

Türkiye'nin En Büyük Sanayi Kuruluşlarının Etkinliklerinin Değerlendirilmesi: Kimya Sanayi

Yavuz YILMAZ*

Özet

Bu çalışmanın amacı, İstanbul Sanayi Odası tarafından yapılan 2018 yılları verilerine göre Türkiye'nin en büyük 500 sanayi kuruluşu araştırmasında kimya ürünleri imalatı yapan firmaların göreceli etkinliklerini belirlemektir. Bu amaca ulaşmak için Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılmıştır. İstanbul Sanayi Odasının araştırmasında mali verileri yeterli olan 9 firma için uygulama yapılmış ve 5 kuruluşun etkin olduğu sonucu çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Etkinlik, ISO 500, Sanayi

Evaluation of the Effectiveness of Turkey's Largest Industrial Corporations: Chemical Industry

Abstract

The purpose of this study, conducted by the Istanbul Chamber of Industry According to 2018 data, Turkey's largest 500 industrial companies relative of companies engaged in manufacturing chemical products in the research is to determine their effectiveness. Data Envelopment Analysis (DEA) was used to achieve this goal. In the research of Istanbul Chamber of Industry, application was made for 9 firms with sufficient financial data and it was concluded that 5 organizations were effective.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Effectiveness, ISO 500, Industry

1. Giriş

Bütün işletme süreçleri dönüşüm içerir – değerleri ve değişimleri hammaddelere katma ve bunları müşterilerin talep ettiği mal ve hizmetlere dönüştürme (Zhu, 2014: 1). Finansal performans, toplam çıktıdan ziyade, kaynakların hangi derecede etkin kullanıldığının ölçümüdür (Özdemir ve Göktaş, 2019: 141). Etkinlik, kaynakları ne kadar iyi kullanarak çıktı üretilebileceğini gösteren bir kavramdır. Mevcut girdiyi kullanarak en fazla çıktıyı üretmek ya da en az girdi ile mevcut çıktıyı elde etmek şeklinde yorumlanır (Gülsevin ve Türkan, 2012: 3).

Etkinlik ölçümü, kaynakların belirli bir zamanda ve belirli bir biçimde kullanımı ile gerçekleşen sonuçların, hedeflenen sonuçlara göre değerlendirilmesidir (Behdioğlu ve Özcan, 2009: 302).

Farrell'in (1957) göreceli etkinlik analizine dayanan, Carnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından etkinlik ölçümünde kullanılmak üzere geliştirilen Veri Zarflama Analizi (VZA), doğrusal programlama tabanlı parametrik olmayan bir yöntemdir (Banker and Morey, 1986). Veri zarflama analizi, birden çok girdiyi birden çok çıktıya dönüştüren karar verme birimleri adı

* Dr., Ziraat Bankası, Gebze/Kocaeli, ORCID: 0000-0002-7437-9661, yavyil@gmail.com

verilen benzer birimler kümesinin performansının değerlendirilmesi için yapılan veriye dayalı bir yaklaşımdır (Cooper et al., 2011). Karar verme birimleri işletme süreçlerini göstermek için kullanılır. Her karar verme birimi, girdiler ve çıktılar olarak adlandırılan çoklu performans ölçüleri kümesine dayanarak değerlendirilir (Zhu, 2014: 3). En temel VZA modellerinden biri, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ilk olarak 1978'de önerilen CCR modelidir. Bu modelin bakış açısı, çoklu girdi ve çoklu çıktı etkinlik ölçümü kavramından yararlanarak ölçeğe göre sabit getiri hipotezi altında doğrusal bir birleşim oluşturmaktır. CCR çıktı modeli, girdiye dayalı ve çıktıya dayalı modellere ayrılır (Yang and Chen, 2020).

Bu çalışmada, 2019 yılı İSO 500 listesine giren kimya ürünü imalatı yapan firmaların göreceli etkinliklerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, İstanbul Sanayi Odası'nın 2019 yılı Türkiye'nin en büyük sanayi kuruluşları araştırmasında yeterli verisi olan 9 özel firma üzerinde Excel Solver programı yardımıyla veri zarflama analizi yöntemi kullanılarak analiz sonuçları tablolar halinde gösterilmiştir.

2. Literatür

VZA, bir birimin performansını en iyi performans gösteren birimlerle karşılaştırarak göreceli bir performans ölçüsü ortaya koyar (Ayanoğlu vd., 2010: 48). Veri Zarflama Analizi yönteminin en önemli özelliği, birden fazla girdi kullanılarak birden fazla çıktının elde edildiği ortamlarda, parametrik yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş herhangi bir analitik aracılık fonksiyonunun varlığına gereksinim duymadan ölçüm yapılabilmesidir. Bu, yöneticilerin etkin olmayan birimlerin girdi ve çıktılarında ne kadarlık artış yapmaları gerektiğine karar verebilmelerine imkân verir (Eroğlu ve Çerçit, 2019: 15).

Wang vd. (2014), hangilerinin daha iyi finansal performansa sahip olduğunu belirlemek için çevre harcamaları olan kimya sanayi şirketlerini analiz etmiştir. Bu çalışmada, çevresel harcamaları olan ve olmayan firmaların verimliliğini

değerlendirmek için veri zarflama analizi kullanılmışlardır. Bu çalışmada, firmaların verimlilik değişimini analiz etmek için Malmquist verimlilik indeksi ve indekslerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını test etmek için bir önyükleme yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, çevresel harcamalar ve finansal performans arasındaki ilişkiye dair önemli kanıtlar sağlamıştır. Çalışmanın bulguları, çevresel harcamaları olan firmaların daha iyi verimlilik ve üretkenliğe sahip olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, sektördeki şirketleri daha çok fayda sağlayacak daha temiz üretim uygulayarak çevreyi korumaya çaba göstermeye teşvik eder.

Yang ve Li (2018), Çin'in farklı endüstrilerindeki atık gaz kontrolünün toplam faktör etkinliğini hesaplamak ve değerlendirmek için karar verme birimleri olarak Çin'in 39 endüstriyel sektörünü ve bunların 2003 ile 2014 arasındaki girdi-çıkıtı verilerini kullanmıştır. Çok değişkenli kısıtlı doğrusal olmayan fonksiyonların optimizasyon çözümleri için orijinal bir MATLAB algoritması tasarlayarak, dönem sonunda atık gaz kontrol verimliliği başlangıç dönemindekinden daha düşük olan 24 endüstri (toplam endüstrilerin% 61,5'i) olduğunu bulmuşlardır.

Sueyoshi ve Goto (2014), veri zarflama analizi kullanarak Japon kimya ve ilaç firmalarının operasyonel ve çevresel verimliliklerini karşılaştırmıştır. Bu çalışma iki deneysel çıkarımda bulunmuştur. Birincisi, iki gruptaki firmaların yaklaşık % 50'sinin azalan Bu nedenle operasyonel performansı artırmak için kurumsal boyutlarını küçültmeleri önerilir. Diğer bir sonuç, kimya firmalarının % 59,5'inin çevresel performanslarını azaltmak için boyutlarını küçültmeleri gerektiğidir. Ayrıca, bu çalışma arzu edilmeyen çıktılarının bir miktarını azaltmak için yeni çevre teknolojileri getirmelerini önermiştir. Kimya firmaları için istenmeyen çıktılar için getirilen teknolojik yenilikler, ölçek küçültmekten daha uygulanabilirdir.

Türkiye'de ise son yirmi yılda veri zarflama analizi uygulaması ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bunlardan İSO 500 listesine giren

firmalara uygulanan çalışmalardan Ulucan (2002), ölçeğe göre getiri odaklı yaklaşım ile ISO500 firmalarının çalışan sayısı, aktifleri ve öz sermayesini girdi, karlılık ve piyasa değerlerini çıktı olarak kullanmıştır.

Yayar ve Çoban (2012), ISO 500 listesine giren dokuma ve giyim sanayinde faaliyet gösteren firmalar üzerinde girdi yönelimli ölçeğe sabit getirili (Charnes, Cooper, Rhodes (CCR)) modeli ve girdi yönelimli ölçeğe göre değişken getirili (Banker, Charnes, Cooper (BCC)) modeli kullanılmıştır. Bu çalışmada, girdi olarak net aktif toplamı, öz sermaye ve çalışan sayısı, çıktı olarak ise net satışlar, ihracat ve brüt katma değer kullanılmıştır.

Akyüz vd. (2015), ISO 500 ve ikinci ISO 500 listesine giren mobilya ve levha sanayinde faaliyet gösteren firmalar üzerinde VZA uygulamıştır. Burada, öz kaynaklar, aktif varlıklar ve ücretli çalışanlar girdi olarak, üretimden satışlar, satış hâsılatı ve ihracat çıktı olarak kullanılmıştır.

Oralhan ve Sarıgül (2016), ISO 500 birinci ve ikinci listesine giren firmaların faaliyet gösterdiği sektörler üzerinde VZA uygulamıştır. Bu çalışmada, firma sayısı, aktif devir hızı, işletme sermayesi oranı, borç yükü, borç/öz kaynak oranı, çalışanlara ödenen oran, işletme sermayesi devir hızı girdi olarak kullanılmıştır. Amortisman öncesi aktif karlılığı, aktif karlılığı ve satış karlılığı çıktı olarak kullanılmıştır.

Benli ve Karaca (2017), ISO 500 listesine giren firmaların 2008 krizi öncesi ve sonrası etkinliklerini inceledikleri çalışmada, çıktı olarak net kar marjı ve girdi olarak aktif devir hızı, öz kaynak devir hızı, alacak devir hızı ve duran varlık devir hızı kullanılmıştır.

3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, İstanbul Sanayi Odasının 2019 yılında yaptığı Türkiye’nin 500 büyük sanayi kuruluşu araştırmasından elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu kuruluşlardan yeterli verisi olan 9 kimya ürünü imalatı yapan firmanın görece etkinlikleri ölçülmüştür. Tablo 1’de ayrıntıları gösterilen mali göstergelerden öz kaynak, aktif

toplamı ve ücretle çalışanların ortalaması girdi, net satışlar, brüt katma değer ve ihracat ise çıktı olarak değerlendirilmiştir. Etkinlik ölçümünde Excel Solver programı kullanılmıştır. VZA’nın, girdi yönlü ve çıktı yönlü olmak üzere iki temel modeli bulunmaktadır. Girdi yönlü VZA (CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes)) modeli, sınırlı bir çıktı kümesini en verimli biçimde üretebilmek için kullanılacak en uygun girdi kümesinin nasıl olması gerektiğini inceler. Çıktı yönlü VZA (BCC (Banker, Charnes ve Cooper)) modeli ise sınırlı bir girdi ile maksimum ne kadar çıktıya ulaşılabileceğini inceler (Özdemir ve Göktaş, 2019: 142). Bu çalışmada CCR modeli kullanılmış olup, m adet girdi değişkeni ve s adet çıktı değişkeni olan n adet karar birimi için girdi yönlü CCR modelin matematiksel ifadesi aşağıda verilmiştir (Kula ve Özdemir, 2000: 61).

$$\text{Amaç fonksiyonu: } \text{Max } q_0 = \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{Kısıtlayıcı koşullar: } \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

$$v_{ik} \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$u_{rk} \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

x_{ij} : j karar birimi tarafından kullanılan i girdi miktarı

y_{rj} : j karar birimi tarafından üretilen r çıktı miktarı

x_{ik} : Karar birimi tarafından kullanılan i girdi miktarı

y_{rk} : Karar birimi tarafından üretilen r çıktı miktarı

v_{ik} : Karar biriminin i. nci girdiye verdiği ağırlık

u_{rk} : Karar biriminin r. inci çıktıya verdiği ağırlık

YILMAZ, Y., “Türkiye’nin En Büyük Sanayi Kuruluşlarının Etkinliklerinin Değerlendirilmesi: Kimya Sanayi”

CCR modelinde, karar birimlerin çıktılarının ağırlıklı ortalamasının maksimum olması hedeflenmektedir. Karar biriminin girdilerinin ağırlıklı ortalaması 1’e eşitlenmektedir. Modelin diğer bir şartı, her karar birim için ağırlıklı çıktı ortalamalarının, ağırlıklı girdi ortalamalarından küçük olmasıdır. Bu şarta göre etkinlik değeri hesaplanmak istenen karar birimlerin çıktılarının ağırlıklı ortalaması maksimum 1’e eşit olmaktadır. Dolayısıyla, etkinlik değeri 1 ise karar birimi etkin, etkinlik değeri 1’den küçük ise karar birimi etkin değildir kararı verilir (Özdemir ve Göktaş, 2019: 143). Bu çalışmada, belirli bir çıktı kümesini en etkin şekilde üretebilmek amacıyla, kullanılacak en uygun girdi kümesinin nasıl olması gerektiğini ortaya koyan, girdiye yönelik VZA yöntemi kullanılmıştır. Girdi ve çıktı verileri Tablo 1’de gösterildiği gibidir. Bunlar, öz kaynak, aktif toplamı, ücretli çalışan sayısı, net satışlar, brüt katma değer ve ihracattır. VZA her bir karar verme birimindeki etkinsizlik düzeylerini ve kaynaklarını belirleyerek, alınması gereken önlemlere dair yöneticilere ışık tutmaktadır. Bu kapsamda Potansiyel iyileştirme oranı şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$\text{Potansiyel iyileştirme yüzdesi} = \frac{\text{Hedeflenen girdi} - \text{Gerçekleşen girdi}}{\text{Gerçekleşen girdi}}$$

Tablo 1. Kullanılan girdi ve çıktı verileri

Kuruluşlar	Öz kaynak	Aktif Toplamı	Çalışanlar Ortalaması	Net Satışlar	Brüt Katma Değer	Ihracat (Bin \$)
AKSA Akrilik Kimya	1.416.307	4.408.065	1.303	3.917.895	560.333	369.628
Toros Tarım	1.289.447	2.836.886	522	2.763.953	635.884	81.533
Soda Sanayii	3.625.284	4.447.642	1.003	2.570.520	1.053.498	343.741
Sasa Polyester	1.119.728	3.469.584	1.512	2.283.886	589.982	3.761
Ravago Petrokimya	113.414	1.576.627	499	1.665.226	309.260	621
Ak-Kim Kimya	335.371	1.057.806	529	816.480	211.043	37.518
Gemlik Gübre Sanayii	524.240	2.069.003	560	1.426.046	248.269	78.163
Hektaş Ticaret	259.544	657.082	307	509.350	211.371	3.859
Likit Kimya	72.283	232.252	87	705.263	97.291	3.628

4. Bulgular

Çalışmada girdiye yönelik VZA yöntemi kullanılarak analiz yapılması amaçlanmıştır. Etkinlik değerlerinin hesaplanması için Excel Solver programı kullanılmıştır. Geleceğe yönelik getiri garantisi verilemeyeceği ve çıktıya müdahale edilemeyeceğinden girdi yönelimli CCR modeli tercih edilmiştir. İSO500 2019 yılı listesinde yer alan kimyasal ürün imalatı yapan 9 firmanın 2018 yılı verileri kullanılarak hesaplanan etkinlik katsayıları Tablo 2’de verilmiştir. VZA sonucunda etkinlik katsayısı 1’e eşit olan firmaların etkin olduğu söylenmektedir.

Tablo 2. Etkinlik katsayıları

Karar Birimi	Etkinlik	Sonuç
1 AKSA Akrilik Kimya Sanayii A.Ş.	1,00000	Etkin
2 Toros Tarım San. ve Tic. A.Ş.	1,00000	Etkin
3 Soda Sanayii A.Ş.	1,00000	Etkin
4 Sasa Polyester Sanayi A.Ş.	0,40593	Etkin değil
5 Ravago Petrokimya Üretim A.Ş.	1,00000	Etkin
6 Ak-Kim Kimya San. ve Tic. A.Ş.	0,72283	Etkin değil
7 Gemlik Gübre Sanayii A.Ş.	0,71550	Etkin değil
8 Hektaş Ticaret T.A.Ş.	0,76791	Etkin değil
9 Likit Kimya San. ve Tic. A.Ş.	1,00000	Etkin

Tablo 2’de görüldüğü gibi AKSA Akrilik Kimya Sanayii A.Ş., Toros Tarım San. ve Tic. A.Ş., Soda Sanayii A.Ş., Ravago Petrokimya Üretim A.Ş. ve Likit Kimya San. ve Tic. A.Ş. etkin kuruluşlardır. Etkin olmayan kuruluşlar ise Sasa Polyester Sanayi A.Ş., Ak-Kim Kimya San. ve Tic. A.Ş., Gemlik Gübre Sanayii A.Ş. ve Hektaş Ticaret T.A.Ş.’tir. Etkin olmayan kuruluşlara referans olabilecek kuruluşlar ve yoğunluk değerleri Tablo 3’te verilmiştir. Buna göre Likit Kimya San. Ve Ti. Ltd. Şti. etkin olmayan dört firmaya da referans olmuştur.

Tablo 4’te ise etkin olmayan kurumların girdilerinde yapılması gereken iyileştirme oranları gösterilmiştir. Bu tabloda örnek olarak Sasa Polyester Sanayi A.Ş. kuruluşunu ele aldığımızda,

YILMAZ, Y., “Türkiye’nin En Büyük Sanayi Kuruluşlarının Etkinliklerinin Değerlendirilmesi: Kimya Sanayi”

firmanın öz kaynağının % 0.61, aktiflerinin % 0.59 ve çalışan sayısının % 0.65 azaltması gerektiği görülmektedir. Tablo 5’te de etkin olmayan kuruluşların çıktılarında yapılması gereken iyileştirme oranları gösterilmiştir. Bu tabloda ise

örnek olarak Hektaş Ticaret T.A.Ş. kuruluşunu incelediğimizde, firmanın net satışlarını % 2 ve ihracatını da % 1,04 artırması gerektiği görülmektedir.

Tablo 3. Etkin olmayan kuruluşların referans kümeleri

Sasa Polyester	Likit Kimya	6,06						
Ak-Kim Kimya	AKSA Kimya	Akrilik	0,08	Soda Sanayii	0	Likit Kimya	1,68	
Gemlik Gübre Sanayii	AKSA Kimya	Akrilik	0,20	Ravago Petrokimya	0,08	Likit Kimya	1,14	
Hektaş Ticaret	Likit Kimya	2,17						

Tablo 4. Etkin olmayan kuruluşların girdi iyileştirme oranları

	Öz kaynak (Bin TL)			Aktif Toplamı (Bin TL)			Çalışanlar Ortalaması (Adet)		
	Gerçekleşen	Hedeflenen	%	Gerçekleşen	Hedeflenen	%	Gerçekleşen	Hedeflenen	%
Sasa Polyester	1.119.728	438.333	-0,61	3.469.584	1.408.398	-0,59	1.512	527	-0,65
Ak-Kim Kimya	335.371	242.415	-0,28	1.057.806	764.610	-0,28	529	256	-0,52
Gemlik Gübre Sanayii	524.240	375.093	-0,28	2.069.003	1.275.665	-0,38	560	400	-0,29
Hektaş Ticaret	259.544	157.040	-0,39	657.082	504.583	-0,23	307	189	-0,38

Tablo 5. Etkin olmayan kuruluşların çıktı iyileştirme oranları

	Net Satışlar (Bin TL)			Brüt Katma Değer (Bin TL)			İhracat (Bin \$)		
	Gerçekleşen	Hedeflenen	%	Gerçekleşen	Hedeflenen	%	Gerçekleşen	Hedeflenen	%
Sasa Polyester	2.283.886	4.276.782	0,87	589.982	589.982	0	3.761	22.000	4,85
Ak-Kim Kimya	816.480	1.516.103	0,86	211.043	211.043	0	37.518	37.518	0
Gemlik Gübre Sanayii	1.426.046	1.723.793	0,21	248.269	248.269	0	78.163	78.163	0
Hektaş Ticaret.	509.350	1.532.233	2,00	211.371	211.371	0	3.859	7.882	1,04

5. Sonuç

Bu çalışmada, Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılarak ISO 500 kuruluşlarının görece etkinlikleri belirlenmiştir. Çalışmada, 2019 yılında yapılan Türkiye’nin en büyük kuruluşları listesinde yeterli verisi olan kimyasal ürün imalatı yapan 9 sanayi kuruluşunun görece etkinliği ölçülmüştür. Yapılan çözümler sonucu etkin olan 5 firma tespit edilmiştir. Etkin olmayan firmalar için referans kümeleri ve potansiyel iyileştirmeler belirlenmiştir. Buna göre, AKSA Akrilik Kimya Sanayii A.Ş., Toros Tarım San. ve Tic. A.Ş., Soda Sanayii A.Ş., Ravago Petrokimya Üretim A.Ş. ve Likit Kimya San. ve Tic. A.Ş. sanayi kuruluşlarının görece etkin olduğu veri zarflama analizi sonucu ortaya çıkmıştır. Etkin olmayan kuruluşlar ise, Sasa Polyester Sanayi A.Ş., Ak-Kim Kimya San. ve Tic. A.Ş., Gemlik Gübre Sanayii A.Ş. ve Hektaş Ticaret T.A.Ş.’dir.

Etkin çalışmayan firmaların etkin olamamasının ana sebebi genellikle girdilerin atıl kalmasından kaynaklandığı söylenebilir. Elde edilen analiz sonuçları ile kesin bir sonuca ulaşılabileceği doğru değildir. Burada ifade edilen açıklamalar firmalar için sadece birer tavsiye niteliğindedir. Oluşturulan modellerde kullanılan girdi ve çıktı değerleri sadece firmaların etkinlik boyutlarına yöneliktir. Firmaların diğer boyutlarının da dikkate alınması etkinlik için daha doğru

kararların ve sonuçların alınmasına imkân verebilecektir. Bu çalışma elde edilen etkinlik skorları ve potansiyel iyileştirmeler sayesinde firmalar, etkinliklerini yükseltmede, doğru kararlara temel oluşturmada ve performanslarını artırmada daha doğru tercihler yapabileceklerdir. Bunun olumlu etkilerini de tüm ekonomiye yansıtabileceklerdir.

KAYNAKÇA

- Akyüz, K. C., Çamur, G. ve Yıldırım, İ. (2015). Mobilya ve levha sektöründe veri zarflama analizi yardımıyla etkinlik ölçümü, *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 16(1), 50-59.
- Ayanoğlu, Y., Atan, M. ve Beylik, U. (2010). Hastanelerde Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemiyle Finansal Performans Ölçümü ve Değerlendirilmesi, *Sağlıkta Performans Ve Kalite Dergisi*, 2(2), 40-62.
- Banker, R. D. and Morey, R. C. (1986). The Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 32(12), 1613-1627.
- Behdioğlu, S. ve Özcan, G. (2009). Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 301-326.
- Benli, Y. K. ve Karaca, S. S. (2017). 2008 Kriz Öncesi ve Sonrası ISO 500 Sanayi İşletmelerinin Etkinliklerinin Ölçümü: Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı, *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 3(1), 19-34.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., and Zhu, J. (2011). *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Second Edition, Springer, New York, USA.
- Eroğlu, N. ve Çerçit, Y. Ç. (2019). Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Türk Bankacılık Sektöründe 2001-2017 Yılları Arasında Yaşanan Banka Birleşmelerinin Etkinlik Ölçümü, *Maliye ve Finans Yazıları*, 112, 9-30.
- Gülsevin, G. ve Türkan, A. H. (2012). Afyonkarahisar Hastanelerinin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(2), 1-8.
- Oralhan, B. ve Sarıgül, S. S. (2016). ISO Birinci 500 ve İkinci 500 Şirketlerin Veri Zarflama Analizi Yaklaşımıyla Sektör Etkinliklerinin Ölçülmesi, *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 771-792.
- Özdemir, L. ve Göktaş, A. (2019). Borsa İstanbul'da Yer Alan Petrol İşletmelerinin Etkinliklerinin Ölçülmesi: Veri Zarflama Analizi, *Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(2), 140-147.
- Sueyoshi, T. and Goto, M. (2014). DEA Radial Measurement for Environmental Assessment: A Comparative Study between Japanese Chemical and Pharmaceutical Firms, *Applied Energy*, 115, 502-513.
- Ulucan, A. (2002). ISO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 57(2), 185-202.
- Wang, W.-K., Lu, W.-M., and Wang, S.-W. (2014). The Impact of Environmental Expenditures on Performance in the U.S. Chemical Industry, *Journal of Cleaner Production*, 64, 447-456.
- Yang, C.-W. and Chen, P.-S. (2020). Applying Data Envelopment Analysis to Evaluate the Operation Performance of Taiwan's TFT-LCD Industry After Post-Global Financial Crisis: A Longitudinal Study, *IEEE Access*, 8, 145171-145181.
- Yang, W. and Li, L. (2018). Efficiency evaluation of industrial waste gas control in China: A study based on data envelopment analysis (DEA) model, *Journal of Cleaner Production*, 179, 1-11.

YILMAZ, Y., “Türkiye’nin En Büyük Sanayi Kuruluşlarının Etkinliklerinin Değerlendirilmesi: Kimya Sanayi”

Yayar, R. ve Çoban, M. N. (2012). İSO 500 Firmalarının Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Dokuma ve Giyim Eşya Sanayi, Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi, 5(2), 165-180.

Zhu, J. (2014). Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets, Third Edition, Springer, New York, USA.