



Cezar, A. (2023). "2016-2021 Döneminde Türk Doğal Gaz Dağıtım Endüstrisinin Etkinlik Analizi", *Pamukkale Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 55, Denizli, ss. 379-397.

2016-2021 DÖNEMİNDE TÜRK DOĞAL GAZ DAĞITIM ENDÜSTRİSİNİN ETKİNLİK ANALİZİ

Asunur CEZAR*

Öz

Bu makale 57 Türk doğal gaz dağıtım şirketinin 2016-2021 dönemindeki etkinliklerini ve etkinlik değişimlerini girdi odaklı Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi ile incelemektedir. Dağıtım şirketlerinin etkinlikleri hem tüm yılların toplanmış verileri ile hem de 6 yıllık çok periyotlu analiz ile incelenmiştir. Toplanmış model sonuçlarına göre, dağıtım şirketlerinin ortalama toplam etkinlikleri, saf teknik etkinlikleri ve ölçek etkinlikleri sırasıyla %77.4, %81.2 ve %95.4'tür. Ölçek etkin olmayan dağıtım şirketlerinin 32'si (14'ü) ölçeğe göre artan (azalan) getiriye sahiptir. Toplanmış modelde toplam etkin olan 10 şirketten sadece üçünün tüm dönemlerde toplam etkin olduğu görülmüştür. Dağıtım şirketleri gaz dağıtım miktarlarına göre küçük ve büyük şirketler olarak sınıflandırılmış ve bu şirketlerin ölçek etkinlikleri ve ölçeğe göre artan ve azalan ölçekte çalışan büyük ve küçük şirket sayılarındaki değişimler yıllar bazında incelenmiştir. 2016-2021 döneminde, toplam teknik etkinlikte yıllık ortalama %1 ve teknolojik değişimde yıllık ortalama %0.8 azalma sonucunda toplam faktör verimliliği yıllık ortalama %1,8 azalmıştır. Toplam teknik etkinlikteki düşüşün kaynağı saf teknik etkinlikteki %0.6'lık ve ölçek etkinliğindeki %0.4'lük düşüşlerdir.

Anahtar kelimeler: Doğal gaz dağıtım endüstrisi, etkinlik, Veri Zarflama Analizi, Malmquist Endeksi.

EFFICIENCY ANALYSIS OF THE TURKISH NATURAL GAS DISTRIBUTION INDUSTRY IN THE PERIOD 2016-2021

Abstract

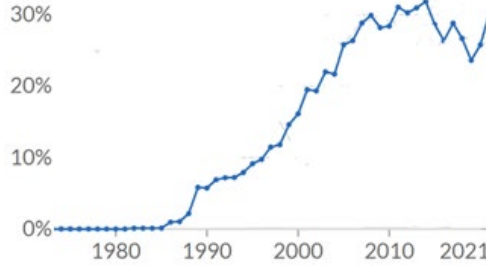
This paper analyzes the efficiency and efficiency changes of 57 Turkish natural gas distribution firms in the period 2016-2021 with input-oriented Data Envelopment Analysis (DEA) and Malmquist Total Factor Efficiency (TFP) Index, respectively. The efficiencies of the distribution firms are analyzed using both the aggregated data of all years and the six-year multi-period analysis. According to the results of the aggregated model, the technical efficiency, pure technical efficiency, and scale efficiency of the firms on average are 77.4%, 81.2%, and 95.4%, respectively. 32 (14) scale-inefficient firms have increasing (decreasing) returns to scale. Only three of the 10 firms that are technically efficient in the aggregated model are found to be fully efficient in all periods. Natural gas distribution firms are classified as small firms and large firms according to their gas delivery amounts, and the scale efficiency of these firms and the changes in the number of large and small firms with increasing or decreasing returns to scale are examined on a yearly basis. Over the period 2016-2021, total factor productivity decreased by an average 1.8% annually, as a result of an annual average decrease of 1% in technical efficiency and an annual average decrease of 0.8% in technological change. The reduction in technical efficiency is due to 0.6% decrease in pure technical efficiency and 0.4% decrease in scale efficiency.

Keywords: Natural gas distribution industry, efficiency, Data Envelopment Analysis, Malmquist Index.

*Doç. Dr., Boğaziçi Üniversitesi, İşletme Bölümü, Bebek, İSTANBUL.
e-posta: asunur.cezar@boun.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0001-8010-064X>)

1. GİRİŞ

Ülkemizde doğal gaz 1970'lerde kullanılmaya başlanmış ve dünyadaki gelişmelere paralel olarak serbestleşme ve özelleştirme sürecinin başlaması ile 2003 yılından itibaren doğal gaz piyasası hızla gelişmiştir. 2021 sonu itibarı ile 72 dağıtım firması ile 81 ilde nüfusunun %81'ine doğal gaz ulaştırılmış olup, önümüzdeki beş yılda dağıtım şirketlerince yapılması planlanan şebeke yatırımlarıyla ülkemizdeki ilçelerin %94'ünde doğal gaz erişiminin sağlanması beklenmektedir¹. Konutlarda, sanayide, enerji santrallerinde, resmi daire ve ticarethanelerin yer aldığı hizmet sektöründe kullanılan doğal gaz, Türkiye'nin toplam enerji ihtiyacının karşılanmasında en önemli üç enerji kaynağından biridir. Yurt içi üretimi (%1) çok sınırlı olan doğal gazın arzı ithalat yolu ile karşılanmaktadır ve doğal gaz ithalatının cari açık üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Doğal gaz tüketimi sanayileşme, şehirleşme oranı ve nüfus artışlarıyla artarken hava sıcaklığındaki artışla azalmaktadır.



Figür 1. Türkiye enerji tüketiminde doğal gazın payı (Kaynak: Our World in Data²)

Covid-19 pandemisinde enerji talebindeki azalmalar sonucunda yaşanan arz kesintileri, sonrasındaki tedarikte yavaş toparlanma, arz-talep dengesizlikleri, küresel tedarik zinciri krizi ve uluslararası politik riskler sonucunda dünya 2021 yılında küresel enerji krizi ile karşı karşıya gelmiştir. Enerji krizi ve yaşanan doğal gaz fiyatlarındaki tarihi yükselişler, ülke ekonomisi açısından doğal gaz dağıtım sektörünün etkinliğinin önemine vurgu yapmaktadır. Etkinlik (verimlilik) ağırlıklı çıktılar toplamının ağırlıklı girdiler toplamına olan oranı olarak tanımlanır. Yani bir firma belirli miktardaki girdi ile ne kadar çok çıktı sağlarsa veya belirli miktardaki çıktıyı ne kadar az girdi ile elde ederse o derecede etkindir. Hem mevcut doğal gaz dağıtım firmaları hem de doğal gaz dağıtım şebekesinin genişleme planlanmasında rol alan politika yapıcılar için verimliliğin artırılması önemli bir hedef olmalıdır, çünkü daha yüksek bir verimlilik genellikle daha düşük maliyetler ve müşteriler için daha düşük fiyatlar anlamına gelir.³ Türkiye'de doğal gaz dağıtım Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından düzenlenmektedir. EPDK doğal gaz perakende satış fiyatları ve ücret tarifelerini de belirlemektedir. Doğal gaz dağıtım şirketleri kanunen faaliyette buldukları bölgedeki tüm müşterilere doğal gaz sağlamak zorunda olduklarından çıktı seviyeleri üzerindeki kontrolleri kısıtlıdır. Bunun yanı sıra, dağıtım şirketlerinin faaliyette buldukları yerleşim yerleri arasında iklim ve nüfus yoğunluğu gibi çevresel faktörler açısından farklılıklar bulunmaktadır. Firmalarının kontrolü altında olmayan çevresel faktörler dağıtım firmalarının girdi ve çıktı seviyelerini, dolayısı ile verimliliklerini etkilemektedir. Örneğin, Akdeniz ve Ege bölgesindeki illerde hane başı ortalama doğal gaz tüketimi Türkiye ortalamasının altında yer alırken, hane başı tüketimin en yüksek olduğu beş il Doğu Anadolu bölgesinde yer almaktadır.

Bu çalışmada, Türk doğal gaz dağıtım sektörünün 2016-2021 dönemi etkinliği ve yıllar içindeki etkinlik değişimleri incelenmektedir. 2016-2021 dönemi, sektörün en güncel durumunu yansıtan dönem olması yanı sıra, Covid-19 pandemisi ve küresel enerji krizi gibi gelişmelerin Türk doğal gaz dağıtım firmalarının verimlilikleri üzerine olan etkilerinin izlenebileceği, pandemi öncesi ve sonrası yılları içeren, yeterince geniş bir araştırma dönemi olarak

¹ https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/2021_Yili_Dogal_Gaz_Sektor_Raporu.pdf

² <https://ourworldindata.org/energy/country/turkey#what-sources-does-the-country-get-its-energy-from>

³ https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/ee_and_carbon.pdf

seçilmiştir. Dağıtım şirketlerine ait veriler EPDK web sitesinde yayınlanan Doğal Gaz Piyasası Yıllık Sektör Raporlarından derlenmiştir. Dağıtım şirketleri arasında önemli ölçek farklılıklarının olmaması için 2016 yılı itibarı ile en az 6 yıl faaliyette olan 57 dağıtım şirketinin verileri ile inceleme yapılmıştır. Doğal gaz dağıtım şirketlerinin etkinlikleri girdi odaklı veri zarflama analizi (VZA) kullanılarak hem tüm yılların toplanmış verileri ile hem de çok periyotlu olarak incelenmiştir. Doğal gaz dağıtım miktarlarına göre küçük ve büyük şirketler olarak sınıflandırılan dağıtım şirketlerin ölçek etkinlikleri ve ölçeğe göre artan ve azalan ölçekte çalışan şirket sayılarındaki değişimler yıllar bazında incelenmiştir. Yıllar arasındaki etkinlik değişimlerini incelemede Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi kullanılmıştır. Makalenin kalan kısmının akışı şöyledir: Bölüm 2’de, doğal gaz endüstrisinde VZA ile etkinlik analizi çalışmalarına odaklanan bir literatür incelemesi sunulmuştur. Bölüm 3 çalışma metodolojisini sunarken, Bölüm 4 kullanılan veri seti ve değişkenler hakkındaki bilgileri içermektedir. Analiz ve bulgular Bölüm 5’de aktarılmış ve Bölüm 6’da çalışma sonuçları özetlenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Enerji endüstrisinin verimliliği üzerine çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Mardani ve ark. (2017) enerji etkinliğinin VZA ile ölçümü hakkında kapsamlı bir literatür incelemesi sunmuşlardır. VZA ile doğal gaz dağıtım sektörünün verimliliğine odaklanan çalışmalar nispeten daha azdır. Hawdon (2003) 33 ülkede gaz endüstrisinde kaynak kullanımının verimliliğini etkileyen bazı politika gelişmelerinin ülke performanslarına olan etkilerini incelemiştir. Hollas ve ark. (2002) VZA ile ABD’de 1974-1995 yılları arasında gaz dağıtım şirketlerinin etkinliğini ve regülasyon ortamındaki değişikliklerin şirketlerin etkinlikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Erbetta ve Rappuoli (2003) İtalyan doğal gaz dağıtım endüstrisindeki ölçek verimsizliklerinin dağıtım operatörlerinin genel verimliliğini olumsuz etkilediğini göstermişlerdir. Zorić ve ark. (2009) Slovenya, Hollanda ve Birleşik Krallık’taki gaz dağıtım şirketlerinin verimliliklerini karşılaştırarak Slovenya’daki dağıtım şirketlerinin daha az verimli olduğunu, yürürlüğe giren teşviğe dayalı tavan fiyat düzenlemesinin bu verimlilik açığının kapanmasına yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir. Marques ve ark. (2011) 2010-2013 yılları arasında Portekiz doğal gaz dağıtıcılarının etkinliğini VZA ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında ölçmüşlerdir. Nieswand ve ark. (2011) 2007 yılında 37 ABD doğal gaz dağıtım şirketinin etkinliğini Temel Bileşenler Analizi(TBA) ile boyut indirgemesi yaparak VZA yöntemi ile ölçmüşlerdir. Goncharuk ve Lo Storto (2017) Ukrayna ve İtalya’daki doğal gaz dağıtım şirketlerinin verimliliğini karşılaştırmışlar ve her iki ülkede firmaların teknik ve ölçek verimliliği açısından düşük performans gösterdiklerini göstermişlerdir. Lo Storto (2018) VZA kullanarak ABD’de 80 doğal gaz dağıtım şirketinin maliyet ve gelir etkinliğini inceleyerek ABD doğal gaz dağıtım endüstrisinde önemli verimsizlikler olduğunu göstermiştir.

Türk doğal gaz dağıtım sektörünün verimliliği üzerine olan çalışmalarda, ölçeğe göre sabit getiri ve değişken getiri varsayımları altında girdi odaklı veri zarflama analizi kullanılmıştır. Ertürk ve Türüt-Aşık (2011) 2008 yılında faaliyette olan 60 doğal gaz dağıtım şirketinden yeterince olgun olan 38 dağıtım şirketinin verilerini kullanarak sektörün etkinliğini incelemişlerdir. Sadece yeterli olgunluk seviyesine ulaşmış dağıtım şirketlerinin verilerinin etkinlik analizinde kullanılmasının nedeni, sektördeki verimsizliğin önemli bir nedeninin yeterli olgunluk ve ölçeğe ulaşmamış genç firmaların yatırım maliyetlerini karşılayacak müşteri sayısına sahip olmamalarıdır. Çalışmada farklı modellerin sonuçları karşılaştırılarak etkinlik seviyelerini etkileyen en iyi model spesifikasyonu belirlenmiştir. En iyi model spesifikasyonunda, çelik boru ve poliüretan boru hattı uzunluklarının iki ayrı girdi olarak kullanılması yerine toplam boru hattı uzunluğu, kadrolu ve taşeron çalışan sayılarının iki ayrı girdi olarak kullanılması yerine de toplam çalışan sayısı girdi olarak yer almıştır. Bu spesifikasyonda çıktı olarak toplam müşteri sayısı, toplam gaz tüketim ve günlük talep zirvesi, çevresel faktör (çıktı) olarak iklim ve nüfus yoğunluğu kullanılmıştır. Benzer şekilde, Yardımcı ve Karan (2015) sektörde faaliyet gösteren 57 doğal gaz dağıtım şirketinden yeterince olgun olan 25’inin 2011 yılı verimliliğini incelemişlerdir. Bu çalışmada girdi olarak işletme giderleri (OPEX), çıktı olarak müşteri sayıları, toplam gaz tüketimi, toplam ağ uzunluğu ve çevresel faktör olarak iklim kullanılmıştır. Hünerli ve Aydın (2019), verileri elde edilemeyen altı şirket hariç sektörde faaliyette olan 63 doğal gaz dağıtım firmasının 2013-2016 yıllarındaki etkinliklerini incelemişlerdir. Bu çalışma, firmaların olgunluk ve ölçek farklılıklarını ve çevresel faktörleri dikkate almamıştır. Çalışmada kullanılan üç girdi kadrolu personel sayısı, poliüretan boru hattı uzunluğu ve çelik boru hattı uzunluğudur; çıktı olarak konut abone sayısı kullanılmıştır. Çalışmada etkinlik analizi sadece 2013-2016 dönemindeki tüm yılların toplanmış verileri ile yapılmış, yıllar arasındaki etkinlik değişimleri Malmquist TFV Endeksi ile incelenmiştir. Bu

çalışmada, toplam etkin firma oranının %10, ortalama toplam etkinliğin %39.4 olduğu ve etkin olmayan firmaların ölçeğe göre artan getiride çalıştığı bulunmuştur.

Çalışmamız Türkiye doğal gaz dağıtım endüstrisinin etkinliğinin ve yıllar arasındaki etkinlik değişimlerinin incelendiği en güncel ve kapsamlı çalışmadır. İnceleme dönemi olan 2016-2021 yılları küresel olarak ülke ekonomilerini ve enerji sektörünü olumsuz etkileyen Covid-19 pandemisi ve sonrasında yaşanan gelişmeleri içermekte olup, çalışmamızda aynı zamanda bu gelişmelerin Türkiye doğal gaz dağıtım sektörünün verimliliği üzerine etkilerini görmek hedeflenmiştir. Dağıtım şirketleri arasındaki olgunluk ve ölçek farklılıkları dikkate alınarak, 2016 yılı itibarı ile en az 6 yıl faaliyette bulunan 57 dağıtım şirketinin verileri ile inceleme yapılmıştır. Çalışmada toplam boru hattı uzunluğu ve toplam çalışan sayısı girdi, toplam tüketim ve abone sayısı çıktı ve ters ısıtma gün derecesi çevresel faktör (çıktı) olarak kullanılmıştır. Dağıtım şirketlerinin etkinlikleri hem toplanmış veriler hem de her yılın verileri ile çok periyotlu olarak incelenmiştir. Dağıtım şirketleri gaz dağıtım miktarlarına göre küçük ve büyük şirketler olarak sınıflandırılmış ve bu şirketlerin ölçek etkinlikleri ve ölçeğe göre artan ve azalan ölçekte çalışan şirket sayılarındaki değişimler yıllar bazında incelenmiştir. Etkinlik değişimlerinin analizinde Malmquist TFV Endeksi kullanılmıştır. Ayrıca, yukarıda belirtilen değişkenlerin yer aldığı modele abonelik oranının çıktı olarak eklendiği ikinci bir model de incelenmiştir. Abonelik oranı toplam abone sayısının faaliyet bölgesindeki hane ve iş yeri sayıları toplamına bölünmesiyle elde edilir. İllere ait yıllık hane halkı sayıları TÜİK istatistiklerinden elde edilmiş, illere ait yıllık işyeri sayıları ise elde edilememiştir. Bu nedenle abonelik oranının sadece konut aboneleri için (konut abone sayısı/hane sayısı olarak) hesaplanması düşünülmüştür. 2019 yılı sonrasında EPDK sektör raporlarında konut abone sayı ve tüketimlerine yer verilmeyip sadece toplam tüketim ve toplam müşteri sayıları verildiğinden, bu alternatif de mümkün olmamıştır ve abonelik oranı yaklaşık olarak toplam abone sayısı/hane sayısı olarak hesaplanmıştır. EPDK'nın konut abone sayısı ve tüketimini raporladığı dönemlerde kurumsal abone sayılarının genelde çok az olduğu görüldüğünden, yaklaşık olarak hesaplanan abonelik oranının konut abone sayısı/hane sayısı değerine çok yakın olduğu öngörülmektedir. İki modelin sonuçlarının benzer olduğu fakat beklendiği gibi abonelik oranının eklendiği ikinci modelin etkinlik skorlarının birinci modelin etkinlik skorlarından biraz daha yüksek olduğu görülmüştür. İkinci modeldeki abonelik oranı sadece yaklaşık olarak hesaplanabildiğinden, makalede sadece birinci modelin sonuçlarına yer verilmiştir.

Kesit veri yerine panel veri ile yapılmış bir çalışma olması dışında, çalışmamızın Ertürk ve Türüt-Aşık (2011) ve Yardımcı ve Karan (2015) çalışmalarından önemli bir farkı, dağıtım şirketlerine ait verilerin EPDK web sitesinde yayınlanan Doğal Gaz Piyasası Yıllık Sektör Raporlarından derlenmiş olmasıdır. EPDK web sitesinde 2010-2021 yılları sektör raporları bulunmakta fakat bu raporlarda dağıtım firmalarının abone sayıları ve toplam gaz tüketimi vb. verilerine 2013 yılından itibaren yer verilmektedir. Ertürk ve Türüt-Aşık (2011) çalışmasında en iyi model spesifikasyonunda çıktı olarak kullanılan dağıtım firmalarının günlük talep zirve değerleri, EPDK web sitesindeki sektör raporlarında yer almadığından çalışmamızda kullanılmamıştır. Ayrıca, Ertürk ve Türüt-Aşık (2011) çalışmasında çevresel faktör olarak kullanılan şehirleşme oranı değişkeni yıllar içinde daha az önemli hale geldiğinden çalışmamızda kullanılmamıştır.^{4 5} Bu çalışmada kullanılan tüm veriler ilgili kurumların Web sitelerinde yayınladıkları raporlardan derlenmiştir. Çalışmanın sadece açık veriler ile yapılmış olması, mevcut veri kısıtları sebebiyle bir dezavantaj olarak görülebilir. Fakat, aksine, çalışmanın şeffaflığı, tekrarlanabilirliği ve ileriki dönemlerde yapılacak verimli çalışmaları ile sonuçlarının karşılaştırılabilirliği açısından bir avantajdır. Hünerli ve Aydın (2019) çalışmasının aksine, çalışmamızda dağıtım şirketlerinin etkinlikleri detaylı olarak hem toplanmış veriler hem de her yılın verileri ile çok periyotlu olarak incelenmiştir. Yine bu çalışmanın aksine, çalışmamızda dağıtım şirketleri gaz dağıtım miktarlarına göre küçük ve büyük şirketler olarak sınıflandırılmış ve bu şirketlerin ölçek etkinlikleri ile ölçeğe göre artan ve azalan ölçekte çalışan şirket sayılarındaki değişimler yıllar bazında incelenmiştir. Hünerli ve Aydın (2019) çalışması etkin olmayan firmaların sadece ölçeğe göre artan getiride çalıştığını bulurken, çalışmamız etkin olmayan firmaların ölçeğe göre artan veya azalan etkinlikte çalıştığını göstermektedir.

⁴ Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçlarına göre, Türkiye'de belde ve köylerde yaşayan nüfus oranı azalarak "2019 yılında %92,8 olan il ve ilçe merkezlerinde yaşayanların oranı, 2020 yılında %93" olmuştur (TÜİK, 2020).

⁵ Modele eklenen değişken sayısı artarken ortama verimlilik skorlarının yükseldiği fakat bunun modelin açıklama gücünü sınırladığı bilinmektedir (Jenkins ve Anderson, 2003).

3. ANALİZ YÖNTEMİ

Bu çalışmada parametrik olmayan bir teknik olan Veri Zarflama Analizi (VZA) etkinlik ölçümünde, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi dönemler arasındaki etkinlik değişimlerinin analizinde kullanılmıştır.

3.1 Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi (VZA) karar verme birimleri (KVB) diye isimlendirilen bir dizi birimin göreceli etkinliğini/verimliliğini değerlendirmede yaygın olarak kullanılan bir matematiksel programlama tekniğidir. Bir KVB, var olan teknoloji ve teknolojik değişim kapsamında, belirli miktardaki girdi bileşeni ile ne kadar çok çıktı üretirse veya belirli miktardaki çıktıyı ne kadar az girdi ile elde ederse o derecede etkindir. Verimlilik, çıktı değişkenlerinin ağırlıklı toplamının girdi değişkenlerinin ağırlıklı toplamına olan oranı olarak ölçülür. Dizi içindeki etkin karar verme birimleri belirlenip birleştirilerek oluşturulan etkin sınır verimsiz birimlerin etkinliğini ölçmede referans olarak kullanılır. Etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinlik değerleri etkin sınıra olan uzaklıkları ölçülerek belirlenmektedir. Etkin karar verme birimlerinin etkinlik değerleri 1, diğerlerinin etkinlik değerleri 0 ile 1 arasındadır. Ayrıca VZA etkin olmayan KVB'lere etkin hale gelmede referans alabilecekleri KVB'leri ve yapılması gereken değişikliklere işaret eder. VZA çoklu girdi ve çıktı faktörlerine izin veren, girdi faktörleri ve çıktı faktörleri arasındaki ilişkinin fonksiyonel formu hakkında herhangi bir varsayım gerektirmeyen bir yöntemdir.

CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes) ve BCC (Banker, Charnes ve Cooper) modelleri veri zarflama analizinde kullanılan temel modellerdir. Her iki model de girdi odaklı ve çıktı odaklı olarak kullanılabilir. Girdi odaklı modellerde, çıktılar sabittir ve hedef girdileri en düşük seviyeye getirmektir. Yani KVB'ler girdi düzeylerini azaltarak etkinliklerini artırabilirler. Çıktı odaklı modellerde ise girdiler sabittir ve hedef çıktıları en yüksek düzeye çıkarmaktır. İncelenecek endüstrinin yapısına göre girdi veya çıktı odaklı modeller kullanılır. Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından önerilen girdi odaklı kesirli ve doğrusal programlama modelleri aşağıda verilmiştir. Amaç her bir KVB için etkinliğinin maksimizasyonudur. n KVB sayısını, s çıktı sayısını ve m girdi sayısını göstermektedir. k numaralı KVB için y_{rk} r numaralı çıktı miktarını, x_{ik} i numaralı girdi miktarını, u_{rk} ve v_{ik} sırasıyla ilgili çıktı ve girdi ağırlıklarını göstermektedir. Kesirli programlama modeli, $\sum_{i=1}^m v_{ik}x_{ik} = 1$ kısıtı kullanılarak doğrusal programlama modeline çevirilmiştir. CCR veya CRS (sabit ölçekli getiri) modeli tüm firmaların optimal ölçekte faaliyet gösterdiği varsayımı ile teknik etkinliği (toplam teknik etkinlik veya toplam etkinlik) ölçer, teknik etkinlik girdilerin en uygun şekilde kullanılmasıyla mümkün olan en fazla çıktının elde edilme başarısını ifade eder (Cingi ve Tarım, 2000). CCR modeli, bir firmanın etkinlik skorunu birbirine benzemeyen ve muhtemelen ölçek açısından daha verimli firmalarla kıyaslayarak hesaplayabileceğinden, daha düşük etkinlik skorları hesaplayabilir. Bu durumu ortadan kaldırmak için, BCC veya VRS (değişken ölçekli getiri) modeli sabit ölçekli getiri varsayımını gevşetir ve benzer firmaları kıyaslayarak etkinliği ölçer.

$$\text{Max}_{u,v} \text{Etkinlik}_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk}y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik}x_{ik}}$$

$$\text{Max}_{u,v} \theta_k = \sum_{r=1}^s u_{rk}y_{rk}$$

kısıtlar:

$$\text{Etkinlik}_k \leq 1; \quad k=1, \dots, n$$

$$u_{rk} \geq 0; \quad r=1, \dots, s, \quad v_{ik} \geq 0; \quad i=1, \dots, m$$

(a) CCR kesirli programla modeli

kısıtlar:

$$\sum_{r=1}^s u_{rk}y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_{ik}x_{ik} \leq 0; \quad k = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_{ik}x_{ik} = 1;$$

$$u_{rk} \geq 0; \quad r=1, \dots, s, \quad v_{ik} \geq 0; \quad i=1, \dots, m$$

(b) CCR doğrusal programla modeli

$$\text{Max}_{u,v} \theta = \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} + u_k$$

kısıtlar:

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} + u_k - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} \leq 0; \quad k = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1;$$

$$u_{rk} \geq 0; \quad r = 1, \dots, s, \quad v_{ik} \geq 0; \quad i = 1, \dots, m, \quad u_k \text{ serbest de\u0131işken}$$

(c) BCC modeli

CCR modeli ile ölçülen etkinlik değerinin (teknik etkinlik) BCC modeli ile ölçülen etkinlik değerine (saf teknik etkinlik) bölünmesiyle ölçek etkinliği elde edilir. Yani girdi verimliliğiyle ilgili bir kavram olan teknik etkinliğin bileşenleri saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliğidir. Saf teknik etkinlik bir firmanın üretim sürecinde girdileri organize etmedeki yönetsel performansını, ölçek etkinliği ise firmanın mümkün olan en verimli ölçek boyutuna (optimal ölçek) yakın çalışma yeteneğini yansıtır. Bileşim oranlarını sabit tutarak girdilerde belirli bir oranda artış çıktılarda aynı oranda artışa sebep oluyorsa ölçeğe göre sabit getiri, daha yüksek oranda bir artışa sebep oluyorsa ölçeğe göre artan getiri ve daha düşük oranda bir artışa sebep oluyorsa ölçeğe göre azalan getiri söz konusudur⁶. Ölçeğe göre artan ve azalan getiri durumlarını ifade etmek için ölçeğe göre değişken getiri kavramı kullanılmaktadır. Ölçeğe göre artan (azalan) getiri gösteren bir KVB optimal ölçeğe göre küçüktür (büyüktür), yani üretimini etkin üretim sınırına ulaşıncaya kadar artırmalıdır (azaltmalıdır). BBC modeli aşağıda verilmiştir.

3.2 Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi

Veri zarflama analizi söz konusu karar verme birimlerinin belirli bir dönemdeki etkinliğini ölçer, yani statik bir yöntemdir. Malmquist TFV endeksi KVB'lerin dönemler arasındaki etkinlik değişimlerini ölçer. 1'den büyük endeks değeri toplam faktör verimliliğinde artışı gösterirken, 1'den küçük endeks değeri toplam faktör verimliliğindeki azalmayı gösterir. t dönemi ve $t+1$ dönemi arasındaki Malmquist TFV Endeksinin girdi odaklı uzaklık fonksiyonları kullanılarak formülasyonu aşağıda verilmiştir.

$$M_i(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left(\frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1}) D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t) D_i^{t+1}(y^t, x^t)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t)} \left(\frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1}) D_i^t(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}) D_i^{t+1}(y^t, x^t)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, $D_i^t(y^t, x^t)$ t döneminde Shephard'ın girdi odaklı uzaklık fonksiyonudur (Shephard, 1970). Çapraz-dönem mesafe fonksiyonu, $D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})$, $t+1$ dönemindeki gözlemi kullanarak t dönemindeki sınır teknolojisine göre etkinlik ölçüsünü gösterir, benzer şekilde $D_i^{t+1}(y^t, x^t)$ t dönemindeki gözlemi

⁶ Coelli T.J., Rao D.S.P., O'Donnell Ch.J., Battese G.E. (2005) An introduction to efficiency and productivity analysis, 2. Edition, Springer, New York.

kullanarak $t+1$ dönemindeki sınır teknolojisine göre etkinlik ölçüsünü gösterir (Färe ve ark., 1998). Malmquist TFP Endeksini hesaplamada ölçüğe göre sabit getiri varsayımı kullanılmalıdır. Ölçüğe göre değişken getiri varsayımında, çapraz-dönem mesafe fonksiyonu için mevcut bir çözüm olmayabilir. Grifell-Tatjé ve Lovell (1995) Malmquist TFV Endeksinin toplam faktör verimliliğindeki değişimi değişken ölçekli getiri varsayımı altında doğru hesaplamadığını göstermişlerdir.

Yukarıda formulasyonu verilen Malmquist Endeksi sırasıyla toplam teknik etkinlikteki değişim (TTED) ile teknolojik değişimin (TD) çarpımıdır, $TFVD = TTED \times TD$. Toplam teknik etkinlikteki değişim KVB'lerin etkin sınıra yaklaşmalarını yani üretim sınır eğrisini yakalama başarılarını, teknolojik değişim ise etkin sınırın yukarı veya aşağı yönlü hareketini gösterir. Bir önceki bölümde belirtildiği gibi, toplam teknik etkinlikteki değişimin (TTED) bileşenleri saf teknik etkinlikteki değişim (STED) ve ölçek etkinliğindeki değişimdir (ÖED), $TTED = STED \times ÖED$.

4. VERİ

Doğal gaz dağıtım literatüründe etkinlik çalışmalarında çoğunlukla çıktı olarak tüketilen gaz hacmi, müşteri sayısı ve servis alanı büyüklüğü kullanılırken girdi olarak yatırım ve işletme maliyetleri kullanılmıştır (Jamab ve ark. 2008, Ertürk ve Türüt-Aşık 2011). Dağıtım şirketleri için en önemli girdi olan yatırım parasal veya fiziksel ölçüler ile ifade edilebilir. Doğru parasal değerleri elde etmenin zorluklarından dolayı önceki çalışmalarda girdi olarak çoğunlukla çelik boru hattı uzunluğu ve poliüretan boru hattı uzunluğu veya boru hatlarının toplam uzunluğu kullanılmıştır. Benzer şekilde işletme maliyetleri de çalışan sayısı gibi fiziksel ölçülerle ifade edilmiştir. Ertürk ve Türüt-Aşık (2011) belirledikleri en uygun model spesifikasyonunda girdi olarak toplam boru hattı uzunluğunu ve toplam çalışan sayısını, çıktı olarak ise toplam müşteri sayısı ve toplam gaz tüketimini kullanmışlardır. Ayrıca, doğal gaz dağıtım şirketlerinin kontrolü altında olmayan iklim, şehirleşme düzeyi gibi çevresel faktörler de şirketlerin verimliliklerini etkilemektedir. İklim hem doğal gaz tüketimini hem de dağıtım şirketlerinin yatırım ve işletme maliyetlerini etkileyen önemli bir faktör olarak Ertürk ve Türüt-Aşık (2011) ve Yardımcı ve Karan (2015) çalışmalarında dikkate alınmıştır.

Doğal gaz dağıtım şirketlerine ait veriler EPDK Doğal Gaz Piyasası Yıllık Sektör Raporlarından⁷ derlenmiştir. EPDK dağıtım firmalarına ait gelir, gider kalemleri vb. parasal verileri raporlamamakta, çelik boru hattı uzunluğu ve poliüretan boru hattı uzunluğu, kadrolu ve kadrosuz çalışan sayıları gibi verileri raporlamaktadır. EPDK 2019 yılı sonrasında sadece toplam abone sayısı ve toplam gaz tüketimini raporlamakta, konut abonelerinin sayısını ve tüketimini raporlamamaktadır. Bu çalışmada girdi olarak toplam boru hattı uzunluğu ve toplam çalışan sayısı, çıktı olarak toplam gaz tüketimi ve toplam abone sayısı kullanılmıştır. Kullanılan değişkenlerin belirlenmesinde literatürdeki ilgili çalışmaların bulgularıyla beraber mevcut veri kısıtları etkin olmuştur. Ilıman iklim bölgelerinde faaliyet gösteren dağıtım şirketlerinin tüketim açısından dezavantajlarını ortadan kaldırmak için çevresel faktör olarak ters ısıtma gün derecesi (1/HDD) seçilmiştir. Isıtma gün derecesi (HDD), mekanları ısıtmak için gerekli olan enerji talebini ısıtmak için tasarlanmış bir ölçüdür. Günün ortalama sıcaklığı 15 C'nin üzerindeyse ısıtmaya gerek olmadığı varsayılır, yani o gün için HDD sıfırdır. Günün ortalama sıcaklığı 15 C'nin altındaysa, o günün ortalama sıcaklığının 18 C'den çıkarılmasıyla HDD bulunur (Eurostat, 2020). Yıllık HDD indeksi, bir yıldaki tüm günlerin HDD'lerinin toplamıdır. Yüksek (düşük) bir HDD değeri sert (ılıman) bir iklim anlamına gelir. İllere ait yıllık HDD değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü ısıtma ve soğutma gün dereceleri analizlerinden⁸ elde edilmiştir. Bu modelin yanı sıra, belirtilen değişkenlere ek olarak abonelik oranının çıktı olarak yer aldığı ikinci bir model de incelenmiştir. Faaliyet bölgelerindeki abonelik oranlarını artırmak dağıtım şirketleri için önemli bir hedeftir. Ayrıca abonelik oranı dağıtım şirketlerinin büyüme potansiyellerini yansıtmaktadır. Bir dağıtım şirketinin abonelik oranı toplam abone sayısının faaliyet bölgesindeki hane sayısı ve iş yeri sayısının toplamına bölünmesiyle elde edilir. İllere ait yıllık hane halkı sayıları TÜİK istatistiklerle aile bültenlerinde⁹ yer almaktadır, fakat illere ait yıllık işyeri sayıları istatistikleri elde edilememiştir. Bu nedenle elde edilen verilerle abonelik oranı temsilen toplam abone sayısının faaliyet bölgesindeki hane sayısına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

57 dağıtım şirketinin 2016-2021 dönemindeki etkinlikleri incelenmiştir. Veri zarflama analizinde örneklem boyutu ve modelde kullanılan değişken sayıları arasındaki ilişkiye dair temel kural, örneklem boyutunun kullanılan girdi ve

⁷ <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-94/dogal-gazyillik-sektor-raporu>

⁸ <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx?g=yillik&m=06-00&y=2016&a=08#>

⁹ <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Aile-2021-45632>

çıkıtı sayıları toplamının üç katına eşit veya daha büyük olmasıdır (Pedraja-Chaparro ve ark. 1999). Çalışmamızdaki örneklem büyüklüğü bu kurala göre uygundur. Çalışmada kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler ekte Tablo 1'de verilmiştir.

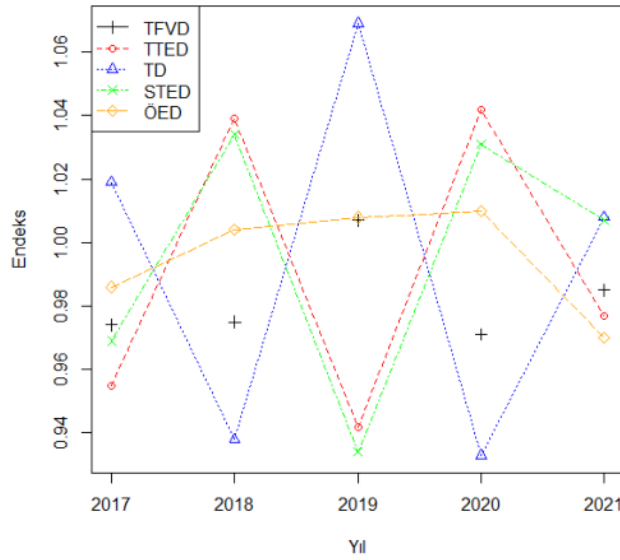
5. ANALİZ ve BULGULAR

Türk doğal gaz dağıtım sektörünün 2016-2021 dönemi etkinliği ve etkinlik değişimleri girdi odaklı CCR ve BCC modelleri ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi kullanılarak incelenmiştir. Analizde DEAP V2.1 programı kullanılmıştır. Yukarıda belirtilen iki modelin sonuçları karşılaştırılmıştır. Model sonuçlarının birbiriyle benzer olduğu fakat beklendiği gibi abonelik oranının eklendiği ikinci modeldeki etkinlik skorlarının birinci modeldeki etkinlik skorlarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Modelde kullanılan değişken sayıları artarken KVB etkinlik skorlarının ve etkin KVB sayılarının artışı yanısıra model sonuçlarında belirsizliğin artmasının (büyük standart sapma ve varyans değerleri ve geniş güven aralıkları) söz konusu olduğu bilinmektedir. Buna ek olarak abonelik oranı sadece yaklaşık olarak hesaplanabildiğinden bu modelin sonuçlarına makalede yer verilmemiştir. Çok periyotlu bir zaman aralığında KVB'lerin verimliliğini ölçmede tüm periyotların ortalama veya toplam değerleri kullanılabilir. Firmaların 2016-2021 dönemi değişkenlerinin toplam değerleri ile hesaplanan verimlilik skorları ekte Tablo 2'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, 10 dağıtım şirketi toplam etkin, 13 dağıtım şirketi saf teknik etkin ve 11 dağıtım şirketi ölçek etkindir (etkinlik skoru 1 olan şirketler Tablo 2'de işaretlenmiş olarak görülebilir). Dağıtım şirketlerinin ortalama toplam etkinlik skoru %77.4, saf teknik etkinlik skoru %81.2 ve ölçek etkinlik skoru %95.4'tür. Sonuçlar, girdi kullanımındaki verimsizliklerin ortadan kaldırılması için dağıtım şirketlerinin yönetsel performanslarının artırılması gerekliliğine dikkat çekmektedir. Ölçek etkin olmayan dağıtım şirketlerinin 32'si ölçeğe göre artan getiriye ve 14'ü ölçeğe göre azalan getiriye sahiptir. Yani dağıtım şirketlerinin çoğunluğu optimal ölçeğe göre küçüktür. Buradan bu dağıtım şirketlerinin ortalama ölçek etkinliklerinin artış yönünde olduğu ve büyümeye devam ederek bir süre sonra optimal ölçeğe ulaşabilecekleri söylenebilir. Bunun yanı sıra, dağıtım şirketlerinin %25 kadarının da optimal ölçeğe göre büyük olduğu görülmektedir.

Bütün yılların toplanmış verileri kullanılarak elde edilen verimlilik, belirtilen zaman periyodunun performansının genel bir ölçüsüdür. Bu durumda, bir KVB'nin genel olarak verimli olması, bu KVB'in 2016-2021 döneminin her yılında verimli olduğu anlamına gelmez. Dağıtım şirketlerinin yıllık etkinliklerinin incelendiği çok periyotlu VZA modeli sonuçları ekte Tablo 3'te verilmiştir. 2016 yılında 14 (20), 2017'de 12 (19), 2018'de 10 (17), 2019'da 5 (9), 2020'de 9 (14) ve 2021'de 7 (13) dağıtım şirketinin toplam etkin (saf teknik etkin) olduğu görülmektedir. 2016-2019 döneminde toplam etkin ve saf teknik etkin şirket sayıları her yıl azalmış, 2020'de sayılarda artış ve 2021'de tekrar azalma görülmüştür. Çok periyotlu model sonuçlarından, toplanmış modelde toplam etkin olan 10 dağıtım şirketine sadece üçünün tüm periyotlarda toplam etkin olduğu görülmektedir (bu üç şirket ve ilgili dönemlerde etkinlik skoru 1 olan diğer şirketler Tablo 3'te işaretlenmiştir). 2016 yılında 16, 2017'de 14, 2018'de 15, 2019'da 12, 2020'de 10 ve 2021'de 8 şirket ölçek etkindir. Literatürde doğal gaz dağıtım şirketleri gaz dağıtım miktarlarına göre küçük ve büyük şirketler olarak sınıflandırılmıştır (Ertürk ve Türüt Aşık, 2011). Çalışmamızda 100 milyon metre küpten daha az gaz dağıtım yapan şirketler küçük şirket, diğerleri büyük şirket olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre 2016 yılında şirketlerin çoğunluğu küçük şirketken, yıllar içinde büyük şirketlerin çoğunluğu oluşturduğu görülmektedir. Yıllar bazında dağıtım şirketlerinin gaz dağıtım miktarına göre büyüdüğü Tablo 1 ortanca değerlerinden görülebilir. Yıllara ve şirket büyüklüğüne göre ölçek etkin ve ölçeğe göre artan ve azalan getiri gösteren şirket sayıları ekte Tablo 4'te verilmiştir. Küçük şirketlerin çoğunluğunun ölçeğe göre artan ölçekte çalıştığı ve genel olarak ölçek etkin küçük firma sayısında yıllar içinde azalma olduğu söylenebilir. Ölçek etkin büyük şirket sayısında 2018 yılına kadar artış sonrasında azalış görülmektedir. Ayrıca, ölçeğe göre azalan ölçekte çalışan büyük şirket sayısında 2018 yılına kadar azalış sonrasında artış görülmektedir.

Dağıtım şirketlerinin çok periyotlu analiz ile hesaplanan etkinlikleri farklı periyotlar arasında karşılaştırılabilir değildir, çünkü her bir periyotta etkinliği hesaplamak için kullanılan akran grupları farklıdır. 2016-2021 dönemindeki etkinlik değişimleri Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi kullanılarak incelenmiştir. Ekte Tablo 5'te yıllık Malmquist TFV Endeksi ve bileşenlerindeki ortalama değişimler verilmiştir. Toplam teknik etkinlikte ortalama %1'lik ($1-0.990=0.01 = \%1$) ve teknolojik değişimde ortalama %0.8'lik ($1-0.992=0.008 = \%0.8$) düşüş sonucunda toplam faktör verimliliği ortalama %1,8 azalmıştır. Toplam teknik etkinlikteki düşüşün kaynağı saf teknik etkinlikteki %0.6'lık ve ölçek etkinliğindeki %0.4'lük düşüşlerdir. Teknolojik değişimdeki azalma dağıtım şirketlerinin gaz dağıtım

kapasitelerindeki düşüşe, saf teknik etkinlikteki azalma şirketlerin girdileri organize etmedeki yönetsel performanslarındaki düşüşe, ölçek etkinliğindeki azalma ise şirketlerin optimal ölçekte çalışma yeteneklerindeki azalışa işaret etmektedir. Toplam faktör verimliliğindeki en yüksek düşüş %2.9 oranında 2019-2020 döneminde görülmüştür. Bu düşüş teknolojik değişimdeki %6.7'lik düşüş kaynaklıdır. Toplam faktör verimliliğinde artış sadece 2018-2019 döneminde %0.7 oranında gerçekleşmiştir. Bu artış, saf teknik etkinlikte görülen en yüksek düşüşe rağmen teknolojik değişimdeki %6.7 oranındaki en yüksek artış kaynaklıdır. Figür 2'de görüldüğü üzere 2016-2021 döneminde toplam teknik etkinlik ve saf teknik etkinlik arttığında (azaldığında) teknolojik değişim azalmıştır (artmıştır). Ölçek etkinliğinde 2017-2020 arası artış, sonrasında düşüş görülmüştür.



Figür 2. Yıllar Bazında Malmquist TPV Endeksi ve Bileşenlerindeki Ortalama Değişim

2016-2021 döneminde dağıtım şirketleri bazında Malmquist TFV Endeksi ve bileşenlerindeki ortalama değişimler ekte Tablo 6'te verilmiştir. Sonuçlara göre, toplam faktör verimliliği 21 şirkette artmış, 2 şirkette sabit kalmış ve 34 şirkette azalmıştır. Toplam faktör verimliliğinde en yüksek artış 53 numaralı şirkette, en yüksek düşüş 31 numaralı şirkette gerçekleşmiştir. Toplam etkinlik 21 şirkette artmış, 6 şirkette değişmemiş, 30 şirkette azalmıştır. Toplam etkinlikte en yüksek artış 8 numaralı şirkette, en yüksek düşüş 5 numaralı şirkette gerçekleşmiştir. Teknolojik değişim 22 şirkette artmış, 35 şirkette düşmüştür. Teknolojik değişimde en yüksek artış 42 numaralı şirkette, en yüksek düşüş 33 numaralı şirkette gerçekleşmiştir. Saf teknik etkinlik 17 şirkette artmış, 12 şirkette sabit kalmış ve 28 şirkette azalmıştır. Saf teknik etkinlikte en yüksek artış 7 numaralı şirkette, en yüksek düşüş 5 numaralı şirkette olmuştur. Ölçek etkinliği ise 18 şirkette artmış, 7 şirkette değişmemiş ve 32 şirkette azalmıştır. Ölçek etkinliğinde en fazla artış 35 numaralı şirkette, en fazla düşüş 7 numaralı şirkette görülmüştür.

6. SONUÇ

2016-2021 döneminde dağıtım şirketlerinin ortalama toplam etkinliğinin %77.4, saf teknik etkinliğinin %81.2 ve ölçek etkinliğinin %95.4 olduğu görülmüştür. Sonuçlarımız girdi verimsizliklerinin ortadan kaldırılmasında dağıtım şirketlerinin yönetsel performanslarının iyileştirilmesi gerekliliğine dikkat çekmektedir. Ölçek etkin olmayan dağıtım şirketlerinin çoğunluğunun optimal ölçüğe göre küçük olduğu görülmüştür. Bu şirketlerin büyümeye devam ederek bir süre sonra optimal ölçüğe ulaşabilecekleri öngörülebilir fakat dağıtım şirketlerinin göz ardı edilemeyecek bir oranının (%25) da optimal ölçüğe göre büyük olduğu görülmektedir. Çok periyotlu VZA analizi sonuçlarından, toplam etkin ve saf teknik etkin şirket sayılarının 2020 yılına kadar her yıl azaldığı, 2020'de sayıların arttığı ve 2021'de tekrar azaldığı görülmüştür. 2019'dan itibaren ölçek etkin şirket sayısı da her yıl azalmıştır.

2016-2021 döneminde doğal gaz dağıtım şirketlerinin yıllık ortalama toplam faktör verimliliğinde ve tüm bileşenlerinde azalma olduğu görülmüştür. Teknolojik değişimdeki düşüş dağıtım şirketlerinin gaz dağıtım kapasitelerindeki düşüşe, saf teknik etkinlikteki azalma şirketlerin girdileri organize etmedeki yönetsel

performanslarındaki düşüşe ve ölçek etkinliğindeki azalma şirketlerin uygun ölçekte çalışma yeteneklerindeki azalışa dikkat çekmektedir. Toplam faktör verimliliğinde artış sadece 2018-2019 döneminde teknolojik değişimde gerçekleşen artış kaynaklı olarak gerçekleşmiştir. 2016-2021 döneminde teknik etkinlik arttığında (azaldığında) teknolojik değişim azalmıştır (artmıştır). Toplam faktör verimliliğindeki en yüksek düşüş 2019-2020 döneminde görülmüştür. Bu düşüş teknolojik değişimdeki düşüş kaynaklıdır. Teknolojik değişimdeki bu düşüş Covid-19 pandemisinde yaşanan talep azalmaları ile açıklanabilir, 2020 sonrası ekonomik faaliyetlerdeki artışla beraber doğal gaz talepte tekrar artış görülmüştür. Ölçek etkinliğinde 2017-2020 arasında artış ve sonrasında düşüş görülmektedir. Firma bazındaki inceleme, şirketlerinin yaklaşık %53'ünde toplam teknik etkinliğin azaldığını (%10'unda sabit kalmış ve %37'sinde artmış), %61'inde teknolojik değişimin düştüğünü (%39'unda artmış), %51'inde saf teknik etkinliğin azaldığını (%21'inde sabit kalmış ve %28'inde artmış) ve %56'sında ölçek etkinliğinin azaldığını (%12'sinde sabit kalmış, %32'sinde artmış) göstermektedir.

Çalışmamızın sonuçları, doğal gaz dağıtım sektöründe önemli girdi verimsizlikleri olduğuna ve inceleme döneminde tüm ortalama etkinlik değerlerindeki bozulmalara işaret etmektedir. Doğal gaz, ülkemizin enerji ihtiyacının karşılanmasında en yüksek paya sahip enerji kaynaklarından. Dışa bağımlı olduğumuz bu kaynağın etkin dağıtımını sadece dağıtım şirketleri için değil, tüm doğal gaz tüketicileri ve ülke ekonomisi üzerine olan etkileri açısından önemlidir.

KAYNAKÇA

- Cingi, S. ve Tarım, Ş. A. (2000). Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü DEA-Malmquist TFP Endeksi Uygulaması. *Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Tebliği Serisi*, Sayı:01.
- Coelli T.J., Rao D.S.P., O'Donnell Ch.J., Battese G.E. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis, 2. Edition, Springer, New York.
- Mardani, A., Zavadskas, E.K., Streimikiene, D., Jusoh, A., ve Khoshnoudi. (20017). M. A comprehensive review of data envelopment analysis (DEA) approach in energy efficiency. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 70, 1298–1322.
- Erbetta, F. ve Rappuoli, L. (2008). Optimal scale in the Italian gas distribution industry using data envelopment analysis. *Omega*, 36, 325–336.
- Ertürk, M. ve Türüt-Aşık, S. (2011). Efficiency analysis of Turkish natural gas distribution companies by using data envelopment analysis method. *Energy Policy*, 39, 1426–1438.
- Eurostat. (2020). Energy statistics - cooling and heating degree days, Reference Metadata in Euro SDMX Metadata Structure. (25. 1. 2023) https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg_chdd_esms.htm.
- Färe, R., Grosskopf, S. ve Roos, P. (1998). Malmquist Productivity Indexes: A Survey of Theory and Practice. In: Färe, R., Grosskopf, S., Russell, R.R. (eds) *Index Numbers: Essays in Honour of Sten Malmquist*. Springer, Dordrecht.
- Goncharuk, A.G. ve Lo Storto, C. (2017). Challenges and policy implications of gas reform in Italy and Ukraine: Evidence from a benchmarking analysis. *Energy Policy*, 101, 456–466.
- Grifell-Tatjé. E. ve Lovell. C.A.K. (1995). A note on the Malmquist productivity index. *Economics letters*, 47 (2), 169-175.
- Hawdon, D. (2003). Efficiency performance and regulation of the international gas industry—A bootstrap DEA approach. *Energy Policy*, 31, 1167–1178.
- Hollas, D.R., Macleod, K.R. ve Stansell, S.R. (2002). A data envelopment analysis of gas utilities' efficiency. *J. Econ. Financ.* 26, 123–137.
- Hünerli, Ö. C. ve Aydın, Ü. (2019). Türkiye'de Faaliyet Gösteren Doğal Gaz Dağıtım Firmalarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Etkinliğinin Araştırılması. *Journal of Yasar University*, 14 (Special Issue), 133-146.
- Jamasb, T., Pollitt, M. ve Triebs, T. (2008). Productivity and efficiency of US gas transmission companies: A European regulatory perspective. *Energy Policy*, 36, 3398–3412.
- Jenkins, L. ve Anderson M. (2003). A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 147: 51-61.
- Lovell, C.K. (1993). Production Frontiers and Productive Efficiency. In: Fried, H.O., Lovell, C.K. and Schmidt, S.S., Eds., *The Measurement of Productive Efficiency-Techniques and Applications*. Oxford University Press, Oxford, 3-67.

- Nieswand, M., Cullmann, A. ve Neumann, A. (2011). Overcoming Data Limitations in Nonparametric Benchmarking: Applying PCA-DEA to Natural Gas Transmission. *Rev. Netw. Econ.*, 9.
- Pedraja-Chaparro, F., Salinas-Jiménez, F. ve Smith, P. (1999). On the Quality of the Data Envelopment Analysis Model. *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 50, No. 6, 636-644.
- Lo Storto, C., (2018). A Nonparametric Economic Analysis of the US Natural Gas Transmission Infrastructure: Efficiency, Trade-Offs and Emerging Industry Configurations. *Energies*, 11(3), 519.
- Shephard, R. W. (1970). Theory of Cost and Production. Princeton University Press.
- Sueyoshi, T., Yuan, Y. ve Goto, M. (2017). A literature study for DEA applied to energy and environment. *Energy Econ.*, 62, 104–124.
- Yardımcı, O., Karan, M.B. (2015). Efficiency and service quality analyses of the natural gas distribution companies: A case study of Turkey. In *Energy Technology and Valuation Issues, Part III*. Dorsman, A., Westerman, W., Simpson, J.L., Eds. Springer: Cham, Switzerland, 165–198.
- Zorić, J., Hrovatin, N. ve Scarsi, G. (2009). Gas Distribution Benchmarking of Utilities from Slovenia, the Netherlands and the UK: An Application of Data Envelopment Analysis. *South East Eur. J. Econ. Bus.*, 4, 113–124.

EK

Tablo 1. Tanımlayıcı istatistikler

Yıl		Tüketim (milyon m3)	Abone sayısı	1/HDD	Toplam boru hattı (km)	Çalışan sayısı
2016	Toplam	11034.200	12200000	0.0318948	101389.900	15009
	Ortalama	193.583	214908.900	0.0005596	1778.771	263.316
	Ortanca	82.490	89403	0.0005429	946.097	129
	Standart Sapma	529.010	613891.9	0.0002404	2508.350	604.616
	En Küçük	11.890	15387	0.0002120	249.553	40
	En Büyük	3766.610	4448767	0.0016892	17329.600	4478
2017	Toplam	12821.65	13300000	0.0305172	110448.600	15485
	Ortalama	224.9412	232943.800	0.0005354	1937.694	271.667
	Ortanca	102.890	101408	0.0005163	1060.257	146
	Standart Sapma	588.516	639952.100	0.0002207	2584.284	603.176
	En Küçük	15.220	16252	0.0002092	321.638	25
	En Büyük	4198.510	4661015	0.0014535	17843.96	4507
2018	Toplam	11714.610	14300000	0.0374587	120537.900	16492
	Ortalama	205.520	251484.2	0.0006572	2114.700	289.333
	Ortanca	97	111644	0.0006321	1263.567	153
	Standart Sapma	515.535	666153.300	0.0002630	2648.797	584.634
	En Küçük	10.950	16770	0.0002483	373.184	31
	En Büyük	3714.590	4868167	0.0016051	18273.540	4298
2019	Toplam	13478.130	15400000	0.0335678	127103.600	15882
	Ortalama	236.458	269489.7	0.0005889	2229.887	278.632
	Ortanca	113.870	125586	0.0005501	1334.501	172
	Standart Sapma	562.199	689657.6	0.0002211	2725.984	440.225
	En Küçük	10.420	16880	0.0002263	390.723	35
	En Büyük	4025.770	5038272	0.0012690	18588.050	3049
2020	Toplam	14578.950	16300000	0.0331585	134734.500	16553

	Ortalama	255.771	285860.1	0.0005817	2363.764	290.404
	Ortanca	122.320	129279	0.0005580	1413.545	193
	Standart Sapma	617.861	709569.8	0.0002312	2799.456	451.070
	En Küçük	11.810	16924	0.0002364	411.889	33
	En Büyük	4443.110	5188646	0.0013624	18815.620	3021
2021	Toplam	15471.280	17200000	0.0334261	140270.600	18515
	Ortalama	271.426	301118.2	0.0005864	2460.888	324.825
	Ortanca	132.140	143064	0.0005590	1530.640	195
	Standart Sapma	634.721	718022.8	0.0002462	2673.564	597.131
	En Küçük	12.490	16924	0.0002320	431.934	34
	En Büyük	4572.220	5243996	0.0013850	17095.970	4372

Tablo 2. Toplanmış VZA sonuçları

Firma No		Toplam Teknik Etkinlik	Saf Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği	Ölçeğe Göre Getiri
1	AGDAŞ ADAPAZARI GAZ	0.562	0.564	0.996	ARTAN
2	AKMERCAN ADIYAMAN DOĞAL GAZ	0.843	0.853	0.988	AZALAN
3	AKSA AFYON DOĞAL GAZ	0.637	0.657	0.969	ARTAN
4	AKSA BALIKESİR DOĞAL GAZ	0.836	0.846	0.988	AZALAN
5	AKSA BANDIRMA DOĞAL GAZ	0.583	0.642	0.908	ARTAN
6	AKSA BİLECİK BOLU DOĞAL GAZ	0.576	0.583	0.988	ARTAN
7	AKSA ÇUKUROVA DOĞAL GAZ	0.567	0.696	0.815	AZALAN
8	AKSA DÜZCE EREĞLİ DOĞAL GAZ	0.583	0.585	0.997	ARTAN
9	AKSA ELAZIĞ DOĞAL GAZ	0.900	0.902	0.998	ARTAN
10	AKSA GEMLİK DOĞAL GAZ	0.591	0.606	0.975	ARTAN
11	AKSA GÜMÜŞHANE BAYBURT DOĞAL GAZ	0.801	1.000	0.801	ARTAN
12	AKSA KARADENİZ DOĞAL GAZ	0.959	0.961	0.998	AZALAN
13	AKSA MALATYA DOĞAL GAZ	0.853	0.856	0.996	ARTAN
14	AKSA MANİSA DOĞAL GAZ	0.915	0.924	0.990	AZALAN
15	AKSA MUSTAFAKEMALPAŞA DOĞAL GAZ	0.549	0.565	0.973	ARTAN
16	AKSA ORDU GİRESUN DOĞAL GAZ	0.878	0.880	0.998	AZALAN
17	AKSA ŞANLIURFA DOĞAL GAZ	1.000	1.000	1.000	SABİT
18	AKSA SİİRT BATMAN DOĞAL GAZ	1.000	1.000	1.000	SABİT
19	AKSA SİVAS DOĞAL GAZ	0.630	0.670	0.941	ARTAN
20	AKSA TOKAT AMASYA DOĞAL GAZ	0.667	0.673	0.992	ARTAN
21	AKSA VAN DOĞAL GAZ	0.672	0.752	0.894	ARTAN
22	ARMADAŞ ARSAN MARAŞ DOĞAL GAZ	0.821	0.835	0.983	AZALAN
23	ARMAGAZ ARSAN MARMARA DOĞALGAZ	0.773	0.776	0.996	AZALAN
24	BAHÇEŞEHİR GAZ	1.000	1.000	1.000	SABİT
25	BAŞKENT DOĞALGAZ	1.000	1.000	1.000	SABİT
26	BURSA ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ	1.000	1.000	1.000	SABİT
27	ÇİNİGAZ DOĞAL GAZ	0.738	0.925	0.798	ARTAN

28	ÇORDAŞ ÇORLU DOĞALGAZ	0.794	0.799	0.994	AZALAN
29	ÇORUM DOĞAL GAZ	0.837	0.884	0.948	ARTAN
30	DİYARBAKIR DOĞAL GAZ	0.898	0.901	0.997	ARTAN
31	ENERYA AKSARAY GAZ	0.741	0.741	1.000	SABİT
32	ENERYA ANTALYA GAZ	1.000	1.000	1.000	SABİT
33	ENERYA AYDIN GAZ	1.000	1.000	1.000	SABİT
34	ENERYA DENİZLİ GAZ	0.865	0.875	0.988	AZALAN
35	ENERYA ERZİNCAN GAZ	0.718	0.792	0.906	ARTAN
36	ENERYA KAPADOKYA GAZ	0.904	0.944	0.957	ARTAN
37	ENERYA KARAMAN GAZ	1.000	1.000	1.000	SABİT
38	ENERYA KONYA GAZ	0.720	0.731	0.986	ARTAN
39	ESGAZ ESKİŞEHİR ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ	0.986	1.000	0.986	ARTAN
40	GAZDAŞ GAZİANTEP DOĞAL GAZ	0.638	0.639	0.999	AZALAN
41	İGDAŞ İSTANBUL GAZ	1.000	1.000	1.000	SABİT
42	İNEGÖL GAZ	0.501	0.518	0.967	ARTAN
43	İZGAZ İZMİT GAZ	0.623	0.627	0.993	AZALAN
44	İZMİR DOĞALGAZ	0.691	0.700	0.987	AZALAN
45	KARGAZ DOĞAL GAZ	0.632	0.678	0.932	ARTAN
46	KARGAZ KARS ARDAHAN DOĞAL GAZ	0.600	0.866	0.693	ARTAN
47	KAYSERİGAZ KAYSERİ DOĞALGAZ	0.597	0.598	0.997	ARTAN
48	KIRGAZ KIRIKKALE-KIRŞEHİR DOĞAL GAZ	0.523	0.548	0.955	ARTAN
49	PALEN ENERJİ DOĞAL GAZ	0.937	1.000	0.937	ARTAN
50	PALGAZ DOĞAL GAZ	1.000	1.000	1.000	SABİT
51	POLGAZ POLATLI DOĞALGAZ	0.532	0.685	0.778	ARTAN
52	SAMGAZ DOĞAL GAZ	0.955	0.967	0.988	AZALAN
53	SELÇUK DOĞAL GAZ	0.622	0.880	0.707	ARTAN
54	SÜRMEİ DOĞAL GAZ	0.678	0.908	0.747	ARTAN
55	TOROSGAZ ISPARTA BURDUR DOĞALGAZ	0.706	0.713	0.990	ARTAN
56	TRAKYA BÖLGESİ DOĞAL GAZ	0.536	0.538	0.997	ARTAN
57	UDAŞ UŞAK DOĞALGAZ	0.936	0.991	0.945	ARTAN
Ortalama		0.774	0.812	0.954	

Tablo 3. Çok Periyotlu VZA sonuçları

Firma No	2016			2017			2018			2019			2020			2021		
	Crste	Vrste	Ölçek	Crste	Vrste	Ölçek	Crste	Vrste	Ölçek	Crste	Vrste	Ölçek	Crste	Vrste	Ölçek	Crste	Vrste	Ölçek
1	0.581	0.595	0.977	0.569	0.569	1.000	0.622	0.622	1.000	0.523	0.524	0.997	0.595	0.597	0.997	0.555	0.561	0.990
2	0.879	0.879	1.000	1.000	1.000	1.000	0.881	0.883	0.998	0.735	0.756	0.972	0.807	0.810	0.996	0.806	0.869	0.927
3	0.681	0.715	0.953	0.532	0.620	0.858	0.627	0.659	0.952	0.632	0.644	0.981	0.638	0.660	0.966	0.613	0.646	0.949
4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.897	0.898	0.999	0.833	0.833	0.999	0.763	0.763	1.000	0.708	0.720	0.984
5	0.827	0.905	0.914	0.600	0.642	0.935	0.647	0.677	0.956	0.441	0.511	0.862	0.662	0.691	0.958	0.422	0.460	0.918
6	0.523	0.525	0.997	0.516	0.534	0.966	0.559	0.572	0.977	0.563	0.570	0.988	0.561	0.577	0.974	0.586	0.620	0.945
7	0.492	0.591	0.832	0.538	0.663	0.812	0.584	1.000	0.584	0.491	0.512	0.958	0.572	0.612	0.934	0.600	1.000	0.600
8	0.476	0.476	0.999	0.539	0.554	0.973	0.631	0.637	0.991	0.580	0.582	0.996	0.593	0.619	0.958	0.607	0.607	1.000
9	0.844	0.891	0.948	0.854	0.896	0.953	0.863	0.871	0.990	0.924	0.932	0.992	0.851	0.855	0.995	0.896	0.896	0.999
10	0.580	0.603	0.961	0.404	0.407	0.994	0.718	0.847	0.848	0.608	0.652	0.932	0.690	0.699	0.988	0.574	0.583	0.985
11	0.760	1.000	0.760	0.694	1.000	0.694	0.762	1.000	0.762	0.819	1.000	0.819	0.843	1.000	0.843	0.841	1.000	0.841
12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.931	0.932	1.000	0.922	0.926	0.996	0.825	0.835	0.988
13	0.849	0.865	0.982	0.815	0.825	0.988	0.813	0.814	0.999	0.809	0.809	1.000	0.798	0.800	0.998	0.826	0.837	0.987
14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.853	0.853	1.000	0.864	0.866	0.998	0.845	0.868	0.973
15	0.562	0.581	0.966	0.381	0.384	0.991	0.578	0.660	0.876	0.528	0.566	0.932	0.667	0.676	0.987	0.572	0.584	0.980
16	0.759	0.767	0.990	0.812	0.822	0.987	0.848	0.851	0.996	0.838	0.852	0.984	0.904	0.905	0.999	0.889	0.900	0.988
17	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.970	0.971	0.999	1.000	1.000	1.000	0.995	1.000	0.995
18	0.957	1.000	0.957	0.951	1.000	0.951	0.983	0.994	0.990	0.979	0.980	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
19	0.793	0.797	0.994	0.590	0.675	0.873	0.468	0.530	0.883	0.610	0.650	0.939	0.609	0.672	0.906	0.632	0.718	0.881
20	0.673	0.682	0.986	0.658	0.670	0.982	0.685	0.709	0.967	0.597	0.599	0.997	0.616	0.627	0.982	0.662	0.682	0.970
21	0.613	0.697	0.880	0.587	0.728	0.806	0.666	0.734	0.906	0.705	0.769	0.917	0.690	0.770	0.896	0.612	0.678	0.903
22	1.000	1.000	1.000	0.953	0.967	0.986	0.721	0.721	1.000	0.733	0.733	0.999	0.811	0.826	0.981	0.819	0.842	0.972
23	0.680	0.684	0.995	0.767	0.767	1.000	0.806	0.807	0.999	0.724	0.725	0.999	0.787	0.795	0.990	0.784	0.799	0.981
24	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
25	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.971	0.977	0.994	0.902	0.907	0.994	0.966	1.000	0.966

26	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.968	1.000	0.968	1.000	1.000	1.000	0.920	1.000	0.920
27	0.947	1.000	0.947	0.876	1.000	0.876	0.994	1.000	0.994	0.749	0.938	0.798	0.622	0.727	0.855	0.652	0.748	0.872
28	0.927	0.932	0.996	0.750	0.764	0.982	0.750	0.751	0.998	0.712	0.713	0.998	0.734	0.736	0.997	0.776	0.789	0.984
29	1.000	1.000	1.000	0.873	0.947	0.922	0.871	0.983	0.887	0.764	0.785	0.973	0.774	0.805	0.961	0.720	0.755	0.954
30	0.962	0.974	0.988	1.000	1.000	1.000	0.994	0.999	0.995	0.864	0.864	1.000	0.826	0.829	0.996	0.854	0.856	0.997
31	0.998	1.000	0.998	0.796	0.877	0.907	0.723	0.745	0.970	0.762	0.777	0.980	0.623	0.643	0.969	0.659	0.669	0.985
32	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.953	1.000	0.953	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
33	1.000	1.000	1.000	0.982	1.000	0.982	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
34	0.776	0.803	0.967	0.794	0.817	0.971	0.903	0.903	1.000	0.873	0.889	0.982	0.835	0.846	0.987	0.803	0.830	0.967
35	0.628	0.799	0.786	0.735	0.860	0.854	0.768	0.855	0.899	0.725	0.818	0.886	0.731	0.861	0.849	0.626	0.687	0.911
36	0.848	0.863	0.983	0.862	0.962	0.895	0.861	0.926	0.929	0.876	0.901	0.972	0.937	1.000	0.937	0.862	0.943	0.914
37	0.948	1.000	0.948	0.955	1.000	0.955	0.998	1.000	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
38	0.656	0.670	0.979	0.698	0.704	0.991	0.717	0.724	0.990	0.738	0.750	0.984	0.656	0.666	0.985	0.688	0.700	0.983
39	0.975	0.982	0.993	0.998	1.000	0.998	0.971	1.000	0.971	0.954	0.983	0.970	0.816	0.889	0.919	0.914	0.959	0.953
40	0.581	0.619	0.940	0.541	0.551	0.982	0.664	0.673	0.986	0.649	0.652	0.995	0.625	0.627	0.997	0.594	0.596	0.996
41	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
42	0.476	0.482	0.987	0.441	0.447	0.986	0.505	0.528	0.955	0.419	0.447	0.938	0.576	0.581	0.993	0.542	0.560	0.967
43	0.599	0.599	1.000	0.600	0.607	0.989	0.619	0.620	1.000	0.583	0.583	1.000	0.631	0.644	0.979	0.616	0.621	0.991
44	0.629	0.655	0.960	0.699	0.714	0.979	0.739	0.767	0.964	0.721	0.764	0.943	0.682	0.694	0.984	0.696	0.888	0.783
45	0.730	0.737	0.991	0.658	0.681	0.967	0.566	0.633	0.896	0.603	0.617	0.978	0.591	0.658	0.898	0.600	0.691	0.869
46	0.506	0.814	0.621	0.559	0.903	0.619	0.596	0.883	0.675	0.613	0.846	0.725	0.613	0.844	0.726	0.616	0.884	0.696
47	0.566	0.569	0.995	0.526	0.539	0.976	0.554	0.565	0.979	0.498	0.510	0.977	0.599	0.601	0.997	0.644	0.758	0.851
48	0.572	0.580	0.985	0.521	0.551	0.946	0.560	0.608	0.920	0.508	0.510	0.994	0.491	0.503	0.975	0.510	0.545	0.936
49	1.000	1.000	1.000	0.943	1.000	0.943	0.901	1.000	0.901	0.929	1.000	0.929	0.840	1.000	0.840	0.801	0.977	0.820
50	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
51	0.670	0.899	0.745	0.495	0.612	0.808	0.490	0.581	0.842	0.346	0.483	0.717	0.624	0.669	0.932	0.589	0.752	0.784
52	0.879	0.882	0.997	0.968	0.983	0.985	0.933	0.934	1.000	0.882	0.895	0.986	0.942	0.949	0.993	0.966	0.982	0.983
53	0.570	0.766	0.743	0.446	0.596	0.748	0.529	0.689	0.768	0.578	0.921	0.628	0.957	1.000	0.957	0.704	1.000	0.704
54	0.832	1.000	0.832	0.715	0.920	0.777	0.718	0.894	0.804	0.601	0.762	0.788	0.623	0.833	0.748	0.639	0.801	0.798

Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 55, Mart 2023 A. Cezar

55	0.785	0.794	0.988	0.871	0.920	0.947	0.793	0.855	0.927	0.628	0.628	1.000	0.632	0.635	0.995	0.607	0.608	0.998
56	0.576	0.601	0.957	0.535	0.541	0.989	0.555	0.562	0.987	0.499	0.504	0.992	0.489	0.491	0.996	0.530	0.541	0.980
57	0.931	0.944	0.987	0.869	0.944	0.921	0.989	1.000	0.989	0.886	0.887	0.999	0.967	1.000	0.967	0.911	0.934	0.975
Ortalama	0.791	0.828	0.954	0.763	0.810	0.941	0.783	0.827	0.946	0.742	0.778	0.953	0.765	0.796	0.961	0.749	0.803	0.935

Tablo 4. Yıllara ve şirket büyüklüğüne göre ölçek etkin ve etkin olmayan firma sayıları

	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük
Ölçek etkin	11	5	6	8	6	9	5	8	6	4	5	3
Artan	24	3	21	15	21	15	14	14	15	19	13	15
Azalan	2	11	0	7	3	3	4	12	1	12	1	20

Tablo 5. Dönemlere göre ortalama Malmquist TFV Endeksi

Dönem	TTED	TD	STED	ÖED	TFVD
2016-2017	0.955	1.019	0.969	0.986	0.974
2017-2018	1.039	0.938	1.034	1.004	0.975
2018-2019	0.942	1.069	0.934	1.008	1.007
2019-2020	1.042	0.933	1.031	1.010	0.971
2020-2021	0.977	1.008	1.007	0.970	0.985
Geometrik Ortalama	0.990	0.992	0.994	0.996	0.982

Tablo 6. Firmalara göre ortalama Malmquist TFV Endeksi

Firma No		TTED	TD	STED	ÖED	TFVD
1	AGDAŞ ADAPAZARI GAZ	0.991	1.039	0.988	1.003	1.030
2	AKMERCAN ADIYAMAN DOĞAL GAZ	0.983	0.989	0.998	0.985	0.972
3	AKSA AFYON DOĞAL GAZ	0.979	0.974	0.980	0.999	0.954
4	AKSA BALIKESİR DOĞAL GAZ	0.933	0.988	0.936	0.997	0.922
5	AKSA BANDIRMA DOĞAL GAZ	0.874	1.035	0.873	1.001	0.904
6	AKSA BİLECİK BOLU DOĞAL GAZ	1.023	0.984	1.034	0.989	1.006
7	AKSA ÇUKUROVA DOĞAL GAZ	1.040	0.997	1.111	0.937	1.038
8	AKSA DÜZCE EREĞLİ DOĞAL GAZ	1.050	1.004	1.050	1.000	1.055
9	AKSA ELAZIĞ DOĞAL GAZ	1.012	0.975	1.001	1.011	0.987
10	AKSA GEMLİK DOĞAL GAZ	0.998	1.016	0.993	1.005	1.014
11	AKSA GÜMÜŞHANE BAYBURT DOĞAL GAZ	1.020	0.936	1.000	1.020	0.955
12	AKSA KARADENİZ DOĞAL GAZ	0.962	0.956	0.965	0.998	0.920
13	AKSA MALATYA DOĞAL GAZ	0.994	0.987	0.993	1.001	0.982
14	AKSA MANİSA DOĞAL GAZ	0.967	0.979	0.972	0.995	0.946
15	AKSA MUSTAFAKEMALPAŞA DOĞAL GAZ	1.004	1.039	1.001	1.003	1.043
16	AKSA ORDU GİRESUN DOĞAL GAZ	1.032	0.969	1.033	0.999	1.000
17	AKSA ŞANLIURFA DOĞAL GAZ	0.999	0.959	1.000	0.999	0.958
18	AKSA SİİRT BATMAN DOĞALGAZ	1.009	0.951	1.000	1.009	0.960
19	AKSA SİVAS DOĞAL GAZ	0.956	0.999	0.979	0.976	0.955
20	AKSA TOKAT AMASYA DOĞAL GAZ	0.997	1.006	1.000	0.997	1.003

21	AKSA VAN DOĞAL GAZ	1.000	0.979	0.995	1.005	0.979
22	ARMADAŞ ARSAN MARAŞ DOĞAL GAZ	0.961	0.993	0.966	0.994	0.954
23	ARMAGAZ ARSAN MARMARA DOĞALGAZ	1.029	0.995	1.032	0.997	1.024
24	BAHÇEŞEHİR GAZ	1.000	1.003	1.000	1.000	1.003
25	BAŞKENT DOĞALGAZ	0.993	0.994	1.000	0.993	0.987
26	BURSA ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ	0.983	0.986	1.000	0.983	0.969
27	ÇİNİGAZ DOĞAL GAZ	0.928	1.049	0.944	0.984	0.973
28	ÇORDAŞ ÇORLU DOĞALGAZ	0.965	0.965	0.967	0.998	0.931
29	ÇORUM DOĞAL GAZ	0.936	1.008	0.945	0.991	0.944
30	DİYARBAKIR DOĞAL GAZ	0.976	0.965	0.975	1.002	0.942
31	ENERYA AKSARAY GAZ	0.920	0.967	0.923	0.997	0.890
32	ENERYA ANTALYA GAZ	1.000	0.894	1.000	1.000	0.894
33	ENERYA AYDIN GAZ	1.000	0.893	1.000	1.000	0.893
34	ENERYA DENİZLİ GAZ	1.007	0.993	1.007	1.000	1.000
35	ENERYA ERZİNCAN GAZ	0.999	0.966	0.970	1.030	0.965
36	ENERYA KAPADOKYA GAZ	1.003	1.006	1.018	0.986	1.009
37	ENERYA KARAMAN GAZ	1.011	0.968	1.000	1.011	0.978
38	ENERYA KONYA GAZ	1.010	0.993	1.009	1.001	1.002
39	ESGAZ ESKİŞEHİR ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ	0.987	1.017	0.995	0.992	1.004
40	GAZDAŞ GAZİANTEP DOĞAL GAZ	1.004	1.010	0.993	1.012	1.014
41	İGDAŞ İSTANBUL GAZ	1.000	1.030	1.000	1.000	1.030
42	İNEGÖL GAZ	1.026	1.054	1.030	0.996	1.081
43	İZGAZ İZMİT GAZ	1.006	0.990	1.007	0.998	0.996
44	İZMİR DOĞALGAZ	1.021	0.982	1.063	0.960	1.002
45	KARGAZ DOĞAL GAZ	0.962	1.015	0.987	0.974	0.976
46	KARGAZ KARS ARDAHAN DOĞAL GAZ	1.040	0.944	1.017	1.023	0.982
47	KAYSERİGAZ KAYSERİ DOĞALGAZ	1.026	1.022	1.059	0.969	1.049
48	KIRGAZ KIRIKKALE-KIRŞEHİR DOĞAL GAZ	0.977	0.999	0.988	0.990	0.977
49	PALEN ENERJİ DOĞAL GAZ	0.957	0.991	0.995	0.961	0.948
50	PALGAZ DOĞAL GAZ	1.000	1.045	1.000	1.000	1.045
51	POLGAZ POLATLI DOĞALGAZ	0.975	1.035	0.965	1.010	1.009
52	SAMGAZ DOĞAL GAZ	1.019	0.986	1.022	0.997	1.004
53	SELÇUK DOĞAL GAZ	1.043	1.044	1.055	0.989	1.089
54	SÜRMEİ DOĞAL GAZ	0.949	1.007	0.957	0.992	0.955
55	TOROSGAZ ISPARTA BURDUR DOĞALGAZ	0.950	1.009	0.948	1.002	0.959
56	TRAKYA BÖLGESİ DOĞAL GAZ	0.984	1.013	0.979	1.005	0.996
57	UDAŞ UŞAK DOĞALGAZ	0.996	0.990	0.998	0.998	0.986
Geometrik Ortalama		0.990	0.992	0.994	0.996	0.982

Beyan ve Açıklamalar (Disclosure Statements)

1. Bu çalışmanın yazarları, araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduklarını kabul etmektedirler (The authors of this article confirm that their work complies with the principles of research and publication ethics).
2. Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir (No potential conflict of interest was reported by the authors).
3. Bu çalışma, intihal tarama programı kullanılarak intihal taramasından geçirilmiştir (This article was screened for potential plagiarism using a plagiarism screening program).