinlikteki değişim üretim sınırının yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır (Lorcu, 2010: 279). Teknik etkinlikteki değişim ile teknolojik değişim, toplam faktör verimliliğindeki değişimin ana unsurlarını oluşturmaktadır. Bu iki unsurun çarpımı toplam faktör verimliliğindeki (TFV) değişmeyi, diğer bir deyişle Malmquist toplam faktör verimliliğini vermektedir (Lorcu, 2010: 279; Benli, 2012: 372).

Çıktı eksenli uzaklık fonksiyonu, girdi x vektörü ile üretilebilecek mümkün çıktı y vektörleri kümesi $P(x)$ ile gösterilirse;

$$d_o(x, y) = \min \{D : (y/D) \in P(x)\} \quad (2)$$

şeklinde tanımlanır.

Uzaklık fonksiyonu $d_o(x, y)$ nın alacağı değerler, y vektörü $P(x)$ sınırı üzerinde ise 1’e eşit, y vektörü $P(x)$ içindeki teknik olmayan bir noktayı tanımlıyor ise 1’den büyük ve y vektörü $P(x)$ dışındaki mümkün olmayan bir noktayı tanımlıyorsa 1’den küçük olacaktır (Cingi ve Tarım, 2000: 10).

Fare, Grosskopf, Norris ve Zhong (1994) çalışmalarında, baz alınan t dönemi ve bir sonraki $t+1$ dönemi arasındaki çıktıya göre MTFV değişim endeksi,

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \sqrt{\frac{d_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^t(x^t, y^t)} \times \frac{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (3)$$

şeklinde hesaplanır. Denklem (3), t ve $t+1$ dönem endeks değerlerinin geometrik ortalaması olarak tanımlanmaktadır. Bu denklemde $d_0^t(x^t, y^t)$, $t+1$ dönemi gözleminin t dönemi teknolojisinden olan uzaklığını

göstermektedir (Deliktaş, 2002: 253). $M_0 > 1$ ise t periyodundan t+1 periyoduna toplam faktör verimliliğinde büyümenin olduğunu, $M_0 < 1$ ise azalmanın olduğunu, $M_0 = 1$ ise toplam faktör verimliliğinde herhangi bir değişimin olmadığını (sabit olduğunu) göstermektedir (Dinçer, 2011: 89).

MTFV endeksinin bileşenleri olan teknik etkinlikteki değişme ve teknolojideki değişme ile toplam faktör verimliliğini ölçmek mümkündür. Söz konusu bileşenlerin çarpımını veren formül aşağıdaki gibi gösterilebilir (Fare vd., 1994; 71).

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \underbrace{\frac{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)}}_{TED} \times \sqrt{\underbrace{\frac{d_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^t(x^t, y^t)} \times \frac{d_0^t(x^t, y^t)}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)}}_{TD}} \quad (4)$$

Denklem (4)'deki eşitliğin sağ tarafındaki ilk terim, teknik etkinlikteki değişimin (TED) ölçüsünü, ikinci terim ise teknolojideki değişimi (TD) göstermektedir.

MTFV endeksinin teknik etkinlik ve teknolojik değişim olarak ayrıştırılması, her iki unsurun toplam faktör verimliliğine (TFV) olan katkısının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Buna göre, (4)'te verilen denklem aşağıdaki gibi iki kısma ayrıldığında hem teknik etkinlikteki değişim (TED) hem de teknolojik değişim (TD) ayrı ayrı hesaplanabilmektedir (Deliktaş, 2002: 253).

$$TED = \frac{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (5)$$

$$TD = \sqrt{\frac{d_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{d_0^t(x^t, y^t)}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (6)$$

Burada teknik etkinlikteki değişim, üretim sınırını yakalama etkisi olarak tanımlanırken, teknolojik değişim ise üretim sınırları eğrisinin kayması olarak tanımlanmaktadır (Benli, 2012: 372).

3. Araştırmanın Amacı ve Verileri

Bu çalışmanın amacı, 2010-2017 döneminde BİST100'de işlem gören 37 imalat işletmesinin verimlilik performanslarının zaman içerisinde nasıl değiştiğini belirlemektir. Bu bağlamda verimliliğin zaman içindeki değişimini analiz etmek için Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi kullanılmış ve periyodun tümünü kapsayan endeks skorları DEA-Solver LV paket programı ile hesaplanmıştır.

Çalışmada, 2019 Ocak ayı itibarıyla BİST100'de bulunan 37 imalat işletmesinin 2010-2017 dönemine ait verileri kullanılmıştır. Bu işletmelerin alfabetik olarak isim ve borsa kodları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. BİST100'deki İmalat İşletmelerinin İsim ve Borsa Kodları

İşletmeler	Borsa Kodu	İşletmeler	Borsa Kodu
Anadolu Efes Biracılık ve Malt Sanayii A.Ş.	AEFES	Hektaş Ticaret T.A.Ş.	HEKTS
Afyon Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.	AFYON	Kardemir Karabük Demir Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.	KRDMD
Aksa Akrilik Kimya Sanayii A.Ş.	AKSA	Karsan Otomotiv Sanayii ve Ticaret A.Ş.	KARSN
Anadolu Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş.	ANACM	Kartosan Karton Sanayi ve Ticaret A.Ş.	KARTN
Arçelik A.Ş.	ARCLK	Kordsa Teknik Tekstil A.Ş.	KORDS
Borusan Mannesman Boru Sanayi ve Ticaret A.Ş.	BRSAN	Otokar Otomotiv ve Savunma Sanayi A.Ş.	OTKAR
Coca-Cola İçecek A.Ş.	CCOLA	Petkim Petrokimya Holding A.Ş.	PETKİM
Çemaş Döküm Sanayi A.Ş.	CEMAS	Sasa Polyester Sanayi A.Ş.	SASA
Çemtaş Çelik Makina Sanayi ve Ticaret A.Ş.	CEMTS	Soda Sanayii A.Ş.	SODA
Deva Holding A.Ş.	DEVA	Tat Gıda Sanayi A.Ş.	TATGD
Doğtaş Kelebek Mobilya Sanayi ve Ticaret A.Ş.	DGKLB	Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.	TOASO
Ege Endüstri ve Ticaret A.Ş.	EGEEN	Trakya Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	TRKCM
Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş.	EREGL	Tümosan Motor ve Traktör Sanayi A.Ş.	TMSN
Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	FRTO	Türkiye Petrol Rafineleri A.Ş.	TUPRS
Gentaş Genel Metal Sanayi ve Ticaret A.Ş.	GENTS	Türk Traktör ve Ziraat Makineleri	TTRAK
Gersan Elektrik Ticaret ve Sanayi A.Ş.	GEREL	Ülker Bisküvi Sanayi A.Ş.	ULKER
Goodyear Lastikleri T.A.Ş.	GOODY	Vestel Elektronik Sanayi ve Ticaret A.Ş.	VESTL
Göllaş Göller Bölgesi Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.	GOLTS	Yataş Yatak ve Yorgan Sanayi ve Ticaret A.Ş.	YATAS

İşletmelerin verimlilik analizinde üretim sürecini en iyi şekilde temsil eden girdi ve çıktıların belirlenmesi gerekmektedir. Bu girdi ve çıktı değişkenleri TFV modelinin ayrıştırma yeteneğini maksimum edecek şekilde seçilmelidir. Dolayısıyla seçilen girdi ve çıktı değişkenleri verimliliği hesaplamada en iyi şekilde temsil etme gücüne sahip olmaları gerekir (Ata ve Yakut, 2009: 84). Bu bağlamda BİST100 imalat işletmelerinin 2010-2017 dönemine ait mali tablolarından faydalanılarak hesaplanan finansal oranlar ile analiz gerçekleştirilmiştir. Buna göre analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Girdi-Çıktı Değişkenleri ile Değişkenlerin Kısaltma ve Açıklamaları

Girdi Değişkenleri		
Cari Oran	GR-1	Dönen varlıklar, kısa vadeli borçlara bölünmüştür.
Aktif Devir Hızı	GR-2	Net satışlar, toplam aktiflere bölünmüştür.
Alacak Devir Hızı	GR-3	Net satışlar, ortalama ticari alacaklara bölünmüştür.
Stok Devir Hızı	GR-4	Satışların maliyeti, ortalama stoklara bölünmüştür.
Finansal Kaldıraç Oranı	GR-5	Toplam borçlar, toplam aktiflere bölünmüştür
Uzun Vadeli Borçlar / Özsermaye	GR-6	Uzun vadeli borçlar, öz sermayeye bölünmüştür.
Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye	GR-7	Duran varlıklar, öz sermaye ile uzun vadeli borçların toplamına bölünmüştür.
Çıktı Değişkenleri		
Net Kâr Marjı	ÇK-1	Net kâr, net satışlara bölünmüştür.
Faaliyet Kâr Marjı	ÇK-2	Faaliyet kârı, net satışlara bölünmüştür.
Özsermaye Kârlılığı	ÇK-3	Net kâr, öz sermayeye bölünmüştür.
Aktif Kârlılık	ÇK-4	Net kâr, toplam aktiflere bölünmüştür.

Analizde araştırmanın güvenilirliği açısından karar verme birim (KVB) sayısı ile değişken (girdi ve çıktı) sayısı arasındaki ilişki önemli olmaktadır. Karar birim sayısı belirlenirken dikkate alınacak kısıtlar için literatürde farklı görüşler yer almaktadır. Buna göre KVB sayısı K, çıktı sayısı p ve girdi sayısı r ile gösterilirse,

1. $K \geq (p+r+1)$ (Boussofiane, Dyson ve Rhodes, 1991)

2. $K \geq 2(p+r)$ (Akyüz, Yıldırım ve Balaban, 2015)

3. $K \geq 3(p+r)$ (Vassiloglu ve Giokas, 1990)

şeklinde gösterilebilir. Buna göre, $K=37$, $r=7$ ve $p=4$ olduğundan $37 > (7+4) + 1 = 12$, $37 > 2(7+4) = 22$ ve $37 > 3(7+4) = 33$ olup her üç şartı da sağlamaktadır.

Çıktılardan bazılarının negatif olması, analiz yönteminin değişkenlere dair pozitif olma varsayımını sağlamadığından söz konusu değerler pozitif olacak şekilde revize edilmiştir. Revize işlemi en büyük negatif değer en küçük pozitif değer olacak şekilde yapılmış olup, bütün çıktı değişkenlerine uygulanmıştır. Yalama ve Sayım (2006), Kula, Kandemir ve Özdemir (2009), Yaşar ve Yavuz (2017) çalışmalarında benzer şekilde revize işlemi kullanmışlardır.

4. Araştırmanın Bulguları

Analiz kapsamında ele alınan 37 imalat işletmesinin 2010-2017 yıllarına ait teknik etkinlikteki değişim (TED), teknolojik değişim (TD) ve toplam faktör verimlilik değişim (TFVD) skorları hesaplanmış ve sırasıyla Tablo 3, 4 ve 5’de gösterilmiştir. Buna göre, Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi ve bileşenlerindeki değişim skorunun 1’den büyük olması performanstaki ilerlemeyi (artışı), 1’den küçük olması performanstaki gerilemeyi (azalışı) ve 1 olması ise herhangi bir değişimin olmadığını göstermektedir (Kula, Kandemir ve Özdemir, 2009: 197).

Tablo 3. İşletmelerin Teknik Etkinlik Değişim Skorları

İşletme Kodu	Dönemler						
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
AEFES	0,863	1,164	1,000	0,910	1,025	0,970	0,860
AFYON	0,319	0,572	3,093	2,027	1,000	1,000	1,000
AKSA	1,065	1,436	0,954	1,048	1,000	1,000	0,899
ANACM	1,192	1,019	0,543	1,404	1,324	1,000	0,792
ARCLK	0,805	1,125	0,934	1,183	0,999	1,001	0,658

BRSAN	1,401	0,935	0,870	1,380	1,069	1,097	0,895
COLLA	0,821	1,372	0,993	0,959	1,009	1,004	0,866
CEMAS	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,949	0,046
CEMIS	1,018	0,961	0,783	0,989	1,169	1,150	1,000
DEVA	1,121	1,060	0,976	1,024	1,000	1,000	0,864
DGKLB	1,000	1,000	0,714	1,065	0,797	0,956	1,725
EGEEN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
EREGL	1,000	0,802	1,234	1,010	0,984	1,016	1,000
FROTO	0,869	1,283	1,030	0,882	1,134	1,000	1,000
GENTS	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,949
GEREL	1,146	1,372	0,462	3,315	1,022	1,000	0,765
GOLTS	1,061	1,292	1,000	1,000	0,928	1,078	0,795
GOODY	1,335	0,953	1,076	0,994	1,184	1,003	0,972
GUBRF	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,901
HEKTS	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KARSN	8,374	0,874	0,904	0,219	5,557	1,514	0,904
KARTN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KORDS	0,997	1,123	0,601	1,608	1,096	1,084	0,985
KRDMD	1,366	1,082	0,755	1,324	1,000	1,000	0,884
OTKAR	1,114	1,244	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
PETKM	0,768	1,041	0,616	1,439	1,520	1,000	1,000
SASA	0,832	1,029	0,645	1,811	1,000	1,000	0,820
SODA	1,159	1,000	0,900	1,111	1,000	1,000	1,000
TATGD	0,733	1,688	0,637	2,003	0,945	1,019	1,039
TMSN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,789
TOASO	0,936	1,146	0,988	1,084	1,090	1,000	0,993
TRKCM	1,000	1,000	0,970	1,031	1,000	1,000	0,912
TTRAK	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,957
TUPRS	0,927	1,121	0,992	1,207	1,000	0,950	1,052
ULKER	1,000	1,000	1,000	0,879	0,931	1,221	0,885
VESTL	1,088	0,814	0,694	2,302	0,952	1,066	0,923
YATAS	1,282	1,014	0,899	0,963	1,109	1,041	1,000
Ortalama	1,205	1,068	0,953	1,221	1,158	1,030	0,922

İşletmelerin teknik etkinlikteki değişim skorları Tablo 3'te verilmiştir. Buna göre, incelenen dönemler boyunca işletmelerin ortalama teknik etkinlik skorları; 2012-2013 ve 2016-2017 dönemlerinde azalış gösterdiği ve diğer dönemlerde ise artış gösterdiği görülmektedir.

2010-2011 döneminde teknik etkinlikte ortalama %20,5 oranında bir artış olduğu gözükmektedir. Bu dönemde en büyük artış gösteren işletmenin KARSN olduğu, en büyük düşüş gösteren işletmenin ise AFYON olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, ULKER, TRKCM, TTRAK, TMSN, GENTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, CEMAS, DGKLB, EGEEN, EREGL işletmelerinin teknik etkinlik skorlarında herhangi bir değişim olmamıştır. Analize tabi olan işletmelerin 14 tanesinin teknik etkinlik skorlarında ilerleme olduğu, 11 tanesinin teknik etkinlik skorlarında ise gerileme olduğu görülmüştür.

2011-2012 döneminde teknik etkinlikte ortalama %6,8 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu dönemde %68,8 artışla TATGD işletmesi en büyük artışı gösterirken, %42,8 azalışla AFYON işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %48,65'inin teknik etkinlik skorlarında ilerleme olduğu, %18,92'sinin teknik etkinlik değerlerinde gerileme olduğu ve 12 (%32,43) işletmenin teknik etkinlik skorlarında ise herhangi bir değişim olmadığı görülmektedir.

2012-2013 dönemi itibariyle teknik etkinlikte ortalama %4,7 oranında bir azalış olduğu görülmektedir. Bu

dönemde en büyük artış gösteren işletmenin AFYON olduğu, en büyük düşüş gösteren işletmenin ise GEREL olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, ULKER, TTRAK, TMSN, KARTN, HEKTS, OTKAR, CEMAS, EGEEN, GENTS, GOLTS, GUBRF ve AEFES işletmelerinin teknik etkinlik skorlarında herhangi bir değişim olmamıştır. Analize tabi olan 4 işletmenin teknik etkinlik skorlarında ilerleme olduğu, 21 işletmenin ise teknik etkinlik skorlarında gerileme olduğu görülmüştür.

2013-2014 döneminde ortalama teknik etkinlik artış değeri %22,10 olup, diğer dönemlere göre artışın en yüksek olduğu dönem olmuştur. Bu dönemde %231,5 artışla GEREL işletmesi en büyük artışı gösterirken, %78,1 azalışla AFYON işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %51,35'inin teknik etkinlik skorlarında ilerleme olduğu, %21,62'sinin teknik etkinlik skorlarında gerileme olduğu ve bunun yanı sıra 10 (%27,03) işletmenin de teknik etkinlik skorlarında herhangi bir değişimin olmadığı görülmektedir.

2014-2015 döneminde teknik etkinlikte ortalama %15,8 oranında bir artış söz konusudur. Bu dönemde KARSN işletmesi, teknik etkinlikte en büyük artışı (%455,7) yakalarken, DGKLB işletmesi ise en büyük düşüşe (%20,3) maruz kalmıştır. Bunun yanı sıra, TRKCM, TTRAK, TUPRS, TMSN GENTS, KRDM, OTKAR, SASA, SODA, GUBRF, HEKTS, KARTN, AFYON, AKSA, CEMAS, DEVA ve EGEEN işletmelerinin teknik etkinlik değerlerinde herhangi bir değişim olmamıştır. Analize tabi olan işletmelerin 13 (%35,14) tanesinin teknik etkinlik değerlerinde ilerleme olduğu, 7 (%18,92) tanesinin teknik etkinlik skorlarında gerileme olduğu görülmüştür.

2015-2016 döneminde teknik etkinlikte ortalama %3 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu dönemde %51,4 artışla KARSN işletmesi en büyük artışı gösterirken, %5,1 azalışla CEMAS işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin 13 tanesinin teknik etkinlik skorlarında ilerleme olduğu, 4 tanesinin teknik etkinlik skorlarında gerileme olduğu ve 20 işletmenin ise teknik etkinlik skorlarında herhangi bir değişimin olmadığı görülmektedir.

2016-2017 dönemi, teknik etkinlik ortalama değerinin diğer dönemlere göre en düşük olduğu dönem olup bu düşüş %7,8'dir. Bu dönemde %72,5 artışla DGKLB işletmesi en büyük artışı gösterirken, %95,4 azalışla CEMAS işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %8,11'inin teknik etkinlik skorlarında ilerleme olduğu, %62,16'sının teknik etkinlik skorlarında gerileme olduğu ve 11 (%29,73) işletmenin ise teknik etkinlik skorlarında herhangi bir değişim olmadığı görülmektedir.

Sonuç olarak, teknik etkinlikte artış gösteren işletmelerin üretim ölçeklerini genişlettikleri ve yönetsel olarak etkinliklerini artırdıkları söylenebilir.

Analiz kapsamında ele alınan 37 imalat işletmesinin 2010-2017 dönemlerine ait hesaplanan teknolojik değişim (TD) değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. İşletmelerin Teknolojik Değişim Skorları

İşletme Kodu	Dönemler						
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
AEFES	1,337	1,167	0,934	1,103	1,134	1,516	0,636
AFYON	0,989	0,899	0,748	1,968	1,637	2,123	0,588
AKSA	1,222	1,155	0,463	1,916	0,963	1,254	0,850
ANACM	1,242	1,045	0,652	1,437	1,252	1,814	0,642
ARCLK	1,620	0,958	0,609	1,813	1,229	1,485	0,898
BRSAN	1,334	1,207	0,530	1,907	0,985	1,521	0,714
COLLA	1,312	1,007	0,583	1,713	0,979	1,489	0,689
CEMAS	0,834	1,378	0,990	1,036	1,307	1,830	0,773
CEMTS	1,335	0,860	0,651	2,186	0,773	1,729	0,889
DEVA	1,325	1,569	0,438	1,979	1,298	0,954	0,870
DGKLB	1,168	1,007	0,480	1,715	0,746	0,919	1,326
EGEEN	1,395	0,981	0,639	2,005	0,789	1,172	0,834
EREGL	1,255	0,987	0,567	1,913	1,078	1,600	0,673
FROTO	1,117	0,919	0,518	1,632	0,926	1,323	0,778
GENTS	1,042	0,837	0,837	1,667	0,872	1,560	0,737
GEREL	1,313	1,070	0,522	1,916	1,133	1,194	0,809
GOLTS	1,140	1,076	0,623	1,654	1,234	1,378	0,734

GOODY	1,004	1,155	0,582	1,728	1,174	1,282	0,879
GUBRF	1,130	1,130	0,510	1,918	0,957	1,247	0,689
HEKTS	1,119	1,232	0,613	1,873	1,107	0,942	0,912
KARSN	1,251	1,143	0,514	1,511	1,335	1,381	0,773
KARTN	1,253	1,031	0,600	2,230	0,830	1,370	0,773
KORDS	1,211	1,097	0,542	1,900	0,938	1,361	0,762
KRDMD	1,231	1,101	0,528	2,103	1,051	1,691	0,675
OTKAR	1,147	1,107	0,626	1,642	1,095	1,406	0,690
PETKM	1,200	1,125	0,471	1,860	0,946	1,416	0,801
SASA	1,202	1,167	0,432	2,055	1,060	1,224	0,761
SODA	1,349	1,022	0,552	1,678	1,196	1,407	0,668
TATGD	1,366	1,034	0,520	2,147	0,994	1,255	0,745
TMSN	1,445	1,141	0,811	1,342	1,123	1,279	0,443
TOASO	1,252	1,097	0,521	1,813	0,950	1,389	0,744
TRKCM	1,217	0,903	0,600	1,703	1,192	1,589	0,629
TTRAK	1,044	0,935	0,634	1,779	1,064	1,301	0,729
TUPRS	1,134	1,054	0,484	1,788	0,937	1,307	0,742
ULKER	2,041	0,702	0,660	1,538	1,378	1,505	0,627
VESTL	1,328	1,168	0,487	1,737	1,133	1,489	0,729
YATAS	1,261	1,009	0,512	2,195	0,998	1,303	0,828
Ortalama	1,248	1,067	0,594	1,787	1,075	1,406	0,758

Tablo 4'e göre, incelenen dönemler boyunca işletmelerin teknolojik değişim ortalama değerleri; 2012-2013 ve 2016-2017 dönemlerinde azalış gösterdiği ve diğer dönemlerde ise artış gösterdiği görülmektedir.

2010-2011 dönemi itibariyle teknolojik değişim değerinde ortalama %24,8 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu dönemde en büyük artış (%104,1) gösteren işletme ULKER olurken, en büyük düşüş (%16,6) gösteren işletme ise AFYON olmuştur. Analize tabi olan işletmelerin 35 (%94,60) tanesinin teknolojik değişim değerlerinde ilerleme olduğu, 2 (%5,40) tanesinin teknolojik değişim değerlerinde ise gerileme olduğu görülmüştür.

2011-2012 dönemi itibariyle teknolojik değişim değerinde ortalama %6,7 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu dönemde %56 artışla DEVA işletmesi en büyük artışı gösterirken, %29,8 azalışla ULKER işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %72,97'sinin teknolojik değişim skorlarında ilerleme (artış) olduğu, %27,03'ünün teknolojik değişim skorlarında gerileme (azalış) olduğu saptanmıştır. Teknolojik değişimde ilerlemeyi yakalayamayan işletmelerin üretim sınırını yukarı hareketini gerçekleştiremediklerinden dolayı kayıplarının olduğu söylenebilir.

2012-2013 dönemi, teknolojik değişim ortalama değerinin diğer dönemlere göre en düşük olduğu dönem olup bu düşüş %40,6' dır. Bu dönemde hiçbir işletme teknolojik değişimde ilerleme sağlayamamıştır. Bu işletmeler, teknolojiden etkin bir şekilde yararlanamadıkları için üretimlerinde düşme olduğu söylenebilir.

2013-2014 dönemi, teknolojik değişim ortalama değerinin diğer dönemlere göre daha fazla artış gösterdiği dönem olup bu artış %78,7'dir. Bu dönemde bütün işletmeler teknolojik ilerlemeyi sağlamış ve üretim noktasında teknolojiden etkin bir şekilde yararlandıkları söylenebilir.

2014-2015 dönemi itibariyle teknolojik değişim değerinde ortalama %7,5 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu dönemde %63,7 artışla AFYON işletmesi en büyük artışı gösterirken, %25,4 azalışla DGKLB işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %56,76'sının teknolojik değişim skorlarında ilerleme olduğu, %43,24'ünün teknolojik değişim skorlarında gerileme olduğu tespit edilmiştir. Böylece teknolojiden faydalanan işletmelerin daha fazla olduğu ve endeksin ortalama değerine olumlu katkı sağladıkları söylenebilir.

2015-2016 döneminde teknolojik değişim değerinde ortalama %40,6 oranında bir artış olduğu ve bu artışın bir önceki döneme göre büyük bir artış olduğu söylenebilir. Bu dönemde en büyük artış (%112,3) gösteren işletme AFYON olurken, en büyük düşüş (%8,1) gösteren işletme ise DGKLB olmuştur. Analize tabi olan işletmelerin %91,90'ının teknolojik değişim skorlarında ilerleme olduğu, %8,10'unun teknolojik değişim skorlarında gerileme olduğu görülmüştür. İşletmelerin tamamına yakını teknolojik değişimde ilerleme sağladıkları için üretim sınırını

yukarı taşımada başarılı oldukları söylenebilir.

2016-2017 dönemi itibariyle teknolojik değişim değerinde ortalama %24,2 oranında bir azalış olduğu görülmektedir. Bu dönemde en büyük artış (%32,6) gösteren işletme DGKLB olurken, en büyük düşüş (%55,7) gösteren işletme ise TMSN olmuştur. Analize tabi olan işletmelerin 36 (%97,30) tanesinin teknolojik değişim değerlerinde gerileme olduğu, 1 (%2,70) tanesinin teknolojik değişim değerinde ilerleme olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemde işletmelerin %97,30'u teknolojik değişimi sağlayamadıkları için üretim sınırını yukarıya taşıyamamışlardır.

Tablo 3 ve Tablo 4'deki değerler kullanılarak hesaplanan işletmelere ait Malmquist toplam faktör verimlilik (MTFV) endeks skorları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeks Skorları (TFV Değişimleri)

İşletme Kodu	Dönemler						
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
AEFES	1,154	1,358	0,934	1,003	1,163	1,471	0,548
AFYON	0,316	0,514	2,313	3,989	1,637	2,123	0,588
AKSA	1,302	1,658	0,442	2,008	0,963	1,254	0,764
ANACM	1,480	1,065	0,354	2,017	1,657	1,814	0,508
ARCLK	1,304	1,077	0,569	2,145	1,227	1,486	0,591
BRSAN	1,869	1,128	0,461	2,632	1,053	1,668	0,639
CCOLA	1,076	1,382	0,579	1,642	0,987	1,496	0,597
CEMAS	0,834	1,378	0,990	1,036	1,307	1,736	0,036
CEMTS	1,359	0,826	0,510	2,162	0,903	1,988	0,889
DEVA	1,485	1,662	0,428	2,027	1,298	0,954	0,752
DGKLB	1,168	1,007	0,343	1,827	0,594	0,879	2,288
EGEEN	1,395	0,981	0,639	2,005	0,789	1,172	0,834
EREGL	1,255	0,792	0,699	1,933	1,061	1,626	0,673
FROTO	0,971	1,180	0,533	1,439	1,050	1,323	0,778
GENTS	1,042	0,837	0,837	1,667	0,872	1,560	0,700
GEREL	1,505	1,469	0,241	6,353	1,157	1,194	0,618
GOLTS	1,209	1,390	0,623	1,654	1,144	1,486	0,583
GOODY	1,341	1,101	0,626	1,718	1,390	1,286	0,854
GUBRF	1,130	1,130	0,510	1,918	0,957	1,247	0,621
HEKTS	1,119	1,232	0,613	1,873	1,107	0,942	0,912
KARSN	10,472	0,999	0,465	0,331	7,417	2,091	0,699
KARTN	1,253	1,031	0,600	2,230	0,830	1,370	0,773
KORDS	1,208	1,232	0,326	3,056	1,028	1,476	0,750
KRDMD	1,682	1,191	0,399	2,784	1,051	1,691	0,597
OTKAR	1,278	1,378	0,626	1,642	1,095	1,406	0,690
PETKM	0,921	1,171	0,291	2,676	1,437	1,416	0,801
SASA	1,000	1,201	0,279	3,721	1,060	1,224	0,624
SODA	1,563	1,022	0,497	1,864	1,196	1,407	0,668
TATGD	1,001	1,746	0,331	4,298	0,940	1,279	0,774
TMSN	1,445	1,141	0,811	1,342	1,123	1,279	0,350
TOASO	1,172	1,257	0,515	1,965	1,036	1,389	0,739
TRKCM	1,217	0,903	0,582	1,756	1,192	1,589	0,574
TTRAK	1,044	0,935	0,634	1,779	1,064	1,301	0,697
TUPRS	1,051	1,181	0,480	2,158	0,937	1,242	0,781
ULKER	2,041	0,702	0,660	1,352	1,283	1,839	0,554

VESTIL	1,445	0,951	0,338	3,998	1,078	1,587	0,673
YATAS	1,617	1,023	0,460	2,114	1,107	1,357	0,828
Ortalama	1,506	1,141	0,582	2,219	1,275	1,450	0,712

Tablo 5'e göre, incelenen dönemler boyunca işletmelerin toplam faktör verimlilik ortalama değerleri; 2012-2013 ve 2016-2017 dönemlerinde azalış ve diğer dönemlerde ise artış göstermiştir. Dönemler itibariyle en büyük artışın %121,9'luk bir değerle 2013-2014 döneminde olduğu, en büyük düşüşün ise %41,8'lik değerle 2012-2013 dönemine ait olduğu görülmektedir.

2010-2011 dönemi itibariyle toplam faktör verimlilik (TFV) değişim değerinde ortalama %50,6 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış işletmelerin hem teknik etkinlik değişim skorlarının hem de teknolojik değişim skorlarının olumlu katkılarından kaynaklanmaktadır. Bu dönemde en büyük artış (%947,2) gösteren işletme KARSN olurken, en büyük düşüş (%68,4) gösteren işletme ise AFYON olmuştur. Analize tabi olan işletmelerin %86,49'unun TFV değişim skorlarında ilerleme olduğu, %10,81'inin TFV değişim skorlarında gerileme olduğu ve SASA işletmesinin TFV değerinde ise herhangi bir değişimin olmadığı görülmektedir.

2011-2012 dönemi itibariyle TFV değişim değerinde ortalama %14,1 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış, işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumlu katkılarından kaynaklanmaktadır. Bu dönemde %66,2 artışla DEVA işletmesi en büyük artışı gösterirken, %48,6 azalışla bir önceki dönemde olduğu gibi AFYON işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analiz edilen firmaların %72,97'sinin TFV değişim skorlarında ilerleme olduğu, %27,03'ünün TFV değişim skorlarında ise gerileme olduğu görülmüştür. Yani, bu dönemde işletmelerin %72,97'sinin üretim ölçeklerini genişleterek yönetsel olarak etkinlik düzeylerini artırdıkları ve aynı zamanda üretimde teknolojiden verimli ve etkin bir şekilde yararlandıkları söylenebilir.

2012-2013 dönemi itibariyle toplam faktör verimlilik (TFV) değişim değerinde ortalama %41,8 oranında bir azalış olduğu görülmektedir. Bu azalış, işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumsuz etkilerinden kaynaklanmaktadır. Bu dönemde en büyük artış (%131,3) gösteren işletme AFYON olurken, en büyük düşüş (%72,1) gösteren işletme ise SASA olmuştur. Analize tabi olan işletmelerden AFYON işletmesi dışında diğer tüm işletmelerin TFV değişim değerlerinde gerileme olduğu tespit edilmiştir. TVF değişim değerleri düşük olan işletmelerin üretimde teknolojiden verimli ve etkin bir şekilde yararlanamadıkları için üretim ölçeklerini genişletemedikleri ve yönetsel olarak etkinlik seviyelerini arttıramadıkları söylenebilir.

2013-2014 dönemi itibariyle TFV değişim değerinde ortalama %121,9 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış, işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumlu katkılarından kaynaklanmaktadır. Bu dönemde %535,3 artışla GEREL işletmesi en büyük artışı gösterirken, %66,9 azalışla KARSN işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerden KARSN işletmesi hariç diğer bütün işletmelerin TFV değişim değerlerinde ilerleme olduğu tespit edilmiştir. Yani, işletmelerin %97,30'unun üretim ölçeklerini genişleterek yönetsel olarak etkinlik seviyelerini artırdıkları ve aynı zamanda üretimde teknolojiden etkin ve doğru bir şekilde faydalandıkları söylenebilir.

2014-2015 dönemi itibariyle TFV değişim değerinde ortalama %27,5 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumlu katkılarından kaynaklanmaktadır. Bu dönemde en büyük artış (%641,7) gösteren işletme KARSN olurken, en büyük düşüş (%40,6) gösteren işletme ise DGKLB olmuştur. Analiz edilen firmaların %72,97'sinin TFV skorlarında ilerleme olduğu, %27,03'ünün TFV değişim skorlarında ise gerileme olduğu görülmüştür. İşletmelerin %72,97'sinin teknolojiden doğru ve verimli bir şekilde yararlandıkları için üretim ölçeklerini genişlettikleri, yönetsel olarak etkinlik düzeylerini artırdıkları söylenebilir.

2015-2016 dönemi itibariyle TFV değişim değerinde ortalama %45,0 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış, işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumlu katkılarından kaynaklanmaktadır. Bu dönemde %112,3 artışla AFYON işletmesi en büyük artışı gösterirken, %12,1 azalışla bir önceki dönemde olduğu gibi DGKLB işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %91,89 TFV değişim değerlerinde ilerleme olduğu, %8,11'nin TFV değişim değerlerinde ise gerileme olduğu tespit edilmiştir.

2016-2017 dönemi itibariyle TFV değişim değerinde ortalama %28,8 oranında bir azalış olduğu görülmektedir. Bu azalış, işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumsuz etkilerinden kaynaklanmaktadır. Bu dönemde %128,8 artışla DGKLB işletmesi en büyük artışı gösterirken, %96,4 azalışla CEMAS işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerden DGKLB işletmesi hariç diğer bütün işletmelerin TFV değişim değerlerinde gerileme olduğu tespit edilmiştir. TVF değişim değerleri

düşük olan işletmelerin, üretimde teknolojiye verimli ve etkin bir şekilde yararlanamadıkları için üretim ölçeklerini genişletemedikleri ve dolayısıyla yönetsel olarak etkinlik seviyelerini arttıracak politikalar geliştiremedikleri söylenebilir.

2010-2017 yılları arasında işletmelerin ortalama Malmquist toplam faktör verimlilik endeksindeki değişim skorları ile bu endeksi oluşturan ana bileşenlere ait skorlar Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik ve Bileşenlerinin Ortalama Değişim Skorları

İşletme Kodu	TED	TD	TFVD
AEFES	0,970	1,118	1,090
AFYON	1,287	1,279	1,640
AKSA	1,058	1,117	1,199
ANACM	1,039	1,155	1,271
ARCLK	0,958	1,230	1,200
BRSAN	1,092	1,171	1,350
CCOLA	1,003	1,110	1,109
CEMAS	0,856	1,164	1,045
CEMTS	1,010	1,203	1,234
DEVA	1,006	1,205	1,229
DGKLB	1,037	1,052	1,158
EGEEN	1,000	1,117	1,117
EREGL	1,007	1,153	1,148
FROTO	1,028	1,030	1,039
GENTS	0,993	1,079	1,074
GEREL	1,297	1,137	1,791
GOLTS	1,022	1,120	1,156
GOODY	1,074	1,115	1,188
GUBRF	0,986	1,083	1,073
HEKTS	1,000	1,114	1,114
KARSN	2,621	1,130	3,211
KARTN	1,000	1,155	1,155
KORDS	1,071	1,116	1,297
KRDMD	1,059	1,197	1,342
OTKAR	1,051	1,102	1,159
PETKM	1,055	1,117	1,245
SASA	1,019	1,129	1,301
SODA	1,024	1,125	1,174
TATGD	1,152	1,152	1,481
TMSN	0,970	1,083	1,070
TOASO	1,034	1,110	1,153
TRKCM	0,988	1,119	1,116
TTRAK	0,994	1,069	1,065
TUPRS	1,036	1,064	1,119
ULKER	0,988	1,207	1,204
VESTL	1,120	1,153	1,438
YATAS	1,044	1,158	1,215
Ortalama	1,080	1,133	1,269

Not: (TED: Teknik Etkinlikteki Değişim; TD: Teknolojik Değişim; TFVD: Toplam Faktör Verimlilik Değişimi)

Tablo 6'a göre, analize tabi olan işletmelerin %67,57'sinin teknik etkinliğinde ilerleme, %24,32'sinin teknik

etkinliğinde gerileme olduğu ve işletmelerin %8,11'nin teknik etkinliğinde ise bir değişme olmadığı görülmektedir. Teknik etkinlikte ortalama %162,1 artışla KARSN işletmesi en büyük artışı gösterirken, %14,4 azalışla CEMAS işletmesi en büyük düşüşü göstermiştir. Teknik etkinlikte değişim göstermeyen işletmelerin, EGEEN, HEKTS ve KARTN işletmeleri olduğu görülmektedir. Teknik etkinlik ilerlemesi en yüksek olan ilk üç işletmenin ise, KARSN (%162,1), GEREL (%29,7) ve AFYON (%28,7) olduğu görülmüştür.

Teknolojik değişim değerleri incelendiğinde; analize tabi olan işletmelerin yıllık ortalama teknolojik ilerlemeleri %13,3 olarak ölçülmüştür. İşletme bazında bakıldığında, işletmelerin tamamının teknolojik ilerlemeyi sağladığı görülmektedir. Bu işletmeler arasında teknolojik ilerlemesi en yüksek olan ilk üç işletme, AFYON (%27,9), ARCLK (%23) ve ULKER (%20,7) işletmeleri olmuştur.

Toplam faktör verimlilik değişim skorları incelendiğinde; analiz edilen firmaların toplam faktör verimlilik değişim değerlerine göre yıllık ortalama büyüme %26,9'dur. Bu büyüme hem teknik etkinlikten hem de teknolojik değişimden kaynaklanmaktadır. İşletmelerin tamamının toplam faktör verimliliğinde ilerleme sağladığı görülmektedir. Bu işletmeler arasında toplam faktör verimlilik değişim ilerlemesi en yüksek olan KARSN (%221,1), GEREL (%79,1) ve AFYON (%64,0) işletmeleri ilk üç sırayı almıştır.

İşletmelerin 2010-2017 yılları arasında dönemlere göre ortalama Malmquist toplam faktör verimlilik endeksindeki değişim skorları ile bu endeksin temel bileşenlerine ait skorlar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Dönemlere Göre Malmquist Toplam Faktör Verimlilik ve Bileşenlerinin Ortalama Değişim Skorları

Dönemler	TED	TD	TFVD
2010-2011	1,205	1,248	1,506
2011-2012	1,068	1,067	1,141
2012-2013	0,953	0,594	0,582
2013-2014	1,221	1,787	2,219
2014-2015	1,158	1,075	1,275
2015-2016	1,030	1,406	1,450
2016-2017	0,922	0,758	0,712
Ortalama	1,080	1,133	1,269

Not: (TED: Teknik Etkinlikteki Değişme; TD: Teknolojik Değişme; TFVD: Toplam Faktör Verimlilik Değişimi)

Tablo 7'deki değerler incelendiğinde, analize tabi işletmelerin yıllık ortalama teknik etkinliğindeki artış %8,0 olmuştur. Teknik etkinlikteki ilerlemenin en yüksek olduğu dönem ortalama %22,1 artışla 2013-2014 dönemi olurken, teknik etkinlikteki gerilemenin en yüksek olduğu dönem ise ortalama %7,8 azalışla 2016-2017 dönemi olmuştur. Teknolojik değişimdeki ilerlemenin en yüksek olduğu dönem ortalama %78,7 artışla 2013-2014 dönemi olurken, teknolojik değişimdeki gerilemenin en yüksek olduğu dönem ise ortalama %40,6 azalışla 2012-2013 dönemi olmuştur. Diğer taraftan, toplam faktör verimliliğindeki ilerlemenin en yüksek olduğu dönem ortalama %121,9 artışla 2013-2014 dönemi iken, toplam faktör verimliliğindeki gerilemenin en yüksek olduğu dönem ise ortalama %41,8 azalışla 2012-2013 dönemi olmuştur. Sonuç olarak işletmelerin toplam faktör verimliliği, teknik etkinlikteki ortalama %8,0 artış ile teknolojik değişimdeki ortalama %13,3'lük artışa bağlı olarak ortalama %26,9 oranında artış göstermiştir.

Sonuç

Her geçen gün kaynakların tükendiği dünyamızda, işletmeler mevcut kaynaklarını en uygun şekilde kullanarak en çok çıktıyı üretmek zorundadırlar. Küreselleşme olgusunun yoğunlaşmasıyla rekabetin artması işletmeleri, öncelikli olarak kendi durumlarını daha sonra rakiplerinin durumlarını tespit edip ve sonuç olarak gerekli karşılaştırmaları yaparak, en uygun üretim şartlarına ulaşabilmek için gerekli tedbirleri almaya yöneltmiştir. Bundan dolayı verimlilik ve etkinlik ölçümleri her geçen gün daha da önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada; BIST100'de işlem gören 37 imalat firmasının 2010-2017 yıllarına ait 7 girdi ve 4 çıktı değişkeni kullanılarak Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi yöntemi ile göreceli verimlilik performanslarının tespiti amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, işletmelerin teknik etkinlik, teknolojik ve toplam faktör verimliliğindeki değişim değerleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

Analizin uygulandığı dönemlerde işletmelerin teknik etkinlik, teknolojik değişim ve toplam faktör verimliliklerinde; 2012-2013 ve 2016-2017 dönemleri hariç diğer dönemlerde artış sağladıkları görülmektedir.

2013-2014 dönemi teknik etkinliğin (ortalama %22,1 artışla), teknolojik değişimin (ortalama %78,7 artışla) ve toplam faktör verimliliğindeki ilerlemenin (ortalama %121,9 artışla) en yüksek olduğu dönemdir.

Toplam faktör verimliliği ve unsurlarında azalışın olduğu 2012-2013 döneminde AFYON, 2016-2017 döneminde

ise DGKLB işletmesi hariç diğer bütün işletmelerin TFV değişim değerlerinde gerileme olduğu tespit edilmiştir. TVF değişim değerleri 1'den düşük olan işletmelerin, üretimde teknolojiye verimli, etkin ve doğru bir şekilde yararlanamadıkları için üretim ölçeklerini genişlemedikleri ve dolayısıyla yönetsel olarak etkinlik seviyelerini arttıracak politikalar geliştiremedikleri söylenebilir.

2010-2017 dönemi arasında analiz edilen işletmelerin toplam faktör verimlilik ve bileşenlerinin ortalama değişim skorlarına göre, işletmelerin tamamının hem toplam faktör verimliliğinde hem de teknolojik değişimde ilerleme sağladıkları, %67,57'sinin ise teknik etkinlikte ilerleme sağladıkları görülmüştür. Teknik etkinlikte %162,1 artışla KARSN işletmesi en büyük artışı gösterirken, %14,4 azalışla CEMAS işletmesi en büyük düşüşü göstermiştir. Teknolojik değişimde en yüksek ilerlemeyi AFYON (%27,9) işletmesi sağlarken, toplam faktör verimliliğinde ise KARSN (%221,1) işletmesi en yüksek ilerlemeyi sağlamıştır.

Tüm dönemlere ait ortalamalara bakıldığında; toplam faktör verimliliğinde %26,9 oranında bir ilerleme olduğu görülmektedir. Bu ilerleme hem teknik etkinlikteki artıştan hem de teknolojik değişimdeki artıştan kaynaklanmıştır. Dolayısıyla işletmeler üretim sınırlarını yukarıya çekebildikleri gibi uygun ölçek büyüklüğünde çalışma başarısını da gösterebildikleri söylenebilir.

Analiz kapsamında elde edilen sonuçlar, ilgili dönemde bulunan işletmelerin belirlenen girdi ve çıktıları açısından değerlendirilmiştir. Ancak, girdi ve çıktı değişkenlerinin ya da işletmelerin farklılaşması durumunda analiz sonuçlarının değişeceği unutulmamalıdır. Sonraki araştırmalarda, farklı sektörlerde işletme sayısı ve zaman aralığı genişletilerek yeni çalışmalar yapılabilir.

Kaynaklar

- Akyüz, K. C., Yıldırım, İ. ve Balaban, Y. (2015). Kâğıt sektöründe yer alan firmaların veri zarflama analizi yardımıyla etkinliklerinin ölçümü, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 7(14), 23-38.
- Ata, H. A. ve Yakut, E. (2009). Finansal performansa dayalı etkinlik ölçümü: imalat sektörü uygulaması, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(2), 80-100.
- Benli, Y. K. (2012). Veri zarflama analizi (VZA) ve Malmquist toplam faktör Verimliliği (TFV): konaklama işletmelerinde bir uygulama, *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 12(3), 369-382.
- Bussofiane, A., Dyson, R. & Rhodes, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 1-15.
- Caves, D.W., Christensen, L.R. ve Diewert, W.E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. *Econometrica*, 50(6), 1393-1414.
- Cingi, S. ve Tarım, A. (2000). Türk banka sisteminde performans ölçümü DEA-Malmquist TFP endeksi uygulaması, *Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Tebliğleri Serisi*, 1(2000), 1-34.
- Deliktaş, E. (2002). Türkiye özel sektör imalat sanayiinde etkinlik ve toplam faktör verimliliği analizi, *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 29(3-4), 247-284.
- Dereköy, F. (2012). *Hastane işletmelerinde performans ölçümü ve muhasebe bilgi sistemi ile ilişkilendirilmesi temelinde bir uygulama*. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Diñçer, S. E. (2008). Veri zarflama analizinde Malmquist endeksiyle toplam faktör verimliliği değişiminin incelenmesi ve İMKB üzerine bir uygulama, *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25 (2), 825-846.
- Diñçer, S. E. (2011). *Stratejik planlama ve veri zarflama analizinde etkinlik ölçümü*. İstanbul: Der Yayınları.
- Erpolat, S. (2011). *Veri zarflama analizi (ağırlık kısıtlamasız, ağırlık kısıtlı, şans kısıtlı, bulanık), Türkiye'deki özel bütçeli idarelerin etkinlik analizi*. İstanbul: Evrim Yayınevi.
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M. & Zhong, Z.Y. (1994). Productivity growth technical progress and efficiency change in industry, *American Economic Review Combine With Journal of Economic Literature and Journal of Economic Perspec*, 84, 66-80.
- Floros, C., Voulgaris, Z. & Lemonakis, C. (2014). Regional firm performance: the case of Greece", *Procedia Economics and Finance*, 14, 210-219.
- Karabulut, T., Okka, Ö. F. ve Başel, H. (2006). Bireysel performansa dayalı ücret ve verimlilik ilişkisi: bankacılık sektöründe örnek uygulama, *Selçuk Üniversitesi Karaman İ.İ.B.F. Dergisi*, (11), 104-118.
- Keçek, G. (2010). *Veri zarflama analizi teori ve uygulama örneği*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Kula, V., Kandemir, T. ve Özdemir, L. (2009). "VZA Malmquist toplam faktör verimlilik ölçüsü: İMKB'ye koteli çimento şirketleri üzerine bir araştırma", *Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 9 (17), 2009, s. 187-202.
- Lorcu, F. (2008). *Veri zarflama analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Lorcu, F. (2010). Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi: Türk otomotiv sanayi uygulaması, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 39 (2), 276-289.
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference curves. *Trabajos De Estatistica*, 4, 209-242.
- Mahadevan, R. (2002). A DEA approach to understanding the productivity growth of Malaysia's manufacturing industries, *Asia Pacific Journal of Management*, 19(4), 587-600.
- Noyan, A. (2012). *Türkiye'de işsizlik olgusu ve çözümüne ilişkin politikaların etkinliği*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Osamwonyi, I.O. & Imafidon, K. (2016). The technical efficiency of manufacturing companies on the Nigerian stock exchange, *Journal of Applied Finance & Banking*, 6(1), 127-138.
- Özden, H. Ü. (2008). Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37 (2), 167-185.
- Özek, P. (2015). İmalat firmalarının etkinlik analizi: 2005-2013 dönemi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 100-120.
- Saranga, H. (2009). The Indian auto component industry - Estimation of operational efficiency and its determinants using DEA, *European Journal of Operational Reserach*, 196, 707-718.
- Tarım, A. (2001). *Veri Zarflama Analizi, Matematiksel Programlama Tabanlı Görel Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı* (1. Basım). Ankara: Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü.
- Tutkavul, K. (2019). Malmquist toplam faktör verimlilik endeksini kullanarak finansal etkinlik ve verimlilik

- ölçümü: Borsa İstanbul sınaı endeksi'nde bir uygulama, *Verimlilik Dergisi*, (2), 49-93.
- Ünal, S., Keçek, G. ve Kestane, A. (2017). Kârlılık etkinliği: BIST kimya sektörünün Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ile analizi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Afro-Avrasya Özel Sayısı*, ISSN: 1302-6879, 236-247.
- Yalama, A., ve Sayım, M. (2006). Veri zarflama analizi (VZA) yöntemi ile temel analiz: Türkiye'de İMKB'ye kote imalat sektörü üzerine ampirik bir uygulama, 10. Ulusal Finans Sempozyumu, İzmir, 01-04 Kasım.
- Yalama, A. ve Sayım, M. (2008). Veri zarflama analizi ile imalat sektörünün performans değerlendirmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 89-107.
- Yaşar, F. ve Yavuz, S. (2017). İmalat işletmelerinde etkinlik ölçümü: BIST100 örneği, *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7, 193-220. doi: 10.29029/busbed.364139
- Yıldız, A. (2007). İmalat sanayi şirketlerinin etkinliklerinin ölçülmesi, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9 (2), 91-103.
- Yiğiter, Ş. Y. (2009). *Finansal ve finansal olmayan performans ölçümleri müşteri memnuniyeti ve finansal göstergeler arasındaki ilişkinin İMKB'de test edilmesi*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Vassiloglu, M. & Giokas, D. (1990). A study of the relative efficiency of bank branches: an application of data envelopment analysis, *Journal of the Operational Research Society*, 41(7), 591-597.

Yazar Katkıları: Fikir %50-50; Tasarım %50-50; Denetleme%50-50; Kaynaklar %70-30; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi %70-30; Analiz ve/ veya Yorum %70-30; Literatür Taraması %65-35; Yazıyı Yazan %70-30; Eleştirel İnceleme %50-50

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Author Contributions: Concept %50-50; Design %50-50; Supervision %50-50; Resources %70-30; Data Collection and/or Processing--%70-30; Analysis and/or Interpretation- %70-30; Literature Search %65-35; Writing Manuscript %70-30; Critical Review %50-50; Other-*

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.