

**DOKUMA SEKTÖRÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE  
MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ ENDEKSİ****Nalan Gülten AKIN<sup>1</sup>****Öz**

Çalışmada BİST'te (Borsa İstanbul'da) kayıtlı olan ve dokuma sektöründe yer alan 17 firmanın etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi (VZA) ile ölçülmesi ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik (MTFV) endeksi ile firmaların etkinliğinin yıllar itibarıyla nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla firmaların 2013 - 2017 yıllarına ait finansal tablolarından ve bilançolarından elde edilen verileri dikkate alınarak, analizler gerçekleştirilmiştir. Analizlerde cari oran, asit-test oranı, kaldıraç oranı, finansman oranı, stok devir hızı ve aktif devir hızı olmak üzere altı adet girdi değişkeni ile toplam aktif kârlılığı ve satışların kârlılığı olmak üzere iki adet çıktı değişkeni kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 2013 yılında 8 firmanın, 2014 yılında 6 firmanın, 2015 yılında 4 firmanın, 2016 ve 2017 yıllarında ise 5 firmanın görece olarak %100 etkinliğe sahip olduğu görülmektedir. Her beş yılda görece olarak %100 etkinliğe sahip olan tek firma F15'tir.

**Anahtar Kelimeler:** Dokuma Sektörü, Etkinlik Ölçümü, Veri Zarflama Analizi, Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi

**DATA ENVELOPMENT ANALYSIS AND MALMQUIST TOTAL  
FACTOR PRODUCTIVITY INDEX IN THE WEAVING SECTOR****Abstract**

In this study, it is aimed to measure the activities of 17 firms which are registered in BİST (Borsa İstanbul) by Data Envelopment Analysis (DEA) and to determine how Malmquist Total Factor Productivity (MTFP) index and firms' efficiency change over the years. For this purpose, analyzes have been made by taking into account the data obtained from the financial statements and balance sheets for the years 2013-2017. In the analyzes, two output variables, namely current ratio, acid-test ratio, leverage ratio, financing rate, stock turnover rate and active turnover rate, six input variables and total asset profitability and profitability of sales were used. As a result of the study, it is seen that 8 firms in 2013, 6 firms in 2014, 4 firms in 2015, 5 companies in 2016 and 2017 have a relative 100% efficiency. F15 is the only company that has 100% efficiency in every five years.

**Keywords:** Weaving Sector, Effectiveness Measurement, Data Envelopment Analysis, Malmquist Total Factor Productivity Index

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi., Bozok Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, nalan.akin@bozok.edu.tr, orcid.org/0000-0003-0183-0607

Geliş Tarihi / Received: 28.09.2018

Kabul Tarihi / Accepted: 10.10.2018

## **1. Giriş**

Küreselleşmeyle beraber ülkeler arasındaki sınırların ortadan kalkması firmaları, yerli ve yabancı tüm rakipleri ile rekabet edebilecek şekilde, başta üretim süreçleri olmak üzere tedarik, pazarlama hatta pazarlama sonrası faaliyetlerin iyileştirilmesi baskısıyla karşı karşıya bırakmıştır. Bu nedenle, işletmelerin yoğun rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmeleri için mevcut kaynaklarını mümkün olduğunca etkin kullanmaları gerekmektedir. İşletmeler açısından etkinlik hammadde, iş gücü, malzeme ve diğer tüm girdilerin, daha önceden belirlenmiş amaçlar doğrultusunda ne ölçüde etkin ya da yeterli kullanıldığını gösteren bir değerlendirme kriteridir (Yükçü ve Atağan, 2009: 3). Etkinlik ölçümü, yeni kaynaklara ihtiyaç duymadan mevcut kaynaklarla nasıl daha fazla çıktı düzeyi elde edilebileceğini göstermesi bakımından işletmeler açısından önemlidir (Joro and Korhonen, 2015: 8).

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde etkinlikle ilgili analizlerde farklı yaklaşımların kullanıldığı görülmektedir. Bu yaklaşımlardan ilki olan oran analizi, firmalara ait finansal kalemleri belirli bir sıra düzenine göre oranlamayı esas almaktadır. Parametrik yaklaşım olarak ifade edilen ikinci yaklaşım Stokastik Sınır Analizidir. Bu yöntem girdi düzeyi veri kabul edildiğinde firmaların en fazla belirli miktarda çıktı üretebileceği varsayımına dayanmaktadır. Parametrik olmayan üçüncü yaklaşım ise, Veri Zarflama Analizi (VZA)'dir (Bakırcı, 2006: 200; Özden, 2008: 167-168). VZA, benzer yapıdaki karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerini doğrusal programlama tabanlı bir yöntemle ölçen bir analiz tekniğidir.

Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) endeksi, her bir veri noktasının ortak teknolojiye göre nispi uzaklık oranlarını hesaplayarak iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimliliğindeki (TFV) değişmeyi ölçer (Benli, 2012: 371). MTFV endeksi, hem teknik etkinlikteki değişimin ölçülmesi hem de teknolojik değişimin ölçülmesi temeline dayanan girdi ya da çıktı odaklı bir tekniktir. Teknik etkinlikteki değişim ile teknolojik değişimin çarpımı MTFV endeksini göstermektedir. MTFV endeksi ile baz olarak alınan bir periyodun teknolojisi kullanılarak, farklı zaman aralıklarında bir karar verme biriminin göreceli performansı hesaplanabilmektedir (Wang ve Lan, 2011: 2760). MTFV endeksi firmaların ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında faaliyet gösterdikleri anlayışına dayanmaktadır (Lorcu, 2010: 279).

Tekstil sektörü Türkiye'de pamuk tarımına dayalı olarak gelişme göstermiştir ve 1980'li yıllarda benimsenen liberal ekonomi politikalarının da etkisi ile hatırı sayılır düzeyde ihracat yapabilen bir sektör haline gelmiştir. Tekstil alanında üretim ve ihracat performansının artmasında, sektörün uzun yıllara dayanan tecrübe ve bilgi birikimi, son teknoloji ile donanımlı modern makina ve ekipmanlar kullanılarak üretimin yapılması, yaratıcı tasarımlı kapasitesi gibi faktörler etkili olmuşlardır. Tüm bu faktörlere bağlı olarak yıllar içerisinde artan kapasite ve yakalanan ihracat başarısı, Türkiye'yi dünyanın önde gelen tekstil tedarikçilerinden biri haline getirmiştir.

Tekstil sanayiinin en önemli alt sektörlerinden biri dokuma sektörüdür. Dokuma sektörü sahip olduğu yatırım kapasitesi, ihracat potansiyeli ve Türkiye'nin en çok ihracat yapılan ikinci sektörü durumundaki hazır giyim ve konfeksiyon sanayiine sağladığı hammadde tedariki nedeniyle tekstil sanayiinin önemli alt sektörlerinden biri durumundadır (İTKİB, 2016: 2). Bu nedenle, bu çalışmada BİST'te kayıtlı olan ve ülkemiz ekonomisi açısından katma değeri yüksek olan dokuma sektöründe yer alan 17 işletmenin 2013-2017 yıllarına ait bilanço ve gelir tablolarından elde edilen veriler kullanılarak, girdi yönelimli VZA modeli ile firmaların göreceli etkinlikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca firmaların

etkinliklerinin yıllar itibarıyla değişimini incelemek için MTFV endeksi kullanılmıştır. Çalışma literatür özeti, yöntem, uygulama ve sonuç olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır.

## 2. Literatür Özeti

VZA ile ilgili ilk çalışma Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında kamu kurumlarının teknik etkinliğinin ölçülmesi amacıyla yapılan çalışmadır (Pessanha vd., 2013: 223; Joro and Korhonen, 2015: 2; Rashidi vd., 2014: 54).

VZA, benzer üretim süreçlerine sahip olan, benzer girdileri kullanan ve benzer çıktılar elde eden gerek kamu gerekse özel sektörde yer alan karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin belirlenebilmesi için kullanılan bir yöntemdir (Yakut vd., 2015: 240; Arık ve Seyhan, 2016: 200-201). VZA'ne dayalı MTFV endeksi adını Sten Malmquist'ten almıştır. MTFV endeksi ile farklı dönemlere ait iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimliliğindeki (TFV) değişime uzaklık fonksiyonları yardımıyla hesaplanmaktadır. VZA ve MTFV endeksi ile ilgili literatür incelendiğinde hem ülkemizde hem de tüm dünyada çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. Genel olarak bakıldığında yapılan çalışmaların sağlık, bankacılık, sigortacılık, eğitim, lojistik, turizm, işletmelerin finansal etkinliklerinin analizi, elektrik hizmetleri gibi alanlar üzerine yoğunlaştığı gözlenmektedir (Ulucan, 2002: 187).

Bu çalışmada BİST'te kayıtlı olan doküma sektöründeki işletmelerin göreceli etkinlikleri değerlendirilmektedir ve yıllar itibarıyla firmaların etkinliğindeki değişim analiz edilmektedir. VZA ve MTFV endeksi ile ilgili olarak daha önce yapılmış olan çalışmalarda doküma sektöründe yapılmış herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır ancak benzer nitelikteki çalışmalarla ilgili bazı örnekler aşağıda açıklanmıştır.

Kayalidere ve Kargın (2004), İMKB'de işlem gören tekstil ve çimento sektörüne ait şirketlerin etkinliklerini VZA ile araştırmıştır. Çalışmada ilk olarak personel sayısı ve toplam aktif değeri girdi; net satışlar ve net kâr çıktı değişkeni olarak alınmış, daha sonra personel sayısı ve maddi duran varlık girdi; net satış ve net kâr çıktı değişkeni olarak alınarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Demir ve Gençtürk 2006 yılında yapmış olduğu çalışmada VZA'ni kullanarak, İMKB'de işlem gören yerli ve yabancı sermayeli bankaları göreceli etkinlikleri bakımından karşılaştırmıştır. Bu amaçla bankaların 2000-2006 dönemine ait verileri analiz edilmiştir. Çalışmada iş gücü, sermaye ve mevduatlar girdi verileri; krediler, faiz gelirleri ve faiz dışı gelirler ise çıktı verileri olarak belirlenmiştir.

Yıldız (2007) İMKB'de işlem gören ve imalat sanayi alanında faaliyette buluna 105 şirketin 2005 yılı finansal tablolarından elde edilen verileri kullanarak, VZA ile işletmelerin maliyet etkinliğini değerlendirmiştir. Bu amaçla şirketlerin toplam aktif değerleri ve sermayeleri girdi; net satışları ve net kârları çıktı değişkeni olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında şirket ve sektör etkinlikleri öncelikli olarak sabit getiri varsayımı altında, daha sonra ölçüğe göre değişen getiri varsayımı altında ölçülmüştür.

Yalama ve Sayım (2008) çalışmasında, İMKB'de işlem gören imalat sektöründeki firmaların etkinliklerinin karşılaştırılması amacıyla Aralık 2005 dönemine ilişkin verileri kullanılarak, VZA yöntemini uygulamıştır. Girdi değişkenleri, cari oran, finansal kaldıraç oranı, öz kaynaklar / toplam aktifler, öz kaynaklar / toplam yabancı kaynaklar, kısa vadeli yabancı kaynaklar / toplam

pasifler, maddi duran varlıklar / öz kaynaklar, net satışlar / aktifler ve net satışlar / öz kaynaklar; çıktı değişkenleri ise öz sermaye kârlılığı ve aktif kârlılığı olarak alınarak 157 firma için etkinlik skorları hesaplanmıştır.

Kula vd. (2009), 2001-2007 döneminde İMKB’de işlem gören çimento sektöründeki 16 firmanın etkinliklerini VZA ile, etkinlik değerlerinin dönem içindeki değişimini ise MTFV endeksi ile ölçmüştür.

Altın (2010), İMKB Sınai Endeksine kayıtlı 142 şirketin 31 Aralık 2008 bilanço dönemine ait verilerini kullanarak, VZA ile mali etkinliklerini değerlendirmiştir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanarak, VZA iki aşamalı olarak uygulanmıştır. Birinci aşamada yöntem temel etkinlik yaklaşımıyla; ikinci aşamada ise süper etkinlik yaklaşımıyla incelenmiştir.

Tektüfekçi (2010), İMKB’de işle gören halka açık teknoloji şirketlerinin finansal performanslarını VZA ile belirlemiştir. Bu amaçla şirketlerin 2007, 2008 ve 2009 verileri kullanılarak, analizler gerçekleştirilmiştir. Girdi değişkenleri cari oran, alacak devir hızı ve toplam borçlar / öz sermaye; çıktı değişkenleri hisse başına kazanç ve net kâr / satışlar olarak alınmıştır.

Lorcu (2010), İSO tarafından açıklanan 500 büyük firma içinde yer alan otomotiv ve yan sanayi firmalarının TFV’ni MTFV endeksi ile hesaplamıştır. Çalışma 2003-2007 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada 14 firmaya ait çalışan sayısı ve net aktifler girdi; vergi öncesi kâr, ihracat ve brüt katma değer çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır.

Cenger (2011) tarafından yapılan çalışmada, İMKB’de işlem gören çimento şirketlerinin performanslarının ölçülmesi amacıyla VZA kullanılmıştır. İncelemeye konu olan 12 firma ile ilgili olarak, 1999-2003 dönemine ait bilanço ve gelir tablolarından elde edilen verilerle, analizler gerçekleştirilmiştir. Cari oran, nakit oranı, maddi duran varlıklar / uzun vadeli yabancı kaynaklar ve borçluluk oranı girdi değişkenleri; öz sermaye kârlılığı, aktif kârlılığı, satışların kârlılığı, stok devir hızı ve alacak devir hızı çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda girdi yönelimli, ölçeğe sabit getiri modeline göre 9 firmanın teknik açıdan etkin olduğu görülmüştür.

Soba vd. (2012), İMKB’de kayıtlı taş ve toprağa dayalı sektörde faaliyet gösteren 26 işletme ile metal eşya makine ve gereç yapım sektöründe faaliyet gösteren 28 işletmenin 2008-2010 yılları arasındaki etkinliğini ve performans değerlendirmelerini VZA ve TOPSIS yöntemleriyle ölçmüştür. Bu amaçla kullanılan girdi kriteri cari oran, finansal kaldıraç oranı ve sermaye yeterlilik oranı; çıktı kriteri de alacak devir hızı, net kâr marjı, net kâr / öz sermaye ve net kâr / varlık toplamı olarak belirlenmiştir.

Akyüz vd. (2013), BİST’te işlem gören 11 mevduat bankasının 2007-2011 yıllarındaki verimliliklerini MTFV endeksini kullanarak ölçmüştür. Çalışmada mevduat, öz sermaye ve faiz giderleri girdi, net kâr ve faiz gelirleri çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır.

Akyüz vd. (2015), VZA ile İMKB’de işlem gören Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri, Basım ve Yayın Sanayine ait 16 firmanın performanslarını 2012 yılı verilerini kullanarak karşılaştırmıştır. Çalışmada girdi değişkenleri, cari oran, toplam yabancı kaynak / toplam aktif oranı, öz kaynak / toplam aktif oranı, öz kaynak / toplam yabancı kaynak oranı ve net satışlar / öz kaynak oranı; çıktı değişkenleri ise net kâr / öz sermaye ve net kâr / toplam aktif oranı olarak belirlenmiştir. Şirketlerin etkinliklerinin incelenmesinde ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında CCR modeli ile elde edilen toplam etkinlik değerleri ve ölçeğe göre değişen getiri

varsayımı altında BCC modeli ile işletmelerin teknik etkinlik değerleri ölçülmüştür.

Al-Refaie vd. (2015), ilaç sektöründe etkinliği ölçmek için Windows Analizi ve MTFV endeksi yaklaşımlarını kullanmıştır.

Alimohammadlou ve Mohammadi (2016), İran çimento endüstrisinde yer alan 20 firmanın 2012-2013 verilerini kullanarak, MTFV endeksi ile etkinliklerini değerlendirmiştir.

Özçelik ve Kandemir (2017) yaptığı çalışmada BİST'te işlem gören imalat sektöründe yer alan işletmelerin toplam etkinliklerini VZA ile ölçmüştür. Bu amaçla işletmelerin 2012-2014 yıllarına ait bilanço ve gelir tablolarından elde edilen veriler kullanılmıştır. Çalışmada, cari oran, likidite oranı ve stok devir hızı girdi verileri; net kâr marjı, öz sermaye kârlılığı ve aktif kârlılık oranları çıktı verileri olarak kullanılmıştır.

Sarmento vd. (2017), karayollarının etkinliğini ölçmek için VZA ve MTFV endeksini kullanmıştır.

Eroğlu ve Seçkiner (2017) VZA ve MTFV endeksi ile rüzgâr santrallerinin performanslarını analiz etmişlerdir. Çalışmada rüzgâr türbinlerinin etkinliklerini artırıcı stratejilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Ünal vd. (2017) BİST'te işlem gören kimya sektöründeki beş firmanın kârlılık etkinliğini ölçmek amacıyla MTFV endeksini kullanmıştır.

### 3. Yöntem

#### 3.1. Veri Zarflama Analizi (VZA)

VZA, Farrell'in 1957 yılındaki çalışması temel alınarak ilk kez Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından kullanılmıştır. Yöntem birden fazla çıktı üretebilmek için birden fazla girdi kullanan karar verme birimlerinin göreceli performansını ölçmek için kullanılan bir matematiksel programlama yaklaşımıdır (Paradi vd., 2011: 100; Joro and Korhonen, 2015: 2; Shamsijamkhaneh, 2018). Bu yaklaşım, karar verme birimlerinin girdileri ve çıktıları temelinde, verimli üretim sınırlarının oluşturulmasına izin veren doğrusal programlamaya dayalı parametrik olmayan bir tekniktir (Senante vd., 2018: 8432). VZA'nın en önemli avantajı etkinlik skorları hesaplamak için herhangi bir parametrik spesifikasyonun belirlenmesini gerektirmemesidir (Kalantary and Azar, 2013: 22; Seyrek ve Ata, 2010: 69). Ayrıca yöntem her bir karar verme birimi için referans birimleri tanımlama yeteneğine de sahiptir (LaPlante and Paradi, 2015: 35; Tetik, 2003: 222).

VZA'nde değerlendirilen her bir karar biriminin göreceli bir etkinlik değerine sahip olduğu varsayılır. Göreceli etkinlik değeri  $E$  olarak tanımlandığında,  $E = 1$  ise karar biriminin göreceli olarak etkin olduğu;  $E < 1$  ise karar birimini göreceli olarak etkin olmadığı ifade edilir. Dolayısıyla etkin olmayan karar birimleri girdi ve çıktı miktarlarını gözden geçirmelidir. Göreceli olarak etkin olmayan karar verme birimleri için referans kümesinde yer alan etkin karar verme birimlerinin girdi ve çıktı miktarları göz önüne alınarak, hedef değerler belirlenir (Sherman, 1983: 6).

VZA'nde karar birimlerine ait göreceli etkinlik skorları, çıktıların ağırlıklı toplamlarının girdilerin ağırlıklı toplamlarına bölünmesiyle elde edilir. Bu durumda  $j$ . karar biriminin etkinlik ölçütü aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır (Demir ve Gençtürk, 2006: 62):

$$j. \text{ karar biriminin etkinliği} = \frac{u_1.y_{1j} + u_2.y_{2j} + \dots + u_n.y_{nj}}{v_1.x_{1j} + v_2.x_{2j} + \dots + v_m.x_{mj}} \quad (1)$$

Burada,  $j$ . karar biriminin  $n$  adet çıktısı ve  $m$  adet girdisi bulunmaktadır. Formülde,  $u_n$   $n$ . Çıktının ağırlığını,  $y_n$   $j$ . birimden elde edilen  $n$ . Çıktının miktarını,  $v_m$   $m$ . girdinin ağırlığını ve  $x_m$   $j$ . birimde kullanılan  $m$ . girdinin miktarını göstermektedir.

Bu modelde karar birimlerinin ağırlıkları standart değildir. Bu nedenle Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) modeli genişleterek, girdi odaklı CCR modelini geliştirmiştir. Bu model her karar biriminin kendi göreceli etkinliğini maksimize edecek ağırlıkların belirlenmesine ve aynı oran için diğer karar birimlerinin değerinin 1'i geçmeyecek biçimde düzenlenmesine imkn sağlamaktadır. CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktadır ve matematiksel ifadesi şöyledir (Cook and Zhu, 2015: 24; Wen, 2015: 46):

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (2)$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$v_i \geq 0; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

$$u_r \geq 0; \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (5)$$

Burada;

$h_0$  : o. karar verme biriminin etkinliği

$u_r$  : r. ıktıya verilen ağırlık

$y_{ro}$  : o. karar verme biriminin r. ıktı miktarı

$v_i$  : i. girdiye verilen ağırlık

$x_{io}$  : o. karar verme biriminin i. girdi miktarı

$y_{rj}$  : j. karar birimine ait r. ıktı miktarı

$x_{ij}$  : j. karar birimine ait i. girdi miktarı

$n$  : Karar verme birimi sayısı

$m$  : Girdi sayısı

$s$  : ıktı sayısı

Yukarıda gösterilen model kesirli programlama modelidir. Bu kesirli programlama modeli, gerekli hesaplamaların daha kolay yapılabilmesi için doğrusal programlama modeline dönüştürülür ve aşağıdaki model elde edilir:

$$\max z = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{ro} \tag{6}$$

Kısıtlar

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 ; j = 1, 2, \dots, n \tag{7}$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \tag{8}$$

$$\mu_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i \tag{9}$$

Çarpan formunda olan bu modelin duali olan zarflama formundaki model ise şöyledir:

$$\theta^* = \min \theta \tag{10}$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{io} ; i = 1, 2, \dots, m \tag{11}$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} ; r = 1, 2, \dots, s \tag{12}$$

$$\lambda_j \geq 0 ; j = 1, 2, \dots, n \tag{13}$$

Karar verme birimlerinin etkin olabilmesi için  $\theta^* = 1$  ve tüm aylak değişkenlerin değeri 0 olmalıdır. Bazı aylak değişkenlerin değerinin 0'dan farklı olması durumunda aşağıdaki model çözüm sürecine dâhil edilerek, bu sorun ortadan kaldırabilir.

$$\max \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \quad (14)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta^* x_{io} ; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} ; \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (16)$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r \quad (17)$$

Burada,  $\theta^*$  değeri zarflama formundaki modelde sabitlenerek, problemin iki aşamalı çözümü elde edilir (Savaş, 2015: 211).

VZA ile ilgili uygulamalarda; girdi odaklı CCR modeli, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında belirli bir girdi düzeyinde maksimum çıktı elde edilmesini amaçlayan çıktı odaklı CCR modeli, ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında girdi ve çıktı odaklı BCC (Banker, Charnes ve Cooper) modelleri ile girdi ya da çıktı yönelimli olmayan toplamsal model tercih edilebilir. Girdi odaklı modellerde çıktı miktarı sabit tutularak, girdi miktarında meydana gelen değişimler analiz edilirken, çıktı odaklı modellerde ise girdi miktarı sabit tutularak, çıktı miktarında meydana gelen değişimler analiz edilmektedir. Toplamsal modelde ise, girdi fazlalığı ve çıktı eksikliği aynı anda analiz edilmektedir (Özçelik ve Kandemir, 2017: 46).

### 3.2. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) Endeksi

MTFV endeksi, etkinlikteki değişimleri zaman varyasyonu ile ölçebilen bir yaklaşımdır (Lee, Lee, Leem ve Lee, 2011: 1; Tone, 2004: 204). Uzaklık fonksiyonuna dayanan MTFV endeksi, her bir veri noktasının ortak teknolojiye göre nispi uzaklık oranlarını hesaplayarak iki veri noktası arasındaki TFV'ndeki değişmeyi ölçer (Benli, 2012: 371). Adını ve temellerini Profesör Sten Malmquist'ten alan yöntem, Caves vd. (1982) tarafından tanıtılmıştır. Färe vd., (1992) VZA tabanlı bir MTFV endeksi oluşturmak için hem etkinlikteki değişimin ölçülmesi hem de teknik değişimin ölçülmesi temeline dayanan girdi odaklı bir teknik geliştirmişlerdir (Wang ve Lan, 2011: 2760). Färe vd. (1994) benzer bir çalışmada bu tekniği çıktı odaklı olarak uygulamıştır.

MTFV endeksi ile baz olarak alınan bir periyodun teknolojisi kullanılarak, farklı zaman aralıklarında bir karar verme biriminin göreceli performansı ile iki firma arasında ya da bir firmanın iki zaman periyodu arasındaki verimlilik farkları girdi ve çıktı odaklı olarak hesaplanabilmektedir. Girdi odaklı yaklaşımda, belirli bir miktarda çıktıyı üretmek için kullanılması gereken minimum girdi miktarı; çıktı odaklı yaklaşımda ise, belirli bir miktar girdi ile üretilebilecek maksimum çıktı miktarı dikkate alınmaktadır. Firmalar arasındaki ya da bir firmanın zamana



bağlı verimlilik farklılıkları, teknik etkinlikteki ve teknolojideki değişmeye dayanmaktadır. Teknik etkinlikte meydana gelen değişme üretim sınırını yakalama etkisi; teknolojik değişme ise üretim sınırının yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır. Teknik etkinlikteki değişme ile teknolojik değişimin çarpımı ise TFV'ndeki değişmeyi başka bir ifade ile MTFV endeksini göstermektedir (Lorcu, 2010: 279; Wang ve Lan, 2011: 2762; Benli, 2012: 372, Raphael, 2013: 27; Shen vd., 2010: 2).

Çıktıya göre uzaklık fonksiyonu  $x$  ile üretilebilecek  $y$ 'lerin kümesi  $S$  ile gösterilmek üzere;  $D_0^S(x, y) = \min\{\delta: (y/\delta) \in S\}$  şeklinde tanımlanmaktadır.

( $t$ ) baz yılı, ( $t+1$ ) bir sonraki yılı ifade etmek üzere Färe ve arkadaşları (1994) tarafından geliştirilen ve uzaklık fonksiyonuna bağlı olarak hesaplanan çıktı odaklı MTFV endeksi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[ \left( \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right) \left( \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (18)$$

Burada  $D_0^t(x, y)$  ile ( $t+1$ ) döneme ait gözlem değerinin ( $t$ ) dönemi teknolojisinden uzaklığı ifade edilmektedir. Bu durumda;

$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) > 1$  ise, ( $t$ ) döneminden ( $t+1$ ) döneme TFV artmıştır;

$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = 1$  ise, ( $t$ ) döneminden ( $t+1$ ) döneme TFV sabit kalmıştır;

$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) < 1$  ise, ( $t$ ) döneminden ( $t+1$ ) döneme TFV azalmıştır;

şeklinde yorumlanır.

Etkinlikteki değişme ve teknolojik değişimin birlikte gösterildiği eşitlik ise şu şekilde gösterilebilir:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \left[ \left( \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left( \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (19)$$

19 nolu eşitlikte,  $\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}$  oranı ( $t$ ) dönemi ve ( $t+1$ ) dönemi arasındaki çıktı odaklı teknik etkinlik değişiminin ölçüsünü göstermektedir. Teknik etkinliğin bileşenleri saf etkinlik gelişimi ve saf etkinlikteki değişmedir. Böylece karar birimlerinin etkin sınıra yaklaşma dereceleri belirlenebilmektedir. Eşitlikte parantez içerisinde gösterilen  $\left[ \left( \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left( \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}$  denklemi teknolojik değişimin hesaplanması için kullanılmaktadır. Burada ( $t$ ) ve ( $t+1$ ) dönemlerine ait endekslerin geometrik ortalaması hesaplanmaktadır. Teknolojideki değişme, etkin sınırın ( $t$ ) döneminden ( $t+1$ ) döneme zaman içindeki değişimini göstermektedir.

#### 4. Uygulama

Çalışmanın araştırma evreni, BİST'te kayıtlı olan ve dokuma sektöründe yer alan 17 adet işletme olarak belirlenmiştir. Belirlenen 17 işletmenin 2013 - 2017 yılları arasındaki bilançoları ve gelir tabloları incelenerek, elde edilen veriler analiz edilmiştir. Çalışmada öncelikle girdi odaklı CCR modeli kullanılarak, söz konusu işletmelerin etkinlikleri ölçülmüştür. Daha sonra MTFV endeksi ile söz konusu firmaların etkinliklerinde yıllar içinde meydana gelen değişimler analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında araştırmaya dâhil edilen işletmeler şöyledir:

**Tablo 1. Araştırmaya Dâhil Edilen İşletmeler**

Firma Kodu	Firma	Firma Kodu	Firma
F1	Akın Tekstil A.Ş.	F10	Kordsa Global Endüstriyel İplik ve Kord Bezi Sanayi ve Ticaret A.Ş.
F2	Arsan Tekstil Ticaret ve Sanayi A.Ş.	F11	Lüks Kadife Ticaret ve Sanayii A.Ş.
F3	Bilici Yatırım Sanayi ve Ticaret A.Ş.	F12	Menderes Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.
F4	Birko Birleşik Koyunlular Mensucat Ticaret ve Sanayi A.Ş.	F13	Rodrigo Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.
F5	Birlik Mensucat Ticaret ve Sanayi İşletmesi A.Ş.	F14	Söktaş Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.
F6	Bossa Ticaret ve Sanayi İşletmeleri A.Ş.	F15	Sönmez Pamuklu Sanayii A.Ş.
F7	Diriteks Diriliş Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.	F16	Yataş Yatak ve Yorgan Sanayi ve Ticaret A.Ş.
F8	Hateks Hatay Tekstil İşletmeleri A.Ş.	F17	Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret A.Ş.
F9	Karsu Tekstil Sanayii ve Ticaret A.Ş.		

Çalışmada, cari oran, asit-test oranı, kaldıraç oranı, finansman oranı, stok devir hızı ve aktif devir hızı olmak üzere altı adet girdi değişkeni ile toplam aktif kârlılığı ve satışların kârlılığı olmak üzere iki adet çıktı değişkeni kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Girdi ve çıktı değişkenlerine ait tanımlar Tablo 2'de gösterilmektedir:

**Tablo 2. Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Tanımlar**

Kodlar	Girdi Değişkenleri	Tanımlar
I1	Cari Oran	Dönen Varlıklar / Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar
I2	Asit-Test Oranı	(Dönen Varlıklar - Stoklar) / Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar
I3	Kaldıraç Oranı	Kısa ve Uzun Vadeli Yabancı Kaynaklar / Aktif Toplamı
I4	Finansman Oranı	Öz kaynaklar / Kısa ve Uzun Vadeli Yabancı Kaynaklar
I5	Stok Devir Hızı	Satışların Maliyeti / Ortalama Stok
I6	Aktif Devir Hızı	Net Satışlar / Aktif Toplamı
Kodlar	Çıktı Değişkenleri	Tanımlar
O1	Toplam Aktif Kârlılığı	Net Kâr / Aktif Toplamı
O2	Satışların Kârlılığı	Net Kâr / Net Satışlar

Analizde kullanılan girdi ve çıktılarının sayısı  $n > 2(m + s)$  kuralına göre belirlenmiştir. Burada;  $n$ : Karar verme birimi sayısını;  $m$ : Girdi sayısını ve  $s$ : Çıktı sayısını göstermektedir. Çalışmada  $17 > 2(6 + 2)$  olduğundan karar verme birimi

sayısı ile girdi ve çıktı değişkenlerinin sayıları tutarlıdır (Özçelik ve Kandemir; 2017: 48).

Girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak, yıllara göre yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen, firmalara ait finansal oranlar Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7'de gösterilmiştir.

**Tablo 3. 2013 Yılı Dokuma Sektörü Finansal Oranları**

2013 Yılı Dokuma Sektörü Finansal Oranları								
Firmalar	I1	I2	I3	I4	I5	I6	O1	O2
F1	1,418	0,788	0,228	3,417	3,563	0,507	-0,045	-0,152
F2	0,966	0,525	0,418	1,352	3,596	0,564	0,033	0,073
F3	2,728	2,22	0,369	1,708	4,771	0,431	0,056	0,119
F4	1,79	1,279	0,506	0,976	4,291	0,604	-0,037	-0,061
F5	4,913	3,009	0,43	1,328	2,9	0,337	-0,081	-0,241
F6	1,704	1,281	0,334	1,801	3,42	0,533	0,024	0,046
F7	1,745	0,474	0,435	11,195	1,42	0,346	-0,09	-0,26
F8	1,541	0,959	0,421	1,965	3,465	0,707	-0,236	-0,003
F9	1,706	1,247	0,638	0,567	4,14	0,756	-0,093	-0,119
F10	1,419	0,723	0,413	1,189	3,901	0,865	0,056	0,025
F11	3,042	2,311	0,442	1,261	4,03	0,293	-0,034	-0,041
F12	1,3	0,819	0,534	0,867	1,688	0,756	0,039	0,053
F13	3,675	1,608	0,252	2,975	1,466	0,667	-0,096	-0,131
F14	0,666	0,349	0,734	0,362	3,092	0,456	-0,114	-0,256
F15	8,747	7,899	0,044	21,888	4,724	0,283	0,076	0,269
F16	1,294	0,566	0,691	0,448	1,502	0,894	0,005	0,009
F17	1,132	0,738	0,692	0,445	3,357	1,121	0,039	0,058

Tablo 4. 2014 Yılı Dokuma Sektörü Finansal Oranları

2014 Yılı Dokuma Sektörü Finansal Oranları								
Firmalar	I1	I2	I3	I4	I5	I6	O1	O2
F1	1,797	1,032	0,167	5,017	3,493	0,381	0,278	0,73
F2	1,127	0,574	0,413	1,38	2,567	0,391	0,165	0,43
F3	1,988	1,486	0,33	1,541	4,404	0,514	0,114	0,194
F4	1,506	0,962	0,552	0,811	3,278	0,575	-0,032	-0,056
F5	1,719	0,868	0,514	0,944	2,104	0,327	-0,058	-0,179
F6	1,243	0,803	0,376	1,265	3,289	0,634	0,008	0,018
F7	1,358	0,473	0,462	15,077	1,06	0,316	-0,066	-0,209
F8	1,79	1,077	0,389	3,021	3,466	0,759	0,022	0,033
F9	1,521	1,043	0,69	0,45	3,722	0,527	0,039	-0,12
F10	1,347	0,623	0,449	1,002	3,531	0,863	0,069	0,056
F11	1,725	1,273	0,448	1,23	3,385	0,298	0,037	0,132
F12	1,352	0,829	0,581	0,716	3,236	0,782	0,031	0,041
F13	2,31	1,232	0,363	1,756	0,991	0,603	-0,059	-0,101
F14	0,635	0,348	0,798	0,253	2,964	0,54	-0,096	-0,193
F15	7,642	6,619	0,047	20,348	5,183	0,28	0,075	0,266
F16	1,397	0,634	0,707	0,415	1,707	0,981	0,025	0,03
F17	1,228	0,822	0,723	0,481	3,568	1,089	0,141	0,101

Tablo 5. 2015 Yılı Dokuma Sektörü Finansal Oranları

2015 Yılı Dokuma Sektörü Finansal Oranları								
Firmalar	I1	I2	I3	I4	I5	I6	O1	O2
F1	1,964	1,063	0,152	5,59	3,388	0,354	0,183	0,516
F2	1,105	0,6	0,399	1,487	2,32	0,417	0,055	0,135
F3	1,862	1,444	0,38	1,186	4,464	0,449	0,112	0,25
F4	1,232	0,857	0,624	0,602	2,857	0,527	-0,052	-0,098
F5	0,833	0,376	0,454	1,201	1,482	0,153	0,312	-0,552
F6	0,983	0,603	0,314	1,429	3,448	0,546	0,098	0,058
F7	0,97	0,219	0,473	14,352	0,687	0,145	0,054	-0,771
F8	1,466	0,995	0,427	2,841	3,707	0,734	0,011	0,017
F9	1,364	1,031	0,789	0,267	3,958	0,546	-0,054	-0,101
F10	1,503	0,828	0,441	1,009	3,233	0,798	0,095	0,067
F11	1,535	1,031	0,452	1,213	2,61	0,306	0,017	0,064
F12	1,162	0,691	0,607	0,645	2,805	0,746	-0,036	-0,054
F13	2,071	0,96	0,481	1,081	1,213	0,704	0,008	0,011
F14	0,631	0,346	0,854	0,171	3,172	0,533	-0,045	-0,11
F15	9,976	8,571	0,043	22,199	3,81	0,272	0,118	0,436
F16	1,255	0,481	0,696	0,436	1,764	1,101	0,027	0,028
F17	1,144	0,603	0,747	0,393	2,312	0,916	5,812	0,019

**Tablo 6. 2016 Yılı Dokuma Sektörü Finansal Oranları**

2016 Yılı Dokuma Sektörü Finansal Oranları								
Firmalar	I1	I2	I3	I4	I5	I6	O1	O2
F1	2,039	1,007	0,145	5,884	3,474	0,374	0,095	0,024
F2	1,041	0,538	0,377	1,648	2,721	0,475	0,038	0,08
F3	1,96	1,319	0,414	0,938	3,261	0,364	0,067	0,186
F4	0,81	0,577	0,568	0,76	0,822	0,138	-0,003	0,073
F5	0,978	0,476	0,531	0,881	2,064	0,206	-0,106	-0,503
F6	0,661	0,399	0,892	0,255	4,044	0,761	-0,054	-0,131
F7	0,45	0,167	0,623	0,464	1,612	0,298	-0,218	-0,728
F8	1,054	0,615	0,343	1,819	3,241	0,357	0,422	0,151
F9	1,438	1,004	0,845	0,184	3,999	0,639	-0,046	-0,074
F10	1,411	0,685	0,421	1,077	3,143	0,75	0,136	0,093
F11	1,605	0,91	0,425	1,356	1,827	0,209	0,139	0,496
F12	0,949	0,514	0,666	0,496	3,168	0,769	-0,012	-0,014
F13	2,056	0,993	0,521	0,921	0,87	0,534	0,008	0,001
F14	0,6	0,324	0,784	0,275	3,688	0,485	0,109	-0,113
F15	7,084	6,244	0,052	18,202	4,924	0,295	0,109	0,37
F16	1,23	0,618	0,693	0,443	2,723	1,441	0,049	0,035
F17	1,205	0,637	0,823	0,215	2,308	0,968	-0,143	-0,138

**Tablo 7. 2017 Yılı Dokuma Sektörü Finansal Oranları**

2017 Yılı Dokuma Sektörü Finansal Oranları								
Firmalar	I1	I2	I3	I4	I5	I6	O1	O2
F1	1,331	0,493	0,244	3,101	3,155	0,388	0,046	0,032
F2	1,114	0,653	0,361	1,77	3,074	0,509	0,091	0,187
F3	1,948	1,589	0,407	0,935	4,807	0,572	0,097	0,17
F4	0,726	0,343	0,444	1,25	0,284	0,035	0,048	1,376
F5	0,372	0,348	0,549	0,82	4,711	0,183	-0,007	-0,32
F6	0,998	0,617	0,886	0,069	3,664	0,693	0,016	0,021
F7	0,761	0,165	0,472	0,926	1,606	0,251	0,064	-0,256
F8	1,037	0,593	0,355	1,724	4,178	0,6	-0,028	-0,052
F9	1,097	0,706	0,804	0,243	3,884	0,793	0,057	-0,004
F10	1,288	0,658	0,425	1,048	3,626	0,867	0,09	0,085
F11	1,289	0,776	0,442	1,263	2,068	0,318	0,004	-0,019
F12	1,183	0,532	0,711	0,408	2,739	0,716	0,045	0,062
F13	1,689	0,807	0,578	0,729	1	0,639	0,004	0,007
F14	0,821	0,451	0,842	0,188	3,874	0,546	-0,061	-0,135
F15	4,335	2,652	0,052	18,364	4,29	0,318	0,096	0,305
F16	1,261	0,685	0,565	0,77	3,949	1,472	0,258	0,087
F17	1,008	0,589	0,733	0,364	2,963	1,215	0,083	0,05

VZA, değişkenlerin negatif olmama varsayımına dayanır. Yukarıda Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7’de yer alan çıktı değişkenlerinin değerinin, bazı firmalar için negatif olduğu görülmektedir. Bu nedenle analiz aşamasına geçmeden önce söz konusu firmalara ait çıktı değişkenlerinin değerini pozitif hale getirebilmek için doğrusal sabit yöntemi ile orijinal değerler ölçeklendirilmiş değerlere dönüştürülmüşlerdir. Hazırlanan ölçeklendirilmiş veri setleri, doğrusal programlama problemi haline getirilerek, DEAP 2.1 paket programı yardımıyla çözülmüş ve her bir firmanın göreceli etkinlik değerleri ile ilgili sonuçlar elde edilmiştir. Tablo 8’de firmaların teknik etkinlik değerleri yer almaktadır.

**Tablo 8. Dokuma Sektörü Girdi Odaklı CCR Sonuç Tablosu**

Firma	Yıllara Göre Firmaların Etkinlik Değerleri				
	2013	2014	2015	2016	2017
<b>F1</b>	1.000	1.000	1.000	0.517	0.404
<b>F2</b>	0.966	1.000	0.777	0.299	0.652
<b>F3</b>	1.000	0.747	1.000	0.569	0.619
<b>F4</b>	0.265	0.153	0.023	0.339	1.000
<b>F5</b>	1.000	0.861	0.193	0.888	1.000
<b>F6</b>	0.531	0.053	0.347	0.357	0.876
<b>F7</b>	1.000	1.000	0.283	1.000	1.000
<b>F8</b>	1.000	0.093	0.056	1.000	0.136
<b>F9</b>	0.234	1.000	0.059	0.227	0.746
<b>F10</b>	0.853	0.488	0.408	0.557	0.497
<b>F11</b>	0.108	0.385	0.351	1.000	0.112
<b>F12</b>	0.963	0.224	0.023	0.025	0.423
<b>F13</b>	0.368	0.467	0.092	0.045	0.027
<b>F14</b>	1.000	0.983	0.067	1.000	0.700
<b>F15</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
<b>F16</b>	0.212	0.316	0.327	0.368	1.000
<b>F17</b>	1.000	1.000	1.000	0.043	0.730
<b>Ortalama</b>	0.735	0.634	0.412	0.543	0.642

Tablo 8’de görüldüğü üzere, 2013-2017 yıllarında göreceli olarak etkin olan tek firma **F15**’tir. 2013 yılında 8 firma, 2014 yılında 6 firma, 2015 yılında 4 firma, 2016 yılında 5 firma ve 2017 yılında ise yine 5 firma göreceli olarak etkin faaliyet göstermiştir. 2013-2017 yıllarına ait ortalama etkinlik değerleri sırasıyla 0.735, 0.634, 0.412, 0.543 ve 0.642 olarak hesaplanmıştır. Buna göre dokuma sektörünün 2013 yılında diğer yıllara göre daha etkin faaliyet gösterdiği söylenebilir.

**Tablo 9. Firma Ortalamaları Malmquist Endeksi (TFV ve Bileşenlerindeki Değişim)**

Firma	Teknik Etkinlik Değişimi	Teknoloji Değişimi	Saf Etkinlik Gelişimi	Saf Etkinlik Değişimi	TFV Gelişimi
F1	0.797	0.851	0.876	0.910	0.679
F2	0.906	1.363	0.919	0.987	1.235
F3	0.887	1.474	0.906	0.979	1.307
F4	1.394	3.018	1.000	1.394	4.208
F5	1.000	1.310	1.000	1.000	1.310
F6	1.133	1.111	1.168	0.971	1.259
F7	1.000	1.027	1.000	1.000	1.027
F8	0.607	1.057	1.000	0.607	0.642
F9	1.336	1.358	1.000	1.336	1.813
F10	0.874	1.296	0.868	1.007	1.132
F11	1.009	1.366	0.961	1.050	1.378
F12	0.814	1.470	0.827	0.983	1.196
F13	0.521	1.410	0.952	0.547	0.735
F14	0.915	1.000	1.000	0.915	0.915
F15	1.000	1.119	1.000	1.000	1.119
F16	1.474	1.339	1.138	1.295	1.974
F17	0.924	1.459	0.935	0.989	1.349
Ortalama*	0.945	1.302	0.970	0.974	1.231

\*Tüm Malmquist endeks ortalamaları geometrik ortalamalardır.

Tablo 9’da görüldüğü üzere 2013-2017 döneminde teknik etkinlikteki değişme yıllık ortalama % 5,5; teknik etkinliğin bileşenleri olan saf etkinlik gelişimi %3 ve saf etkinlikteki değişme %2,6 azalmıştır. Teknik etkinlikteki %5,5’lik azalma dokuma sektöründe faaliyet gösteren firmaların 2013-2017 döneminde çıktılarını %5,5 daha az girdi kullanarak elde edebileceği anlamına gelmektedir. Teknik etkinsizliğe hem saf etkinlik gelişimindeki hem de saf etkinlik değişimindeki azalış sebep olmuştur.

2013-2017 döneminde teknoloji değişimi yıllık ortalama %30,2 olarak ölçülmüştür. F1 dışındaki tüm firmalar teknoloji açısından ilerleme kaydetmişlerdir. En fazla teknolojik ilerleme ise F4’te gerçekleşmiştir.

Firmaların teknik etkinlik değişimi dikkate alındığında en fazla gelişmenin F16’da gerçekleştiği görülmektedir. F16’yı sırasıyla F4, F9, F6 ve F11 takip etmiştir. F5, F7 ve F15’te teknik etkinlikte değişme olmamıştır. F1, F2, F3, F8, F10, F12, F13, 14 ve F17’de teknik etkinlik azalmıştır. Teknik etkinliği en fazla azalan firma F13’tür. Bunun en önemli sebebi saf etkinlik değişimindeki % 45,3’lük azalmadır.

2013-2017 döneminde teknoloji değişimi %30,2 artmıştır. Aynı dönemde TFV gelişimi yıllık ortalama 1.231’dir. Bu durum dokuma sektöründe yıllık ortalama %23,1 verimlilik artışı olduğu anlamına gelmektedir.

Firmaların TFV gelişimi dikkate alındığında 17 firmadan 13'ünün verimliliğinin arttığı, 4'ünün ise verimliliğinin azaldığı görülmektedir. En fazla verimlilik artışı F4'te olmuştur. F4'ün verimliliğindeki artış büyük ölçüde teknoloji değişimindeki artıştan kaynaklanmaktadır. TFV gelişimi artan diğer firmalar sırasıyla F16, F9, F11, F17, F5, F3, F6, F2, F12, F10, F15 ve F7'dir. F1, F8, F13 ve F14'de ise TFV gelişimi azalmıştır. En fazla verimlilik kaybı teknik etkinlikteki azalışa bağlı olarak F8'de gerçekleşmiştir. Bu firmada verimlilik kaybı yıllık ortalama % 35,8'dir.

TFV ve bileşenlerinde yıllar itibarıyla gerçekleşen değişim aşağıda Tablo 10'da gösterilmiştir.

**Tablo 10. Yıllık Ortalamalar Malmquist Endeksi (TFV ve Bileşenlerindeki Değişim)**

Yıl	Teknik Etkinlik Değişimi	Teknoloji Değişimi	Saf Etkinlik Gelişimi	Saf Etkinlik Değişimi	TFV Gelişimi
2013-2014	0.776	2.148	0.806	0.963	1.666
2014-2015	0.468	2.638	1.022	0.458	1.235
2015-2016	1.596	0.525	1.155	1.382	0.838
2016-2017	1.376	0.966	0.931	1.478	1.330
Ortalama*	0.945	1.302	0.970	0.974	1.231

\*Tüm Malmquist endeks ortalamaları geometrik ortalamalardır.

Tablo 10'da görüldüğü üzere teknik etkinlikte en fazla ilerleme %59,6 ile 2014-2015 döneminde gerçekleşmiştir. 2016-2017 döneminde de teknik etkinlik artmıştır. Ancak 2014-2015 döneminde teknik etkinliğin çok fazla gerilediği görülmektedir. Bunun en önemli sebebi teknik etkinlik bileşenlerinden saf etkinliğin azalmasıdır.

Teknolojik değişme açısından bakıldığında en iyi dönem 2014-2015 dönemi, en kötü dönem ise 2015-2016 dönemidir.

TFV'nde yıllık ortalama %16,66 artış ile 2013-2014 döneminde dokuma sektöründe ilerleme kaydedilmiştir. Bu ilerleme teknoloji değişiminden kaynaklanmaktadır. 2015-2016 döneminde ise TFV %16,2 azalmıştır. Bu durum da yine teknolojik değişmeden kaynaklanmaktadır.

TFV ve bileşenlerinin ortalama değerleri dikkate alındığında TFV'ndeki gelişimin büyük ölçüde teknoloji değişiminden kaynaklandığı görülmektedir.

#### 4. Sonuç

Dokuma sektörünün de içinde yer aldığı imalat sektöründe işletmelerin etkinliklerinin ölçülmesi, etkinsizliğe sebep olan girdilerin belirlenmesi ve etkin olarak kullanılmayan girdilerin nasıl etkin hale getirilebileceği ile ilgili çalışmaların yapılması işletmeler açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle çalışmada, BİST'te kayıtlı olan ve dokuma sektöründe yer alan 17 firmanın 2013 – 2017 yıllarına ait bilanço ve gelir tablolarından elde edilen veriler kullanılarak, belirlenen finansal rasyolar ile VZA uygulanarak söz konusu firmaların görel etkinlikleri belirlenmiştir. Uygulama girdiye yönelik CCR modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir yıla ait olarak hesaplanan firmaların etkinlik değerlerindeki değişimin analiz edilebilmesi için MTFV indeksinden faydalanılmıştır.

Analiz sonucunda 2013 yılında 8 firma, 2014 yılında 6 firma, 2015 yılında 4 firma, 2016 yılında 5 firma ve 2017 yılında ise yine 5 firma görel olarak %100



etkin faaliyet göstermiştir. Her beş yılda görece olarak %100 etkinliğe sahip olan tek firma F15'tir. Dolayısıyla sektörde yer alan diğer firmalar referans firmalara göre girdi kullanım miktarlarını ve hedef girdi miktarlarını dikkate alarak görece etkinliklerini iyileştirme olanaklarını gözden geçirmelidir. 2013-2017 yıllarına ait ortalama etkinlik değerleri sırasıyla 0.735, 0.634, 0.412, 0.543 ve 0.642 olarak hesaplanmıştır. Buna göre dokuma sektörünün 2013 yılında diğer yıllara göre daha etkin faaliyet gösterdiği söylenebilir.

MTFV endeksine göre firmaların teknik etkinlik değişimi dikkate alındığında en fazla gelişmenin F16'da gerçekleştiği görülmektedir. Teknik etkinliği en fazla azalan firma F13'tür. Bunun en önemli sebebi saf etkinlik değişimindeki azalmadır.

Dokuma sektörünün TFV'nde en fazla artış yıllık ortalama %16,66 artış ile 2013-2014 döneminde gerçekleşmiştir. Bu artış teknoloji değişiminden kaynaklanmaktadır. 2015-2016 döneminde ise teknoloji değişimindeki azalışa bağlı olarak TFV %16,2 azalmıştır.

2013-2017 dönemine ait veriler incelendiğinde dokuma sektöründe TFV'nin yıllık ortalama %23,1 arttığı görülmektedir. TFV ve bileşenlerinin ortalama değerleri dikkate alındığında TFV'ndeki artışın büyük ölçüde teknoloji değişiminden kaynaklandığı görülmektedir.

Firmalar, çalışma sonuçlarını kullanarak sektörel değerlendirme yanı sıra içsel değerlendirme de yapabilir. Bu amaçla yıllar itibarıyla etkinliklerinde meydana değişim ile ilgili analiz sonuçlarını kullanarak, gelecek dönemlere ilişkin daha isabetli hedefler belirleyebilir.

### **Kaynakça**

- Akyüz, Y., Yıldız, F. ve Kaya, Z. (2013). Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Endeksi İle Toplam Faktör Verimlilik Ölçümü: BİST'te İşlem Gören Mevduat Bankaları Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(4), 110-130.
- Akyüz, K.C., Yıldırım, İ. ve Balaban, Y. (2015). Kağıt Sektöründe Yer Alan Firmaların Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Etkinliklerinin Ölçümü. *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 7(14), 23-37.
- Alimohammadlou, M. ve Mohammadi, S. (2016). Evaluating the Productivity using Malmquist Index Based on Double Frontiers Data. *Social and Behavioral Sciences*, 230, 58-66.
- Al-Refaie, A., Najdawi, R., Al-Tahat, M. ve Bata, N. (2015). Window Analysis and Malmquist Index for Assessing Efficiency in A Pharmaceutical Industry. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, London.
- Altın, H. (2010). Küresel Kriz Ortamında İMKB Sınai Şirketlerine Yönelik Finansal Etkinlik Sınaması: Veri Zarflama Analizi Uygulaması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 15-30.
- Arık, N. ve Seyhan, B. (2016). Top 500'deki Türk Üniversitelerinin Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümü, *Kesit Akademi Dergisi*, 2(6), 198-209.
- Bakırcı, F. (2006). Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü: VZA İle Bir Analiz. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 199-217.

- Benli, Y.K. (2012). Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV): Konaklama İşletmelerinde Bir Uygulama. *Ege Akademik Bakış*, 12(3), 369-382.
- 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.
- Cenger, H. (2011). İMKB’de İşlem Gören Çimento Şirketlerinin Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(3 – 4), 31- 44.
- Cook, W.D. ve Zhu, J. (2015). *DEA Cross Efficiency*. J. Zhu, (Ed.), Data Envelopment Analysis A Handbook of Models and Methods, International Series in Operations Research & Management Science (s. 23-44) içinde. New York: Springer.
- Demir, Y. ve Gençtürk, M. (2006). İMKB’de İşlem Gören Yerli ve Yabancı Bankaların Görelî Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçümü. *D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi*, 21(2), 49-74.
- Eroğlu, Y. ve Seçkiner, S.U. (2017). Rüzgar Çiftliklerinde Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Endeksi Yaklaşımları İle Performans Analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(1), 45-54.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B. ve Roos,P. (1992). Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980-1989: A Non-Parametric Malmquist Approach. *The Journal of Productivity Analysis*, 3, 85-101.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. ve Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review*, 84(1), 66-83.
- İTKİB (2016). Dünya’da ve Türkiye’de Dokuma Kumaş Ticareti Üzerine Güncel Bilgiler. İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri. Tekstil, Deri, Halı AR&GE Şubesi İTKİB Genel Sekreterliği, Erişim adresi: <http://www.ithib.org.tr>
- Joro, T. ve Korhonen, P.J. (2015). *Extension of Data Envelopment Analysis with Preference Information Value Efficiency*. International Series in Operations Research & Management Science, New York: Springer.
- Kalantary, Z. ve Azar, A. (2013). A Robust Data Envelopment Analysis Model for Ranking: A Case of Hospitals of Tehran, R. Banker, A. Emrouznejad, H. Bal, I. Alp, M.A. Cengiz (Ed.), *Data Envelopment Analysis and Performance Measurement Proceedings of the 11th International Conference of DEA*, 21-28, Samsun, Turkey.
- Kayalidere, K. ve Kargın, S. (2004.) Çimento ve Tekstil Sektöründe Etkinlik Çalışması ve Veri Zarflama Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 196-219.
- Kula, V., Kandemir, T. ve Özdemir, L. (2009). VZA Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Ölçüsü İMKB ye Koteli Çimento Şirketleri Üzerine Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 9, 187-202.
- LaPlante, A.E. ve Paradi, J.C. (2015). Evaluation of Bank Branch Growth Potential Using Data Envelopment Analysis. *Omega*, 52, 33-41.
-

- 
- Lee, K., Leem, B., Lee, C.W. ve Lee, C. (2011). Malmquist Productivity Index Using DEA frontier in Stata. *Stata Journal*, 2(2), 1-9.
- Lorcu, F. (2010). Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi: Türk Otomotiv Sanayi Uygulaması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 39(2), 276-289.
- Özçelik, H. ve Kandemir, B. (2017). Veri Zarflama Analizi ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1), 43-53.
- Özden, Ü.H. (2008). Veri Zarflama Analizi (VZA) İle Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.
- Paradi, J.C., Rouatt, S. ve Zhu, H. (2011). Two-Stage Evaluation of Bank Branch Efficiency Using Data Envelopment Analysis. *Omega*, 39, 99-109.
- Pessanha, J.F.M., Marinho, A., Laurencel, L.D.C. ve Amaral, M.R.D.S.D (2013). Implementing DEA Models in The R Program, R. Banker, A. Emrouznejad, H. Bal, I. Alp, M.A. Cengiz (Ed.), *Data Envelopment Analysis and Performance Measurement Proceedings of the 11th International Conference of DEA*, 223-229, Samsun, Turkey.
- Raphael, G. (2013). A DEA –Based Malmquist Productivity Index Approach in Assessing Performance of Commercial Banks: Evidence from Tanzania. *European Journal of Business and Management*, 5(6), 25-35.
- Rashidi, S.F., Barati, R. ve Kamali, Z. (2014). Measurement Efficiency by Malmquist Method in Data Envelopment Analysis. *Trens in Applied Sciences Research*, 9(1), 54-60.
- Sarmiento, J., Renneboog, L. ve Matos, P.V. (2017). Measuring Highway Efficiency by A DEA Approach and the Malmquist Index. *EJTIR*, 17(4), 530-551.
- Savaş, F. (2015). *Veri Zarflama Analizi*, B.F. Yıldırım, E. Önder (Ed.), Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri 2. Baskı (s. 201-227) içinde. Bursa: Dora Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti.
- Senante, M.M., Donoso, G., Garrido, R.S. ve Villegas, A. (2018). Benchmarking The Efficiency of The Chilean Water and Sewerage Companies: A Double-Bootstrap Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(9), 8432-8440.
- Seyrek, İ.H. ve Ata, H.A. (2010). Veri Zarflama Analizi ve Veri Madenciliği İle Mevduat Bankalarında Etkinlik Ölçümü. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, 4(2), 67-84.
- Shamsijamkhaneh, A., Hadjimolana, S.M., Parchicolaie, B.R. ve Hosseinzadehlotfi, F. (2018). Incorporation of Inefficiency Associated with Link Flows in Efficiency Measurement in Network DEA. *Mathematical Problems in Engineering*.
- Shen, Y., Hermans, E., Ruan, D., Vanhooh, K., Brijs, T. ve Wets, G. (2010). A DEA Based Malmquist Productivity Index Approach in Assessing Road Safety Performance, *Proceedings of the 9th International FLINS Conference, Chengdu, World Scientific Proceedings Series on Computer Engineering and Information Science*, 4, 923-928.
-

- Sherman, H. D. (1983). *Evaluating Operating Efficiency of Service Business with Data Envelopment Analysis – Empirical Study of Bank Branch Operations*, Working paper, Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology.
- Soba, M., Akcanlı, F. ve Erem, I. (2012). İMKB'ye Kayıtlı Seçilmiş İşletmelere Yönelik Etkinlik Ölçümü ve Performans Değerlendirmesi: Veri Zarflama Analizi ve Topsis Uygulaması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27, 229- 243.
- Tetik, S. (2003). İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi, *Yönetim ve Ekonomi*, 10(2), 221- 229.
- Tone, K. (2004). *Malmquist Productivity Index*. W.W. Cooper, L.M Seiford and J. Zhu (Ed.), *Handbook on Data Envelopment Analysis* (s. 203-227) içinde. Kluwer Academic Publishers.
- Tektüfekçi, F. (2010). İMKB'ye Kayıtlı Halka Açık Teknoloji Şirketlerinde Finansal Etkinliğin Veri Zarflama Analizi (VZA) İle Değerlendirilmesi. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 2(2), 69-77.
- Ulucan, A. (2002). İSO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları İle Değerlendirmeler. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 57-2, 185-202.
- Ünal, S., Keçek, G. ve Kestane A. (2017). Kârlılık Etkinliği: BİST Kimya Sektörünün Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi İle Analizi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Afro-Avrasya Özel Sayısı, 236-247.
- Yakut, E., Harbalıoğlu, M. ve Pekkan, N.Ü. (2015). Turizm Sektöründe BİST'a Kayıtlı İşletmelerin Veri Zarflama Analizi ve Toplam Faktör Verimliliği İle Finansal Performanslarının İncelenmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7/2, 235-257.
- Yalama, A. ve Sayım, M. (2008). Veri Zarflama Analizi İle İmalat Sektörünün Performans Değerlendirmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 89-107.
- Yıldız, A. (2007). İmalat Sanayi Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9/2, 91-103.
- Wang, Y.M. ve Lan, Y.X. (2011). Measuring Malmquist Productivity Index: A New Approach Based on Double Frontiers Data Envelopment Analysis. *Mathematical and Computer Modelling*, 54, 2760-2771.
- Yükçü, S. ve Atağan, G. (2009). Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yaratığı Karışıklık. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(4), 1-13.
- Wen, M. (2015). *Uncertain Data Envelopment Analysis, Uncertainty and Operations Research*, Berlin Heidelberg: Springer.