

Akademik Birimlerin Veri Zarflama Analizi ve Promethee Yöntemleri ile Performans Değerlendirmesi: Kocaeli Üniversitesi Örneği

Zerrin Aladağ^{*1}, Atakan Alkan², Ezgi Güler³, Yasemin Özdin⁴

^{*1,2,3,4}Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, KOCAELİ

(Alınış / Received: 04.02.2018, Kabul / Accepted: 27.04.2018, Online Yayınlanma / Published Online: 30.04.2018)

Anahtar Kelimeler

Etkinlik Analizi,
Performans Değerlendirme,
Veri Zarflama Analizi(VZA),
Promethee Yöntemi

Öz: Kaynakların etkin kullanımı karar verme birimleri için önemli bir performans göstergesidir. Etkinlik analizi sistem performansını değerlendirmede kullanılmaktadır. Bu çalışmada; etkinlik analizi yöntemlerinden biri olan veri zarflama analizi kullanılarak Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bölümlerinin görece toplam, görece teknik ve son olarak ölçek etkinliklerinin analiz edilmesi ve potansiyel iyileştirme hedef değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bölümlerin tam performans sıralamaları için süper etkinlik modellerinden yararlanılmıştır. Ayrıca çalışmada performans değerlendirme için çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden Promethee yöntemi kullanılmış, performans ölçütlerine ait tercih fonksiyonları, ölçüt ağırlıkları ve parametre değerleri tanımlanarak bölümlerin performans sıralamaları elde edilmiştir. Yapısal açıdan ve temel amaçlar bakımından birbirinden farklı yöntem/modellerle elde edilen performans sıralamaları arasında anlamlı ilişkilerin var olup olmadığı incelenmiş ve yöntem/modellerin birbirini destekler nitelikte olup olmama durumu irdelenmiştir.

Performance Evaluation of Academic Units with Data Envelopment Analysis and Promethee Methods: A Sample of Kocaeli University

Keywords

Efficiency Analysis,
Performance Evaluation,
Data Envelopment Analysis (DEA)
Promethee Method.

Abstract: Effective use of available resources is an important performance indicator for decision-making units. One of the analyzes used to evaluate the performance of systems is effectiveness analysis. In this study; using data envelopment analysis, which is one of the efficiency analysis methods, it is aimed to analyze the total, technical and scale effectiveness of Kocaeli University Engineering Faculty departments and determine the potential improvement target values. Superefficiency models have been used to make performance rankings for the departments. In addition, Promethee method, which is one of the multi-criteria decision making methods for performance evaluation, is used in the study. The performance rankings of the departments were obtained by defining the preference functions, criterial weights and parameter values of the performance criteria. Whether there are meaningful relationships between the performance rankings obtained from different methods / models in terms of structural and basic purposes is examined and whether the method / models support each other or not is investigated.

1. Giriş

Performans; bir birey veya bir örgütün yapılan işte saptanmış olan hedefe yönelik olarak gerçekleştirilebileceklerin nicel ya da nitel olarak ifadesi ve kapasitenin kullanım derecesidir [1]. Bir kurumun performansı, kurumun bir dönem elde etmiş olduğu çıktıyla ölçülebilir. Performans ölçümü; ürün, hizmet ya da işlemlerin yerine getirilmesinde, işlerin nasıl ve ne oranda gerçekleştiğinin tarafsız olarak ölçülmesi yöntemidir.

Örgüt yöneticileri örgütün geleceğine yönelik kararlar vermek için performans değerlendirmesi sonucunda elde edilen bilgilere ulaşmalıdır. Performans ölçüm yöntemleri; oran analizleri, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere üç kategori altında sınıflandırılmaktadır. Oran analizi; elde edilen bir çıktının bir girdiye oransal olarak ifadesidir. Birden çok girdi ile çıktının kullanıldığı ve bu kümenin belirlenebilecek ortak bir birime dönüştürülemediği durumlarda, süreçteki tüm girdi ve çıktıları ayrı olarak değerlendirmektedir. Parametrik yöntemler ise birden çok girdinin ve sadece bir çıktının kullanıldığı, belirlenen karar birimlerine ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapısının olduğu düşünülerek kullanılmaktadır. Parametrik olmayan yöntemler, parametrik yöntemlere birden fazla girdi kullanılarak oluşturulan birden fazla çıktının bulunduğu durumlarda alternatif olmuş matematiksel programlamayı temel alan tekniği kullanan yöntemlerdir [2].

En sık kullanılan parametrik olmayan etkinlik analizi yöntemleri; veri zarflama analizi (VZA), serbest atılabilir zarf analizi (FDH) ve stokastik veri zarflama analizidir [3].

Ayrıca performans değerlendirme bir karar problemi olarak ele alındığında; birimlerin etkinlik analizleri; çok ölçütlü karar verme yöntemleri kullanılarak da yapılabilir. Literatürde performans değerlendirme için sıklıkla kullanılan yöntemler; AHP, Topsis, Promethee, Electre vb. sıralama yöntemleridir.

Yüksek öğretimde genel amaç, yaratıcı, araştırmacı bireyler yetiştirebilmektir. Nitelikli bir eğitim ancak bilim ve teknoloji üretmeyi ve araştırmayı destekleyen etkinliği yüksek üniversite birimleriyle sağlanabilmektedir. Mühendislik eğitim-öğretim programları için de; kısıtlı kaynaklar kullanarak nitelikli mezunlar yetiştirebilmek; fakülte ve bölümlerin, performans değerlerinin ölçülebilir ve sürdürülebilir iyileştirme sisteminin işletilmesiyle mümkün olabilecektir. Bu çalışmada veri zarflama analizi ile Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesinin en iyi bölüm ya da bölümlerini daha düşük performansta olanlardan ayırıp tüm bölümler için etkinlik skorlarının hesaplanması, analiz sonuçlarına göre bölümlere öneriler sunulması ve bölümler arasında bir sıralama ortaya konması hedeflenmiştir. Öte yandan, uzman tercihleri dikkate alarak; Promethee sıralama tekniği ile, seçenekler kümesindeki bölümlerin üstünlük sırasının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada; VZA ve Promethee tekniklerinin eğitim-öğretim sistemleri için literatür incelemesinin ardından, bu teknikler kullanılarak Kocaeli Üniversitesi Mühendislik fakültesi bölümleri için yapılan değerlendirmeye yer verilmiştir.

2.Literatür İncelemesi

Etkinlik analizi ve performans değerlendirme için kullanılan veri zarflama analizinin; özellikle sağlık, bankacılık, eğitim gibi hizmet sektöründe yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Analizlerde veri zarflama modellerinden en sık CCR (ölçeğe göre sabit getiri) ve BCC (ölçeğe göre değişken getiri) modelleri kullanılmıştır.

Özden(2008) vakıf üniversitelerinin etkinlik analizini girdiye ve çıktıya yönelik modelleri kullanarak ölçmüş, Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin teknik, ölçek ve görece toplam etkinliklerini sistemlerin verimlilik analizini yapmıştır [3]. Süper etkinlik modeliyle vakıf üniversitelerinin etkinlik sıralamalarını da belirlemiştir. Kurtlar ve Babacan(2008) 5 yıllık bir zaman dilimini inceleyerek 53 adet devlet üniversitesinin etkinlik analizini CCR modeli kullanarak gerçekleştirmişler, etkinlik ve etkinsizliği üniversiteler bazında zamana dayalı olarak incelemişler ve ölçek etkinliğinin kullanımını araştırmışlardır [4].

Bakırcı ve Babacan (2010) çalışmalarında; devlet üniversitelerinde faaliyet gösteren 55 adet iktisadi ve idari bilimler fakültesinin etkinlik analizini 5 yıllık süreci baz alarak yapmaktadır. Tüm yıllar için etkin çıkan fakülteleri ve yıllık bazda etkinliklerinde değişiklikler gösteren fakülteler belirlenmiş, potansiyel iyileşme düzeylerine göre öneriler sunulmuştur [5]. Balkan ve Arıkan (2010)'ın çalışmasında Sivas ilindeki 47 ortaöğretim kurumunun etkinliklerini saptamak amacıyla VZA tekniği kullanılmış, 2006-2007 eğitim dönemi için yapılan analizlerin sonucunda ilgili makamlara derslik ve öğretmen sayılarının belirlenmesi için öneriler geliştirilmiştir [6]. Demir ve Durakoğlu (2013) 2012-2013 eğitim-öğretim dönemi için, Çorum ilinde bulunan 25 lisenin etkinlik analizinde veri zarflama analizi ile girdiye yönelik CCR ve BCC modellerinin uygun olduğunu belirtmektedirler [7]. Uzgören ve Şahin (2013) Dumlupınar Üniversitesi'nde 10 meslek yüksek okulunun etkinlik

analizini girdiye yönelik BCC modeli ile analiz etmekte ve sonuç olarak etkinlik skoru 1 olmayan karar verme birimleri için potansiyel iyileştirme hedef değerleri önermektedir [8]. Özel (2014), Veri zarflama analizi kullanarak Türkiye'deki 52 adet devlet üniversitesinin etkinliğini belirlemiş ve süper-etkinlik modeli ile etkinlik skorlarının sıralamalarını yapmıştır. 2009-2010 öğretim yılı için analizde kullanılmak üzere üniversiteler için 5 adet girdi değişkeni, 4 adet de çıktı değişkeni tanımlamıştır [9]. Gülel (2014)'in araştırmasında Türkiye'deki 30 vakıf üniversitesinin 2011-2012 eğitim öğretim dönemi için etkinlikleri veri zarflama analizi modellerini kullanarak incelenmiş ve görelî etkinlik skorları belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre 13 üniversite ortak olarak tam etkin çıkmıştır [10].

Promethee yöntemi de ayrı seçenekli ve çok ölçütlü yapıya sahip oldukça geniş bir alandaki karar problemleri için tercih edilmektedir. Gül, Çelik, Güneri ve Gümüş (2012) çalışmalarında hastanelere ait acil bölümlerinin etkinliğini arttırabilmek, kaynakların verimli kullanımını sağlayabilmek amacı ile geliştirdikleri senaryoları Promethee yöntemi ile değerlendirip en iyi alternatifini seçmişlerdir [11]. Bağcı ve Rençber (2014) çalışmalarında 2006-2012 yılları içinde kamu ve özel bankalar arasında karlılık performansının karşılaştırmasını Promethee yöntemini kullanarak gerçekleştirmişlerdir [12]. Murat, Kazan ve Coşkun (2015), Promethee yöntemini kullanarak okullardaki performans kalitesinin değerlendirilmesi ile ilgili çalışma yapmışlardır. Dört farklı başarı performans ölçütünü ve alternatif yedi okulun performans kalitesini analiz etmişlerdir [13].

Bazı çalışmalarda ise; VZA-ÇÖKV yöntemleri elde edilen bulguların test edilmesi için birlikte ele alınmaktadır. Bagherikahvarin ve Smet (2016) VZA'nin ayrımcılık gücünü artırmak için entegre bir VZA-ÇÖKV modelini geliştirmişler, çok ölçütlü karar verme araçlarını kullanarak VZA modelinin ağırlık değerlerini kısıtlamışlardır. Daha makul girdi- çıktı ağırlıklarına ulaşabilmek için VZA'daki ağırlık kısıtlamalarında Promethee'de temel alınan istikrar aralıklarını kullanmışlardır. Analiz kapsamında en iyi sonuçların Promethee II sıralaması ile uyumluğunu kanıtlamışlardır [14]. Babaee vd.(2015) yaşlı sürücülerin sürüş performansını değerlendirmek amacıyla VZA ve Promethee yöntemlerini kullanmışlardır. İki yöntemin karşılaştırılması ile en iyi ve en kötü çözümlerin analizini yapmışlar, yöntemlerin verdiği sıralama sonuçlarını karşılaştırmak için Spearman korelasyon katsayılarını hesaplayarak sıralamalar arasındaki ilişkiyi ortaya koymuşlardır [15].

3. Yöntem

Çalışmada Veri Zarflama Analizi ve Promethee yöntemleri kullanılmıştır.

3.1. Veri zarflama analizi (VZA) yöntemi

VZA, bir karar verme biriminin verimliliği açısından ağırlıklandırılan çıktılar toplamının ağırlıklandırılan girdiler toplamına oranının en iyi performans sınırına göre konumu olarak tanımlanmaktadır [16].

Bir süreç birden fazla girdi ve çıktı setine sahip olduğunda; Veri Zarflama Analizi tekniği araştırmacıların karşısına çoklu karar alma birimlerinin etkinliğini ölçümüne olanak sağlayan bir doğrusal programlama yöntemi olarak çıkmaktadır [17]. Aynı girdi ve çıktıyı farklı oran ya da miktarlarda kullanan karar verme birimlerinin (KVB, Decision Making Units) görelî etkinliklerini belirlemek için tasarlanmış olan bir parametresiz yöntemdir [18].

Veri zarflama analizi için ilk adım etkinlik ölçümü yapılacak karar verme birimlerinin seçimidir. Analizdeki karar birimleri benzer hedefler için benzer faaliyetler içinde olmalı ve aynı şartlarda çalışmalıdır. VZA yöntemiyle yapılacak analizde karar verici karar verme birimlerinin sayısına dikkat etmelidir. Bu durumda en azından iki farklı ilkededen biri dikkate alınmalıdır. Girdi sayısı m ve çıktı sayısı n olarak ifade edilirse karar birimlerinin sayısı en az $(m+n+1)$ olmalıdır [19].

Veri zarflama Analizi için belirlenen girdi ve çıktı değişkenlerinin tümü karar verme birimleri için ortak olarak belirlenmiş faktörler olmalıdır [2].

Veri güvenilirliği bakımından girdi-çıkıtı değişken değerlerinin doğru kaynaklardan alınması, gözlem yapılıyorsa da bu gözlemlerin her koşulda aynı koşullar altında yapılması gerekmektedir.

Analizde girdi ve çıktı sayılarındaki değişiklikler de önemlidir. Belirlenen girdi sayısındaki artışın karar verme birimleri için etkinlikte azalmaya, çıktı sayısındaki artışın ise etkinlikte artışa sebep olacağı düşünülmelidir [20]. Temel VZA modelleri; CCR modeli, BCC modeli, toplamsal model ve çarpımsal modeller olmak üzere dört gruba ayrılabilir. VZA modelleri temelde ölçeğe göre sabit getiri ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımlarını dikkate alarak analiz yapabilmektedir ve her model süreci dahilinde girdi yönelimli, çıktı yönelimli ve de yönelimsiz olarak değişebilmektedir [21].

En yaygın kullanıma sahip CCR ve BCC modelleri için eğer girdiler kontrol edilemiyorsa ya da kontrol derecesi azsa çıktı yönelimli model, çıktılar kontrol edilemiyorsa veya çıktılar üzerindeki kontrol derecesi azsa girdi yönelimli model ile çalışılmalıdır. Girdiye yönelik modellerde; var olan çıktı üretimi için en az girdi kullanılmaya çalışılır, çıktıya yönelik modellerde ise var olan girdi ile maksimum çıktının nasıl oluşturulacağı araştırılır. Eğer, en az girdiyle en fazla çıktı üretmek istenirse, o zaman toplamsal model veya yönelimsiz model kullanılabilir.

Veri Zarflama Analizi modelleri, oransal, ağırlıklı ve dual modeller olmak üzere sınıflandırılabilir. Oransal doğrusal programlama modelinde amaç, tüm karar verme birimleri için toplam ağırlıklandırılan çıktılar toplam ağırlıklandırılan girdilere oranının maksimize edilmesidir [22]. Ağırlıklı modeller oransal veri zarflama modelinin doğrusal programlamaya dönüştürülmüş şeklidir. Dual modellerde amaç fonksiyonu maksimizasyondan minimizasyona, minimizasyondan da maksimizasyona dönüşmektedir.

Charnes, Chooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında geliştirilen CCR modeli ilk ve ana VZA modeli olarak kabul görür. CCR modelinde ölçüğe göre sabit getiri varsayımı söz konusudur. Yani bu modelde verimlilik sürecinde kullanılan fonksiyon ölçüğe göre sabit getirilidir [23]. Modeldeki amaç, çıktılar girdilere oranını maksimize etmek olup sanal ağırlıkların tespit edilmesidir [20].

3.2. Promethee yöntemi

Promethee yöntemi ilk olarak J.P. Brans tarafından 1982 yılında geliştirilmiştir [24]. Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden sıralama mantığına dayalı yöntemde amaç ölçütlere dayalı olarak alternatifler içerisinde en uygun sonucu belirleyebilmektir. Promethee yöntemiyle her bir ölçüt için ayrı skorlar tanımlanır ve ölçütler kendi içlerinde değerlendirilir.

Promethee yöntemi; alternatiflerin ölçütlerin ve ağırlıkların belirlenip veri matrisinin oluşturulması, ölçütler için tercih fonksiyonlarının belirlenmesi, ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi, alternatif çiftleri için tercih indekslerinin hesaplanması, pozitif ve negatif üstünlüklerin hesaplanması, Promethee I ile kısmi önceliklerin belirlenmesi, Promethee II ile net önceliklerin belirlenip alternatiflerin sıralanması olmak üzere yedi adımdan oluşmaktadır. Alternatiflerin pozitif ve negatif üstünlük parametrelerine göre sıralanabilmesini sağlayan bir süreçtir [25].

4. Uygulama

4.1. Çalışmanın Amacı

Çalışmada; mühendislik fakültesi bölümleri için etkinlik analizi ve veri zarflama analizi yönteminin Promethee ile desteklenerek sonuçların karşılaştırılıp çift yönlü değerlendirmelerin yapılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın ana amaçları;

1. Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bölümlerinin Veri Zarflama Analizi temel modelleri ile görece toplam, teknik ve ölçek etkinliklerinin belirlenmesi bu bağlamda etkisizlik sebebinin kaynağının bulunması ve görece toplam etkin ve etkin olmayan bölümlerin belirlenmesi, süper etkinlik modelleri yardımıyla bölümlerin etkinlik sıralamalarının yapılması,
2. Görece toplam etkin olmayan bölümler için referans kümesiyle etkin hale gelebilmesi için potansiyel iyileştirme hedeflerinin ortaya konması,
3. Fakülte bölümlerini birer alternatif ve girdi-çıkıtı setlerini de ölçüt olarak ele alıp Promethee çok ölçütlü karar verme yöntemi ile bölümlerin tam sıralamasının yapılması ve belirlenen iki yöntem ile sıralama sonuçları arasındaki ilişkinin yorumlanması.

Şeklinde listelenmiştir.

4.2. Araştırma Evreni ve Örneklem

Veri zarflama analizi için araştırma evrenini, 2016 yılı itibariyle Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesine ait bölümler oluşturmaktadır. Karar verme birimlerinin homojen olması gerektiği prensibinden hareketle araştırmanın kapsamına ikinci öğretim programı bulunmayan mühendislik bölümleri dahil edilmemiştir. 2016 yılı için fakülte bünyesinde bulunan toplamda 13 bölümden, Tablo 1'deki 9 bölüm analiz kapsamına alınmıştır.

Tablo 1. Mühendislik Fakültesi Bölümleri

Mühendislik Fakültesi Bölümleri	Karar Verme Birimi No
Bilgisayar Mühendisliği	KVB1
Çevre Mühendisliği	KVB2
Elektrik Mühendisliği	KVB3
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği	KVB4
Endüstri Mühendisliği	KVB5
İnşaat Mühendisliği	KVB6
Makine Mühendisliği	KVB7
Mekatronik Mühendisliği	KVB8
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği	KVB9

4.3. Çalışmada Kullanılan Verilerin Belirlenmesi

Veri zarflama modellerinin oluşturulabilmesi için gerekli temel veriler karar verme birimleri ve girdi-çıkıtı kümesidir. Karar verme birimleri(mühendislik fakültesi bölümleri) aynı şartlar altında çalışmaktadır. Bu birimler alanlarına göre nitelikli mühendisler yetiştirme temel amacıyla birlikte benzer amaçlar doğrultusunda benzer teknolojik ve yönetim şartlarına da sahiptirler.

Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri, akademik birimlerin değerlendirme sürecinde literatürde yer alan girdi ve çıktı değişkenler baz alınarak ve neticesinde bölüm öğretim üyelerinin ortak kararı ile tanımlanmıştır [8],[9],[10]. VZA ile etkinlik ölçümü yapılırken; girdi ve çıktılar için toplam değişken sayısının karar verme birimlerinin sayısı ile ilişkisine önem verilmiştir.

Analiz kapsamındaki 9 fakülte bölümüne ait veriler, Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanlığı'na bağlı idari birimlerden ve bölümlere ait resmi internet sayfalarından elde edilmiştir. Analizde kullanılan girdi-çıkıtı kümesi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Bölümlere Ait Girdi-Çıkıtı Kümesi

Sembol	Girdi Değişkenleri	Sembol	Çıkıtı Değişkenleri
APS	Toplam Akademik Personel Sayısı	ATP	Akademik Teşvik Puanı
DERS	Bölüm Ders Sayısı	MÖS	Mezun Lisans Öğrenci Sayısı
DERSLİK	Derslik Sayısı	AYS	Akademik Yayın Sayısı
APB	Bilimsel Araştırma Proje Bütçesi		

Promethee yöntemi için de aynı veri seti kullanılmıştır. Tercih fonksiyonları karar vericilerin ölçüt nitelikleri hakkındaki görüşlerine göre belirlenmiştir.

4.4. Metodoloji

Veri zarflama analizi için çıktıya yönelik CCR ve BCC modelleriyle çalışılmıştır. Bu noktada mühendislik fakültesi bölümlerinin ölçeğe göre sabit ve ölçeğe göre değişken getiriyle çalışabileceği, bölümlerin kullandıkları girdilerin sabit olduğu veya bölüm yönetimlerinin bu girdiler üzerinde kontrolünün az olduğu varsayılmıştır. Bu noktada amaç; mevcut girdi bileşimi ile oluşturacak en uygun yani maksimum çıktı birleşimini araştırmaktır.

Belirlenen girdi ve çıktılar doğrultusunda VZA modellerinin çözümü EMS 1.3 paket programı ile yapılmıştır. Analizde, teknik ve ölçek etkinlikleri kapsadığı için çıktıya yönelik CCR modeli ile hesaplanmış görece toplam etkinlikler kullanılmıştır. Toplam etkin olmayan bölümlerin etkisizliğinin nedeninin ölçek etkisizliğinden mi teknik etkisizlikten mi kaynaklandığının belirlenebilmesi için de çıktıya yönelik BCC modeli ile teknik etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca programın verdiği sonuçlara dayanarak etkin olmayan bölümlerin referans kümesini oluşturan görece etkin bölümler belirlenmiştir. Etkin olmayan bölüm ya da bölümlerin etkin olabilmesi için girdi değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme değerleri hesaplanmıştır. Araştırmada bölümler için toplam ve teknik etkinlik sıralaması süper etkinlik modelleri kullanılarak elde edilmiştir. Süper etkinlik modelleri etkin olan bir karar verme birimini etkinlik sınırından çıkarır ve bu birimin etkinlik sınırına uzaklığını ölçer. Bu aşamada süper etkinlik modelleriyle elde edilen bu değerler içinde maksimum değeri olan bölüm en etkin bölüm olacaktır ve diğer bölümler de sıralanabilecektir.

Çalışmada; Promethee yönteminin uygulanabilmesi için ölçüt ağırlıkları eşit alınmış, uygun tercih fonksiyonları seçilmiştir. AYS, APS, DERSLİK, APB ölçütlerinin belirli bir ortalamanın üstünde değerler olması istenmekle

birlikte bu değerlerin altındaki değerler de ihmal edilmek istenmediği için 3.tip (V-tipi) tercih fonksiyonu kullanılmıştır. MÖS ölçütünde bir tercih olmadığı için 1.tip (olağan) tercih fonksiyonu kullanılmıştır. ATP ölçütü belirli bir aralıkta olduğundan 4.tip (seviyeli) tercih fonksiyonu kullanılmıştır. DERS ölçütünde değerlerin ortalamadan sapma değerlerinin belirleyici olması istendiği için 6.tip (gaussian) tercih fonksiyonu kullanılmıştır. Ölçütlere ait ağırlıklar ve tercih fonksiyon parametreleri Tablo 3'de verilmektedir.

Tercih fonksiyonları belirlendikten sonra Promethee yönteminin uygulaması için Visual Promethee paket programı kullanılmıştır. Veri ekranına değerlendirmeye alınacak bölümlerin bilgileri ve ölçütlere ait tercihlerin girilmesinden sonra bölümlerin sıralamasına ulaşılmıştır.

Tablo 3. Ölçütlerin Görelî Önem Ağırlıkları, Tercih Fonksiyonları ve Parametreleri

Sembol	W(%)	Tercih Fonksiyonu	Par.	Par.	Par.
		Türü	Q	P	S
APS	0,143	Üçüncü Tip(V-Tipi)	n/a	25	n/a
DERS	0,143	Altıncı Tip(Gaussian)	n/a	n/a	15
DERSLİK	0,143	Üçüncü Tip(V-Tipi)	n/a	6	n/a
APB	0,143	Üçüncü Tip(V-Tipi)	n/a	931583,78	n/a
ATP	0,143	Dördüncü Tip(Level)	50	54,99	n/a
MÖS	0,143	Birinci Tip(Olağan)	n/a	n/a	n/a
AYS	0,143	Üçüncü Tip(V-Tipi)	n/a	41	n/a

İki farklı yöntem kullanıldıktan sonra VZA modellerinden elde edilen sıralamalar ile Promethee yöntemiyle ulaşılan sıralamalar arasındaki ilişkilerin belirlenebilmesi için SPSS 16.0 paket programıyla Spearman Korelasyon Analizi yapılmıştır. Spearman sıra korelasyon katsayısı (r_s) doğrudan sıralı olarak elde edilmiş ya da belli bir ölçüte göre sıralanan iki değişkenin ilişki miktarının belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (1). Spearman sıra korelasyon katsayısı (r_s)

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum d^2}{n \cdot (n^2 - 1)} \quad (1)$$

d_i : i. Gözlemin sıra numaraları arasındaki fark
n: Gözlem sayısı'dır.

İstatistiksel karar için, $n < 30$ olduğunda bulunan r_s değeri, ilgili tabloda verilen $\alpha=0.05$ yanılma düzey değeri ile $n-2$ serbestlik derecesindeki Tablo r_s değeri ile karşılaştırılır.

5. Analiz Bulguları

5.1. Veri zarflama analizi için bulgular

Çalışmada veri zarflama analizi için kurulan çıktıya yönelik CCR modelin çözümü sonucunda 9 bölümden 5'inin görece toplam etkin olduğu, diğer bölümlerin ise görece toplam etkin olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4'de görüldüğü gibi görece toplam etkin olmayan bölümlerin etkinlik skoru 1'den yüksek olan Bilgisayar, Çevre, Elektronik ve Haberleşme ve İnşaat Mühendisliği bölümleridir. Görece toplam etkin olan bölümler arasında yapılan etkinlik sıralamasına göre en etkin bölüm Endüstri Mühendisliği bölümü olmuştur. Bu sıralamaya göre, Mekatronik Mühendisliği ikinci, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği üçüncü en etkin bölüm olarak saptanmıştır. Etkin olmayan bölümler arasında en iyi etkinlik değerine sahip bölüm 1,0408 değeri ile Bilgisayar Mühendisliği iken, etkinlik değeri en kötü bölüm 1,5973 değeri ile İnşaat Mühendisliği bölümüdür.

Tablo 5'de bölümlerin çıktıya yönelik BBC modeli ile hesaplanan göreceli teknik etkinlik skorları yer almaktadır. Çıktıya yönelik görece teknik etkinlik skorları ve toplam etkinlik skorları farklı olmasına rağmen her iki modelin çözüm sonucunda ortaya çıkan etkin olmayan bölümler ortaktır. Çıktıya yönelik BCC modelinin çözümü sonucunda en etkin bölüm Endüstri Mühendisliği iken göreceli teknik etkinlik skoru en düşük bölüm 1,3629

değeri ile İnşaat Mühendisliğidir. Etkinlik sıraları CCR modeli ile karşılaştırıldığında dört bölüm için değişmiştir. Bu bölümler Endüstri Mühendisliği, Mekatronik Mühendisliği, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği ve Makine Mühendisliğidir.

Çıktıya yönelik ölçek etkinliği Tablo 6'da gösterildiği gibi tüm bölümler için hesaplanmıştır. Etkin olmayan iki bölüm (Bilgisayar Mühendisliği ve Çevre Mühendisliği) ölçege göre artan getiri iki bölüm (Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği ve İnşaat Mühendisliği) de ölçege göre azalan getiri varsayımıyla çalışmaktadır.

Tablo 4. Bölümlerin Görece Toplam Etkinlik Skorları, Sıralamalar ve Referans Bölümler

Yönelim Türü : Çıktıya Yönelik				
CCR Modeli				
KVB No	Mühendislik Fakültesi Bölümleri	Görece Toplam Etkinlik Skoru	Görece Toplam Etkinlik Sırası	Referans Kümesindeki Bölümler (λ_j)
KVB1	Bilgisayar Mühendisliği	1,0408	6	3(0,10) 5 (0,67) 8(0,20)
KVB2	Çevre Mühendisliği	1,1412	7	5(0,31) 8(0,64)
KVB3	Elektrik Mühendisliği	1	4	
KVB4	Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği	1,1762	8	5(0,63) 8(0,16) 9(0,30)
KVB5	Endüstri Mühendisliği	1	1	
KVB6	İnşaat Mühendisliği	1,5973	9	5(1,05) 8(0,18)
KVB7	Makine Mühendisliği	1	5	
KVB8	Mekatronik Mühendisliği	1	2	
KVB9	Metalurji ve Malzeme Mühendisliği	1	3	

Tablo 5. Bölümlerin Görece Teknik Etkinlik Skorları, Sıralamalar ve Referans Bölümler

Yönelim Türü : Çıktıya Yönelik				
BCC Modeli				
KVB No	Mühendislik Fakültesi Bölümleri	Görece Teknik Etkinlik Skoru	Görece Teknik Etkinlik Sırası	Referans Kümesindeki Bölümler (λ_j)
KVB1	Bilgisayar Mühendisliği	1,0269	6	3(0,06) 5 (0,68) 8(0,25)
KVB2	Çevre Mühendisliği	1,1058	7	5(0,50) 8(0,50)
KVB3	Elektrik Mühendisliği	1	4	
KVB4	Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği	1,1413	8	3(0,01) 5(0,55) 7(0,08) 8(0,23) 9(0,13)
KVB5	Endüstri Mühendisliği	1	3	
KVB6	İnşaat Mühendisliği	1,3629	9	3(0,34) 5(0,43) 8(0,23)
KVB7	Makine Mühendisliği	1	2	
KVB8	Mekatronik Mühendisliği	1	1	
KVB9	Metalurji ve Malzeme Mühendisliği	1	5	

Tablo 6. Bölümlerin Ölçeğe Göre Getiri ve Ölçek Etkinlik Skorları

Yönelim Türü : Çıktıya Yönelik			
KVB No	Mühendislik Fakültesi Bölümleri	Çıktıya Yönelik Ölçek Etkinliği	Ölçeğe Göre Getiri Türü
KVB1	Bilgisayar Mühendisliği	1,0135	I
KVB2	Çevre Mühendisliği	1,0320	I
KVB3	Elektrik Mühendisliği	1	C
KVB4	Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği	1,0306	D
KVB5	Endüstri Mühendisliği	1	C
KVB6	İnşaat Mühendisliği	1,1720	D
KVB7	Makine Mühendisliği	1	C
KVB8	Mekatronik Mühendisliği	1	C
KVB9	Metalurji ve Malzeme Mühendisliği	1	C
C: Ölçeğe Göre Sabit Getiri; I: Ölçeğe Göre Artan Getiri; D: Ölçeğe Göre Azalan Getiri			

Etkin olmayan bölümler için analizin sonucunda elde edilen girdi ve çıktı değişkenleri için potansiyel iyileştirme hedef değerleri Tablo 7 ve Tablo 8'de gösterilmektedir. "-" işareti girdi ve çıktı değişkenlerinde ilk duruma göre değişikliğin olmadığı anlamına gelmektedir.

Tablo 7. Çıktıya Yönelik CCR Modelinde Etkin Olmayan Bölümler için 2016 Yılı Potansiyel İyileştirme Değerleri

Çıktıya Yönelik CCR Modeli							
Mühendislik Fakültesi Bölümleri	Girdi Hedefleri				Çıktı Hedefleri		
	APS	DERS	DERSLİK	APB	ATP	MÖS	AYS
KVB1	20,140	-	-	222555,290	-	-	41,402
KVB2	-	50,540	4,120	473162,230	-	144,856	-
KVB4	20,910	74,120	-	173574,150	-	-	-
KVB6	-	83,910	-	175693,740	-	-	50,930

Tablo 8. Çıktıya Yönelik BCC Modelinde Etkin Olmayan Bölümler için 2016 Yılı Potansiyel İyileştirme Değerleri

Çıktıya Yönelik BCC Modeli							
Mühendislik Fakültesi Bölümleri	Girdi Hedefleri				Çıktı Hedefleri		
	APS	DERS	DERSLİK	APB	ATP	MÖS	AYS
KVB1	20,360	-	-	-	57,228	-	40,503
KVB2	-	58,000	4,500	378750,000	-	168,995	34,501
KVB4	21,030	66,850	-	-	-	-	-
KVB6	-	66,200	-	-	-	-	46,804

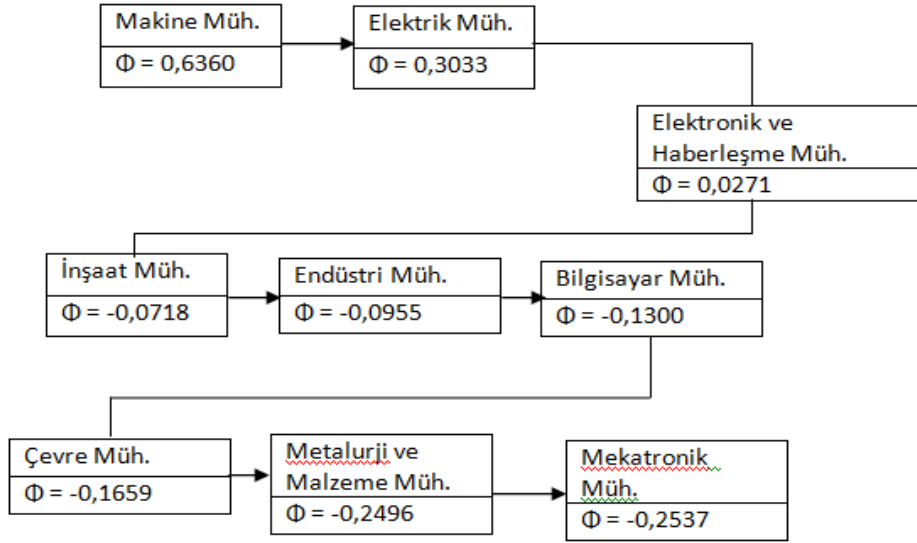
Buna göre iki model çözümü sonunda da etkin olmayan Bilgisayar Mühendisliği, Çevre Mühendisliği, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği ve İnşaat Mühendisliği bölümleri kontrol edebildikleri girdi değişkenlerini hesaplanan girdi hedefleri doğrultusunda iyileştirebilmeli ve mevcut çıktı değişkenlerini de arttırmalıdır. Modellerde asıl amaçlanan çıktıları maksimize edebilmektir. Bölüm yönetimleri için kontrol edebildikleri çıktı değişkenlerini yukarıdaki hedefler doğrultusunda arttırabilmek tam etkinliğe ulaşmak için önemli olacaktır.

5.2. Promethee yöntemi için bulgular

Promethee yöntemiyle bölümlerin performans değerlendirmesi yapılırken Promethee I ile kısmi sıralama belirlenmiştir, pozitif ve negatif üstünlükler Şekil 1'de verilmiştir. Kısmi sıralamaya göre performansı en yüksek bölüm Makine Mühendisliğidir. Sıralamayı Elektrik Mühendisliği, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği ve İnşaat Mühendisliği takip etmektedir. Diğer bölümler net olarak kıyaslanamadığı için Promethee II ile tam sıralama elde edilmiştir. Görülen en son sıralamadaki ölçütlerin ağırlıklarına göre tercihler daha belirgindir. Bölümlere ait net üstünlük değerleri Şekil 2' de verilmiştir.

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Makine Müh.	0,6360	0,6420	0,0059
2	Elektrik Müh.	0,3033	0,4060	0,1027
3	Elektronik ve	0,0271	0,2288	0,2017
4	İnşaat Müh.	-0,0718	0,2076	0,2793
5	Endüstri Müh.	-0,0955	0,1803	0,2758
6	Bilgisayar Müh.	-0,1300	0,1456	0,2756
7	Çevre Müh.	-0,1659	0,1511	0,3170
8	Metalurji ve Malzeme	-0,2496	0,0963	0,3459
9	Mekatronik Müh.	-0,2537	0,1322	0,3859

Şekil 1. Bölümlere Ait Pozitif, Negatif ve Net Üstünlük Değerleri Visual Promethee Ekran Görüntüsü



Şekil 2. Bölümlere Ait Net Üstünlük Değerleri

Pozitif üstünlüklerden negatif üstünlükler çıkartılmış ve Promethee II ile yapılan tam sıralamaya göre performansı en yüksek bölüm Makine Mühendisliği olarak belirlenmiş, diğer bölümler ise Elektrik, Elektronik ve Haberleşme, İnşaat, Endüstri, Bilgisayar, Çevre, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği ve Mekatronik Mühendislikleri şeklinde sıralanmıştır.

5.2. Spearman korelasyon analizi için bulgular

Çıktıya yönelik CCR modeli, çıktıya yönelik BCC modeli ve Promethee yönteminden elde edilen bölümlere ait sıralama sonuçları toplu olarak Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Bölümlerin Net Sıralamaları

Mühendislik Fakültesi Bölümleri	Bölümlerin Performans Sıralaması		
	Kullanılan Yöntemler		
	Çıktıya Yönelik CCR Modeli	Çıktıya Yönelik BCC Modeli	Promethee
Bilgisayar Mühendisliği	6	6	6
Çevre Mühendisliği	7	7	7
Elektrik Mühendisliği	4	5	2
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği	8	8	3
Endüstri Mühendisliği	1	1	5
İnşaat Mühendisliği	9	9	4
Makine Mühendisliği	5	4	1
Mekatronik Mühendisliği	2	2	9
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği	3	3	8

Promethee yöntemi sonucu elde edilen sıralama ve çıktıya yönelik CCR modeli çözümü sonrasında elde edilen sıralama arasında spearman korelasyon katsayısı $r_s = -0,13$ olarak hesaplanmıştır. İlgili teorik tablo değeri $\alpha=0.05$ $n-2=9-2=7$ serbestlik dereceli tablo $r_s = 0.79$ olarak bulunur. Hesap istatistiği $r_s = -0.13 < 0.79$ olduğu için iki yöntem arasında ortaya çıkan sıralamanın negatif yönlü olduğu ve benzer olmadığı sonucuna ulaşılır. Korelasyon katsayısının 0'a yakın olması iki sıralama arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığını gösterir.

Promethee yöntemi sonucu elde edilen sıralama ve çıktıya yönelik BCC modeli çözümü sonrasında elde edilen sıralama arasında spearman korelasyon katsayısı $r_s = -0,11$ olarak hesaplanmıştır. İlgili teorik tablo değeri $\alpha=0.05$ $n-2=9-2=7$ serbestlik dereceli tablo $r_s = 0.79$ olarak bulunur. Hesap istatistiği $r_s = -0.11 < 0.79$ olduğu için iki yöntem arasında ortaya çıkan sıralamanın yine negatif yönlü olduğu ve benzer olmadığı sonucuna ulaşılır.

Çıktıya yönelik CCR modeli çözümü sonrasında elde edilen sıralama ve çıktıya yönelik BCC modeli çözümü sonrasında elde edilen sıralama arasında Spearman Korelasyon Katsayısı $r_s = 0,98$ olarak hesaplanmıştır. İlgili teorik tablo değeri $\alpha=0.05$ $n-2=9-2=7$ serbestlik dereceli tablo $r_s = 0.79$ olarak bulunur. Hesap istatistiği $r_s = 0.98 > 0.79$ olduğu için iki yöntem arasında ortaya çıkan sıralamanın pozitif yönlü olduğu ve çok benzer olduğu sonucuna ulaşılır.

6. Tartışma ve Sonuç

Üniversitelerde temel amaç, iş hayatının gerektirdiği uygun bilgi birikimiyle donanmış bireyler yetiştirmek ve yapılan araştırmalarla bilim dallarına katkıda bulunmaktır. Üniversite akademik birimlerinden biri olan mühendislik fakültelerinin amacı da alanında uzman mühendis adayları yetiştirmektir. Bu amaçların gerçekleştirilmesinde karşılaşılan personel sayısı, finansal bütçe gibi farklı şekilde kısıtlar bulunmaktadır. Akademik birimlerin kısıtları en etkili biçimde kullanması kalite için son derece önemlidir. Eğitimin kalitesi, üniversitelerin rekabet avantajında süreklilik için ön koşuldur. Sürdürülebilir kalite verimlilik ölçümlerine bağlıdır. Üniversite ve bölümlerinin verimliliği birçok farklı açıdan araştırmacılar tarafından incelenmiştir [26]. Akademik birimlerdeki performans değerlendirme kısıtlı kaynakların iyi yönetilmesi ve çıktılarının maksimize edilebilmesi bakımından önemlidir. Etkinlik hesaplamada veri zarflama analizi eğitim alanında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.

Bu araştırmada 2016 yılı sonu itibarıyla Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bünyesinde faaliyet gösteren 13 bölümden 9 bölümün VZA ile toplam etkinlik, teknik etkinlik ve ölçek etkinlikleri ölçülmüş ve incelenmiştir.

Çıktıya yönelik CCR modeliyle hesaplanan görece toplam etkinliklerine göre 9 bölümden 5'inin görece toplam etkin, 4 bölümün de (Bilgisayar Mühendisliği, Çevre Mühendisliği, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, İnşaat Mühendisliği) görece toplam etkin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Görece toplam etkin bölümler arasında etkinlik sıralaması yapmak amacıyla süper modeller kullanılmıştır. Görece toplam etkin olan bölümler arasında performansı en yüksek bölüm Endüstri Mühendisliği olurken en düşük bölüm İnşaat Mühendisliği olmuştur.

Bunun yanı sıra bölümlerin çıktıya yönelik görece teknik etkinlik değerleri de BCC modeli kullanılarak hesaplanmıştır. İki model çözümü sonucunda etkin ve etkin olmayan bölümler aynıdır fakat etkinlik skorları farklıdır. Buradan hareketle bölümlere ait ölçek etkinlik skorlarına ulaşılmış ve ölçeğe göre getiri türleri saptanmıştır. Görece toplam etkin olmayan 4 bölümün (Bilgisayar Mühendisliği, Çevre Mühendisliği, Elektronik

ve Haberleşme Mühendisliği, İnşaat Mühendisliği) etkinsizliği hem teknik hem de ölçek etkinsizliğinden kaynaklanmaktadır.

Modellerin çözümü sonucunda referans olma sıklığı en fazla olan etkin bölüm Endüstri Mühendisliği, en az olan bölümler de Makine Mühendisliği ile Metalurji ve Malzeme Mühendisliği olmuştur. Etkin olmayan bölümler için hesaplanan potansiyel iyileştirme hedef değerleri bölümlerin verimliliklerini ve etkinliklerini arttırabilmeleri için öneri niteliği taşımaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde bölümlerin performans sıralaması çok ölçütlü karar verme yöntemi Promethee ile yapılmıştır. Analizler sonucunda veri zarflama yönteminde kullanılan modellerin çözümü sonucu ortaya çıkan performans sıralamaları ve Promethee yöntemi sonucu ortaya çıkan sıralama arasında anlamlı bir ilişki olup olmayacağı Spearman Korelasyon Analizi ile belirlenmiştir. Bu analizin sonucuna göre Promethee yöntemi ile oluşan performans sıralamasının veri zarflama modellerinin çözümü sonrası oluşmuş sıralamalar ile anlamlı bir ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Veri zarflama modelleri ile yapılan iki sıralama arasındaki benzerlik ise çok güçlüdür. Bu temel durumun nedenleri şöyle tartışılabilir;

-Çalışmada seçilmiş bölümlerin Veri Zarflama Analizi yöntemi sonucunda 2016 yılı itibariyle etkinlik değerleri ile Promethee yöntemi sonucunda ortaya çıkan performans değerlendirmeleri arasındaki farklılıklar, kullanılan yöntemlerin birbirinin alternatifi olmamasından kaynaklanmaktadır. Veri zarflama analizinde çıktıları maksimize etmeye dayalı modeller kullanılmasına ve Promethee tekniğinde ölçütlerin maksimum şekilde tercih edilme durumuna rağmen sıralamanın benzer çıkmaması bu duruma kanıt gösterilebilir. İki yöntem benzer amaçları gerçekleştirilebilmekle birlikte matematiksel model yapısı açısından da oldukça farklıdır.

-Veri zarflama analizi için kurulan modeller çıktılarının sabit ya da çıktılar üzerinde kontrolün az olduğu durumlar varsayılarak oluşturulmuştur. Girdi veya çıktı yönelimli modellerde etkinlik skorları ve performans sıralamaları değişebilmektedir. Ancak bu sonuç problem yapısıyla da yakından ilgilidir.

-Veri zarflama analizi için karar verme birimlerinin sayıca az olması analizin etkinliğinin olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir. Girdi ve çıktı değişkenleri baz alınarak KVB sayısında yapılacak pozitif değişim iki farklı yöntem arasındaki benzerliği arttırabilir.

-Promethee yönteminde ölçütlere verilen ağırlıklar, tercih fonksiyonlarının tipleri ve fonksiyonlara ait parametre değerleri (Q, P,S) kritik bir önem taşır. Promethee yönteminde eşit önemli kabul edilen ölçüt ağırlıkları, farklı bir çalışma konusu olacak şekilde değiştirildiğinde sıralamalar da değişebilecektir.

Bu çalışmada Veri Zarflama Analizi ve Promethee yöntemleri ile etkinlik ölçümü ve performans değerlendirme yapılmıştır. Veri zarflama analizinin bölümlerin etkinliğini ölçmede ve Promethee tekniğinin de bölüm performanslarına dayalı sıralamada ayrı ayrı etkin teknikler olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynakça

- [1] Göktolga, Z. G., & Artut, A. 2011. Sivas İlinde Liselerin Veri Zarflama İle Değerlendirilmesi. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 12(2), 63-78.
- [2] Bülbül, S., Akhisar, İ., 2015. Türk Sigorta Şirketlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle Araştırılması. VII. Ulusal Ekonometri Sempozyumu, İstanbul.
- [3] Özden, H., 2008. Veri Zarflama Analizi İle Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 37(2), 167-185.
- [4] Kutlar, A.,& Babacan, A., 2008. Türkiye'deki Kamu Üniversitelerinde CCR Etkinliği-Ölçek Etkinliği Analizi: DEA Tekniği Uygulaması. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15(1), 148-172.
- [5] Bakırcı F., Babacan A., 2010. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültelerinde Ekonomik Etkinlik. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 24(2), 215-234.
- [6] Balkan, D., Arıkan M., 2010. Sivas İlindeki Ortaöğretim Kurumlarının Etkinliklerinin Öğrenci Başına Düşen Öğretmen ve Derslik Sayısı Bakımından Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 11(2), 133-154.
- [7] Demir E., Durakoğlu M., 2013. Çorum İlindeki Liselerin 2012-2013 Eğitim Öğretim Sürecindeki Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6(1), 19-42.
- [8] Uzgören E., Şahin G 2013. Dumlupınar Üniversitesi Meslek Yüksekokulları'nın Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Ölçümü. Uluslararası Yönetim ve İşletme Dergisi, 9(18), 91-110.
- [9] Özel G., 2014. Devlet Üniversitelerinin Etkinlik Analizi: Türkiye Örneği. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29(3), 124-136.
- [10] Gülel F.E., 2014. Vakıf Üniversitelerinin 2011-2012 Eğitim Öğretim Yılı Etkinliklerinin Ölçülmesi. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(2), 13-21.
- [11] Gül, M., Çelik E., Güneri A.F., Gümüş A.T., 2012. Simülasyon ile Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme: Bir Hastane Acil Departmanı İçin Senaryo Seçimi Uygulaması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, (22), 1-18.
- [12] Bağcı H., Rençber Ö.F., 2014. Kamu Bankaları ile Halka Açık Özel Bankaların Promethee Yöntemi ile Karlılıklarının Analizi . Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6(1), 39-47.
- [13] Murat S., Kazan H., Coşkun S., 2015. An Application for Measuring Performance Quality of Schools by Using the PROMETHEE Multi-Criteria Decision Making Method. Procedia – Socialand Behavioral Sciences, (195), 729-738.
- [14] Bagherikahvarin M.,Smed Y.D.,2016. A Ranking Based on DEA and PROMETHEE II (a rankbased on DEA & PR.II)". Measurement, (89), 333-342.
- [15] Babaee, S.,Bagherikahvarin M., Sarrazin R., Shen Y., Hermans E., 2015. Use of DEA and PROMETHEE II toAssess The Performance of Older Drivers. 18th Euro Working Group on Transportation, Delft, The Netherlands, EWGT 2015, 14-16 July.
- [16] Ersen, H. "Veri Zarflama Analizinin Stokastik Değişiklikler Altında Geçerliliği Gürültünün Verimsizlik Bileşeni", 1999, Ankara.
- [17] Ebnerasoul, S., Yavarian, H., 2009. Performance Evaluation of Organizations : An İntegrated Data Envelopment Analysis and Balanced Scorecard Approach. International Journal of Business and Management , 42-48.
- [18] Norman, M.,&Stoker, B. "Data Envelopment Analysis. Chichester": John Wiley, 1991.
- [19] Babacan, A., Kısakürek, M., & Özcan, S., 2009. İMKB'ye Kote Edilmiş Firmaların VZA Yöntemleri İle Performans Ölçümleri. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 23-36.

- [20] Dinçer, S., 2008. Veri Zarflama Analizinde Malmquist Endeksiyle Toplam Faktör Verimliliği Değişiminin İncelenmesi ve İMKB Üzerine Bir Uygulama. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 25(2), 825-846.
- [21] Charnes,V., 1994. "Data Envelopment Analysis USA: Kluwer Academic Publishers" ,1994, pp. 65-66.
- [22] Çelik, S., 2003. Yem Fabrikalarında Veri Zarflama Analiz Metodu ile Etkinlik Ölçümü. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 154s. İstanbul.
- [23] Kutlar, A.,& Kartal, M., 2004. Cumhuriyet Üniversitesinin Verimlilik Analizi : Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(2), 49-79.
- [24] Dağdeviren, M., & Eraslan, E., 2008. Promethee Sıralama Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi , 23(1), 69-75.
- [25] Türker, T., 2012. Üniversitelerde Bölümlerin Performanslarının Değerlendirilmesinde Bulanık Dematel ve Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemlerinin Kullanımı. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 137s, Karabük.
- [26] Yürüşen, S., 2011. Veri Zarflama Analizi ile Bayi Performansının Hesaplanması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 119s. İstanbul.
- [27] Korelasyon Analizi, Spearman Korelasyon Analizi. <http://www.dicle.edu.tr/Contents/05ec89ab-2b9b-492d-a161-effe635296f9.pdf> (Erişim Tarihi : 20.06.2017)
- [28] Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi. <http://mf.kocaeli.edu.tr/> (Erişim Tarihi : 01.06.2016)
- [29]Devlet Üniversiteleri ve Fakülteleri Sıralamaları, 2017. www.akdeniz.edu.tr/duyuru/bhim/atespersr.pdf (Erişim Tarihi : 05.07.2017)