

Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların maliyet girdi odaklı etkinlik analizi

Şenol Bardı^a

*Düzce Üniversitesi, Çilimli Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Bölümü, e posta: senolbardı@duzce.edu.tr, Orcid: 0000-0001-6420-4051

MAKALE BİLGİLERİ

Araştırma Makalesi
Geliş Tarihi: 18 Aralık 2022
Revizyon: 14 Nisan 2023
Kabul Tarihi: 14 Nisan 2023

Öz

Amaç: Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların girdi odaklı veri zarflama analiz yöntemi ile firma etkinliklerinin belirlenmesinde rolü olan maliyet girdi değişkenlerinin tespit edilmesidir.

Yöntem: Etkinliklerin tespitinde Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada girdi odaklı ölçüğe göre sabit getiri modeli (CCR) tercih edilmiştir. Ayrıca firmaların zamana dayalı olarak etkinliklerindeki değişimi görmek için VZA tabanlı Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) Endeksi yaklaşımı da kullanılmıştır. Firma etkinliklerinin belirlenmesinde hangi değişkenin daha önemli olduğunu görmek için karar ağaçları tekniklerinden olan C5.0 algoritması kullanılmıştır.

Bulgular: Analiz sonuçlarına göre MTFV indeksi bileşenleri olan Teknik Etkinlikteki Değişimde (TED) %1,8; Ölçek Etkinlik Değişiminde (ÖED) %1,5; Teknoloji Değişiminde (TD) %5,9 oranında azalma tespit edilmiştir. 2016-2021 döneminde firmalar %1,8 kaynak israfında bulunmuşlardır. Ölçek etkinliğindeki azalma, firmaların varlıklarını verimli kullanamadıkları anlamına gelmektedir. 2016-2021 döneminde firmaların yıllık ortalama verimlilik kaybı %7,6 olarak hesaplanmıştır. Teknoloji değişimindeki azalma, verimlilik kaybının asıl nedenini oluşturduğu görülmüştür. 2019-2020 dönemi hariç dört dönemde de verimlilik kayıpları yaşanmıştır. TFV'nin en düşük (%15,1) düzeyde yaşandığı dönem 2016-2017 dönemi olmuş; 2019-2020 döneminde verimlilik artışı ise %4,8 olarak gerçekleşmiştir.

Sonuç: Otomotiv sektörü firmaları etkinliklerinin belirlenmesinde maliyet girdi değişkeni olarak kullanılan pazarlama satış ve dağıtım giderleri oranı ile finansman giderleri oranının düşük düzeyde olması, firmaların görece etkinlik sağlamalarında rolü olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Maliyet etkinlik ölçümü, Otomotiv sektörü, Veri zarflama analizi, BİST

Cost input-oriented efficiency analysis of companies operating in the automotive industry

ARTICLE INFO

Research Article
Received: December 18, 2022
Received in revised form: April 14, 2023
Accepted: April 14, 2023

Abstract

Aim: The aim of this study is to determine the cost input variables that play a role in determining the efficiency of the firms operating in the automotive sector with the input-oriented data envelopment analysis method.

Method: Data Envelopment Analysis (DEA) method was used to determine efficiencies. In the study, input-oriented constant returns to scale model (CCR) was preferred. In addition, the DEA-based Malmquist Total Factor Productivity (MTFP) Index approach was also used to see the change in firms' efficiency over time. The C5.0 algorithm, which is one of the decision tree techniques, was used to see which variable is more important in determining firm efficiencies.

Findings: According to the results of the analysis, there was a 1.8% decrease in Technical Efficiency Change (TED), a 1.5% decrease in Scale Efficiency Change (SEE) and a 5.9% decrease in Technology Change (TD), which are the components of the MTFP index. In the 2016-2021 period, firms wasted 1.8% of resources. The decrease in scale efficiency means that firms cannot use their assets efficiently. The average annual productivity loss of firms in the 2016-2021 period is calculated as 7.6%. The decline in technology change was found to be the main reason for the productivity loss. Except for the 2019-2020 period, productivity losses were experienced in all four periods. The period with the lowest level of TFP (15.1%) was the 2016-2017 period, while the productivity growth in the 2019-2020 period was 4.8%.

Results: It is concluded that the low level of marketing, sales and distribution expenses ratio and financing expenses ratio, which are used as cost input variables in determining the efficiency of automotive sector firms, play a role in the relative efficiency of the firms.

Keywords: Cost efficiency measurement, Automotive industry, Data envelopment analysis, BIST

Giriş

İşletmelerin ekonomik hayatlarının sürdürülebilirliği, finansal performanslarına bağlıdır. Finansal başarılı firmalar iktisadi faaliyetlerine devam ederken finansal başarısız olan firmalar piyasadan çekilmek durumunda kalmaktadırlar. İşletmelerin belirledikleri hedefleri ne oranda gerçekleştirdiklerini kontrol etmeleri son derece önemlidir. Teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi firmaları yerel, bölgesel, ulusal hatta küresel rekabet şartları ile mücadele etmek zorunda bırakmıştır. Rekabet koşulları arasında önemli unsurlardan birisi de girdi maliyetleridir. Hammadde, yardımcı malzemeler, işçilik, enerji vb. girdi unsurları üretilen malın maliyetini oluşturmaktadır. İşletme hedeflerini gerçekleştirebilmek için üretilen malın maliyetinden ayrı olarak faaliyet giderlerine de katlanmak zorundadır. İşletmenin geçmiş dönemlerdeki maliyet verilerinin analizi, firmaların finansal planlarının yapılmasında yol gösterici olacaktır. Kısıtlı girdilerle gerçekleştirilen çıktıyı artırabilmek için hangi maliyet kalemlerinde ne kadar iyileştirme yapılması gerektiği diğer bir ifade ile maliyet yönetiminde etkinliğin kazanılması ile firmalar rekabet üstünlüğü sağlayacaklardır. Maliyet yönetiminde etkinliğin kazanılması aynı zamanda firma varlıklarının etkin kullanıldığı anlamına gelecektir. Etkinlik genel anlamda, bir faaliyet ya da davranışın, önceden planlanmış olan amaca ulaşma derecesidir. Etkinlik, belirli bir girdi ile en fazla çıktının elde edilmesi veya belirli bir çıktının en az girdi kullanılarak üretilmesidir (Cihangir, 2004). Bir firmanın belirlenmiş bir çıktıyı mevcut imkânlarla elde etmek için katlandığı israfı en aza indirmesi, etkin faaliyette bulunduğu anlamına gelmektedir. Etkinlik analizlerinin en önemli yararı, sektördeki etkin firma ve/veya firmaların etkinlik derecelerinin görülmesini sağlamalarıdır. Göreceli etkin olmayan firmalar finansal oranlarını göreceli etkin olan firmaların finansal oranlarına benzeterek etkinlik kazanabilirler. Öncelikle girdi maliyet kalemi etkinliklerinin ölçülmesi gerekmektedir. 2016-2021 faaliyet dönemi, dört girdi, üç çıktı ve 14 adet firma seçilerek



firmaların mali verileri dikkate alınarak parametrik olmayan yöntemlerden olan Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanılarak firmaların maliyet yönetim etkinlikleri hesaplanmıştır. Bunun yanında dinamik bir yaklaşım olan Malmquist verimlilik endeksi de kullanılarak firmaların toplam faktör verimliliğindeki değişimler (TFVD) analiz edilmiştir. Daha önceki çalışmalarda girdi değişkeni olarak likidite, mali yapı veya faaliyet oranlarından bazıları seçilerek etkinlik analizi yapılmıştır. Tatlı ve Bayrak (2016)'ın çalışması dışında otomotiv sektöründe maliyet girdi değişkenleri kullanılarak yapılan göreceli etkinlik çalışmalarının bulunmadığı gözlemlenmiştir.

Otomotiv endüstrisinin 2022 yılı itibari ile toplam ihracattan aldığı pay %12 olarak gerçekleşmiştir. Ana sanayi, tedarik sanayi, bayiler, lojistik ve servisler de dikkate alındığında 500.000 kişiye istihdam imkânı sağlamaktadır (OİB, 2023). Ülke ekonomisinin lokomotif olan otomotiv sektörü, üretim, istihdam ve dış ticaret açısından büyük önem taşımaktadır. Diğer sektörlerde olduğu gibi otomotiv sektörü ve yan sanayi firmalarının sahip olduğu kaynakları verimli kullanması, ülke kaynaklarının israf edilmemesi anlamına gelmektedir. Otomotiv sektörü firmalarının maliyet girdi kalemlerinin kullanılması ile hesaplanan etkinlikleri ile birlikte zamana dayalı verimlilik unsurlarındaki değişimlerin araştırılması hem sektör hem de ülkenin rekabet düzeyini artıracaktır. Otomotiv sektörü firmalarının göreceli etkinliklerinin ölçülmesinde maliyet girdi değişkenlerinin tercih edilmesi ile birlikte maliyet girdi değişkenleri kullanılarak zamana dayalı olarak etkinliklerindeki değişimi görmek için VZA tabanlı Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) Endeksi yaklaşımının kullanılması, çalışmanın literatüre yapacağı katkı olarak düşünülmüştür. Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde daha önce yapılmış olan çalışmaların özeti sunulmuştur. Araştırma metodolojisinin sunulduğu ikinci bölümde, firmaların girdi / çıktı değişkenlerinin, VZA modelinin, göreceli etkinliğin ölçümü, referans kümesinin belirlenmesi, potansiyel iyileştirme oranlarının hesaplanması ve göreceli etkin ve etkin olmayan firmaların etkinlik durumunun tespitinde hangi değişken veya değişkenlerin anlamlı olduğunu görmek için Mann-Whitney U testleri yapılmıştır. Anlamlı olmayan değişken analiz kapsamı dışında tutularak firma etkinliklerinin belirlenmesinde hangi değişken/değişkenlerin daha önemli olduğunu tespit etmek için C5.0 karar ağacı tekniği uygulanmıştır. Analiz sonuçlarının değerlendirildiği son bölümde, etkin olmayan firmalara hangi maliyet girdi kalemlerinde iyileştirme yapılması gerektiği konularında önerilerde bulunulmuştur.

Literatür Özeti

VZA, başlangıçta kâr amacı olmayan kurumların verimliliklerinin ölçülmesinde kullanılmakta iken daha sonraları kâr amaçlı firmaların etkinliklerinin belirlenmesinde de kullanılmaya başlanmıştır (Günay, 2015). Literatürde firma etkinliklerinin ölçümü için yapılmış çok sayıda yayın bulunmaktadır. Ancak maliyet girdi değişkenleri kullanılarak yapılan yayın sayısının sınırlı olmasından dolayı çalışma alanı olarak BİST otomotiv sektörü firmaları tercih edilmiştir.

Bu çalışmada, otomotiv sektöründe yer alan firmaların maliyet girdi verileri kullanılarak göreceli etkinlik ölçümü yapılmıştır. Otomotiv sektörü özelinde, göreceli etkinlik ölçümü için maliyet girdi verilerinin kullanılması, bu çalışmayı diğer çalışmalardan farklı kılmaktadır. İşletme etkinliklerinin ölçümünde VZA'nın çeşitli modellerinin yansısı, Çok Boyutlu Regresyon Analizi, Lojistik Regresyon Analizi, Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), TOPSIS gibi teknikler kullanılmıştır. Charnes, Cooper, Rhodes (1978), kamu kurumlarının verimliliğini ölçmek için ilk kez VZA'yı kullanmışlardır. VZA, karar verme birimlerinin (KVB) etkinliklerini ölçmek için çeşitli alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Beasley, 2000). Bu bölümde, otomotiv sektörü ve diğer sektörlerde faaliyet gösteren firmalar için yapılan çalışmaların özeti verilmiştir.

Tablo 1. Literatür Özeti

Yazar/lar	Sektör	Çalışma Dönemi	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri	Yöntem	Sonuç
Yıldız (2006)	Otomotiv sektörü	2004	Birinci aşamada ödenmiş sermaye, personel sayısı ve toplam aktifler; ikinci aşamada satış miktarı	Birinci aşamada satış tutarı; ikinci aşamada net dönem karı ve faaliyet karı	VZA	Otomotiv sektörü için yapılan çalışmada, hiçbir firmada etkinlik ve etkililiğin bir arada bulunmadığı görülmüştür. Aynı zamanda firmaların girdi değişkenlerini 0,90 oranında azaltmaları gerektiği sonucuna varılmıştır.
Özdemir ve Düzgün (2009)	Otomotiv sektörü	2006	net aktifler, öz sermaye ve çalışan sayısı	Ciro, vergi öncesi kar ve ihracat	Girdi yönlü CCR modeli	Türkiye'deki otomotiv sektörü için yapılan çalışmada, 34 adet firma içinde 6 firma etkin bulunmuştur. Genel olarak firmaların etkin olmadığı sonucuna varılmıştır.
Biçen (2010)	Otomotiv sektörü	Yıllık ortalamalar (2005-2008)	Özsermaye, toplam aktif ve istihdam	Ciro, net kar ve ihracat	Girdi yönlü CCR modeli	10 firma için yapılan çalışmada beş firma etkin bulunmuştur. Firmaların etkinlik seviyelerinin sermaye yapısıyla ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir.
Lorcu (2010)	Otomotiv sektörü ve yan sanayi	2003-2007	Personel sayısı, net aktifler	VÖK, ihracat ve brüt katma değer	MTFV Endeksi	14 otomotiv ve yan sanayi işletmesi için yapılan çalışmada, çalışma dönemi itibari ile firmaların verimlilik artışı sağlamadığı görülmüştür. Tüm yıllara ait ortalama toplam faktör verimliliğinde %1,7'lik artışın teknik etkinlik değişiminden kaynaklandığı, firmaların optimum ölçekte faaliyet gösteremedikleri tespit edilmiştir.
Yaylalı ve Çalmaşur (2014)	Otomotiv sektörü	1992-2011	Hammadde, yan sanayi ödemeleri ve işgücü maliyetleri	Ciro	Girdi yönlü CCR modeli ve MTFV Endeksi	20 otomotiv firması için yapılan çalışmada TFV'nin 9 dönemde azaldığı, 11 dönemde de yükseldiği görülmüştür. TFV'nin en yüksek olduğu 1994-1995 döneminde TFV ortalama %44,7; verimlilik azalışının (%39,5) en düşük olduğu dönem 2000-2001 dönemi olduğu tespit edilmiştir.

Nurcan ve Kaya (2016)	Otomotiv sektörü	2011-2013	Toplam aktifler, toplam özkaynaklar ve çalışan sayısı	Brüt kar ve net gelir	Girdi yönlü BCC modeli	Dünya'daki otomotiv sektörü içinde faaliyet gösteren marka değeri en yüksek olan 17 firmanın etkinliklerinin araştırıldığı çalışmada, ortalama etkinlik değerleri 2011'de 0,709; 2012'de 0,747; 2013'de 0,692 olarak bulunmuştur. Altı firmanın tüm yıllar etkin olduğu tespit edilmiştir.
Tatlı ve Bayrak (2016)	Otomotiv sektörü	2010-2014	Özkaynaklar, personel maliyetleri, hammadde maliyetleri ve Ar-Ge tutarı	Ciro, ihracat tutarı ve net kar	Girdi ve çıktı yönlü CCR ve BCC modelleri	BİST'e kote olan otomotiv endüstrisindeki 15 firmanın üretim etkinliği ile ilgili olarak yapılan çalışmada, girdi yönlü CCR modeline göre sekiz firmanın; girdi yönlü BCC modeline göre 10 firmanın tam etkin olduğu tespit edilmiştir. En yüksek oranda iyileştirilmesi gereken girdilerin hammadde ve personel maliyetleri olduğu; ihracat değişkeninin en yüksek oranda iyileştirilmesi gereken çıktı değişkeni olduğu görülmüştür. Firmaların ihracat konusunda iyi olmadıkları belirtilmiştir.
Gedik, Koçarslan ve Karaer (2017)	Otomotiv sektörü	2014-2016	net aktifler, öz sermaye ve çalışan sayısı	net satışlar, VÖK ve ihracat tutarı	CCR modeli esaslı MTFV Endeksi	İSO 500 işletmeleri içinde yer alan yedi adet otomotiv sektörü işletmesi için yapılan çalışmada TFV'nin ortalama %7 azaldığı hesap edilmiştir. Bu azalışın nedenleri olarak TED ve TD'in olumsuz etkilerinden kaynaklandığı belirtilmiştir.
Sür (2018)	Otomotiv, hazır giyim ve konfeksiyon, çelik ve elektrik elektronik ve hizmet sektörleri	2015-2016	Aktif toplam, özkaynaklar, net firma sermayesi, cari oran, yabancı kaynak/toplam aktif, özkaynak / yabancı kaynak, özkaynak / toplam/aktif, net satışlar/öz kaynak, NİS/net satışlar, NİS/net kar	net satışlar, net kar/özkaynak, net kar/toplam aktif	Girdi yönlü CCR ve BCC modelleri	BİST Sınai Endeksi'nde (otomotiv, hazır giyim ve konfeksiyon, çelik ve elektrik elektronik ve hizmet sektörleri) bulunan 49 firma için yapılan analizde 2015 yılında 34 firmanın görece etkin, 15 firmanın görece etkin olmayan; 2016'da 15 firmanın görece etkin, 34 firmanın görece etkin olmadığı gözlemlenmiştir.
Şahin ve Akkoçuncu (2019)	Otomotiv sektörü	2015-2018	Toplam aktifler, öz sermaye ve çalışan sayısı	Ciro ve net kar	Girdi yönlü CCR modeli ve MTFV Endeksi	Otomotiv üretim sektöründe faaliyet gösteren 16 firma incelenmiştir. Tüm yıllar 2 firma etkin olarak bulunmuştur. Çalışma dönemi itibarı ile ortalama etkinlik değerlerinin her yıl azaldığı; MTFV endeksine göre 2016 yılında %0,4 azalış; 2017'de %14,3; ve 2018 yılında %19,1'lik artış gözlemlenmiştir. Artış nedeninin TD'den kaynaklandığı görülmüştür.
Özçelik ve Avcı Öztürk (2019)	Gıda ve İçecek Endeksi firmaları	2015-2017	Satışların maliyeti/satış hâsılatı, yönetim gideri/satış hâsılatı, pazarlama gideri/satış hâsılatı	Aktif kârlılık, öz kaynak kârlılığı, net kâr marjı, faaliyet kâr marjı	Girdi yönlü CCR ve BCC modelleri	Gıda ve İçecek Endeksi kapsamında faaliyet gösteren 22 adet firmadan aynı olan 4 firma her iki modelde de etkin olarak bulunmuştur. Özellikle satışların maliyetinin bileşenlerinin dikkatlice analiz edilmesi, etkin olmayan unsurların tespit edilmesine katkı sağlayacağı yönünde önerilerde bulunulmuştur.
Kılıç ve Uludağ (2020)	Tekstil, giyim eşyası ve deri sektörü	2017-2019	Satışların maliyeti / satışlar, genel yönetim giderleri / satışlar, pazarlama, satış ve dağıtım giderleri / satışlar	Öz sermaye kârlılığı, net kâr / özkaynaklar, aktif kârlılık oranı, net kâr / toplam varlıklar	Girdi yönlü BCC modeli	Tekstil, giyim eşyası ve deri sektöründe bulunan 19 adet firma ile yapılan çalışmada maliyet girdi kalemleri kullanılmıştır. Etkin olmayan firmalar için özellikle satışların maliyetini düşürecek önlemlerin alınması gerektiği önerilmiştir.
Kızıl (2023)	Otomotiv sektörü	2017-2021	Likidite Oranları, Mali Yapı Oranları, Faaliyet Oranları ve Karlılık Oranları	-	Finansal oran yöntemi	Karsan ve Ford Otosan firmalarının karşılaştırıldığı çalışmada, bazı oranlarda Karsan bazı oranlarda da Ford Otosan'ın üstün olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışmanın amacı, BİST Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları sektöründe işlem gören 37 firma arasından otomotiv sektöründe faaliyet gösteren 14 firmanın maliyet girdi değişkenlerini kullanarak göreceli etkinliklerini ve faaliyet dönemleri içerisinde verimlilik değişimlerini ölçmektir. Bununla birlikte hangi maliyet girdi kaleminin, firmaların etkinliklerinin tespitinde ne derecede önemli olduğunun tespit edilmesi de çalışmanın diğer amaçlarından birisidir. Çalışmada VZA yöntemi, MTFV endeksi ve C5.0 karar ağacı algoritması kullanılmıştır. Çalışmaya konu olan uygulama dönemi 2016-2021 yılları olarak toplam 6 yılı kapsamaktadır. Karar verme birimleri (KVB), 14 firmadan oluşmaktadır. Firmaların mali tabloları Kamuyu Aydınlatma Platformu'ndan (KAP) elde edilmiştir. Analizde yer alan firmalar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Çalışma Kapsamında Yer Alan Firmalar

KVB	Firma Adı	Borsa Kodu
B1	FEDERAL MOGUL	FMIZP
B2	BOSCH FREN	BFREN
B3	JANTSA JANT	JANTS
B4	EGE ENDÜSTRİ	EGEEN
B5	PARSAN MAKİNA	PARSN
B6	ANADOLU ISUZU	ASUZU
B7	FORD OTOSAN	FROTO
B8	KARSAN OTOMOTİV	KARSN
B9	OTOKAR OTOMOTİV	OTKAR
B10	TOFAŞ TÜRK	TOASO
B11	TÜRK TRAKTÖR	TTRAK
B12	TÜMÖSAN MOTOR VE TRAKTÖR	TMSN
B13	DOĞUŞ OTOMOTİV	DOAS
B14	KATMERCİLER ARAÇ ÜSTÜ EKİPMAN	KATMR

Karar Verme Birimlerinin Seçimi

VZA, birden çok girdi ve çıktıya sahip bir dizi homojen KVB'lerin göreceli etkinliğini ölçmek için geliştirilen bir modeldir (Khezrimotlagh, 2014). Etkinliğin ölçümünde kullanılacak olan KVB'lerin seçiminde (Ergenekon Arslan ve Güven, 2018; Yılmaz, 2018);

- KVB'lerin üretim teknolojisi yönünden birbiriyle karşılaştırılabilir olması,
- KVB'lerin homojen olması,
- KVB'lerin aynı pazar şartlarında faaliyet göstermesi,
- KVB'lerin aynı hedefe yönelik olarak aynı sektörde faaliyet göstermeleri,
- KVB'lerin sayısı yeterince büyüklükte olması gerekmektedir.

VZA'da örneklem kapsamında yer alacak birimler (N), girdi (m) ve çıktı (s) değişken sayıları ile ilgili olarak (Yılmaz, 2018);

- Sherman (1984) $N \geq m + s$, (1)
- Golany ve Roll (1989) $N \geq 2 \times (m + s)$, (2)
- Boussofiane, Dyson Thanassoulis (1991) $N \geq m \times s$, (3)

gibi tanımlamalar yapılmıştır. Aşağıda istenilen kriterlere göre yapılan hesaplamalar verilmiştir:

- (1) $N \geq m + s$, $14 \geq 7$,
- (2) $N \geq 2 \times (m + s)$, $14 \geq 14$,
- (3) $N \geq m \times s$, $14 \geq 12$,

Bu çalışmada dört girdi, üç çıktı değişkeni ile 14 adet KVB kullanılmış, araştırmacılar tarafından önerilen kriterler sağlanmıştır.

Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Seçilmesi

Firmaların mali tablolarında yer alan hesaplardan istenildiği kadar oran oluşturulabilir. Önemli olan, anlamlı sonuçlar verebilecek oranların seçilmesidir. Çalışmanın amacı, firmaların maliyet yönetimi ile ilgili etkinliklerin incelenmesi olduğundan seçilecek olan değişkenlerin gider nitelikli olması gerekmektedir. Dört oran girdi, üç oran çıktı olarak belirlenmiştir. İşletme kârının hesaplanmasında maliyet girdilerinin genel anlamda belirleyici olmasından dolayı etkin kullanılan girdilerin tespiti önem arz etmektedir. Maliyet yönetim etkinliği düşük olan firmalar, maliyet yönetim etkinliği yüksek olan firmaları esas alarak, hangi maliyet girdilerinde ve ne miktarda iyileştirme yapmalarına ihtiyaç olduğunu hesaplayabilmekteydiler (Günay, 2015; Öztürk, 2016). Maliyet girdi değişkenlerinin belirlenmesinde literatürde tercih edilen satılan malın maliyeti, genel yönetim giderleri, pazarlama, satış ve dağıtım giderlerinin net satışlara oranının (Öztürk, 2016; Özçelik & Avcı Öztürk, 2019; Kılıç & Uludağ, 2020) yanında finansman giderlerinin net satışlara oranının da ilave edilmesi ile girdi değişkenleri grubu oluşturulmuştur. Faaliyet giderleri içerisinde yer alan araştırma geliştirme giderleri, bazı firmaların mali tablolarında yer almadığından kullanılmamıştır. Çıktı değişkenleri için de net kâr / toplam aktifler, net kâr / özsermaye (Sür, 2018; Özçelik & Avcı Öztürk, 2019; Kılıç & Uludağ, 2020) ve yurtdışı satışların net satışlar içindeki oranı tercih edilmiştir. Tablo 3'de, çalışmada tercih edilen girdi ve çıktı değişkenleri ile birlikte tanımları verilmiştir.

Tablo 3. Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Değişken Adı	Kodu	Değişken Tanımları
Satılan Malın Maliyeti (SMMO)	G1	Satışların Maliyeti / Net Satışlar
Genel Yönetim Giderleri (GYGO)	G2	Genel Yönetim Giderleri / Net Satışlar
Pazarlama, Satış ve Dağıtım Giderleri (PSDGO)	G3	Pazarlama, Satış ve Dağıtım Giderleri / Net Satışlar
Finansman Giderleri (FGO)	G4	Finansman Giderleri / Net Satışlar
İhracat Oranı (İO)	C1	Yurtdışı Satışlar / Net Satışlar
Aktif Kârlılık Oranı (AKO)	C2	Net Kâr / Toplam Aktifler
Öz Sermaye Kârlılığı Oranı (ÖSKO)	C3	Net Kâr / Öz Sermaye

Analiz kapsamında olan 14 firmanın 2016-2021 yılları arasındaki mali tabloları incelenerek veriler analiz edilmiştir. VZA'da verilerin pozitif olma koşulu bulunmaktadır. En büyük negatif değerli değişken 0,0001 kabul edilmiş daha sonra o dönemin tüm verileri en büyük negatif değerli değişkenin değeri kadar

artırılmıştır (Demir & Gençtürk, 2006; Demirci, 2012). Çalışmada DEAP 2.1 paket programı kullanılmıştır. Değişkenlere ait istatistik değerler Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Tanımlayıcı İstatistikler

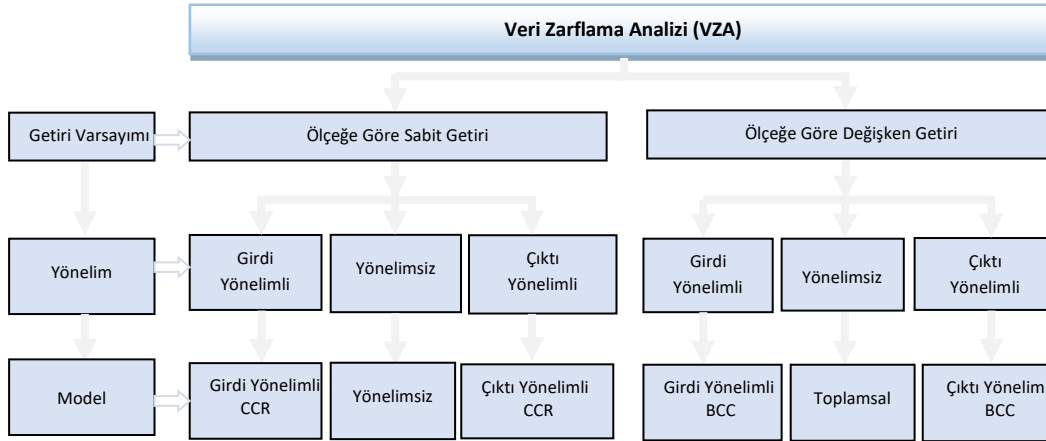
DEĞİŞKENLER		Gözlem	Minimum Değer	Maksimum Değer	Ortalama	Standart Hata
ÇIKTI	Net Kâr / Öz Sermaye	84	-0,2271	0,8672	0,2592	0,2472
	Net Kâr / Toplam Aktifler	84	-0,0524	0,5867	0,1257	0,1416
	Yurtdışı Satışlar / Net Satışlar	84	0,0000	0,9214	0,5106	0,2910
GİRDİ	Satışların Maliyeti / Net Satışlar	84	0,3874	0,9255	0,7660	0,1158
	Genel Yönetim Giderleri / Net Satışlar	84	0,0018	0,1358	0,0392	0,0275
	Pazar. Satış ve Dağ. Giderleri / Net Satışlar	84	0,0149	0,1698	0,0572	0,0374
	Finansman Giderleri / Net Satışlar	84	0,0085	0,7824	0,1196	0,1451

Araştırma Modelinin Seçimi

Firmaların maliyet etkinliklerinin ölçülmesinde VZA yöntemi ile MTFV endeksi kullanılmıştır. Daha sonra firmaların görelî etkinliklerinin belirlenmesinde hangi değişken veya değişkenlerin daha önemli olduğunu tespit etmek için verilere C5.0 Karar Ağacı Algoritması tekniği uygulanmıştır. Aşağıda sırası ile bu yöntemler açıklanmıştır.

Veri Zarflama Analizi

VZA, iki ve ikiden fazla girdiyi iki ve ikiden fazla çıktıya dönüştüren, homojen birimlerin performansını değerlendirmekte kullanılan veri odaklı bir yaklaşımdır (Cooper, Seiford & Zhu, 2011). VZA, birden fazla girdi ile birden fazla çıktıya sahip bir işlem veya birimin verimliliğini ölçen matematiksel bir yöntemdir (Boles, Donthu Lohtia, 1995). VZA, birden çok girdi ve çıktı üzerinde çalışma yürüten homojen KVB'lerin görelî etkinliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Seyrek & Ata, 2010). VZA'da birimler (KVB) birbirleriyle karşılaştırılırlar. İşletme veya sektörün faaliyetleri tek bir dönem dikkate alınarak etkinlik analizi yapıldığında VZA, statik bir yöntem olmakta; birden fazla dönemi içeren faaliyetlerin etkinlik analizleri yapıldığında VZA, dinamik bir yöntem özelliği taşımaktadır (Öztürk, 2016). Etkin olan KVB etkin sınırdaki yer almaktadır. Etkin olmayan KVB'ler için referans kümesi belirlenir. Referans kümesi, etkin olan KVB'lerden oluşmaktadır. Hedef değerler tespit edildikten sonra iyileştirme işlemleri yapılmaktadır. Çalışma alanı ve varsayımlar, model seçimi üzerinde belirleyici özellik taşımaktadır (Özden, 2008). Şekil 1'de VZA yöntemine göre kullanılan modeller görülmektedir.



Şekil 1. VZA Modelleri Kaynak: Özden, 2008

CCR modeli Charnes, Cooper ve Rhodes (1978), BCC modeli Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından geliştirilmişlerdir. CCR ve BCC modellerinin, girdi ve çıktı odaklı türleri bulunmaktadır. KVB'lerin girdiler üzerinde kontrollerinin olmadığı veya çok az olduğu durumlarda çıktı odaklı; aksi halde girdi odaklı model kullanılmalıdır (Özden, 2008). Çalışmada firma etkinliklerinin hesaplanmasında girdi yönlü CCR modeli tercih edilmiştir. Girdi odaklı CCR modeli (Behdioğlu & Özcan, 2009);

$$E_k = \text{Min} \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^p s_r^+ \quad (4)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- - \alpha X_{ik} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_j - s_r^+ - Y_{rk} = 0$$

$\lambda_j, S_i^+, S_i^- \geq 0$ n : karar verme birimi sayısı,

$j = 1, \dots, m$

$r = 1, \dots, p$

$i = 1, \dots, m$

E_k : karar biriminin etkinliği, α : etkinliği ölçülen k karar biriminin girdilerinin ne kadar azaltılabileceğini belirleyen daralma katsayısı, ε : sıfırdan büyük küçük bir sayı, s_i^- : k karar biriminin i . girdisine ait atıl değer, s_r^+ : k birimin r . çıktısına ait atıl değer, x_{ik} : k . birim tarafından kullanılan i . girdi, x_{ij} : j . birim tarafından kullanılan i . girdi, y_{ij} : j . birim tarafından üretilen i . çıktı, y_{rk} : k . birim tarafından üretilen r . çıktı, n : karar verme birimi sayısı, λ_j : j . karar biriminin aldığı yoğunluk değeri, p : çıktı sayısı, m : girdi sayısı,

Modelde birimin etkinlik koşulunun,

$$\alpha = 1, s_i^- = 0, s_r^+ = 0, \lambda_k = 1, E_k = 1$$

olması gerekmektedir.

Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi Analizi

Verimlilik, bir adet girdi ile bir adet çıktının oranlanması ile bulunan etkinlik kriteridir. Verimlilik = Çıktı / Girdi şeklinde formüle edilmektedir. Üretim sürecinde tek girdi-tek çıktı bulunması halinde verimlilik değeri, koordinat sisteminde orijinden geçen bir doğrunun eğimi olmaktadır. Verimliliğin kısmi verimlilik, toplam faktör verimliliği ve toplam verimlilik olmak üzere çeşitleri vardır (Taşçı, 2011; Yükçü & Atağan, 2009). Kısmi verimlilik, bir üretim sürecinde girdi olarak kullanılan bir üretim faktörünün çıktıya oranlanması olarak ifade edilirken; toplam faktör verimliliği, üretim faktörlerinin tümünün belirlenmiş ağırlıklarla toplamının çıktıya bölünmesi ile hesaplanmaktadır (Demirci, 2018). Verimlilik türleri, üretim faktörleri ile ilişkilendirildiğinde hesaplanma şekli Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Verimlilik Türleri

Verimlilik Çeşidi	Formül	Örnek
Kısmi Verimlilik	Çıktı / Tek Girdi	Çıktı/İşgücü
Çoklu Faktör Verimliliği	Çıktı / Çoklu Girdi	Çıktı/İşgücü + Makine
Toplam Verimlilik	Çıktı / Tüm Girdiler	Çıktı/İşgücü + Makine + Sermaye + Hammadde + Enerji

Kaynak: (Yükçü & Atağan, 2009)

Verimlilik kavramı ile karıştırılan diğer bir kavram ise etkinliktir. Etkinlik, genel olarak amaca ve/veya amaçlara ulaşılabilir düzeydir. Diğer bir ifade ile gerçekleşen ile gerçekleşmesi istenilene ne derece ulaşılabilirliğini gösteren bir ölçüttür. Etkinlik, mal ve hizmet üretiminde elverişli kaynaklarla en fazla çıktıya ulaşılabilir imkânı sağlayan kullanımı ifade etmektedir. Etkinlik, olması gerekenin (standart-beklenen) fiilen gerçekleşene oranlanması ile bulunur. Bir işyerinde aynı işi yapan iki işçinin birisi üç saatte diğeri 2,5 saatte işi başarabiliyorsa birinci işçinin etkinlik seviyesinin diğerine göre daha düşük olduğuna karar verilir (Yükçü & Atağan, 2009; Yalçın, 2021).

Bir firmanın veya sektörün verimliliğini, kısmi verimliliği dikkate alarak ölçmek hatalı sonuçlara neden olabilmektedir. Dolayısıyla tek bir endeks ile toplam faktör verimliliğinin ifade edilmesi daha anlamlı olmaktadır. Tornqvist ve Malmquist endeksleri olarak bilinen endeksler, toplam faktör verimliliğindeki değişimi (TFVD) ölçen yaklaşımlardır (Hassan & Isik, 2003). Bu çalışmada, teknik etkinlik ve TFV değişimlerinin hesaplanmasında VZA ve MTFV endeksi yöntemleri kullanılmıştır. MTFV endeksi, VZA'ya dayalı bir tekniktir. MTFV, verimlilik değişimlerinin nedenini, TED ve TD'ye dayandırmaktadır. TED ile TD,-TFV'deki değişimin unsurlarını; STED ile ÖED, TED'in unsurlarını oluşturmaktadır (Lorcu, 2010). TFVD ile TED aşağıda verilmiş eşitlikler ile ifade edilir;

$$TFVD = TED * TD$$

$$TFVD = TD * STED * ÖED$$

$$TED = STED * ÖED$$

Etkinlik değişimindeki yorumlamalar (Akhisar & Tezergil, 2014; Tutkavul, 2019; Günay, 2015);

- TED, ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında etkinlikte meydana gelen değişimi göstermektedir. Belirli bir çıktıyı minimum miktarda girdi kullanarak elde etmeyi ifade etmektedir. Yani firmaların üretim sürecinde herhangi bir kaynak israfına meydan vermeden üretim faaliyetinde bulunmaları teknik etkinlik olarak tanımlanmaktadır
- TD, kullanılan teknolojiye değişimi ifade etmektedir. Verimlilik üzerinde etkisi olan üretim ya da makine teknolojileri ile birlikte üretim politikaları, düzenlemeler ve çevre etkisini de içermektedir.
- STED, yönetsel etkinliği ölçen değerdir.
- ÖED, firmanın uygun ölçekte üretimde bulunduğunu göstermektedir.
TFVD > 1 ise toplam faktör verimlilik değişimindeki artışı,
TFVD < 1 ise toplam faktör verimlilik değişimindeki azalışı,
TFVD = 1 ise toplam faktör verimlilik değişiminde değişiklik olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır.
TED, TD > 1 ise teknik etkinlik ve teknolojik ilerlemeyi,
TED, TD < 1 ise teknik etkinlik ve teknolojik gerilemeyi göstermektedir. Başka bir ifade ile
TED > 1 ise firmanın üretim sınırını yakalama etkisini,
TD > 1 ise üretim sınırının yukarı kaymasını gösterecektir.

STED, ÖED > 1 ise firmanın yönetsel etkin ve uygun ölçekte faaliyet gösterdiği anlamına gelmektedir (Lorcu, 2010).

Görel Etkinliğin Ölçümü

İşletmelerin maliyet etkinliklerinin ölçülmesinde VZA yöntemi kullanılmıştır. Analizde, girdi yönelimli ölçüğe göre sabit getiri (CCR) modeline göre etkinlik değerleri hesaplanmıştır. İşletmelerin en uygun ölçekte faaliyet gösterdikleri varsayımı ile ölçüğe göre sabit getiri (CCR) modelinin daha tutarlı olduğu ifade edilmektedir. Fiyat bileşeni, pazar tarafından belirlendiğinden firmalar kazançlarını en yükseğe çıkarabilmeleri girdilerini etkin bir biçimde kullanmalarına bağlıdır. Çalışmanın amacı, firmaların girdi değişkenleri etkinliklerinin belirlenmesi olduğundan CCR modeli tercih edilmiştir (Günay, 2015; Özçelik & Avcı Öztürk, 2019).

KVB'lerin faaliyet dönemleri itibarıyla verimliliklerinde meydana gelen değişimi ve verimlilik değişiminin unsurlarını açıklamak için MTFV Endeksi kullanılmıştır. Ağırlıklandırılmış çıktının ağırlıklandırılmış girdi toplamına oranı, VZA'da etkinlik olarak tanımlanmaktadır (Boles, Donthu Lohtia, 1995). Firmaların 2016-2021 yılları arası etkinlik değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 6);

Tablo 6. Otomotiv Sektörü Firmalarının Girdi Yönlü CCR Etkinlik Değerleri

KVB	2016	2017	2018	2019	2020	2021
B1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
B2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
B3	0.861	1.000	0.767	0.937	1.000	1.000
B4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
B5	0.712	0.732	0.742	0.790	0.874	0.557
B6	0.205	0.213	0.322	0.561	0.288	0.372
B7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
B8	0.361	0.381	0.475	0.479	0.485	0.795
B9	0.695	0.800	0.878	1.000	1.000	1.000
B10	1.000	0.905	0.879	0.797	0.744	0.755
B11	1.000	0.977	0.759	0.604	1.000	0.926
B12	0.542	0.260	0.202	0.187	0.374	0.280

B13	0.590	0.467	0.405	0.309	1.000	0.696
B14	0.583	0.704	0.384	0.524	1.000	0.941
Ort.	0.753	0.746	0.701	0.728	0.840	0.809
G.E.F.S.*	6	5	4	5	9	6

*G.E.F.S. görelî etkin firma sayısı.

VZA'nın girdi odaklı ölçüğe göre sabit getiri (CCR) varsayımı ile hesaplanan KVB'lerin teknik etkinlik değerlerine göre B1, B2, B4 ve B7 firmaları tüm yıllar etkin olan firmalardır. Dolayısı ile bu firmaların üretim faaliyetinde kullandıkları girdiler üzerinde bir iyileştirme yapmaları gerekmemektedir. Sözü edilen dört firmanın, en uygun ölçekte faaliyet gösterdikleri anlaşılmıştır (Özçelik & Avcı Öztürk, 2019). Tablo 6 incelendiğinde CCR etkinlik analizi sonucuna göre, 2016 yılında altı, 2017 yılında beş, 2018 yılında dört, 2019 yılında beş, 2020 yılında dokuz ve 2021 yılında altı firma görelî etkin olarak bulunmuştur. Altı yıllık çalışma dönemi içerisinde en fazla görelî etkin firma sayısı 2020 yılında (9 KVB) gerçekleşmiştir. Çalışmanın ilk dönemi olan 2016'ya göre ortalama etkinlik değerinin %7,44 yükseldiği hesaplanmıştır.

Referans Kümesinin Belirlenmesi

Etkin firmaların derecelendirilmelerinde, toplam referans sayısına bakılmaktadır (Yalama & Sayım, 2008). Etkin olmayan KVB'ler tarafından B4 firmasının 32, B1 firmasının 26 ve B7 firmasının 21 kez referans gösterildiği Tablo 7'de görülmektedir. Etkinlik sınırı altında bulunan görelî etkin olmayan firmaların, faaliyetlerini "gerek üretim teknik ve teknolojisini ve gerekse yönetsel yapı ve idari teşkilatıyla" etkin firmalara benzeterek etkin firma konumuna gelebilecekleri söylenebilir (Tatlı & Bayrak, 2016).

Tablo 7. Toplam Referans Sayıları

KVB	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOPLAM
B1	3	5	5	5	4	4	26
B2	1	3	3			2	9
B3		1					1
B4	6	6	7	6	3	4	32
B7	1	4	5	3	3	5	21
B9				5		3	8
B10					4		4
B11	3						3

Potansiyel İyileştirme Oranlarının Belirlenmesi

Etkin olmayan KVB'lerin etkinlik seviyesine ulaşabilmeleri için referans alacakları KVB'ler ve potansiyel iyileştirme oranları Tablo 8'de verilmiştir. Etkin olmayan firmaların girdilerini ne oranda iyileştirmeleri gerektiğini bulmak için aşağıda verilen formül kullanılmıştır (Özçelik & Avcı Öztürk, 2019);

Potansiyel İyileştirme Oranı = (Hedeflenen Girdi - Gerçekleşen Girdi) / Gerçekleşen Girdi (5)

Etkin olmayan firmalar, 2021 dönemi iyileştirme oranlarını dikkate alarak sonraki dönemde hangi maliyet girdi veya girdilerinde ne oranda iyileştirme yapmaları gerektiğini belirleyerek etkinlik sağlayabilirler. B1, B2, B3, B4, B7 ve B9 kodlu firmalar görelî etkin durumda olduklarından iyileştirme yapmalarına ihtiyaçları yoktur. B5 firması, satış hâsılatı içindeki satışların maliyetini (G1) %44,3; genel yönetim giderlerini (G2) %66,0; pazarlama satış ve dağıtım giderlerini (G3) %57,4 ve finansman giderlerini (G4) %51,8 oranında azaltılması ile birlikte yurtdışı satış oranını (C1) %64,2 ve aktif kârlılığını (C2) %267,0 oranında artırması halinde görelî etkin firma haline gelebilecektir. Diğer etkin olmayan firmalarda benzer yöntemi takip ederek iyileştirmelerde bulunmaları halinde görelî etkin firma konumuna gelebileceklerdir.

Tablo 8. 2021 Yılı CCR Yöntemine Göre Firmaların Potansiyel İyileştirme Yüzdeleri

KVB	G1	G2	G3	G4	C1	C2	C3
B1	-	-	-	-	-	-	-
B2	-	-	-	-	-	-	-
B3	-	-	-	-	-	-	-
B4	-	-	-	-	-	-	-
B5	-0,443	-0,660	-0,574	-0,518	0,642	2,670	-
B6	-0,629	-0,625	-0,724	-0,761	-	1,090	-
B7	-	-	-	-	-	-	-
B8	-0,205	-0,579	-0,475	-0,791	1,312	5,051	-
B9	-	-	-	-	-	-	-
B10	-0,245	-0,235	-0,250	-0,602	-	0,500	0,143
B11	-0,073	-0,118	-0,222	-0,077	-	0,517	0,763
B12	-0,720	-0,739	-0,916	-0,717	-	0,558	7,160
B13	-0,304	-0,290	-0,391	-0,296	-	0,667	562,000
B14	-0,059	-0,809	-0,823	-0,932	2,414	11,069	-

Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi Analizi

MTFV endeksi, teknolojinin ölçüğe göre sabit getiri gösterdiğini varsaymaktadır. Bundan dolayı firmaların etkinliklerinin karşılaştırılmasında, ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında hesaplanan TFV endeksi kullanılmıştır (Yaşar, 2019). Tablo 9'da KVB'lerin Malmquist endeksi ve unsurlarının ortalama değişim değerleri verilmiştir.

Tablo 9. KVB'lerin Malmquist Endeksi ve Unsurlarındaki Ortalama Değişim Değerleri

KVB	Teknik Etkinlik Değişimi (TED)	Teknoloji Değişimi (TD)	Saf Teknik Etkinlik Değişimi (STED)	Ölçek Etkinlik Değişimi (ÖED)	TFV Değişimi (TFVD)
B1	1,000	0,947	1,000	1,000	0,947
B2	1,000	0,811	1,000	1,000	0,811
B3	0,971	1,036	0,977	0,994	1,005
B4	1,000	0,927	1,000	1,000	0,927
B5	1,051	0,970	1,005	1,045	1,019
B6	0,888	0,972	1,001	0,886	0,862
B7	1,000	0,957	1,000	1,000	0,957
B8	0,854	0,977	0,961	0,889	0,834
B9	0,930	0,938	0,976	0,952	0,872
B10	1,058	0,884	1,006	1,051	0,936
B11	1,015	0,937	1,010	1,006	0,951
B12	1,141	0,948	1,019	1,120	1,082
B13	0,967	0,896	0,999	0,968	0,867
B14	0,909	0,997	0,998	0,911	0,906
Ortalama*	0,982	0,941	0,996	0,985	0,924

*Tüm Malmquist endeks ortalamaları geometrik ortalamalardır.

2016-2021 döneminde teknik etkinlikteki değişime yıllık ortalama %1,8 oranında azalmıştır. TED'in unsurlarından olan STED %0,4; ÖED %1,5 oranında azalmıştır. TED'deki %1,8'lik azalma, firmaların 2016-2021 döneminde çıktılarını %1,8 daha az girdi kullanarak elde edebileceği anlamına gelmektedir. Diğer bir ifade ile firmalar, elde ettikleri çıktılarını %1,8'lik bir kaynak israfıyla meydan getirmişlerdir. TED'in azalışında, ÖED'in payı TED'e göre daha fazla olmuştur (Tablo 9). TED açısından en yüksek gelişme B12 kodlu firmaya aittir. Daha sonra B10, B5 ve B11 olarak gerçekleşmiştir. TED'de değişme olmayan KVB'ler ise B1, B2, B4 ve B7 firmalarıdır. Geriye kalan firmaların (altı adet) tümünün teknik etkinliği azalmıştır. Teknik etkinliği en fazla azalan firma B8 olmuştur (0,854). Teknik etkinliğinin azalmasına neden olan faktör ÖED'deki %11,1'lik azalmadır.

2016-2021 döneminde TD yıllık ortalama %5,9 azalmıştır. Çalışma kapsamında olan tüm firmalar (B3 hariç) TD açısından gerilemişlerdir. TD'si en düşük olan B2 (0,811), en yüksek olan B3 (1,036) firmaları olmuştur.

2016-2021 döneminde ÖED'de yıllık ortalama %1,5 azalma olmuştur. 2016-2021 dönemleri arasında B12 kodlu firma en yüksek ortalama ölçek etkinliği (%12) gerçekleştirmişken en fazla ortalama ölçek etkinliği azalışı (%11,4) ise B6 kodlu firma göstermiştir. Analiz kapsamındaki dört firmanın ölçek etkinliğinin yükseldiği, 6 firmanın ölçek etkinliğinin azaldığı ve 4 firmanın ölçek etkinliğinin değişmediği tespit edilmiştir.

Tablo 10'da faaliyet dönemlerine göre KVB'lerin ortalama TFV değerleri verilmiştir. TFVD yıllık ortalama 0,924 olarak hesaplanmıştır. Yani otomotiv sektöründe yer alan firmaların verimliliği yıllık ortalama %7,6 oranında azalmıştır. 2016-2021 çalışma dönemi itibari ile ortalama TFV değerinin artış gösterdiği tek dönem 2019-2020 dönemi olmuştur. Bu dönemde TFV ortalama değeri %4,8 artmıştır. En fazla düşüş 2016-2017 döneminde %15,1 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 10. Malmquist Endeksi ve Unsurlarının Yıllık Ortalama Değerleri

YILLAR	Teknik Etkinlik Değişimi	Teknoloji Değişimi	Saf Teknik Etkinlik Değişimi	Ölçek Etkinlik Değişimi	TFV Değişimi
2016-2017	1.035	0.820	1.030	1.005	0.849
2017-2018	0.839	1.024	0.965	0.869	0.859
2018-2019	0.959	0.944	0.962	0.996	0.905
2019-2020	1.059	0.990	1.036	1.023	1.048
2020-2021	1.035	0.941	0.992	1.044	0.975
Ortalama*	0.982	0.941	0.996	0.985	0.924

*Tüm Malmquist endeks ortalamaları geometrik ortalamalardır.

2019-2020 faaliyet döneminde gerçekleşen TFV'deki %4,8 artışın nedeni, TED'deki %5,9'luk artıştan kaynaklanmaktadır. TFV'deki artışa TD'in negatif etkisi olmuştur. TED'in %5,9 pozitif artışına STED'in %3,6 ve ÖED'in %2,3 katkısı olmuştur. 2016-2017 dönemi, TFV'nin %15,1 ile en fazla azaldığı dönem olmuştur. Verimlilik azalışının nedeni TD'nin %18 olumsuz etkisinden kaynaklanmaktadır. Teknik etkinliğin unsurları olan saf teknik ve ölçek etkinliğin olumlu katkıda bulunmasına karşın teknoloji değişimi değerinin negatif olması, 2016-2017 dönemi verimlilik değerinin azalışına neden olmuştur.

C5.0 Karar Ağacı Algoritması

Veri Madenciliği (VM) modellerinden olan karar ağaçları, sınıflandırma ve tahminleme için kullanılır. Karar ağacı teknikleri hangi değişkenlerin önemli olduğunu belirlemesi, varsayımlara ihtiyaç duymaması ve değişkenler arasındaki ilişkiyi görsel olarak sunması gibi çeşitli özelliklere sahiptirler (Tek, 2012). Çalışmada C5.0 algoritması tercih edilmiştir. C5.0 algoritmasının tercih edime nedeni, görsel olması ve yorumlanması için basit kurallar üretmesindedir. Veri seti iki gruba ayrılmıştır. Eğitim seti, modelin oluşturulduğu veri setidir. Test seti, eğitim seti sonuçlarının değerlendirildiği settir. Eğitim seti %70, test seti %30 olarak alınmıştır. C5.0 algoritması ile geliştirilen model, daha önce modelin hiç görmediği test seti verilerinin kullanılması ile modelin performansı ölçülmüştür. Bu durum kurulan modelin güvenilirliğini artırmaktadır. Çalışılan modelde kopuş değeri 0,5 alınmıştır.

Görelî etkin ve etkin olmayan firmaların etkinlik durumunun tespitinde hangi değişken veya değişkenlerin anlamlı olduğunu görmek için Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Girdi ve çıktı değişkenleri bağımsız, etkinlik durumları bağımlı değişken olarak alınmıştır. Etkin firmalar için "1" etkin olmayan firmalar için "0" kodlanarak Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Görelî etkin ve etkin olmayan firmalar arasında anlamlı bir farklılık göstermeyen değişken belirlenmiştir. C5.0 karar ağacı analizinde daha güvenilir sonuçlar almak için anlamlı farklılık göstermeyen değişken analiz kapsamı dışında tutulmuştur. Mann-Whitney U testinin sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Maliyet Girdi Değişkenleri İçin Mann-Whitney U Testi

Girdi/Çıktı Değişkenleri	Etkin Firma (35)	Etkin Olmayan Firma (49)	Mann-Whitney U	P*
Net Kâr / Öz Sermaye	60,91	29,35	213,000	0,001
Net Kâr / Toplam Aktifler	63,57	27,45	120,000	0,001
İhracat Tutarı / Net Satışlar	52,93	35,05	492,500	0,001
Satışların Maliyeti / Net Satışlar	37,91	45,78	697,000	0,145
Genel Yönetim Giderleri / Net Satışlar	29,49	51,80	402,000	0,001
Pazarlama Satış ve Dağıtım Gid. / Net Satışlar	29,69	51,65	409,000	0,001
Finansman Giderleri / Net Satışlar	29,37	51,88	398,000	0,001

*Anlamlılık düzeyi P=0,05 olarak alınmıştır.

Görelle etkin firmalar ile etkin olmayan firmalar arasında anlamlı farklılık göstermeyen satışların maliyeti / net satışlar oranı analiz dışında tutularak yapılan C5.0 karar ağacı algoritması tahmin sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. C5.0 Karar Ağacı Algoritması Sınıflandırma Sonuçları

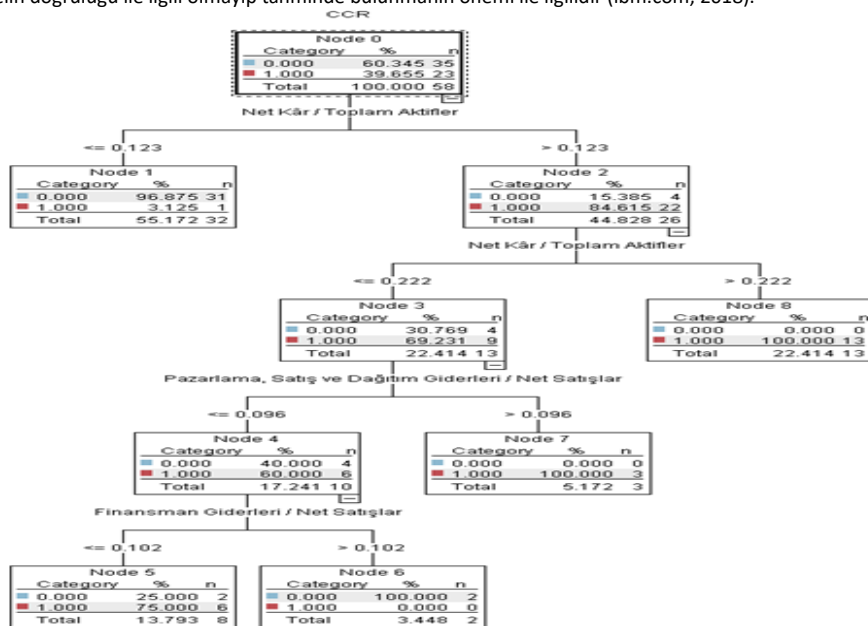
Gözlem	Tahmin		Etkin olmayan firma (0)		Etkin firma (1)		Toplam		Doğru Tahmin (%)	
	Eğitim	Test	Eğitim	Test	Eğitim	Test	Eğitim	Test	Eğitim	Test
Etkin olmayan firma (0)	35	13	-	1	35	14	100,00	92,86		
Etkin firma (1)	-	1	23	11	23	12	100,00	91,67		
Toplam	35	14	23	12	58	26	100,00	92,31		

Tablo 12'ye göre 35 adet etkin ve 49 adet etkin olmayan olmak üzere toplam 84 gözlem ile yapılan sınıflandırmada, toplamda 2 adet gözlem hatalı tahmin edilmiştir. Görelle etkin olan gözlemlerin doğru tahmin etme oranı %91,67; etkin olmayan gözlemlerin doğru tahmin edilme oranı %92,86 olarak hesaplanmıştır. Modelin genel performansı %92,31'dir. C5.0 algoritması tahmin modelinde finansal oranların önemlilik sıralamasında en önemli finansal oran net kâr / toplam aktifler oranıdır (%27). Daha sonra pazarlama, satış ve dağıtım giderleri / net satışlar (%17) ve net kâr / öz sermaye oranı (%16) yer almaktadır. Finansal oranların yüzde payları Tablo 13'de sunulmuştur.

Tablo 13. C5.0 KA Algoritması Finansal Oranların Önemlilik Sıralaması

Finansal Oranlar	Önemlilik Derecesi (%)
Net Kâr / Toplam Aktifler	27
Pazarlama, Satış ve Dağıtım Giderleri / Net Satışlar	17
Net Kâr / Öz Sermaye	16
Finansman Giderleri / Net Satışlar	14
İhracat Tutarı / Net Satışlar	14
Genel Yönetim Giderleri / Net Satışlar	12

Finansal oranların önemlilik derecelerinin, firmaların etkin veya etkin olmayan olarak gruplara ayrılmasında etki düzeyleri farklıdır. Finansal oranların önemlilik sıralaması, modeli tahmin etmede her finansal oranın göreceli önemini belirtir. Değerler göreceli olduğundan tüm finansal oranların değerlerinin toplamı %100 olur. Finansal oranlar, modelin doğruluğu ile ilgili olmayıp tahminde bulunmanın önemi ile ilgilidir (ibm.com, 2018).



Şekil 2. C5.0 Karar Ağacı

Şekil 2'ye göre firma etkinliklerinin belirlenmesinde en büyük etkiye sahip olan değişken, çıktı değişkeni olarak kullanılan net kâr / toplam aktifler oranı olduğu belirlenmiştir. Aktif karlılık oranı 0,123'e eşit ve düşük olan bir gözlem hariç tüm gözlemler (31 adet) etkin olmayan firmalardan oluşmaktadır. Düğümdeki tüm gözlemlerin aynı sınıfa ait ve dallanma olabilecek başka bir değişkenin bulunmaması durumunda sonlanacağından (Çakır 2008) düğüm 1'den (Node 1) sonra dallanma olmamıştır. Pazarlama, satış ve dağıtım giderleri / net satışlar oranının 0,096'ya eşit ve düşük olan Düğüm 4'de 10 adet gözlemin 6'sı yani %60'ı görece etkin firmalardan oluşmuştur. Finansman giderleri / net satışlar oranının 0,102'ye eşit ve düşük olan 8 adet gözlemin 6'sı yani %75'i görece etkin firmalardan oluşmuştur. Diğer bir ifade ile finansman giderleri / net satışlar oranı 0,102'den yüksek olan 2 adet gözlemin %100'u görece etkin olmayan firmalardır. Maliyet girdi değişkenlerinin firma etkinliklerinin belirlenmesinde pazarlama, satış ve dağıtım giderleri / net satışlar oranı ile finansman giderleri / net satışlar oranının yer aldığı görülmüştür. Pazarlama satış ve dağıtım giderleri ile finansman giderleri oranlarının düşük düzeyde olması firmaların etkinlik sağlamalarında rolü olduğu söylenebilir. Yapılan çalışma 14 firma, altı dönem ve 84 gözlem ile yapılmış olmakla birlikte örneklem büyüklüğünün (KVB ve dönem sayısı) artırılması ile daha ayrıntılı çalışmaların yapılabileceği düşünülmektedir.

Firmaların etkinliklerinin belirlenmesinde kullanılan modelin başarısının değerlendirilmesinde İşlem Karakteristik Eğrisi (ROC) kullanılmıştır. ROC eğrisi, modelin doğru sınıflandırma yeteneğini göstermektedir. Bir tahmin modelinin ROC eğrisi altında kalan alan, tahmin modelinin sınıflandırma olasılık değerini verir. ROC eğrisi altındaki alan 0.50 ile 1.00 arasında değer alabilir. ROC eğrisi altındaki alan ne kadar büyük ise tahmin modelinin başarısı o kadar yüksek demektir. ROC eğrisinin altındaki kalan alan, AUC (Area Under Curve) ile ölçülmektedir. AUC değerlerine göre bir tahmin modelinin başarısının değerlendirilmesinde (Hosmer & Lemeshow 2000; Lantz 2013);

- 0,5 <AUC <0,6 Ayrım değeri yok
- 0,6 <AUC <0,7 Zayıf
- 0,7 <AUC <0,8 Kabul edilebilir
- 0,8 <AUC <0,9 Mükemmel / iyi
- 0,9 <AUC <1,0 Harikulade gibi ölçütler kullanılır.

C5.0 karar ağacı algoritması tahmin sonuçlarının verildiği Tablo 12'ye göre eğitim setinin doğru tahmin başarısı %100; test setinin doğru tahmin başarısı %92,31 olarak bulunmuştur. Eğitim setinin AUC değeri 1,0; test setinin AUC değeri 0,902 olarak bulunmuştur. ROC AUC sonuçları, firmaların görece etkin ve etkin olmayan olarak sınıflandırılmasında tahmin modelinin oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren 14 firmanın maliyet yönetim etkinliklerinin ölçülmesine yer verilmiştir. Etkinliklerin ölçümünde VZA yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra MTFV Endeksi yaklaşımı kullanılarak zamana dayalı olarak verimlilik ve etkinlik unsurlarındaki değişimler incelenmiştir. Firmaların maliyet girdi kalemlerinden dört adet girdi; üç adet çıktı değişkeni belirlenerek toplam etkinlik (CCR) analizi 2016 – 2021 dönemleri için yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre;

2016 yılında altı, 2017'de beş, 2018'de dört, 2019'da beş, 2020'de dokuz ve 2021 yılında altı firma etkin bulunmuştur. B1, B2, B4 ve B7 kodlu firmaların tüm çalışma döneminde etkin oldukları ve sözü edilen firmaların optimum ölçekte faaliyet gösterdikleri anlaşılmıştır. Çalışma döneminin ilk yılı olan 2016'ya göre etkinlik ortalaması değerinin, %7,44 oranında arttığı hesaplanmıştır. Firmaların 2016 yılında %57'si, 2017'de %64'u 2018'de %71'i, 2019'da %64'u, 2020'de %16'sı ve 2021'de %57'si etkinliklerini iyileştirilmesi gerekmektedir.

Altı yıllık faaliyet döneminde B4 firması 32 kez referans alınan firma olmuştur. Daha sonra 26 kez B1, 27 kez B7 firmaları referans alınmışlardır. Tüm dönemde B5, B6, B8, B12, B13 ve B14 kodlu firmaların hiç referans alınmadığı görülmüştür.

2016-2021 döneminde TED, ortalama %1,8 azalmıştır ki bunun anlamı 2016-2021 döneminde firmalar %1,8 kaynak israfında bulunmuşlardır. Saf teknik etkinlik (%0,4) ve ölçek etkinliği değişimindeki ortalama %1,5 azalış, teknik etkinsizliğe neden olmuştur. TED'deki azalışın temel nedeni, ölçek etkinliğindeki azalıştan kaynaklanmaktadır.

2016-2021 döneminde TD, ortalama %5,9 azalmıştır. TD'nin pozitif olduğu tek dönem 2017-2018 dönemi olmuştur (%2,4). TD'nin en fazla azaldığı 2016-2017 döneminde gerçekleşme oranı %18 olmuştur.

TFV, 2019-2020 döneminde %4,8 artmıştır. Diğer tüm dönemlerde de verimlilik azalmıştır. Verimlilik kaybının (%15,1) en fazla yaşandığı dönem 2016-2017 dönemi olmuştur. 2016-2021 döneminde otomotiv sektöründe faaliyet gösteren 14 firmanın yıllık ortalama verimlilik kaybı %7,6 olarak hesaplanmıştır. Verimlilik azalışında, TD'nin katkısı TED'e göre daha fazla olmuştur.

2020-2021 koronavirüs salgın dönemi sürecinde, TFV'nin %2,5 oranında azaldığı görülmüştür. TFV'deki bu azalışta en büyük pay TD'deki azalıştan kaynaklanmaktadır. TED ve ÖED'deki pozitif artışa karşın TD'nin %5,9 azalışı, salgın sürecinde verimlilik kaybı yaşanmasının en önemli nedeni olmuştur.

Firma etkinliklerinin belirlenmesinde en büyük etkiye sahip olan değişken, çıktı değişkeni olarak kullanılan net kâr / toplam aktifler oranı olduğu belirlenmiştir. Maliyet girdi değişkenlerinin firma etkinliklerinin belirlenmesinde pazarlama, satış ve dağıtım giderleri ile finansman giderlerinin yer aldığı tespit edilmiştir. Pazarlama satış ve dağıtım giderleri ile finansman giderleri oranlarının düşük düzeyde olmasının firmaların etkinlik sağlamalarında rolü olduğu anlaşılmıştır.

Bu çalışmada, BIST'e kayıtlı Metal Eşya, Makine, Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları sektöründe listelenen şirketlerden otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların girdi odaklı VZA yöntemi ile firma etkinliklerinin belirlenmesinde rolü olan maliyet girdi değişkenleri incelenmiştir. Çalışma altı yıllık dönemi kapsamaktadır. Tercih edilen VZA modelleri, değişkenler, değişken sayıları, dönem sayısının azalması ve/veya artırılması, firma sayılarında olan değişiklikler analiz sonuçlarını farklılaştıracağı unutulmamalıdır.

Kaynakça

- Akhisar, İ., & Tezergil, S. (2014). Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi: Türk sigorta sektörü uygulaması. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 5(10), 1-14.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Beasley, J. A. (2000). *Data envelopment analysis*. <http://people.brunel.ac.uk/~mastijb/ieb/or/dea.html>(08 Şubat 2020).
- Behdioğlu, S., & Özcan, G. (2009). Veri zarflama analizi ve bankacılık sektöründe bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 14(3), 301-326.
- Biçen, Ç. (2010). *Otomotiv sektöründe veri zarflama analizi ile finansal etkinlik ölçümü*. (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Boles, J. S., Donthu, N., & Lohtia, R. (1995) Sales person evaluation using relative performance efficiency: The application of data envelopment analysis. *Journal of Personal Selling and Sales Management*, 15(3), 31-38, Erişim adresi: <https://www.jstor.org/stable/40472212>. (10 Ağustos 2019).
- Boussofiene, A., Dyson, R. G. & Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 52, 1-15.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Cihangir, M. (2004). *Türkiye'de banka birleşmeleri ve birleşen bankaların verimlilik ve etkinliğinin ölçülmesi üzerine karşılaştırmalı- uygulamalı bir inceleme*. (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Cooper, WW., Seiford, LM., & Z, Zhu (2011). *Handbook on data envelopment analysis, Second Edition*. Erişim Tarihi: 14.04.2021. Erişim Adresi: https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=fBbrAjpSplYC&oi=fnd&pg=PR3&dq=data+envelopment+analysis+definition&ots=vciu0Kw1Z&sig=m4v3kdigLzF_R32g41fwZl6Yml&redir_esc=y#v=onepage&q=data%20envelopment%20analysis%20definition&f=false.
- Çakır, Ö., (2008). *Veri madenciliğinde sınıflandırma yöntemlerinin karşılaştırılması bankacılık müşteri veri tabanı üzerinde bir uygulama*. (Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Demir, Y., & Gençtürk, M. (2006). İMKB'de işlem gören yerli ve yabancı bankaların gördü etkinliklerinin veri zarflama analizi ile ölçümü. *Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 21(2), 49-74.
- Demirci, A. (2012). *OECD üyesi ülkelerin ekonomik ve sosyal etkinliklerinin veri zarflama analizi yöntemiyle belirlenmesi*. (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Demirci, A. (2018). *Teori ve uygulamalarla veri zarflama analizi*. Gazi Kitabevi, Ankara.
- Ergenekon Arslan, A. E., & Güven, Ö. Z. (2018). Veri zarflama analizi ile üniversite etkinliklerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma: Türkiye örneği. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 3(6), 86-105.
- Gedik, A., Koçarslan, H., & Karaer, M. (2017). ISO 500 işletmelerinin malmquist-tfv endeksi ile etkinliğinin ölçülmesi: Otomotiv sektörü örneği. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 4(15), 1917-1923.
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250.
- Günay, B., (2015). BİST'te işlem gören KOBİ gıda işletmelerinin veri zarflama analizi yöntemi ile etkinliklerinin ölçülmesi. *Akademik Bakış Dergisi*, 47, 16-34.
- Hassan, M. K., & Işık, I. (2003). Financial disruption and bank productivity: the 1994 experience of Turkish banks. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 43, 291-320.
- Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (2013). *Applied logistic regression*. John Wiley & Sonc.
- Ibm.com, (2018). *Predictor Importance*. Erişim adresi: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SS3RA7_18.1.0/modeller_mainhelp_client_ddita/Clementine/idh_common_predictor_importance.html (Erişim tarihi: 17.07.2018).
- Khezrimotlagh, D. (2014). *How to deal with numbers of decision making units and variables in data envelopment analysis*. Erişim Tarihi: 29.03.2022. Erişim Adresi: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1503/1503.02306.pdf>
- Kıllı, M., & Uludağ, S. (2020). Veri zarflama analizi ile maliyet performansı ölçümü: BİST tekstil sektöründe bir uygulama. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(4), 797-828.
- Kızıl, C., (2023). Otomotiv sektöründe finansal performansın oran yöntemiyle analizi: Karsan ve Ford Otosan karşılaştırması (2017-2021 Dönemi). *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 255-275.
- Lorcu, F. (2010). Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi: Türk otomotiv sanayi uygulaması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 39(2), 276-289.
- Nurcan, E., & Kaya, N. (2016). Dünya otomotiv sektöründeki lider firmaların verimliliğinin veri zarflama analizi ile incelenmesi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2(1), 64-75.
- Özçelik, F., & Avcı Öztürk, B. (2019). Girdi olarak maliyetlere yönelik veri zarflama analizi modelleri ile gördü etkinlik analizi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11(2), 1011-1028.
- Özdemir, A. İ., & Düzgün, R. (2009). Türkiye'deki otomotiv firmalarının sermaye yapısına göre etkinlik analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(1), 147-164.
- Özden, Ü. H. (2008). Veri zarflama analizi (vza) ile Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.
- Öztürk, E. (2016). Maliyet performansının ölçümü için gördü etkinlik analizi: BİST çimento sektöründe veri zarflama analizi uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 1-16.
- Seyrek, İ. H., & Ata, H. A. (2010). Veri zarflama analizi ve veri madenciliği ile mevduat bankalarında etkinlik ölçümü. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, 4(2), 67-84.
- Sür, K. (2018). *Finansal etkinlik ölçümünde veri zarflama analizi: BİST'te ampirik bir uygulama* (Yüksek Lisans Tezi). Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Alanya.
- Şahin, İ. E., & Akkoyuncu, H. (2019). Türkiye'de otomotiv sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin etkinlik analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Prof. Dr. Fuat Sezgin Özel Sayısı*, 339-347.
- Taşçı, F. (2011). Verimlilik artışında emek etkinliği üzerine bir yaklaşım: Ah-me-t modeli. *Sosyal Siyaset Konferansları*, 61(2), 177-199. Erişim Tarihi: 11.03.2022. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/9812>.
- Tatlı, H., & Bayrak, R. (2016). Borsa İstanbul'da kayıtlı otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların etkinliklerinin statik ve dinamik veri zarflama analizi yöntemiyle değerlendirilmesi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 119-145.
- Tek, Ö. (2012). *Çocuk suçluluğunun CHAİD çözümüyle değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Tutkavul, K. (2019). Malmquist toplam faktör verimlilik endeksini kullanarak finansal etkinlik ve verimlilik ölçümü: Borsa İstanbul sınaı endeksinde bir uygulama. *Verimlilik Dergisi*, 2, 49-93.
- Uludağ Otomotiv Endüstrisi İhracatçıları Birliği (OİB) (2023). Erişim Adresi: Retrieved from <https://uib.org.tr/tr/birliklerimiz-uludag-otomotiv-endustrisi-ihracatcilar-birligi-oib-hakkinda.html>
- Yalama, A. & Sayım, M. (2008). Veri zarflama analizi ile imalat sektörünün performans değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 89-107.
- Yalçın, H. (2021). *Etkinlik ve verimlilik arasındaki farklar*. Erişim Tarihi: 12.03.2022. Erişim Adresi: <https://tr.linkedin.com/pulse/etkinlik-ve-verimlilik-aras%C4%B1daki-farklar-dr-hasan-val%C3%A7in>
- Yaşar, F. (2019). *Veri zarflama analizi ile BİST100'de işlem gören imalat işletmelerinin etkinliklerinin ölçümü* (Doktora Tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzincan.
- Yaylalı, M., & Çalmasıur, G. (2014). Türk otomotiv endüstrisinde maliyet ve toplam faktör verimliliği. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(3), 325-350.
- Yıldız, A. (2006). Otomotiv sektörü performansının değerlendirilmesi. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16, ss, 4.
- Yılmaz, F. (2018). *Sağlık kurumlarının performanslarının veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yükçü, S., & Atağan, G., (2009). Etkinlik, etkililik ve verimlilik kavramlarının yarattığı karışıklık. *Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(4), 1-14.