

## TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ'NDEKİ YÜKSEKÖĞRETİMİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ANALİZİ

Ersin YENİSU<sup>1</sup>

Makale Bilgisi	Özet
Araştırma Makalesi	Ülkelerin yükseköğretim sistemlerinin etkinliğinin ölçülmesi her ülkenin eğitim hedeflerine ulaşılabilmesi açısından önem taşımaktadır. Literatürde etkinlik ölçüm yöntemi olarak kullanılan analiz araçlarından bir tanesi de veri zarflama analizidir. Türkiye ve 18 Avrupa Birliği (AB) ülkesinin yükseköğretim sistemlerinin karşılaştırmalı teknik etkinliğini ölçmeyi amaçlayan bu çalışmada söz konusu ülkelerin ulaşılabilen en son verileri olan 2016 yılı girdi-çıkıtı verileri kullanılarak uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler ulusal ve uluslararası kaynaklardan derlenmiş ve analizler için DEAP programından yararlanılmıştır. Literatürde daha önce yapılmış olan benzer çalışmaların bir güncellemesi niteliğinde olan bu çalışmada elde edilen bulgulara göre Türkiye 19 AB ülkesi arasında en düşük teknik etkinliğe sahip olan ülkedir. Sonuç olarak, Türk yükseköğretim sisteminin yapısal durumu açısından etkinlik artışı doğrultusundaki iyileştirici adımların artırılması gereklidir.

### Anahtar Kelimeler:

Yükseköğretim Sistemi,  
Etkinlik Analizi,  
Veri Zarflama Analizi  
(VZA),  
Tobit Model

## HIGHER EDUCATION EFFICIENCY REVIEW WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS: THE CASE OF TURKEY AND EUROPEAN UNION COUNTRIES

Article Information	Abstract
Research Paper	Measuring the efficiency of the higher education systems of the countries is important in terms of achieving the educational goals of each country. One of the analysis tools used in the literature as an efficiency measurement method is data envelopment analysis. Our goal in this study in Turkey and 18 European Union (EU) is to measure the technical efficiency of the higher education system of the country. In this study, the input-output data of these countries in 2016 were used. The data used in the study were compiled from national and international sources and DEAP program was used to analyses. According to the findings, Turkey is the country with the lowest technical efficiency in 19 countries. As a result, the structural status of the Turkish higher education system needs to be reexamined.

### Keywords:

Higher Education System,  
Data Envelopment  
Analysis (DEA),  
Tobit Model

<sup>1</sup> Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, ersinyenisu@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-0235-4270

## 1. GİRİŞ

Yükseköğretimin iki temel amacı vardır. Birincisi eğitim faaliyetlerine katkıda bulunmak, ikincisi araştırma yapmak suretiyle insanlık için pratik faydalar ortaya koymaktır. Şüphesiz yükseköğretimin en temel kurumları üniversitelerdir. Üniversiteler tüm dünyada genellikle bilimsel özgürlüğe sahip kısmen özerk kurumlardır. Gerek uzmanlaşmış personel ihtiyacını gerek ara eleman ihtiyacını karşılayan üniversiteler toplumsal açıdan sürükleyici güç unsurlarıdır. Nitekim günümüzde sanattan spora her meslek dalının teorik bir boyutu vardır. Bu nedenle herhangi bir meslek sahasında en ileri aşamaya ulaşmak isteyenler için üniversiteler önemli birer yardımcıdır. Nihayetinde üniversiteler bilginin üretildiği, işlendiği ve uygulamacılar için hazır hale getirildiği organizasyonlardır.

Etkinlik, elde bulunan kaynaklardan en yüksek çıktı bileşimine ulaşmaktır. Etkinlik ölçümü hem geçmişin değerlendirilmesi hem de geleceğin tasarlanması için gereklidir. Nitekim yönetim performansının söz konusu olduğu her alanda etkinlik düzeyi araştırılabilir. 20. yüzyılın ikinci yarısında geliştirilen veri zarflama analizi de farklı girdi ve çıktıların olduğu sistemlerde etkinlik ölçüm aracı olarak kullanılmaktadır. Çalışmamızda Türkiye ve 18 Avrupa Birliği (AB) ülkesi yükseköğretim sistemlerinin etkinlik analizi yapılmıştır. Bu konu literatürde Toth (2009) ve Bursalıoğlu ve Selim (2015) tarafından benzer bir örneklem üzerinde incelenmiştir. Nitekim 2006 ve 2008 yılları verileri üzerine yapılan söz konusu analizlere küçük bir katkı olarak bu çalışmada 2016 yılı verileri analiz edilmiş ve elde edilen bulgular değinilen araştırmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızın izleyen bölümünde literatüre değinilmiş, üçüncü bölüm veri seti ve metodolojinin tanıtılmasına ayrılmış ve son olarak dördüncü bölümde analizler yapılarak bulgular açıklanmaya çalışılmıştır.

## 2. LİTERATÜR

Sayısal yöntemler içerisinde parametrik olmayan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi'nin (VZA) çok farklı alanlarda kullanıldığı görülmektedir. Söz konusu yöntem çeşitli girdi-çıkta değişkenleri kullanılarak imalat sanayi sektöründe (Ulucan, 2000; Ulucan, 2002; Kayalidere ve Kargın, 2004; Kula ve Özdemir, 2007; Yalama ve Sayım, 2008; Altın, 2010; Tektüfekçi, 2010; Cenger, 2011), bankacılık sektöründe (Atan, 2003; Behdioğlu ve Özcan, 2009; Seyrek ve Ata, 2010; Budak, 2011), sağlık sektöründe (Tetik, 2003; Çakmak vd., 2009 ; Ayanoglu vd., 2010; Özata ve Sevinç, 2010; Atmaca vd., 2012; Gülsevin ve Türkan, 2012) eğitim sektöründe (Atan vd., 2002; Kutlar ve Kartal, 2004; Baysal vd., 2005; Özden, 2008; Soummakie, 2020), sigortacılık sektöründe (Başkaya ve Akar, 2005; Altan, 2010) ulaştırma sektöründe (Baysal vd., 2004; Kıyıldı ve Karasahin, 2006), futbol endüstrisinde (Keskin ve Öndes, 2020), tarım sektöründe (Mentes vd., 2020), uluslararası karşılaştırmalarda (Tokathoğlu ve Ertong, 2020; Mollavelioğlu vd., 2020) ve diğer çok sayıda farklı alanda kullanılmıştır.

Bu çalışmada Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerindeki yükseköğretim sistemlerinin veri zarflama analizi ile göreceli etkinlik analizi yapılmaya çalışılmıştır. Ulusal ve uluslararası literatürde yükseköğretimdeki etkinlik söz konusu yöntemle hem ülke içi hem de ülkelerarası karşılaştırmalarda kullanılmıştır. VZA ile yükseköğretim kurumlarının karşılaştırmalı etkinliğini inceleyen Türkçe çalışmalar Tablo 1'de özetlenmiştir.

**Tablo 1: Türkçe Literatürde VZA ile Yükseköğretimdeki Etkinliği İnceleyen Çalışmalar**

Yazar(lar)	Örneklem	Girdi	Çıktı
Dikmen (2008)	Türkiye'deki 53 Devlet Üniversitesi	*Öğretim üyesi sayısı *İdari personel sayısı *Bütçe ödenekleri	*Lisans mezunu öğrenci sayısı *Yüksek lisans mezunu öğrenci sayısı *Yurtiçi ve yurtdışı yayın sayısı
Özden (2008)	Türkiye'deki 24 Vakıf Üniversitesi	*Toplam giderler *Öğretim üyesi sayısı *Diğer akademik personel sayısı	*Önlisans ve lisans öğrenci sayısı *Lisansüstü öğrenci sayısı *Yayın sayısı *Eğitim-öğretim gelirleri *Diğer gelirler
Oruç vd. (2009)	Türkiye'deki 24 Devlet Üniversitesi	*Öğretim üyesi sayısı *Öğretim görevlisi ve okutman sayısı *Araştırma görevlisi sayısı *Toplam personel giderleri *Mal ve hizmet alım giderleri *Kapalı kullanım alanı	*Önlisans ve lisans öğrenci sayısı *Lisansüstü öğrenci sayısı *Proje sayısı *Proje bütçeleri *Uluslararası yayın sayısı *Ulusal yayın sayısı *Öz gelirler
Çınar (2013)	Türkiye'deki 24 Devlet Üniversitesi	*Genel harcama *Yatırım harcaması	*Yayın sayısı *TÜBİTAK tarafından onaylanmış proje tutarı *Lisans öğrenci sayısı *Yüksek lisans öğrenci sayısı *Doktora öğrenci sayısı
Günay vd. (2017)	Türkiye'deki 23 Devlet Üniversitesi (2004-2013)	*Akademik personel sayısı *İdari personel sayısı *Kapalı kullanım alanı *Personel giderleri *Mal ve hizmet alım giderleri	*Öğrenci sayısı *Yayın sayısı *Proje sayısı

Veri olanaklarıyla sınırlandırılmış olan yukarıdaki çalışmalarda benzer fakat farklı girdi-çıkıtı setlerinin Türkçe literatürde kullanıldığı görülmektedir. VZA ile yükseköğretim kurumlarının etkinliğini ölçen uluslararası yayınlar ise Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 2: Uluslararası Literatürde VZA ile Yükseköğretimdeki Etkinliği İnceleyen Çalışmalar**

Yazar(lar)	Örneklem	Girdi	Çıktı
Abbott ve Doucouliagos (2003)	Avusturya’daki 36 Kamu Üniversitesi	*Akademisyen sayısı *Akademisyenler hariç personel sayısı *Ücret dışı giderler *Sabit sermaye stoku	*Lisans öğrenci sayısı *Yüksek lisans öğrenci sayısı *Doktora öğrenci sayısı *Proje Tutarı
Emrouznejad ve Thanassoulis (2005)	İngiltere’deki 15 Üniversite	*Toplam tekrarlayan ödemeler *Toplam sabit ödemeler	*Araştırma ödemeleri ve sözleşme gelirleri *Doktora mezun sayısı *Yüksek lisans öğrenci sayısı *Lisans öğrenci sayısı
Agasisti ve Pe’rez-Esparrells (2010)	57 İtalya ve 46 İspanya Üniversitesi	*Finansal kaynaklar *İnsan kaynakları *Hizmet binaları ve laboratuvarlar	*İnsan sermayesi *Araştırma ürünleri *Toplum için hizmetler
Selim ve Bursalıoğlu (2013)	Türkiye’deki 24 Devlet Üniversitesi (2006-2010)	*Merkezi hükümet bütçe ödeneği *Öz gelirler *Proje tahsisi (TÜBİTAK) *Proje tahsisi (diğer) *Akademisyen sayısı	*Akademisyen başına lisans öğrenci sayısı *Akademisyen başına yüksek lisans öğrenci sayısı *Akademisyen başına doktora öğrenci sayısı *Yayın sayısı *İstihdam oranı
Veiderpass ve McKelvey (2016)	17 Avrupa Ülkesinden 944 Yükseköğretim Kurumu	*Ücret dışı harcamalar *Toplam gelir *Akademik personel sayısı *Diğer personel sayısı	*Onlisans mezun sayısı *Lisans mezun sayısı *Master mezun sayısı *Doktora mezun sayısı

Uluslararası yayınlara bakıldığında VZA yönteminin girdi ve çıktı değişkenleri olarak kantitatif ve kalitatif değişkenlerin kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada olduğu gibi, VZA ile ülkelerin yükseköğretim sistemlerinin etkinliğini ölçen yerli ve yabancı çalışmalar Tablo 3’te sunulmuştur.

**Tablo 3: VZA ile Ülkelerin Yükseköğretim Sistemleri Etkinliğini İnceleyen Çalışmalar**

Yazar(lar)	Örneklem	Girdi	Çıktı
Toth (2009)	19 AB Ülkesi	*GSYİH içerisinde yükseköğretim harcamalarının oranı	*Toplam nüfus içindeki yükseköğretim mezun sayısı *Yükseköğretim mezunlarının istihdam oranı
Aristovnik ve Obadik (2014)	22 OECD ve AB Ülkesi		<b>MODEL 1</b> *Her bir yükseköğretim öğrencisi için harcanan tutar *Toplam öğrenci sayısı içinde yükseköğretime kayıt oranı *Toplam işgücündeki yükseköğretim mezun oranı *Toplam işsizlik içinde yükseköğretimli oranı
			<b>MODEL 2</b> *Her bir yükseköğretim öğrencisi için harcanan tutar *Toplam öğrenci sayısı içinde yükseköğretime kayıt oranı *Toplam işgücündeki yükseköğretim mezun oranı *Toplam işsizlik içinde yükseköğretimli oranı
			<b>MODEL 3</b> *Toplam öğrenci sayısı içinde yükseköğretime kayıt oranı *Toplam işgücündeki yükseköğretim mezun oranı *Toplam işsizlik içinde yükseköğretimli oranı
Bursalıoğlu ve Selim (2015)	Türkiye ve 17 AB Üyesi Ülke	*Yükseköğretim kamu harcamaları / Toplam kamu harcamaları *Yükseköğretim öğrenci sayısı / Akademisyen sayısı	*Yükseköğretim mezunları sayısı / Toplam nüfus *Yükseköğretim mezunlarının istihdam oranı *Yükseköğretimli bireylerin yaşam memnuniyeti
Yotova ve Stefanova (2017)	9 Orta Avrupa Ülkesi	*Her bir yükseköğretim öğrencisine harcanan tutarın kişi başı milli gelire oranı	*Yükseköğretime katılım oranı (25-34 yaş) *Yükseköğretim mezunlarının istihdam oranı (25-64 yaş) *Yükseköğretim mezunlarının sosyal dışlanma ve yoksulluk riskinin dışında olma oranı *Yükseköğretim mezunlarının aylık kazanç ortalamalarının kişi başı gelire oranı
Jelic ve Kedzo (2018)	24 Avrupa Birliği Ülkesi (2004-2015)	*GSYİH içerisinde yükseköğretim harcamalarının oranı *Toplam kamu harcamaları içinde yükseköğretim öğrencilerine yapılan finansal yardım *Eğitmen başına düşen öğrenci sayısı	*Yükseköğretimden mezun oranı (20-29 yaş) *15-64 yaş arası yükseköğretim mezun oranı *Toplam işsiz sayısı içindeki yükseköğretim mezunu oranı

Tablo 3’teki çalışmalardan özellikle Bursalıoğlu ve Selim (2015)’in bulguları çalışmamız açısından önem taşımaktadır. Türkiye ve 17 Avrupa Birliği (AB) ülkesinin yükseköğretim sistemi etkinliğini inceleyen söz konusu

çalışmada Türkiye'nin 18 ülke arasında en düşük etkinliğe sahip ülke olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Yine daha önce yapılmış bir çalışma olan ve 18 AB ülkesi ve Türkiye'de yükseköğretim etkinliğini çıktı yönelimli VZA ile analiz eden Toth (2009) çalışmasında Türkiye'nin 19 ülke içerisinde en etkin olmayan ülke olduğu sonucuna varmıştır. Kısacası değinilen iki çalışmada, 2006 ve 2008 yılı verileri kullanılarak, Türkiye'nin yükseköğretim sisteminin analize dâhil edilen ülkeler arasında en düşük etkinliğe sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ise AB ve Türkiye yükseköğretim sistemleri etkinlik analizi 2016 yılı verileriyle yapılmaya çalışılacaktır.

### 3. VERİ SETİ VE METODOLOJİ

#### 3.1. Veri Seti

Veri zarflama analizinde kullanılan veriler Tablo 4'te sunulan veri kaynaklarından derlenmiştir. Çalışmanın yapıldığı tarih itibarıyla ulaşılabilen ve uyumlaştırılabilen en güncel veriler olan 2016 yılı verileri analizlerde kullanılmıştır. Bu yönüyle çalışma zaman unsurunu dikkate almayan statik bir çalışmadır. Araştırmacılar Tablo 4'teki veri kaynakları ve diğer çeşitli veri kaynaklarından yararlanarak farklı girdi-çıkıtı setleri oluşturmak suretiyle bu çalışmayı geliştirme imkânına sahiptirler.

**Tablo 4:** Veri Zarflama Analizi İçin Veri Tanımlamaları ve Veri Kaynakları

	Kısaltma	Veri Tanımı	Veri Kaynağı
Girdiler	G1	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları X 100	<b>OECD Education at a Glance – 2019</b> <a href="https://www.oecd-ilibrary.org/education">https://www.oecd-ilibrary.org/education</a>
	G2	Yükseköğretim Öğrenci Sayısı / Akademisyen Sayısı	<b>Eurostat</b> <a href="https://ec.europa.eu/eurostat/data/database">https://ec.europa.eu/eurostat/data/database</a>
Çıktılar	Ç1	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus X 100	<b>Eurostat</b> <a href="https://ec.europa.eu/eurostat/data/database">https://ec.europa.eu/eurostat/data/database</a>
	Ç2	Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı (%)	<b>OECD Education at a Glance – 2017</b> <a href="https://www.oecd-ilibrary.org/education">https://www.oecd-ilibrary.org/education</a>
	Ç3	Uluslararası Makale Sayısı / Akademisyen Sayısı	<b>Dünya Bankası</b> <a href="https://databank.worldbank.org">https://databank.worldbank.org</a> <b>UNESCO</b> <a href="http://data.uis.unesco.org">http://data.uis.unesco.org</a>

Tablo 4'ten de görüleceği üzere çalışmamızda iki girdi (G1, G2) ve üç çıktı (Ç1, Ç2, Ç3) değişkeni bulunmaktadır. Söz konusu değişkenlerin seçiminde Bursalıoğlu ve Selim (2015)'in çalışmaları referans alınmıştır. Bursalıoğlu ve Selim (2015)'in çalışmalarında çıktı değişkenlerinin üçüncüsü “*Yükseköğretimli Bireylerin Yaşam Memnuniyeti*” göstergesiyken, bu çalışmada bu değişkenin yerine “Akademisyen Başına Düşen Makale Sayısı (Uluslararası Makale Sayısı / Akademisyen Sayısı)” değişkeni kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan verilerin orijinal halleri analiz öncesinde de anlamlı bulgular içermesi nedeniyle Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 5:** Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Veriler

Ülkeler*	Girdiler (G1, G2)		Çıktılar (Ç1, Ç2, Ç3)		
	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları X 100	Yükseköğretim Öğrenci Sayısı / Akademisyen	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus X	Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	Uluslararası Makale Sayısı / Akademisyen
Türkiye	1,9	23,1	1,02	75	0,24
Almanya	1,2	12,1	0,68	88	0,27
Fransa	1,4	16,3	1,16	85	0,65
Birleşik Krallık	1,7	15,8	1,15	85	0,66
İtalya	0,9	20,2	0,62	80	0,79

İspanya	1,2	12,2	0,94	80	0,34
Polonya	1,2	14,6	1,28	88	0,36
Hollanda	1,7	14,8	0,89	88	0,48
Belçika	1,5	21,2	1,05	85	0,55
Çekya	0,9	18,9	0,88	86	1,01
Portekiz	1,2	14,4	0,71	85	0,44
Macaristan	1,1	13,7	0,69	85	0,30
İsveç	1,6	10,4	0,79	90	0,61
Avusturya	1,8	14,4	0,96	86	0,22
Finlandiya	1,7	15,3	1,02	83	0,74
Slovakya	1	15,1	1,04	81	0,44
Slovenya	1	15,3	1,50	85	0,47
Letonya	1	18,6	0,80	87	0,20
Lüksemburg	0,5	7,6	0,29	86	1,13
<b>Ortalama</b>	<b>1,3</b>	<b>15,5</b>	<b>0,92</b>	<b>84</b>	<b>0,52</b>

\*Ülkeler 2020 yılı nüfus büyüklüklerine göre sıralanmıştır. **Kaynak:** OECD Education at a Glance 2017-2019 (<https://www.oecd-ilibrary.org/education>), Dünya Bankası (<https://databank.worldbank.org>), UNESCO (<http://data.uis.unesco.org>), Eurostat (<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>).

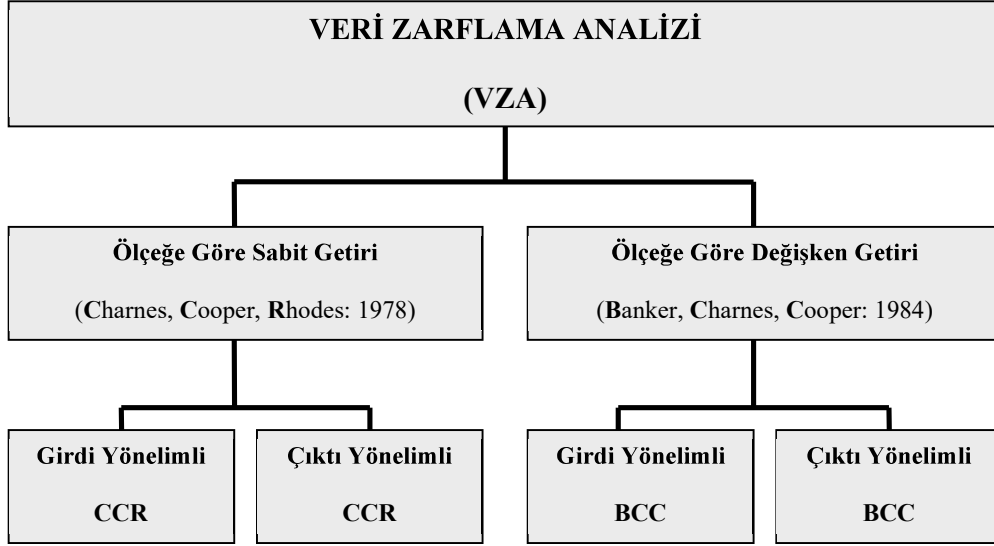
Yukarıdaki tabloda Türkiye açısından en dikkat çekici durumların ilki akademisyen başına düşen öğrenci sayısı açısından ülkemizin sıralamada en üstte olmasıdır. İkinci olarak ise Türkiye yükseköğretim mezunlarının istihdam edilmesi konusunda seçilen ülkeler arasında en sondadır. Buna ek olarak Tablo 5'e göre Türkiye'de akademisyenlerin uluslararası yayın performansı Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ortalamasının önemli ölçüde gerisindedir. Diğer taraftan Türkiye'de yükseköğretime yapılan kamu harcama veya yatırımlarının AB ortalamasının (% 1,3) üzerinde olduğu (% 1,9) ve benzer şekilde yükseköğretimde okullaşma oranı açısından AB ortalamasının (% 0,92) üzerinde bulunulduğu (% 1,02) görülmektedir.

### 3.2. Metodoloji

#### 3.2.1. Veri Zarflama Analizi

Veri zarflama analizi (VZA) bir amaç fonksiyonu (maksimizasyon ya da minimizasyon), kısıtlar ve koşullardan oluşan doğrusal programlama tabanlı parametrik olmayan bir yöntemdir. Parametrik olmayan testler değişkenlerin normal dağılıma sahip olmadığı durumlarda kullanılan, genellikle parametrik yöntemlerden daha esnek yapıya sahip olan ve daha kuvvetli uygulama sonuçları veren analiz araçlarıdır. VZA, bir örgütsel birimin belirli çıktıları üretmede kaynaklarını (girdilerini) diğer birimlere nazaran ne kadar etkin kullandığını ölçmektedir.

Veri zarflama analizi 20. yüzyılda açıklanan diğer birçok sayısal yöntem gibi günümüze kadar yeni katkılarla gelişme göstermiştir. Söz konusu sürecin ve bu çalışmada kullanılan yöntemin gelişim aşamalarının anlaşılabilmesi için Şekil 1'de VZA yöntemi özetlenmeye çalışılmıştır.



**Şekil 1: Veri Zarflama Analizi'nde Kullanılan Modeller**

Benzer stratejik hedeflere sahip olup aynı tür girdiyi kullanarak aynı tür çıktıları üreten karar verme birimleri (**KVB-DMU: Decision Making Unit**)'nin görelî etkinlik performanslarının ölçüldüğü VZA'nın uygulanmasında izlenecek adımlar şöyledir (Oruç vd., 2009):

- 1-) Uygun KVB'lerin belirlenmesi
- 2-) Girdi ve çıktıların belirlenmesi
- 3-) Görelî etkinlik ölçümü
- 4-) Etkin olmayan KVB'ler için referans KVB'lerin belirlenmesi
- 6-) Etkin olmayan KVB'ler için hedef değerlerin belirlenmesi
- 7-) Sonuçların karşılaştırılması ve değerlendirilmesi

VZA'da çıktıların ağırlıklı toplamlarının girdilerin ağırlıklı toplamlarına bölünmesiyle etkinlik değerine ulaşılır. Bu dönüşüm sürecinde toplam girdi ve toplam çıktı aşağıdaki gibi gösterilir (Tütek vd., 2016; 231-232).<sup>1</sup>

$$\text{Toplam Girdi} = \sum_{i=1}^m v_i x_i$$

$m$  = KVB'nin kullandığı toplam girdi sayısı  
 $i$  = Girdi  
 $v_i$  =  $i$ 'inci girdinin toplam girdi içerisindeki ağırlık katsayısı

$x_i$  =  $m$  girdiden  $i$ 'inci girdi

$$\text{Toplam Çıktı} = \sum_{r=1}^s u_r y_r$$

$s$  = KVB'nin kullandığı toplam çıktı sayısı  
 $r$  = Çıktı  
 $u_r$  =  $r$ 'inci çıktının toplam çıktı içerisindeki ağırlık katsayısı

$y_r$  =  $s$  çıktıdan  $r$ 'inci çıktı

<sup>1</sup> Matematiksel denklem yazımları için "MathType" programından yararlanılmıştır.

Oluşturulan toplam çıktının toplam girdiye bölümüyle KVB'nin girdileri çıktılarına dönüştürmedeki etkinliği elde edilir.

$$Etkinlik = \frac{\text{Toplam Çıktı}}{\text{Toplam Girdi}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} = \frac{u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s}{v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_m x_m} \quad (1)$$

Yukarıdaki etkinlik skoru hesaplamasında girdi ve çıktıların ağırlık katsayıları kurulacak olan modelin (Örn. CCR veya BCC) çözülmesiyle bulunur. Söz konusu değerler her bir KVB'nin diğer KVB'ler içerisindeki göreceli etkinliğini maksimize edecek olan ağırlık değerleridir (Tütek vd., 2016; 232).

### 3.2.1.1. CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) Modelleri

CCR modelinin temelini oluşturan girdi yönelimli kesirli VZA modeli aşağıdaki gibidir.

$$Max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} = Max \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk}} \quad (2)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \Rightarrow \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad ; \quad j=1, \dots, n \quad (3)$$

$$\begin{aligned} u_r &\geq \varepsilon \geq 0 \quad ; \quad r=1, \dots, s \\ v_i &\geq \varepsilon \geq 0 \quad ; \quad i=1, \dots, m \end{aligned} \quad (4)$$

Yukarıdaki (2), (3) ve (4) numaralı denklemlerde; Max = Maksimizasyon (Enbüyükleme), k = Karar verme birimi (KVB), j = Karar verme birimi (KVB),  $u_r$  = k KVB tarafından r'inci çıktıya verilen ağırlık katsayısı,  $v_i$  = k KVB tarafından i'inci girdiye verilen ağırlık katsayısı,  $y_{rk}$  = k KVB tarafından üretilen r'inci çıktı,  $x_{ik}$  = k KVB tarafından kullanılan i'inci girdi,  $y_{rj}$  = j'inci KVB tarafından üretilen r'inci çıktı,  $x_{ij}$  = j'inci KVB tarafından kullanılan i'inci girdi,  $\varepsilon$  = Pozitif çok küçük bir değeri ifade etmektedir (Özden, 2008; 170-171).

(2) numaralı denklem göreceli etkinlik değerinin maksimize edilmesini, (3) numaralı denklem etkinlik değerinin 1'den büyük olmama kısıtını ve (4) numaralı denklem de girdi ve çıktı ağırlık katsayılarının negatif olmama koşulunu göstermektedir.

(2), (3) ve (4) numaralı denklemlerin çözümündeki en önemli sorun modelin sonsuz sayıda çözüme sahip olmasıdır (Kök ve Deliktaş, 2003; 222). Bu sorunun giderilmesi için modele yeni bir kısıt daha eklenerek model bir doğrusal programlama modeline dönüştürülmüştür. Söz konusu girdi yönelimli CCR modelinin temeli olan formülasyon şöyledir:

#### Amac fonksiyonu:

$$Max h_k = \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} \quad (5)$$

**Kısıtlar:**

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (7)$$

**Pozitiflik koşulu:**

$$u_r \geq 0; \quad v_i \geq 0 \quad (8)$$

**Tablo 3: CCR Modelleri**

<b>Girdi Yönelimli CCR Modeli</b>	<b>Çıktı Yönelimli CCR Modeli</b>
<b><i>Amaç Fonksiyonu</i></b>	<b><i>Amaç Fonksiyonu</i></b>
$\text{Max } h_k = \sum_{r=1}^s u_{rk} \cdot y_{rk}$	$\text{Min } h_k = \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}$
<b><i>Kısıtlar</i></b>	<b><i>Kısıtlar</i></b>
$\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1$	$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} = 1$
$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$	$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0$
<b><i>Pozitiflik Koşulu</i></b>	<b><i>Pozitiflik Koşulu</i></b>
$u_r \geq 0; \quad v_i \geq 0$	$u_r \geq 0; \quad v_i \geq 0$

**Kaynak:** Cooper vd. (2004)

**3.2.1.2 BCC (Banker, Charnes, Cooper) Modelleri**

Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından geliştirilen BCC modeli, CCR modelindeki ölçeğe göre sabit getiri varsayımının geçerli olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. BCC modeli ölçeğe göre değişken getiriye dikkate alarak ölçek farklılaşmasını veri zarflama analizine dâhil etmektedir. Diğer bir deyişle etkinliğin ölçek büyüklüklerinden etkilendiği durumlarda ölçeğe göre değişken getiriye dikkate alan BCC modelinin kullanılması uygundur.

Banker, Charnes ve Cooper (1984) karar verme birimlerinin ölçeğe göre getiri farklılığı taşıdığı durumları açıklamak üzere CCR modeline konvekslik kısıtı ekleyerek bu probleme çözüm aramışlardır.

Söz konusu konvekslik kısıtı şöyledir:

$$\sum_{j=1}^n o_{jk} = 1 \quad (9)$$

CCR modellerinde olduğu gibi BCC modelleri de girdi yönelimli ya da çıktı yönelimli olabilmektedirler.



**Tablo 4: BCC Modelleri**

Girdi Yönelimli BCC Modeli	Çıktı Yönelimli BCC Modeli
<i>Amaç Fonksiyonu</i>	<i>Amaç Fonksiyonu</i>
$Min t_k$	$Max Z_k$
<i>Kısıtlar</i>	<i>Kısıtlar</i>
$t_k x_{ik} - \sum_{j=1}^n O_{jk} x_{ij} \geq 0 \quad i=1,2,3,\dots,m$	$Z_k y_{rk} - \sum_{j=1}^n k_{jk} y_{rj} \leq 0$
$\sum_{j=1}^n O_{jk} y_{rj} \geq y_{rk} \quad r=1,2,3,\dots,s$	$\sum_{j=1}^n k_{jk} x_{ij} \leq x_{ik}$
$\sum_{j=1}^n O_{jk} = 1$	$\sum_{j=1}^n k_{jk} = 1$
<i>Pozitiflik Koşulu</i>	<i>Pozitiflik Koşulu</i>
$O_{jk} \geq 0$	$k_{jk} \geq 0$

**Kaynak:** Banker vd. (2004)

### 3.2.2. Tobit Model

Tobit modeli nitel bağımlı değişkenli modeldir. Belirli bir alt ve üst limit sınırı taşıyan bağımlı değişkenlerin kullanıldığı modele Tobit modeli denilmektedir (Olsen, 1978: 1211). Model sansürlü (*censored*) veya kesikli regresyon modeli olarak da adlandırılmaktadır. Alt ve üst limit belirlenmiş diğer bir ifadeyle belirli bir aralığın dışındaki gözlemler tamamen dışlanmış ise kesikli model veya sansürlü model kullanılabilir.

Tobit model literatürde ilk olarak Tobin tarafından, dayanıklı mallara olan talebin incelenmesinde bağımlı değişkeni temsil eden hanehalkı harcamalarının negatif olamayacağını dikkate alan bir regresyon analizinde kullanılmıştır (Tobin, 1958; 24). Tobit modelin temeli olan klasik regresyon denklemi aşağıdaki gibidir.

$$y_t^* = \beta x_t + u_t \quad (10)$$

(10) nolu denklemde ( $y_t^*$ ) bağımlı (açıklanan) değişken, ( $x_t$ ) bağımsız (dışsal) değişken, ( $\beta$ ) bilinmeyen katsayı, ( $t$ ) zaman boyutu ve ( $u_t$ ) ortalaması sıfır ve varyansı sabit ( $\sigma^2$ ) normal dağılıma sahip hata terimidir.

$$\begin{aligned} \beta x_t + u_t &> 0 \\ \beta x_t + u_t &\leq 0 \\ t &= 1, 2, 3, \dots, n \end{aligned} \quad (11)$$

(11) nolu denklemde ( $y_t^*$ ) 'ye eşit olan ( $\beta x_t + u_t$ ) yalnızca pozitif durumlarda gözlemlenebilen ve nihayetinde gözlemlenmiş bir değişken özelliğini taşıyan stokastik bir indeks sürecidir (McDonald ve Moffitt, 1980: 318).

(10) numaralı denklemde analizi basitleştirmek için bağımsız (açıklayıcı) değişkenin yalnızca bir tane olduğu varsayılmıştır. Bununla birlikte (11) numaralı denklem ise logit ve probit modellerde gözlemlenebilen kukla değişkeni ifade etmektedir. Diğer bir gösterimle;

$$y_t = \begin{cases} (1) \beta x_t + u_t > 0 \\ (0) \beta x_t + u_t \leq 0 \end{cases} \quad (12)$$

Tobit modelde;  $u_t \square IN(0, \sigma^2)$ 'dir. Diğ er bir ifadeyle, Tobit modellerde hata terimi ( $u_t$ ) ortalaması sıfır, varyansı sabit ( $\sigma^2$ ) ve normal dağılımlıdır. Bununla birlikte bu modellerde; ( $y_t^* > 0$ ) ise ( $y_t^*$ ) gözlenebilen bağımlı değışken, ( $y_t^* \leq 0$ ) ise ( $y_t^*$ ) görünmeyen bir değışkendir (Daşkıran ve Ö zkoç, 2019; 1057). Sonuç olarak;

$$y_t = \begin{cases} y_t^* = \beta x_t + u_t & \text{eğ er } y_t^* > 0 \\ 0 & \text{eğ er } y_t^* \leq 0 \end{cases} \quad (13)$$

(13) nolu denklem sansür lenmiş regresyon modelidir. Çünkü ( $y_t^* \leq 0$ ) olan diğ er bir ifadeyle negatif ve sıfır olan değ erler modelden dış lanmıştır (Maddala, 1992; 338-339)

#### 4. ANALİZ VE BULGULAR

Veri zarflama analizine geçmeden önce, 2 girdi (G1, G2) ve 3 çıktı (Ç1, Ç2, Ç3) değışkeni olmak üzere toplam 5 değışken arasındaki ilişkinin yönü ve gücü korelasyon analizi ile hesaplanmıştır. SPSS programında yapılan korelasyon analizi sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

**Tablo 6: Korelasyon Analizi**

	G1	G2	Ç1	Ç2	Ç3
<b>G1</b> Korelasyon Katsayısı	1	-	-	--	-
Olasılık	19				
<b>G2</b> Korelasyon Katsayısı	0,277	1	-	-	-
Olasılık	0,251				
	19	19			
<b>Ç1</b> Korelasyon Katsayısı	0,347	0,401*	1	-	-
Olasılık	0,145	0,089			
	19	19	19		
<b>Ç2</b> Korelasyon Katsayısı	-0,507**	-0,099	-0,087	1	-
Olasılık	0,027	0,687	0,724		
	19	19	19	19	
<b>Ç3</b> Korelasyon Katsayısı	-0,153	-0,397*	-0,297	0,091	1
Olasılık	0,531	0,097	0,217	0,712	
	19	19	19	19	19

**G1** (Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları X 100), **G2** (Yükseköğretim Öğrenci Sayısı / Akademisyen Sayısı), **Ç1** (Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus X 100), **Ç2** (Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı (%)), **Ç3** (Uluslararası Makale Sayısı / Akademisyen Sayısı), **N**: Örneklem (Ülke) Sayısı, \*\*: % 5 ve \*: % 10 önem seviyesinde anlamlı.

Bir ön test niteliğinde olan korelasyon analizi sonuçlarına göre % 5 önem seviyesinde yükseköğretim harcamalarının kamu harcamalarına oranı arttıkça yükseköğretim mezunlarının istihdam oranı ( $r = -0,507$ ; Sig.= 0,027) azalmaktadır. Diğ er taraftan % 10 anlamlılıkla akademisyen başına öğrenci sayısı arttıkça yükseköğretim mezunlarının toplam nüfusa oranı ( $r = 0,401$ , Sig.= 0,089) artmaktadır. Benzer şekilde % 10 anlamlılıkla akademisyen başına öğrenci sayısı arttıkça akademisyen başına yapılan uluslararası yayın sayısı ( $r = -0,397$ ; Sig.= 0,097) azalmaktadır. Kısacası korelasyon analizi sonuçlarına göre yükseköğretime yapılan kamu harcamalarındaki

artış hedeflenen değerler üzerinde genellikle negatif etki taşımaktadır. Buna ek olarak akademisyen başına düşen öğrenci sayısının artması akademik personelin yayın sayısına olumsuz yansımaktadır.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre yapılan bu ön değerlendirmeyi bir de VZA ile irdelemek yararlı olabilir. Bu amaçla yapılan, Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye yükseköğretim sistemlerinin çıktı odaklı BCC modeliyle teknik etkinlik analizi sonuçları Tablo 7’de sunulmuştur. Analizde çıktı odaklı BCC modeli girdilerin sabit kabul edilip çıktı düzeyindeki değişimi açıkladığı için tercih edilmiştir.

**Tablo 7: AB Ülkeleri ve Türkiye Yükseköğretim Sistemleri Etkinlik Analizi Sonuçları**

Ülkeler	BCC-VRS Modeline Göre Etkinlik Skorları		
	VRS	Sıralama	Referans Alman Ülke(ler)
Polonya	1,000	1	Polonya
Çekya	1,000	1	Çekya
İsveç	1,000	1	İsveç
Slovenya	1,000	1	Slovenya
Lüksemburg	1,000	1	Lüksemburg
Almanya	0,995	6	Polonya, İsveç, Lüksemburg
Letonya	0,993	7	İsveç, Lüksemburg, Polonya
Fransa	0,985	8	Çekya, Polonya, Slovenya, İsveç
Birleşik Krallık	0,985	8	Slovenya, Polonya, Çekya, İsveç
Hollanda	0,983	10	Polonya, İsveç
Belçika	0,967	11	Çekya, İsveç, Polonya
Finlandiya	0,966	12	Slovenya, İsveç, Çekya, Lüksemburg
Macaristan	0,966	12	Polonya, İsveç, Lüksemburg
Avusturya	0,965	14	Polonya, İsveç
Portekiz	0,963	15	Polonya, İsveç, Lüksemburg
Slovakya	0,933	16	Slovenya, Polonya, Lüksemburg
İtalya	0,918	17	Polonya, İsveç, Çekya, Lüksemburg
İspanya	0,915	18	Slovenya, Polonya, Sweden, Lüksemburg
Türkiye	0,849	19	İsveç, Polonya

**Kaynak:** OECD Education at a Glance 2017-2019) (<https://www.oecd-ilibrary.org/education>), Dünya Bankası (<https://databank.worldbank.org>), UNESCO (<http://data.uis.unesco.org>), Eurostat (<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>). Değerlenen veri kaynaklarından 2016 yılı için veriler derlenmiş ve DEAP programıyla analiz edilerek yukarıdaki tablodaki bulgulara ulaşılmıştır. Programın kurulumu ve kullanımı hakkında Özden vd. (2012)’den yararlanılabilir.

Veri zarflama analizi sonuçlarına göre 5 ülke (Polonya, Çekya, İsveç, Slovenya ve Lüksemburg) % 100 etkindirler (VRS: 1). Türkiye yükseköğretimde 19 ülke arasında en düşük etkinliğe sahip olan ülkedir (VRS: 0,849, 19. Sıra). Diğer taraftan Türkiye yükseköğretim sistemini daha etkin hale getirmek için ise ilk olarak İsveç ve Polonya yükseköğretim sistemlerini referans almalıdır.

Yukarıdaki analizde % 100 etkin (VRS: 1) olmayan ülkeler diğer bir ifadeyle etkin olmayan karar verme birimleri; Almanya, Letonya, Fransa, Birleşik Krallık, Hollanda, Belçika, Finlandiya, Macaristan, Avusturya, Portekiz, Slovakya, İtalya, İspanya ve Türkiye için “Potansiyel İyileştirme” alanları Tablo 8’de sunulmuştur.

**Tablo 8: Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Potansiyel İyileştirme Tablosu**

		Gerçekleşen Veriler	Hedeflenen Veriler	Potansiyel İyileştirme	
Almanya	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1,2	1,4	% 17 Artış
		Öğrenci / Akademisyen	12,1	12,2	% 1 Artış
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	0,68	0,68	---
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	88	88,5	% 1 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,27	0,75	% 178 Artış
Letonya	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1	1	---
		Öğrenci / Akademisyen	18,6	11,1	% 40 Azalış
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	0,80	0,80	---
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	87	87,6	% 1 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,20	0,71	% 255 Artış
Fransa	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1,4	1	% 28 Azalış
		Öğrenci / Akademisyen	16,3	16,3	---
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	1,16	1,18	% 1 Artış
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	85	86,3	% 1 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,65	0,66	% 1 Artış
Birleşik Krallık	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1,7	1,7	---
		Öğrenci / Akademisyen	15,8	15,8	---
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	1,15	1,17	% 2 Artış
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	85	86,3	% 2 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,66	0,67	% 2 Artış

Hollanda	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1,7	1,5	% 12 Azalış
		Öğrenci / Akademisyen	14,8	11,4	% 23 Azalış
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	0,89	0,91	% 2 Artış
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	88	89,5	% 2 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,48	0,55	% 15 Artış
Belçika	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1,5	1,2	% 20 Azalış
		Öğrenci / Akademisyen	21,2	14,8	% 32 Azalış
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	1,05	1,09	% 4 Artış
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	85	87,9	% 3 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,55	0,57	% 4 Artış
Finlandiya	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1,7	0,96	% 44 Azalış
		Öğrenci / Akademisyen	15,3	15,3	---
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	1,02	1,06	% 4 Artış
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	83	85,9	% 3 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,74	0,77	% 4 Artış
Macaristan	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1,1	1,1	---
		Öğrenci / Akademisyen	13,7	10,3	% 25 Azalış
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	0,69	0,71	% 3 Artış
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	85	88,1	% 4 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,30	0,75	% 150 Artış
Avusturya	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1,8	1,4	% 22 Azalış

		Öğrenci / Akademisyen	14,4	12,2	% 15 Azalış
		Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	0,96	1	% 4 Artış
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	86	89,2	% 4 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,22	0,51	% 132 Artış
Portekiz	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1,2	1,2	---
		Öğrenci / Akademisyen	14,4	10,4	% 28 Azalış
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	0,71	0,74	% 4 Artış
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	85	88,4	% 4 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,44	0,71	% 61 Artış
Slovakya	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1	1	---
		Öğrenci / Akademisyen	15,1	13,2	% 7 Azalış
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	1,04	1,12	% 8 Artış
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	81	86,9	% 7 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,44	0,55	% 25 Artış
İtalya	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	0,9	0,9	---
		Öğrenci / Akademisyen	20,2	11,3	% 44 Azalış
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	0,62	0,68	% 10 Artış
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	80	87,1	% 9 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,79	0,86	% 9 Artış
İspanya	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1,2	1,2	---
		Öğrenci / Akademisyen	12,2	12,2	---

Türkiye	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	0,94	1,03	% 10 Artış
		Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	80	87,5	% 9 Artış
		Makale Sayısı / Akademisyen	0,34	0,61	% 79 Artış
	Girdi	Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları	1,9	1,3	% 32 Azalış
		Öğrenci / Akademisyen	23,1	13,9	% 40 Azalış
	Çıktı	Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	1,02	1,2	% 18 Artış
Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı		75	88,3	% 18 Artış	
Makale Sayısı / Akademisyen		0,24	0,40	% 67 Artış	

**Kaynak:** OECD Education at a Glance 2017-2019) (<https://www.oecd-ilibrary.org/education>), Dünya Bankası (<https://databank.worldbank.org>), UNESCO (<http://data.uis.unesco.org>), Eurostat (<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>). Tablodaki “Gerçekleşen Veriler” sütunu belirtilen veri kaynaklarından 2016 yılı için derlenmiş; “Hedeflenen Veriler” sütunu DEAP programının sonuç dosyasından (*target*) alınmış ve “Potansiyel İyileştirme” oranları (14) nolu formül kullanılarak tarafımızca hesaplanmıştır.

Tablo 8’de etkin olmayan KVB (DMU)’ler için hem girdi hem de çıktı etkinliğinin sağlanarak hedeflenmesi gereken rakamsal büyüklükler görülmektedir. Tablo 8’deki “Potansiyel İyileştirme” sütunu ise şöyle hesaplanmıştır.

$$\text{Potansiyel İyileştirme} = \frac{\text{Hedeflenen Veriler} - \text{Gerçekleşen Veriler}}{\text{Gerçekleşen Veriler}} * 100 \quad (14)$$

Yukarıdaki tabloya göre; en düşük teknik etkinliğe sahip olan Türkiye toplam kamu harcamaları içerisindeki yükseköğretim harcamalarını % 32 azaltarak, akademisyen başına düşen öğrenci sayısını % 40 azaltarak, toplam nüfus içindeki yükseköğretim mezunu sayısını % 18 arttırarak, yükseköğretim mezunlarının istihdam oranını % 18 arttırarak ve akademisyen başına düşen makale sayısını da % 67 arttırarak daha etkin olabilir.

Çalışmanın bu kısmında veri zarflama analizi neticesinde elde edilen teknik etkinlik (VRS) değeri nitel bağımlı değişken ve girdi-çıktı değişkenleri de bağımsız değişken alınarak “Tobit” model hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 9’da özetlenmiştir.

**Tablo 9: Tobit Model Tahmin Bulguları**

Nitel Bağımlı Değişken: VRS (Teknik Etkinlik)			
Bağımsız Değişkenler	Katsayı	z istatistiği	Olasılık (Prob.)
Yükseköğretim Kamu Harca./Toplam Kamu Harc.	-0,021***	-3,973	0,0001
Öğrenci / Akademisyen	-0,000	-0,438	0,6607
Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus	0,035***	4,728	0,0000
Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı	0,010***	17,56	0,0000
Makale Sayısı / Akademisyen	0,031***	4,087	0,0000
Akademisyen Sayısı	0,000	0,476	0,6338
Sabit	0,103*	1,935	0,0530

<b>Pseude R<sup>2</sup></b>	<b>0,97</b>
<b>Log Likelihood</b>	<b>66,51</b>

\*\*\*: % 1, \*: % 10 önem seviyesinde anlamlı.

Yukarıdaki tabloda beş adet girdi-çıkıtı değişkenine ek olarak “Akademisyen Sayısı” da etkinlik üzerinde etkili olabilecek bir bağımsız değişken olarak modele dâhil edilmiştir. Tahmin bulguları “Log Likelihood” değeri yüksek çıkması nedeniyle bütün olarak anlamlıdır. Benzer şekilde nitel bağımlı değişkenli modellerde modelin açıklama gücünü gösteren “Pseude R<sup>2</sup>” değeri 0,97’dir. Buna göre bağımsız değişkenler bağımlı değişkendeki değişimlerin yaklaşık % 97’sini açıklama gücüne sahiptir. Tahmin sonuçlarına göre hem “Öğrenci/Akademisyen” (*Prop. :0,6607*) hem de “Akademisyen Sayısı” (*Prop. :0,6338*) değişkenlerinin katsayıları istatistikî olarak anlamsızdır. Diğer taraftan istatistikî açıdan anlamlı katsayılara sahip olan “Yükseköğretim Kamu Harcamaları / Toplam Kamu Harcamaları” değişkeni etkinlik değerleri üzerinde negatif yönlü etkiye sahiptir; “Yükseköğretim Mezunları Sayısı / Toplam Nüfus”, “Yükseköğretim Mezunlarının İstihdam Oranı” ve “Makale Sayısı / Akademisyen” değişkenleri etkinlik değerleri üzerinde pozitif yönlü etkiye sahiptir.

## 5. SONUÇ

Yükseköğretim kurumları toplumsal gelişim için önemli organizasyonlardır. Yükseköğretim kurumlarının oluşturduğu yükseköğretim sisteminin etkinliği şüphesiz ki bir ülkenin eğitim hedeflerinin başarısı açısından kritiktir. Diğer taraftan yönetim performansının söz konusu olduğu her sistemde girdi-çıkıtı etkinliği sürekli ölçülüp düzenleyici önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu amaçla çalışmada Türkiye ve 18 Avrupa Birliği (AB) ülkesinin yükseköğretim sistemlerinin teknik etkinliği karşılaştırmalı olarak veri zarflama analizi ile incelenmiştir. Çalışmanın literatürden temel farkı ulaşılabilen en güncel veriler kullanılarak etkinlik analizinin yapılmış olması ve analiz sonuçlarının farklı zaman boyutları açısından önceki çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılabilmesidir.

Veri zarflama analizi doğrusal programlama tabanlı, parametrik olmayan ve bir sistemde sınırlı kaynaklarla üretilebilecek çıktı düzeyi arasındaki teknik ilişkiyi açıklayan bir yöntemdir. Söz konusu yöntemle seçilen karar verme birimleri arasında etkinlik karşılaştırılması yapılabilir ve zaman unsurunu dikkate alan veri analizleriyle dinamik bulgulara ulaşılabılır. Bu çalışmada kısmen homojen olmayan karar verme birimlerinin diğer bir ifadeyle birbirlerine açıkça benzemeyen yükseköğretim sistemlerinin karşılaştırmalı etkinliği incelenmiştir. Bu nedenle yapılacak yeni çalışmalarda gelişmekte olan ülkeler yükseköğretim sistemleri ve Türk yükseköğretim sistemi örneği gibi daha homojen birimler üzerine de etkinlik analizi yapılabilir. Dahası araştırmacılar söz konusu yöntemle çok farklı alanlarda ve yine çok farklı girdi-çıkıtı setleriyle daha detaylı analizler yapma fırsatına sahiptirler.

Bu çalışmada Toth (2009) ve Bursalıoğlu ve Selim (2015)’in bulguları güncel verilerle yeniden test edilmiş olup, Türkiye ve 18 AB ülkesi yükseköğretim sistemlerinin karşılaştırmalı etkinlik gelişimi incelenmiştir. Nitekim benzer bir örneklem üzerinde, benzer veri setleriyle ve aynı yöntemle yükseköğretim sistemlerinde etkinlik konusunu araştıran söz konusu iki çalışmada Türkiye’nin AB ülkeleri arasında etkinlik sıralamasında en sonda yer aldığı bulgusuna ulaşılmıştır. Nihayetinde bu çalışmada ise elde edilen sonuçların Toth (2009) ve Bursalıoğlu ve Selim (2015)’in bulgularıyla aynı doğrultuda olduğu görülmüştür.

Bulgular Türk yükseköğretim sisteminin geleceği için gerçekleştirilen yapısal düzenlemelerin daha detaylı analiz edilmesinin gerekliliğini göstermektedir. Türk yükseköğretim sisteminde etkinliğin sağlanabilmesi için performans, sürece ve veriye dayalı yönetim ilkelerinin benimsenmesi ve uygulanması önerilmektedir.



## KAYNAKLAR

- Abbott, M. ve Doucouliagos, C. (2003) The Efficiency of Australian Universities: A Data Envelopment Analysis. *Economics of Education Review*, 22, 89-97.
- Agasisti, T. ve Esparrells, C. P. (2010) Comparing Efficiency in a Cross-Country Perspective: The Case of Italian and Spanish State Universities. *High Education*, 59, 88-103.
- Altan, M. S. (2010) Türk Sigortacılık Sektöründe Etkinlik: Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Bir Uygulama. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(1),185-204.
- Altın, H. (2010) Küresel Kriz Ortamında İMKB Sınai Şirketlerine Yönelik Finansal Etkinlik Sınaması: Veri Zarflama Analizi Uygulaması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 15-30.
- Aristovnik, A. (2014) The Funding and Efficiency of Higher Education in Croatia and Slovenia: A Nonparametric Comparison. *Amfiteatru Economic*, 1-23.
- Atan, M. (2003) Türkiye Bankacılık Sektöründe Veri Zarflama Analizi ile Bilançoya Dayalı Mali Etkinlik ve Verimlilik Analizi, *Ekonomik Yaklaşım*, 14(48), 71-86.
- Atan, M., Karpat, G. ve Göksel, A. (2002) Ankara'daki Anadolu Liselerin Toplam Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Saptanması. *XI. Eğitim Bilimleri Kongresi*, 1-10.
- Atmaca, E., Turan, F., Kartal, G. ve Çiğdem, E. S. (2012) Ankara İli Özel Hastanelerinin Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 16(2), 135-153.
- Ayanoğlu, Y., Atan, M. ve Beylik, U. (2010) Hastanelerde Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemiyle Finansal Performans Ölçümü ve Değerlendirilmesi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 40-62.
- Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Banker, R. D., Cooper, W. W., Seiford, L. M., Thrall, R. M. and Zhu, J. (2004). "Returns to Scale in Different DEA Models". *European Journal of Operational Research*, 154, 345-362.
- Başkaya, Z. ve Akar, C. (2005) Sigorta Şirketlerinin Satış Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15, 37-51.
- Baysal, M. E., Alçılar, B., Çerçioğlu, H. ve Toklu, B. (2005) Türkiye'deki Devlet Üniversitelerinin 2004 Yılı Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenip Buna Göre 2005 Yılı Bütçe Tahsislerinin Yapılması. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 67-73.
- Baysal, M. E., Uygur, M. ve Toklu, B. (2004) Veri Zarflama Analizi ile TCDD Limanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Çalışması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(4), 437-442.
- 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.
- Budak, H. (2011) Veri Zarflama Analizi ve Türk Bankacılık Sektöründe Uygulaması. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(3), 95-110.
- Bursalıoğlu, S. A. ve Selim, S. (2015) Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'de Yükseköğretimde Etkinliği Belirleyen Faktörler. *Bilgi (Türk Dünyası Sosyal Bilimler Dergisi)*, 74, 45-69.
- Cenger, H. (2011) İMKB'de İşlem Gören Çimento Şirketlerinin Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(3-4), 31-44.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1979). Short Communication: Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 3, 339-361.

- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1981). Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through. *Management Science*, 27(6), 668-697.
- Cooper, W.W., Seiford, L. M. and Zhu, J. (2004) Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Ed. William W.Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Çakmak, M., Öktem, M. K. ve Ömürganülşen, U. (2009) Türk Kamu Hastanelerinde Teknik Verimlilik Sorunu: Veri Zarflama Analizi Tekniđi ile Sağlık Bakanlığı'na Bağlı Kadın Doğum Hastanelerinin Teknik Verimliliklerinin Ölçülmesi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 12(1), 1-35.
- Çınar, Y. (2013) Türkiye'de Kamu Üniversitelerinin Eğitim-Araştırma Etkinlikleri ve Etkinlik Artışında Stratejik Önceliklerin Rolü: Çok-Aktiviteli VZA Uygulaması. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 68(2), 27-62.
- Daşkıran, F. ve Özkoç, H. H. (2019) Türkiye'deki Hanchalkının Tatil Harcama Yapısının İncelenmesi: Tobit Model. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(71), 1051-1065.
- Dikmen, F. C. (2008) Veri Zarflama Analizi ile Üniversitelerin Etkinliğinin Ölçülmesi. *Kocaeli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4 (6), 1-22.
- Emrouznejad, A. ve E. Thanassoulis (2005) A Mathematical Model for Dynamic Efficiency Using Data Envelopment Analysis. *Applied Mathematics and Computation*, 160, 363-378.
- Eurostat (2021) Avrupa Komisyonu Online Veri Tabanı, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database/>, Erişim Tarihi: 04.01.2021
- Gülsevin, G. ve Türkan, A. H. (2012) Afyonkarahisar Hastanelerinin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 1-8.
- Günay, A., Dulupçu, M. A. ve Oruç, K. O. (2017) Türkiye'de Devlet Üniversitelerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi: Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi Uygulamaları. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(3), 85-113.
- Jelic, O. N. ve Kedzo, M. G. (2018) Efficiency vs Effectiveness: An Analysis of Tertiary Education Across Europe, *Public Sector Economics*, 42(4), 381-414.
- Kayalidere, K. ve Kargin, S. (2004) Çimento ve Tekstil Sektörlerindeki Etkinlik Çalışması ve Veri Zarflama Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 196-219.
- Keskin, H. İ. ve Öndes, H. (2020) Seçilmiş Avrupa Futbol Kulüplerinin Etkinliğinin Ölçülmesi: VZA ve Panel Tobit Modeli. *Sosyoekonomi*, 28(43), 153-174.
- Kıyıldı, R. K. ve Karşahin, M. (2006) Türkiye'deki Hava Alanlarının Veri Zarflama Analizi ile Altyapı Performansının Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 391-397.
- Kök, R. ve Deliktaş, E. (2003) *Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri*, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası.
- Kula, V. ve Özdemir, L. (2007) Çimento Sektöründe Göreceli Etkinsizlik Alanlarının Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Tespiti, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 55-70.
- Kutlar, A. ve Kartal, M. (2004) Cumhuriyet Üniversitesinin Verimlilik Analizi: Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 49-79.
- Maddala, G. S. (1992) Introduction to Econometrics. New York: Macmillan Publishing Company.
- McDonald, J. F. and Moffitt, R. A. (1980) The Uses of Tobit Analysis. *The Review of Economics and Statistics*, 62(2), 318-321.

- Menten, C., Çekiç, C. ve Atıcı, K. B. (2020) Türkiye Tarım Sektöründe Ürünler Bazında Etkinlik Değerlendirmesi. *Verimlilik Dergisi*, 1, 117-141.
- Mollavelioğlu, M., Ş., Kanberoğlu Z., ve Oğuz, A., (2020). Veri Zarflama Analizi ile İnsani Kalkınmanın Değerlendirilmesi: Afro-Avrasya Örneği. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 5(9), 155-167.
- OECD (2017). Education at a Glance 2017: OECD Indicators, OECD Publishing. <https://www.oecd-ilibrary.org/education/>, Erişim Tarihi: 05.01.2021
- OECD (2019). Education at a Glance 2019: OECD Indicators, OECD Publishing. <https://www.oecd-ilibrary.org/education/>, Erişim Tarihi: 05.01.2021
- Olsen, R. J. (1978) Note on the Uniqueness of the Maximum Likelihood Estimator for the Tobit Model. *Econometrica*, 46 (5), 1211-1215.
- Oruç, K. O., Güngör, İ. ve Demiral, M. F. (2009) Üniversitelerin Etkinlik Ölçümünde Bulanık Veri Zarflama Analizi Uygulaması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 280-294.
- Özata, M. ve Sevinç, İ (2010) Konya'daki Sağlık Ocaklarının Etkinlik Düzeylerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(1), 77-87.
- Özden, A., Özer, O. O. ve Çınar, G. (2012) Etkinlik Ölçümünde Kullanılan Bir Bilgisayar Yazılımı: DEAP 2.1. *10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, Konya.
- Özden, Ü. H. (2008) Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.
- Selim, S. ve Bursalıoğlu, S. A. (2013) Analysis of the Determinants of Universities Efficiency in Turkey: Application of the Data Envelopment Analysis and Panel Tobit Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 89, 895-900.
- Seyrek, İ. H. ve Ata, H. A. (2010) Veri Zarflama Analizi ve Veri Madenciliği ile Mevduat Bankalarında Etkinlik Ölçümü. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, 4(2), 67-84.
- Soummakie, B. (2020) Efficiency and Performance Measurement of Turkish Universities via Data Envelopment Analysis. *Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 38(1), 115-138.
- Tektüfekçi, F. (2010) İMKB'ye Kayıtlı Halka Açık Teknoloji Şirketlerinde Finansal Etkinliğin Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Değerlendirilmesi. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 2(2), 69-77.
- Tetik, S. (2003) İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi, *Yönetim ve Ekonomi*, 10(2), 221-229.
- Tobin, J. (1958). Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. *Econometrica*, 26, 24-36.
- Tokatlıoğlu, Y. ve Ertong, C. B. (2020) OECD Ülkelerinin Sağlık Sektörlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi. *Türkiye Ekonomik Siyasal ve Stratejik Araştırmalar Merkezi (TESAM) Akademi Dergisi*, 7(1), 251-276.
- Toth, R. (2009) Using DEA to Evaluate Efficiency of Higher Education. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce, Conference Papers*.
- Tütek, H. H., Gümüšoğlu, Ş. ve Özdemir, A. (2016) Sayısal Yöntemler-Yönetimsel Yaklaşım, Ankara: Beta Basım Yayın.
- Ulucan, A. (2000) Şirket Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Genel ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1), 405-418.
- Ulucan, A. (2002) İSO500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 57(2), 185-202.

- UNESCO (2021) Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü Online Veri Tabanı, <http://data.uis.unesco.org/>, Erişim Tarihi: 02.01.2021
- Veiderpass, A. ve M. Mckelvey (2016) Evaluating The Performance of Higher Education Institutions in Europe: A Nonparametric Efficiency Analysis of 944 Institutions. *Applied Economics*, 48(16), 1504-1514.
- Worldbank Data (2021) Dünya Bankası Veri Tabanı, <https://databank.worldbank.org/>, Erişim Tarihi: 05.01.2021
- Yalama, A. ve Sayım, M. (2008) Veri Zarflama Analizi ile İmalat Sektörünün Performans Değerlendirmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 89-107.
- Yotova, L. ve K. Stefanova (2017) Efficiency of Tertiary Education Expenditure in CEE Countries: Data Envelopment Analysis. *Economic Alternatives*, 3, 352-364.