

## CRITIC tabanlı PROMETHEE yöntemiyle akademik başarı sıralama uygulaması

*An application of CRITIC-based PROMETHEE method in academic success ranking*

Sinem MUTLU\*<sup>1,a</sup>, Gültekin ÇAĞIL<sup>1,b</sup>, Ahmet AYAR<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 54050, Sakarya

• Geliş tarihi / Received: 30.07.2021

• Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 10.02.2022

• Kabul tarihi / Accepted: 10.03.2022

### Öz

Yıldan yıla artan üniversite sayısı, nitelikli üniversitelerin ayırt edilmesinde zorluğa yol açmakta ve eğitimin kalitesi konusunda tartışmalara sebep olmaktadır. Geçmişe kıyasla çok daha fazla üniversite mezununun bulunması, mezunların mezun oldukları üniversitenin başarısı ile değerlendirilmesine de neden olabilmektedir. Bu sebeple üniversite tercihlerinde akademik performansın göz önünde bulundurularak bilinçli tercih edilmesi gerekli bir husustur. Bu çalışmada, Marmara Bölgesi'ndeki Endüstri Mühendisliği eğitimi veren devlet üniversitelerinin akademik performansları gerek öğrencilere fikir sağlaması gerekse aslında çok da dikkat etmediğimiz özellikleriyle üniversitelerin birbirlerinden ne derece üstün olduğunu gözlemlemek amacıyla sıralanmıştır. Toplamda sekiz kriter göz önünde bulundurulmuş, kriter ağırlıkları CRITIC ağırlıklandırma metodu ile belirlenmiştir. Buradan elde edilen ağırlıklar ve çalışmada saptanan veriler kullanılarak on alternatif üniversite 2019 yılı verileri ile PROMETHEE yöntemi yardımıyla hem kısmi olarak hem de tam olarak sıralanmıştır. Elde edilen sonuçlar yorumlanarak sonrasında yapılabilecek çalışmalara tavsiyelerde bulunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** CRITIC yöntemi, Endüstri mühendisliği sıralama, PROMETHEE yöntemi, Üniversite sıralama

### Abstract

The rapidly increasing university number causes difficulty in distinguishing a qualified university and it starts debates over the quality of the education. The fact that there are so many more graduates from the university when it is compared to the past, can be followed by evaluating a graduate according to her/his university's quality. Thus, it is necessary to be aware of the academic performance while choosing a university to study. In this article, it is aimed to investigate and rank the state universities, in Marmara Region, which provide a training for industrial engineering; in terms of universities' academic performances and in terms of providing ideas and in terms of some other points that we don't pay attention. Eight different criteria are taken into consideration and the criteria weightiness has been determined by CRITIC Weighting Method. By using the weightiness acquired and the data collected from this study, ten alternative universities are ranked both fully and partly by data from 2019 and PROMETHEE method. Results from this study are interpreted and following researches are advised.

**Keywords:** CRITIC method, Ranking industrial engineering, PROMETHEE method, Ranking universities

\*a Sinem MUTLU; sinem.mutlu@ogr.sakarya.edu.tr, Tel: (0506) 053 12 81, orcid.org/0000-0002-8189-0775

<sup>b</sup> orcid.org/0000-0001-8609-6178

<sup>c</sup> orcid.org/0000-0003-3498-6026

## 1. Giriş

### 1. Introduction

İnsanlık tarihinin en eski parçalarından birisi mühendisliktir. Uygarlığın gelişimi ile çeşitli dallara ayrılan mühendisliğin temelinde; tasarım, değerlendirme, geliştirme, yenileme, denetleme, bakım ve yapım vardır. Diğer bir tanımla mühendislik; bilim, matematik ve teknik ile problemlerin çözüldüğü bir bakış açıdır. Başlıca mühendislik dalları Makine, Metalürji ve Malzeme, İnşaat, Elektrik ve Elektronik, Çevre, Gıda, Kimya ve Endüstri Mühendisliğidir. Yazımızda kıyaslamasını yaptığımız dal olan Endüstri Mühendisliği'nin temelinde planlama, örgütlenme ve yönlendirme gibi uğraşlar yer alır. Bu uğraşlar da 19. yy'da bilimdeki ve teknolojiadaki gelişmeler sayesinde Endüstri 1.0 olarak adlandırılan buharın gücünden faydalanılması sonucunda gerçekleşen Sanayi Devrimi ile daha fazla değer kazanmıştır. Artan talep, üretimi artırdığı gibi artan üretim de doğru planlamayı gerektirdiği ve personel, makine, malzeme ve nakit akışından oluşan ve yönetilmesi daha da zorlaşan sistemler için Endüstri Mühendisliği dalına gereksinim duyulmuştur. Birbiriyle bağlantılı ve bir ürünün üretim veya bir hizmetin yapım aşamasında var olan bütün nesnelere koordineli çalışmasının kıt kaynaklarla organize edilmesi, sistemi iyileştirip geliştirilmesi ve tüm bu işlemlerin olabildiğince sorunsuz şekilde yürütülmesi Endüstri Mühendislerini ilgilendirmektedir. İmalat sanayi, hizmet sektörü, ekonomik planlama, savunma sanayi, kamu yönetimi gibi pek çok alanı içeren geniş bir ilgi alanı vardır (Emel, 2006).

Henüz Endüstri 3.0'a geçiş seviyesinde olduğu düşünülen Türkiye Cumhuriyeti'nde de Endüstri Mühendisliği büyük öneme sahiptir. Bundan dolayı devlet veya vakıf fark etmeksizin çoğu üniversite Endüstri Mühendisliği eğitimi vermektedir. Literatüre bakıldığında da bölüm veya üniversite sıralaması içeren çalışmaların az miktarda olması göze çarpmaktadır. Bu çalışmada ise Marmara Bölgesi'ndeki Endüstri Mühendisliği eğitimi veren devlet üniversiteleri sıralanmıştır. Performanslarını belirlemede kriterlere ait önem düzeylerinin belirleyen ağırlıkların tespitinde CRITIC yöntemi kullanılmıştır. Belirlediğimiz alternatiflerin performanslarını belirlemek için hem kısmi hem de tam sıralama yapabilmesi ve dolayısıyla geniş kapsamlı analize izin vermesi nedeniyle PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada önce literatür araştırması özeti sunulacaktır.

## 1.1. Literatür taraması

### 1.1 Literature review

Literatür incelemesinde ilk olarak öğretim kurumları üzerine yapılan performans değerlendirmesi içeren çalışmalar özetlenecektir. Devamında üniversiteleri değerlendirirken kullanılan CRITIC ağırlıklandırma ve performans sıralaması için kullanılan PROMETHEE yöntemlerini içeren çalışmalardan bahsedilecektir.

#### 1.1.1 Öğretim kurumları üzerinde yapılan performans değerlendirmesi içeren çalışmalar

##### 1.1.1 Studies involving performance evaluation on educational institutions

Özden (2008) çalışmasında Türkiye'de faaliyet gösteren vakıf üniversitelerinin etkinliklerini veri zarflama analizi kullanarak ölçmüştür. Çalışmasında girdi değerleri olarak "Toplam Giderler", "Diğer Akademik Personel Sayısı", "Öğretim Üyesi Sayısı"; çıktı değerleri olarak da "Eğitim-Öğretim Gelirleri", "Yayın Sayısı", "Önlisans ve Lisans Öğrenci Sayısı", "Lisansüstü Öğrenci Sayısı", "Diğer Gelirler" değişkenlerini kullanmıştır. Çalışmanın sonunda süper etkinlik modelleri aracılığıyla üniversiteleri etkinliklerine göre sıralamıştır.

Bal (2013), Türkiye'de bulunan 23 vakıf üniversitesinin etkinliklerini ölçmek üzere bir çalışma yapmıştır. Çalışmada değişken olarak 4 girdi 4 çıktı kullanılmıştır. Analiz sonucunda etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin olabilmeleri için kaynaklarını ne miktarda değiştirmeleri gerektiği tespit edilmiştir.

Özel (2014), çalışmasında Veri Zarflama Analizi'nden yararlanarak Türkiye'de bulunan devlet üniversitelerinin etkinlik değerlerini saptamış ve süper-etkinlik modeli ile de üniversitelerin sıralamalarını yapmıştır. Çalışmasında 52 devlet üniversitesinin 2009-2010 yılına ait verilerine yer vermiş ve beş adet ile dört adet çıktı değişkeniyle analiz yapmıştır.

Murat, vd. (2015) çalışmalarında belirlenen yedi okulu ve dört performans ölçütünü ele alıp PROMETHEE çok kriterli karar verme metodunu kullanarak okulların performans kalitesini değerlendirmişlerdir.

Arık ve Seyhan (2016) çalışmalarında Dünya Üniversite Sıralamaları'ndan elde ettikleri verileri kullanarak TOP 500'de yer alan Türk üniversitelerinin etkinliklerini ölçmek istemişlerdir. Girdi değişkenleri olarak

üniversitedeki akademik birim sayısı ve akademik personel sayısı, çıktı değişkenleri olarak lisans öğrenimi gören öğrenci sayısı, yayın sayısı ve lisansüstü öğrenci sayısı kullanılmış ve veri zarflama analizi uygulanmıştır.

**Aladağ vd. (2018)**, çalışmasında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bünyesinde bulunan 9 bölümün etkinliklerini ölçmek amacıyla veri zarflama analizi kullanılmıştır. Analizde 4 adet girdi ve 3 adet çıktı değişkeni yer almıştır. Yapılan analiz sonucunda çıktıya yönelik CCR modelinde 5 bölümün görece toplan etkin, 4 bölümün ise görece toplam etkin olmadığı sonucu elde edilmiştir. BCC modeli içinde aynı sonuçlar elde edilmiştir.

**Arslan (2018)**, çalışmasında 2013 yılına ait verileri kullanarak 100 devlet üniversitesi etkinlikleri açısından değerlendirmiştir. Analizinde değişken olarak beş girdi ve iki çıktı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçta girdiye yönelik CCR'a göre 9 adet, girdi yönelimli BCC'ye göre ise 27 adet üniversite etkin bulunmuştur.

**Doğan ve Uçak (2018)** üniversite tercihi probleminde Analitik Hiyerarşi Prosesi'nin kullanımına yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmaları için alternatifler olarak dört vakif üniversitesi ve kriterler olarak üniversite tercihini etkileyeceğini düşündükleri "Aile ve Çevreye Yakınlık", "Taban Puan", "Öğrenim Ücreti", "Burs", "Akademik Kadro", "Kültürel Etkinlikler" ile "Fiziki Yapı ve Yerleşke" olmak üzere yedi değişken ele almışlardır.

**Agustina vd. (2019)** karar verme yöntemlerinden yararlanarak meslek lisesi seçimi için bir sıralama çalışması yapmışlardır. Konum, tesisler, başarı sayısı, okulun çevresi ve ders dışı etkinlikler olmak üzere beş kriter ve dört alternatif okul belirlemiş bunlar üzerinde PROMETHEE yöntemini uygulayarak meslek liselerini sıralamışlardır.

**Aliyev vd. (2020)** çalışmalarında seçilen beş üniversiteyi sıralamak amacıyla bulanık analitik hiyerarşi prosesi yönteminden yararlanmışlardır. Bu çalışmada, üniversite sıralama problemi için beş alternatif ve eğitim, araştırma, alıntılar ve uluslararası görünüm olmak üzere dört kriter kullanılmıştır.

Yukarıda bahsi geçen çeşitli çalışmalardan da anlaşılabilceği üzere birbirinden farklı çeşitli kriterleri olan karar verme metodlarından veya PROMETHEE metodundan faydalanılarak lise/bölüm/üniversite seçimi gibi eğitim sektörüne ait karar problemleriyle ilgili nadiren çalışmalar yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada eğitim sektöründe yer alan bir karar problemi ele alınmış, Marmara Bölgesi'nde bulunan ve Endüstri Mühendisliği eğitimi veren devlet üniversitelerinin CRITIC tabanlı PROMETHEE metodu ile sıralanması amaçlanmıştır. Bu veya benzeri konularda gerçekleştirilen ve PROMETHEE yönteminden faydalanılan çalışma sayısı fazlasıyla az olmakla birlikte, literatürde bu çalışmaları CRITIC ağırlıklandırma yöntemini kullanarak ele alan çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönünden dolayı, çalışmanın literatüre katkı sağlayabilecek yeterlilikte olduğu düşünülmektedir.

### 1.1.2 CRITIC ve PROMETHEE metodlarının kullanıldığı çalışmalar

#### 1.1.2 Studies using CRITIC and PROMETHEE methods

**Tablo 1.** CRITIC metodunun kullanıldığı çalışmalar.

**Table 1.** Studies using the CRITIC method

Yazar(lar)	Yıl	Uygulama Alanı
Çakır ve Perçin	2013	Lojistik Sektöründe Performans Ölçümü
Kazan ve Özdemir	2014	Holdinglelerin Finansal Performansının belirlenmesi Bir İmalat İşletmesinde Yaygın Kullanılan
Madić ve Radovanović	2015	İşlemlerin Sıralanması
Kılıç ve Çerçioğlu	2016	Proje Değerlendirmesi
Ünlü vd.	2017	Firmalar Üzerine Bir Uygulama
Ghorabae vd.	2017	Tedarikçi Değerlendirmesi
Orakçı ve Özdemir	2017	İnsani Gelişmişlik Düzeylerinin Belirlenmesi
Mamak vd.	2018	Risk Düzeylerinin Değerlendirilmesi
Demircioğlu & Coşkun	2018	Seçim Üzerine Bir Uygulama
Can ve Kargı	2019	Risk Seviyelerinin Değerlendirilmesi
İşık	2019	Finansal Performans Değerlendirilmesi
Akbulut	2019	İş Bankasının 2009-2018 Yılları Arasındaki Performansının Analizi

**Tablo 1.** devamı  
*Table 1.* continuing

Yalçın ve Karakaş	2019	Kurumsal Sürdürülebilirlik Performans Analizi
Apan ve Öztel	2020	Finansal Performans Değerlendirmesi
Jati vd.	2020	Üniversite E-Öğrenme Web Sitelerinin Görünürlük Sıralaması
Wang vd.	2021	Hastane İnşaat Yer Seçimi

**Tablo 2.** PROMETHEE metodunun kullanıldığı çalışmalar  
*Table 2.* Studies using the PROMETHEE method

Yazar(lar)	Yıl	Uygulama Alanı
Albadvi vd.	2007	Hisse Senedi Ticaretinde PROMETHEE ile Karar Verme Uygulaması
Aygün	2011	Yatırım Projesi Değerlendirme
Vetschera ve Almeida	2012	Portföy Seçim Problemlerine PROMETHEE Tabanlı bir Yaklaşım
Akkaya ve Şahin	2013	PROMETHEE ile Portföy Oluşturma
Genç ve Urfaloğlu	2013	AB Ülkeleri ve Türkiye'nin Ekonomik Performansının Kıyaslanması
Hekimoğlu ve Şenkayas	2013	Bir Firma için Tedarikçi Seçimi
Coşkun	2015	ÇKKV Yöntemleri ile Eğitim Kurumlarının Kurumsal Performanslarının Ölçümü
Bağcı ve Esmer	2016	Faktoring Şirketi Seçimi
Çalışkan ve Eren	2016	Bankaların Performanslarının Değerlendirilmesi
Rençber	2018	İleri Bilgi ve İletişim Teknolojilerindeki Gelişmişliklerine Göre Sıralama
Şahin	2018	Bireysel Emeklilik Şirketlerinin Performans Değerlendirmesi
Baharat	2019	Bir Otomobil Markasının Hizmet Kalitesi ve Müşteri Memnuniyetinin Değerlendirilmesi
Çavdar ve Özçalık	2019	BİST'te İşletmelerin Performans Değerlendirmesi
Eren vd.	2019	Yükseköğretimde Araştırmacı Seçimi
Özdemir	2019	Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Alternatiflerinin Sıralanması
Ishizaka vd.	2020	Üniversitelerde Bilgi Transferi Faaliyetlerinin İncelenmesi
Küçüköğlu	2020	Nükleer Santral Kuruluş Yeri Seçimi
Agraval	2021	PROMETHEE II ile Tedarikçi Seçimi

## 1.2 Araştırma verisi ve kriterleri

### 1.2 Research data and criteria

Çalışmada Marmara Bölgesi'nde Endüstri Mühendisliği eğitimi veren devlet üniversitelerinin çeşitli kriterler doğrultusunda sıralanmaya çalışılmış, CRITIC tabanlı PROMETHEE yönteminden yararlanılmıştır.

Kullanılacak kriterlere karar vermek için üniversite, lise ya da fakülteler bazında uygulanmış etkinlik, performans ölçümü yapan çalışmalar incelenmiştir. Abbott ve Doucouliagos (2003) çalışmalarında 36 üniversitenin etkinliğini incelemiş; kriter olarak duran varlıklar, yayın araştırma hibe miktarı, giderler, öğrenci sayısı, akademik olmayan personel sayısı, akademik personel sayısı, lisans ve yüksek lisans mezun

öğrenci sayısını kullanmışlardır. Ulucan (2011) çalışmasında öğrenci sayısı/öğretim üyesi sayısı oranı, akademik yayın sayısı toplamı, akademik öğretim üyesi ve akademik personel sayısı kriterlerini kullanmıştır. Bunlar ve benzeri birçok çalışma irdelenerek çalışmada kullanılması uygun olabilecek sekiz adet kriter belirlenmiştir.

Literatür incelendiğinde benzer nitelikte sayılabilecek çalışmalarda akademik personel sayısı, akademik olmayan personel sayısı, lisans öğrenci sayısı, yüksek lisans öğrenci sayısı, araştırma hibe miktarı, mezun öğrenci sayısı, giderler, duran varlıklar, proje sayısı, kütüphane, laboratuvar ve sınıf sayısı, eğitim envanteri toplam değeri ve faaliyet giderleri gibi kapsamlı bir kriter yelpazesi olduğu görülmektedir. Çalışmalar değerlendirildiğinde, kriter seçimi için özel bir

yöntem ya da neden olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada da yazarların hemfikir olduğu ve veri toplama aşamasında kolayca erişilebilir olan maddeler kriter olarak seçilmiştir.

Bahsedilen niteliklere sahip Marmara Bölgesi'nde yer alan devlet üniversitesi sayısının yapılan taramalar sonucu on altı olduğu görülmüştür. Belirlenen on altı alternatifi değerlendirmek üzere

“Akademisyen Sayısı”, “Mezun Olan Öğrenci Sayısı”, “Yerleşen Son Kişinin Yüzdeleri Dilimi”, “Lisans Öğrenci Sayısı”, “Laboratuvar Sayısı”, “Doktora Öğrenci Sayısı”, “Proje ve Yayın Sayısı” ve “Yüksek Lisans Öğrenci Sayısı” olmak üzere sekiz adet kriter kullanılmıştır.

Çalışmanın bu kısmından sonra kriterler kısaltmalar şeklinde gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Çalışmada kullanılan kısaltmalar.

**Table 3.** Abbreviations used in the study

Kısaltma	Açıklaması
AS	Akademisyen sayısını göstermekte olup 2019 yılına ait, üniversitelerde bulunan Prof. Dr., Doç. Dr. ve Dr. Öğretim üyelerinin sayısını temsil etmektedir.
ÖS	Öğrenci sayısının kısaltması olup, 2019'da bölüme yerleşen lisans öğrenci sayısını ifade etmektedir.
MOÖS	2019'da lisans programından mezun olan öğrenci sayısıdır.
YD	Bölüme yerleşen son lisans öğrencisinin üniversite sınavı sonuçlarına göre girdiği yüzdeleri dilimi ifade etmektedir.
LS	Üniversitelerde Endüstri Mühendisliği öğrencilerinin kullanımına açık laboratuvar sayısını göstermektedir.
PYS	Proje ve yayın sayısının kısaltması olup, 2019'da yayımlanan tüm yayınların, projelerin, bildirilerin sayısını ifade etmektedir.
YLÖS	Yüksek Lisans Öğrenci Sayısı, üniversitelerin 2019 faaliyet raporlarında yer alan ve yüksek lisans eğitimine 2019 yılı içinde devam etmekte olan öğrenci sayısını göstermektedir.

Verilerin bazıları yokatlas.yok.gov.tr internet sitesinden, bazıları üniversitelerin 2019 idare faaliyet raporlarından bazıları üniversitelerin resmi internet sitelerinden, bazıları da bölüm başkanları ya da sekreterleri aracılığıyla temin edilmiştir. Kriterler arasında yer alan “Mezun Sayısı” için henüz mezun vermemeleri sebebiyle veri sağlanamayan Bursa Teknik Üniversitesi, İstanbul Medeniyet Üniversitesi ve Gebze Teknik Üniversitesi listeden çıkarılmıştır. Bazı verilerine,

adı geçen kaynaklarda rastlanmayan İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Marmara Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi'ndeki eksik veriler talep edilmiş ancak veriler sağlanamadığından bu alternatifler de çalışmadan çıkarılmıştır. Güncel tabloda 10 alternatif ve 8 kriter değeri bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda çalışmada yer alan alternatifleri oluşturan üniversitelere ve bu alternatiflerin aldığı kriter değerlerine yer verilmiştir.

**Tablo 4.** 2019 yılına ait elde edilen veriler.

**Table 4.** Data obtained for 2019

	ÖS	YD	MOÖS	AS	LS	PYS	YLÖS	DÖS
Balıkesir Ü.	62	6.36042	50	6	3	40	21	0
Boğaziçi Ü.	72	0.050456	98	15	5	26	81	27
Bursa Uludağ Ü.	82	2.715309	64	13	4	38	82	25
Galatasaray Ü.	31	0.440216	41	17	8	14	42	20
Kocaeli Ü.	82	3.10599	90	13	3	106	81	40
Sakarya Ü.	103	4.114865	121	24	4	52	106	51
Tekirdağ Namık Kemal Ü.	62	8.601541	13	6	1	0	31	0
Türk Alman Ü.	47	1.285296	13	1	2	12	0	0
Yalova Ü.	62	7.329131	43	9	1	16	8	0
Yıldız Teknik Ü.	82	1.146479	123	21	1	79	77	52

## 2. Yöntem

### 2. Method

Marmara Bölgesi'nde Endüstri Mühendisliği eğitimi veren devlet üniversitelerinin çeşitli kriterler doğrultusunda sıralanması için çalışmada CRITIC ve PROMETHEE yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda CRITIC yöntemiyle, kullanılan kriterlerin ağırlık atamaları yapılmıştır. Ardından belirlenen alternatif üniversitelerin performanslarının saptanması amacıyla PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır. PROMETHEE yöntemi belirlenmiş olan alternatiflere ait kısmi ve tam önceliklerin saptanmasını sağlar, böylece daha ayrıntılı bir analize izin verir. Literatür incelendiğinde de üniversitelerin sıralanması, performans ölçümü gibi çalışmaların hatırı sayılır çoğunluğunda Veri Zarflama Analizi'nin kullanıldığı görülmüştür. Bu sebeple de bu çalışmada performans değerlendirmeye ve sıralamaya olanak tanıyan PROMETHEE yönteminden yararlanılmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin bazıları kritiklerin önem ağırlıklarının hesaplanması gibi problemlerde kullanılırken, bazıları ise karar alternatifleri arasından seçim yapılması ya da alternatiflerin sıralanması gibi problemlerde kullanılır. Çalışmada kullanılan CRITIC yöntemi ayrıca kişisel değerlendirme gerektirmeyip, nesnel bir şekilde ağırlıklandırma yapmaktadır. Bu metot uygulanırken Microsoft Excel'den yararlanılmış, formüller yardımıyla ağırlıklandırma yapılmıştır. PROMETHEE metodunun uygulanmasında Visual PROMETHEE yazılımı kullanılmıştır.

Bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

### 2.1 CRITIC yöntemi

#### 2.1 CRITIC method

1. Adım: m sayıda alternatif ile n sayıda kriter içeren bir karar verme problemi var olsun. Satırlarında değerlendirmeleri yapılacak olan alternatiflerin, sütunlarında karar vermede kullanılacak olan kriterlerin olduğu bir karar matrisi oluşturulur. A matrisi oluşturulan başlangıç karar matrisi olsun.

$$A = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. Adım: Alternatif ve kriterlerden oluşturulan A matrisinin sahip olduğu elemanlar standardize ederek R normalize matrisi elde edilir. Bu amaçla

fayda ve maliyet kriterleri için (2) ve (3) denklemlerinde gösterildiği gibi her bir eleman normalize edilmektedir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (3)$$

3. Adım: Üçüncü aşamada kriterlerin aralarındaki ilişki derecesini ölçmek için denklem (4) yardımıyla korelasyon katsayı matrisi oluşturulur.

$$\rho_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)(r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}}, j, k = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

4. Adım: Her bir kriterde elde edilen toplam bilginin miktarını ifade C<sub>j</sub> denklem (6) yardımıyla hesaplanır. Bu değeri bulmak için j. kriterin standart sapma değerini gösteren σ<sub>j</sub> değeri denklem (5) yardımıyla bulunur.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m}} \quad (5)$$

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - t_{jk}), j, k = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

5. Adım: Denklem (7) kullanılarak kriter ağırlıkları elde edilir.

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^n C_k}, j, k = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

### 2.2 PROMETHEE yöntemi

#### 2.2 PROMETHEE method

PROMETHEE yöntemi 1982'de Jean-Pierre Brans tarafından ortaya çıkarılmış, sonrasında Brans ve arkadaşlarının geliştirdiği çok kriterli karar verme (ÇKKV) metodudur. PROMETHEE kelimesinin açılımı Türkçede "Zenginleşen Değerlendirmeler için Tercih Sıralaması" anlamına gelmektedir. Bu yöntem diğer ÇKKV metotlarına göre en son geliştirilen metotlardan biri olmakla birlikte, literatürde hali hazırda bulunan önceliklendirme yöntemlerinin uygulama aşamasında yaşanan zorlukları ortadan kaldırmak üzere yola çıkılarak geliştirilmiş ve farklı başlıkları konu alan çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır. Çok kriterli problemlerin çözümünde kullanılan en kolay ve etkili yöntem olarak bilinmektedir ayrıca basit, açık ve dengeli oluşu temel özellikleridir.

PROMETHEE yöntemi belirlenmiş karar noktalarının ikili karşılaştırmalara dayanır. Ancak diğer çok kriterli karar verme metotlarından temel farkı, her bir değerlendirme faktörünün birbirleri arasındaki ilişki düzeyini belirten önem

ağırlıklarının yanı sıra, değerlendirme faktörlerinin kendi iç ilişkilerini de dikkate almasıdır.

Yöntemin en temel iki modeli olan kısmi sıralama yapmaya yarayan PROMETHEE I ile tam sıralama yapan PROMETHEE II'nin geliştirilmesinden kısa bir süre sonra J. P. Brans ve Bertrand Mareschal, PROMETHEE III (aralıklı sıralama) ve PROMETHEE IV (devamlı sıralama) tekniklerini de geliştirmiştir. 1990'ların ilk yarısında yine aynı araştırmacılar PROMETHEE V ile PROMETHEE VI metotlarını da geliştirerek karar verme literatürüne kazandırmıştır (Dağ & Yıldırım, 2014). PROMETHEE I sonucunda ulaşılan pozitif üstünlük ve negatif üstünlük değerleri sonuçların sıralanması hakkında net sonuçlar içermez. İlk sırada ve son sırada yer alan alternatifleri gösterir ancak arada bulunan diğer alternatifler için net sıralama sunmaz. Bu yüzden PROMETHEE II yöntemi kullanarak tam sıralama elde edilebilir. PROMETHEE II metodunda net üstünlük değerleri, kısmi sıralama sonucu elde edilen pozitif

üstünlük değerlerinden ( $\phi^+$ ), negatif üstünlük değerlerinin ( $\phi^-$ ) çıkarılmasıyla bulunur. Bu  $\phi$  (net üstünlük değeri) değerlerinin sıralanması tüm alternatiflere ait tam sıralamayı verir.

Literatüre bakıldığında PROMETHEE yönteminin proje değerlendirme, ekipman seçimi, banka performans ölçümü, tedarikçi seçimi, karlılık analizleri, pazar seçimi, sektör sıralaması gibi çok çeşitli problemlerinde kullanıldığı görülmektedir.

### 2.2.1 PROMETHEE yöntemi aşamaları

#### 2.2.1. Stages of the PROMETHEE method

PROMETHEE metodu 7 adımdan oluşmaktadır. Bu kısımda adımlar tek tek ele alınmıştır.

1. Adım:  $w=(w_1, w_2, \dots, w_k)$  ağırlıkları ile  $k$  kriter  $c=(f_1, f_2, \dots, f_k)$  tarafından değerlendirilen alternatiflere  $a=(A, B, C, \dots)$  ait veri matrisi, Tablo 4'de verilen şekilde oluşturulur (Dağdeviren & Eraslan, 2008).

**Tablo 5.** Veri matrisi.

**Table 5.** Data matrix

		Değerlendirme Faktörleri				
		$f_1$	$f_2$	$f_3$	...	$f_k$
Karar Noktaları	A	$f_1(A)$	$f_2(A)$	$f_3(A)$	...	$f_k(A)$
	B	$f_1(B)$	$f_2(B)$	$f_3(B)$	...	$f_k(B)$
	C	$f_1(C)$	$f_2(C)$	$f_3(C)$	...	$f_k(C)$
Ağırlıklar	$w_i$	$w_1$	$w_2$	$w_3$	...	$w_k$

2. Adım: Tüm kriterler için aranan özelliklere bağlı olarak tercih fonksiyonları tanımlanır. PROMETHEE yönteminde Olağan, U-tipi, V-tipi,

Seviyeli, Lineer ve Gaussian olmak üzere 6 farklı tercih fonksiyonu çeşidi bulunmaktadır.

**Tablo 6.** Tercih fonksiyonları. (Dağdeviren & Eraslan, 2008)

**Table 6.** Preference functions (Dağdeviren & Eraslan, 2008)

Tip	Parametreler	Fonksiyon	Grafik, $p(x)$
Birinci Tip (olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U-tipi)	$l$	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$	



**Tablo 6.** devamı  
*Table 6.* continuing

Üçüncü Tip (V-tipi)	$m$	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviyeli)	$q, p$	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q+p \\ 1, & x > q+p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Lineer)	$s, r$	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x-s)/r, & s \leq x \leq s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gaussian)	$\sigma$	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x \geq 0 \end{cases}$	

Buradaki parametreler;

q: Farksızlık Değeri p: Kesin Tercih Eşiği

s: p ve q arasındaki ara değer veya standart sapmayı temsil etmektedir.

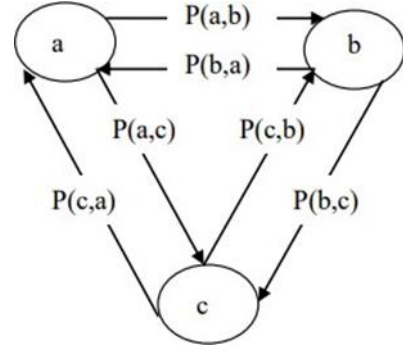
q değeri, değerlendirme faktörlerinin karar noktalarına göre en büyük fark değeri iken, p değeri ise en küçük farktır.

“d” değeri, iki karar noktasında bulunan değerler arasındaki farktır (Pavi & Babi, 1991).

3. Adım: Bir önceki adımda belirlenmiş olan tercih fonksiyonlarından yola çıkılarak alternatif çiftlerine ortak olan tercih fonksiyonları tespit edilir. Bu fonksiyonlara ait şematik gösterim Şekil 1’de verilmiştir. a ve b alternatiflerine ait ortak tercih fonksiyonu Eşitlik 8 ile belirlenir.

$$P(a,b) = \begin{cases} 0 & , f(a) \leq f(b) \\ p[f(a) - f(b)] & , f(a) > f(b) \end{cases} \quad (8)$$

4. Adım: Üçüncü adımda elde edilen ortak tercih fonksiyonlarından yola çıkılarak her alternatif çiftine ait tercih indeksleri tespit edilir. Alternatif kümesinde ağırlığı  $w_i$  ( $i=1,2,\dots,k$ ) olan k kadar



**Şekil 1.** Ortak tercih fonksiyonlarının şematik gösterimi. (Dağdeviren & Eraslan, 2008)

**Figure 1.** Schematic representation of common preference functions.

kriter için değerlendirilen a ve b alternatiflerinin sahip olduğu tercih indeksleri Eş. 9 ile hesaplanır.



$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i * P_i(a, b)}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (9)$$

5. Adım: Eşitlik 10 ve Eşitlik 11 kullanılarak alternatiflere ait pozitif üstünlük değerleri ve negatif üstünlük değerleri hesaplanır.

$$\Phi^+(a) = \sum \pi(a, x) \quad x=(b, c, d, \dots) \quad (10)$$

$$\Phi^-(a) = \sum \pi(x, a) \quad x=(b, c, d, \dots) \quad (11)$$

6. Adım: Bu adımda PROMETHEE I metoduyla kısmi sıralama belirlenir. Kısmi öncelikler; alternatif kümesinde bulunan alternatiflerin karşılıklı olarak tercih edilme durumlarını, birbirinden farkı bulunmayan alternatifleri ve

birbirleriyle karşılaştırılmayacak alternatiflerin saptanmasını sağlamaktadır. a ve b alternatif kümesinde yer alan iki alternatifin kısmi önceliklerin tespitinde üç durum söz konusudur.

I. Durum: Aşağıdaki koşullardan biri sağlandığı zaman, b alternatifi için bir alternatif tercih edilir.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (12)$$

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (13)$$

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (14)$$

II. Durum: Koşul aşağıdaki şekilde ise, alternatifler birbirlerinden farksızdır.

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (15)$$

III. Durum: Aşağıdaki koşullardan biri sağlandığı zaman, a alternatifi ile b alternatifi karşılaştırılmaz.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) > \Phi^-(b) \quad (16)$$

$$\Phi^+(a) < \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (17)$$

7. Adım: PROMETHEE I sonuçları, kısmi sıralama yaptığı için tam bir sıralama yapmak isteyen karar vericiler için yeterli olmamaktadır. Bu durumda PROMETHEE II tam sıralamadan yararlanır. Bu adımda PROMETHEE II ile alternatiflere ait net

öncelikler Eş. 18 yardımı ile hesaplanır. Hesaplanan net öncelik değerleri ve alternatif kümesinde bulunan tüm değerler aynı değerlendirilerek tam sıralama elde edilir.

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (18)$$

$\Phi(a) > \Phi(b)$  ise a alternatifi daha üstündür.

$\Phi(a) = \Phi(b)$  ise a ve b alternatifleri farksızdır.

### 3. Problemin çözümü

#### 3. Solution of the problem

CRITIC yöntemin adımları olan karar matrisinin düzenlenmesi, normalize edilmiş karar matrisinin elde edilmesi, kriter çiftleri arasındaki korelasyon

katsayılarının hesaplanması, kriterlerde bulunan toplam bilginin hesaplanması ve kriter ağırlıklarının hesaplanması adımları EXCEL yardımıyla uygulanmış ve kriterlere ait ağırlık değerleri aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

**Tablo 7.** Normalize edilmiş karar matrisi

**Table 7.** Normalized decision matrix

Normalize Karar Matrisi								
	ÖS	YD	MOÖS	AS	LS	PYS	YLÖS	DÖS
min/max	min	min	max	max	max	max	max	max
BAUN	0.569	0.262	0.336	0.217	0.286	0.377	0.198	0.000
BOUN	0.431	1.000	0.773	0.609	0.571	0.245	0.764	0.519
UU	0.292	0.688	0.464	0.522	0.429	0.358	0.774	0.481
GSU	1.000	0.954	0.255	0.696	1.000	0.132	0.396	0.385

**Tablo 7.** devamı  
*Table 7. continuing*

<b>KOU</b>	0.292	0.643	0.700	0.522	0.286	1.000	0.764	0.769
<b>SAU</b>	0.000	0.525	0.982	1.000	0.429	0.491	1.000	0.981
<b>NKU</b>	0.569	0.000	0.000	0.217	0.000	0.000	0.292	0.000
<b>TAU</b>	0.778	0.856	0.000	0.000	0.143	0.113	0.000	0.000
<b>YU</b>	0.569	0.149	0.273	0.348	0.000	0.151	0.075	0.000
<b>YTU</b>	0.292	0.872	1.000	0.870	0.000	0.745	0.726	1.000

**Tablo 8.** İlişki katsayı matrisi  
*Table 8. Correlation coefficient matrix*

İlişki Katsayı Matrisi								
	ÖS	YD	MOÖS	AS	LS	PYS	YLÖS	DÖS
ÖS	1.000	0.085	-0.770	-0.548	0.277	-0.618	-0.770	-0.690
YD	0.085	1.000	0.389	0.390	0.558	0.240	0.379	0.494
MOÖS	-0.770	0.389	1.000	0.853	0.104	0.729	0.857	0.919
AS	-0.548	0.390	0.853	1.000	0.381	0.477	0.834	0.894
LS	0.277	0.558	0.104	0.381	1.000	-0.102	0.304	0.198
PYS	-0.618	0.240	0.729	0.477	-0.102	1.000	0.610	0.746
YLÖS	-0.770	0.379	0.857	0.834	0.304	0.610	1.000	0.903
DÖS	-0.690	0.494	0.919	0.894	0.198	0.746	0.903	1.000

Bu matrisler oluşturulduktan sonra diğer adımlar da uygulanarak en sonunda kriterlerin ağırlık

değerlerine ulaşılmıştır. Bu çalışma için ağırlık değerleri aşağıdaki gibidir:

**Tablo 9.** Kriterlere ait ağırlık değerleri  
*Table 9. Weight values of the criteria*

	ÖS	YD	MOÖS	AS	LS	PYS	YLÖS	DÖS
<b>W<sub>j</sub></b>	0.2185	0.12096525	0.11146371	0.088937635	0.12761636	0.117865123	0.103910779	0.110716406

Daha sonra PROMETHEE işlemine geçilmiştir. Bunun için Visual PROMETHEE paket programı kullanılmıştır. Tüm alternatifler, kriterler, tercih

fonksiyonu gibi yazılım tarafından istenen veriler girildikten sonra işlemler uygulanmış ve sonuçlara ulaşılmıştır.

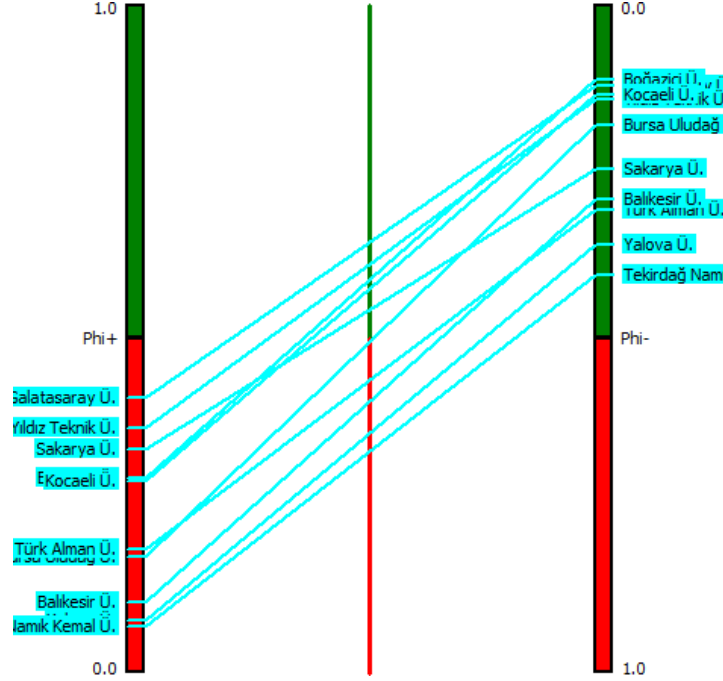
Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Galatasaray Ü.	<input type="checkbox"/>	0.2905	0.4116	0.1210
2	Yıldız Teknik Ü.	<input type="checkbox"/>	0.2253	0.3651	0.1398
3	Boğaziçi Ü.	<input type="checkbox"/>	0.1781	0.2898	0.1117
4	Kocaeli Ü.	<input type="checkbox"/>	0.1511	0.2859	0.1348
5	Sakarya Ü.	<input type="checkbox"/>	0.0880	0.3330	0.2450
6	Bursa Uludağ U.	<input type="checkbox"/>	-0.0050	0.1735	0.1785
7	Türk Alman Ü.	<input type="checkbox"/>	-0.1224	0.1847	0.3071
8	Balikesir Ü.	<input type="checkbox"/>	-0.1858	0.1040	0.2898
9	Yalova Ü.	<input type="checkbox"/>	-0.2822	0.0772	0.3594
10	Tekirdağ Namık Kemal	<input type="checkbox"/>	-0.3376	0.0671	0.4047

**Şekil 2.** PROMETHEE akış tablosu  
*Figure 2. PROMETHEE flow chart*

Şekil 2’de çalışmada yer alan alternatif üniversitelere ilişkin PROMETHEE II Tam Sıralama sonucu göz önünde bulundurularak oluşturulmuş Akış Tablosu’na yer verilmiştir. Tabloda Phi, Phi+ ve Phi- değerleri bulunmakta ve alternatiflerin net Phi değerlerine göre sıralamasını görülebilmektedir. Phi değerleri pozitif üstünlük

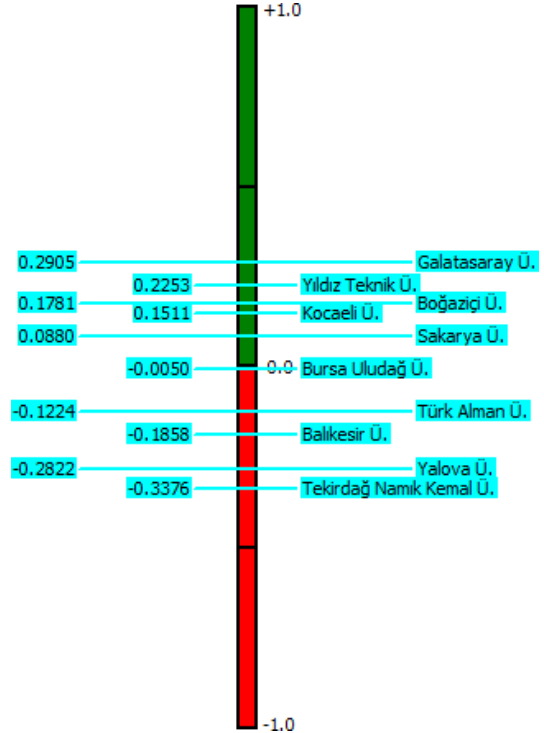
değerleri ve negatif üstünlük değerlerinin farkından elde edilen net üstünlük değerlerini göstermektedir.

Verilere ait kısmi sıralama ve tam sıralama sonuçlarına ait grafiklerin Visual PROMETHEE çıktıklarına aşağıda yer verilmiştir.



Şekil 3. PROMETHEE I (kısmi sıralama) sonuçları  
Figure 3. PROMETHEE I (partial sorting) results

PROMETHEE I yani Kısmi Sıralama sonucunda ilk ve son sırada yer alacak tercihler belli olabilir ancak bu iki alternatif arasındaki değerler net olarak sıralanamamaktadır. Bunun önüne geçmek amacıyla PROMETHEE II (Tam Sıralama) metodu ile alternatifler arasındaki tam sıralama elde edilmektedir. Tam Sıralamanın hesaplanması aşamasında, kısmi sıralama ile elde edilen pozitif ve negatif üstünlük değerleri kullanılır. Pozitif üstünlükten negatif üstünlük değeri çıkarılarak net üstünlük değeri ulaşılır.



Şekil 4. PROMETHEE II (tam sıralama) sonuçları  
Figure 4. PROMETHEE II (complete sorting) results

PROMETHEE II ile 0 ile +1 arasında yer alan değerler, tercih edilmede ilk sıralarda bulunacak değerleri oluşturmaktadır (Şahin & Akkaya, 2013). Bu yöntem sonucunda, daha önce belirlenen kriter değerleri doğrultusunda alternatiflerin net olarak sıralaması elde edilir. Şekil 4'te PROMETHEE II sonuçlarına yer verilmiştir, bu tam sıralamanın sonucuna göre Galatasaray Üniversitesi 0.2905 net üstünlük değeri ile diğer alternatifleri geçerek ilk sırada yer alırken, -0.3376 net üstünlük değeri ile Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi son sırada bulunmaktadır.

#### 4. Çalışmanın kısıtları, sonuç ve öneriler

##### 4. Limitations, conclusion and recommendations

Bu çalışmada Endüstri Mühendisliği eğitimi verilen devlet üniversiteleri Marmara Bölgesi ile kısıtlanarak akademik başarılarına göre, belirlenen kriterler çerçevesinde sıralanmak istenmiştir. Kriterler için ağırlıklandırma yöntemi olarak CRITIC metodundan yararlanılmış, sıralamada ise ÇKKV yöntemlerinden PROMETHEE I ve II metodu kullanılarak kısmi sıralamalar ve tam sıralamalar elde edilmiştir. Çalışma sonucunda 0.2905 net üstünlük değeri ile Galatasaray Üniversitesi ilk sırada yer alırken, Namık Kemal Üniversitesi -0.3376 ile son sıraya yerleşmiştir.

Çalışmanın en önemli kısıtlarından biri verilere sınırlı erişim kısıtı olmuştur. Çalışma için 16 farklı üniversitenin çeşitli verilerine ihtiyaç duyulmaktadır, yökatlas.gov.tr, üniversitelerin resmi web siteleri ya da 2019 yılı faaliyet raporlarından elde edilemeyen veriler için İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Marmara Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi ile iletişime geçilip eksik veriler talep edilmiş ancak veriler sağlanamadığından bu alternatifler de çalışmadan çıkarılmıştır.

Diğer bir kısıt olarak kriterler arasında yer alan "Mezun Sayısı" için araştırmada söz konusu olan yıl için henüz mezun öğrenci bulundurmamaları nedeniyle veri sağlanamayan Bursa Teknik Üniversitesi, İstanbul Medeniyet Üniversitesi ve Gebze Teknik Üniversitesi listeden çıkarılmıştır. Bunlar dışında kalan on alternatif için doğru veriler elde edilip çalışma bu veriler üzerinden yürütülmüştür. Çalışma kapsamı bölüm kısıtlaması ya da bölge kısıtlaması olmaksızın genişletilebilir olmasına karşın bu kadar kısıtlı kapsamda dahi eksik verilerin olması bu önerilen çalışmaların da veri sağlama nedeni ile zorluğunu ortaya koymaktadır.

Analiz sonucuna göre Marmara Bölgesi'nde Endüstri Mühendisliği veren devlet üniversitelerin akademik başarı sıralamaları Galatasaray Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi, Kocaeli Üniversitesi, Sakarya Üniversitesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Türk Alman Üniversitesi, Balıkesir Üniversitesi, Yalova Üniversitesi ve Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi şeklindedir. Bursa Uludağ Üniversitesi'ne kadar olan alternatiflerin net üstünlük değerleri pozitifdir, Uludağ üniversitesi ve sonrasındaki üniversitelerin net üstünlük değerleri ise negatife dönmüştür. Sonuç tablosuna bakıldığında Boğaziçi Üniversitesi'nin negatif üstünlük olarak Yıldız Teknik Üniversitesi ve Galatasaray Üniversitesi'nden daha iyi bir değere sahip olmasına rağmen pozitif üstünlük ve net üstünlük değerleri ile üçüncü sıraya gerilediği görülmektedir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda kapsam genişletilerek Türkiye genelinde tüm üniversiteler değerlendirilerek genel bir sıralamanın elde edilmesi, belirlenen bir üniversitenin bir fakültesine ait bölümlerin sıralanması ya da genel olarak ülkemizdeki üniversitelerin yurt dışındaki üniversitelerle değerlendirilerek bir sıralama yapılması mümkündür.

#### Yazar katkısı

##### Author contribution

Araştırmacıardan Çağıl; makale konusunun ve kapsamının belirlenmesi, verilerin üniversitelerden talebi konularında (%30) katkı sunmuştur. Ayar, literatür verilerinin elde edilmesi, verilerin düzenlenmesi ve CRITIC metodunun uygulanması konularında (%40) katkı sağlamış, Mutlu ise PROMETHEE metodu ile sıralamaların yapılması, makalenin yazım kısmının şekillendirilmesine yönelik (%40) katkı sunmuştur.

#### Etik beyanı

##### Declaration of ethical code

Bu çalışmada, "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Bu makalenin yazarları, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve / veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan etmektedir.

**Çıkar çatışması beyanı***Conflicts of interest*

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

**Kaynaklar***References*

- Abbott, M. & Doucouliagos, C. (2003). The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis. *Economics of Education Review*, 22(1), 89-97. [https://doi.org/10.1016/S0272-7757\(01\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0272-7757(01)00068-1)
- Agraval, N. (2021). Multi-criteria decision-making toward supplier selection: exploration of PROMETHEE II method, *Benchmarking: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2021-0071>
- Agustina, R., Dwanoko, Y. S., Susanto, G., Kuswinardi, W., Purwanto, H. L. & Suprianto, D. (2019). Decision makind system vocational high school election using PROMETHEE method. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Akbulut, O.Y. (2019). CRITIC & EDAS yöntemleri ile İş Bankası'nın 2009-2018 yılları arasındaki performansının analizi, *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 249-263. <https://doi.org/10.30784/epfad.594762>
- Aladağ, Z., Alkan, A., Güler, E. & Özdin, Y. (2018). Akademik birimlerin veri zarflama analizi ve PROMETHEE yöntemleri ile performans değerlendirilmesi: Kocaeli Üniversitesi örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 34(1).
- Albadvi, A., Chaharsooghi, K. & Esfahanipour, A. (2007). Decision making in stock trading: An application of PROMETHEE, *European Journal of Operational Research*, 177(2), 678-693. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.11.022>
- Aliyev, R., Temizkan, H. & Aliyev, R. (2020) Fuzzy analytic hierarchy process-based multi-criteria decision making for universities ranking, *Symmetry*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/sym12081351>
- Apan, M. & Öztel, A. (2020). Girişim sermayesi yatırım ortaklıklarının CRITIC-PROMETHEE bütünleşik karar verme yöntemi ile finansal performans değerlendirilmesi: Borsa İstanbul'da bir uygulama. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 63, 54-73.
- Arık, N. & Seyhan, B. (2016). TOP 500'deki Türk üniversitelerinin veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü. *Kesit Akademi Dergisi*, 2(6), 198-209.
- Arslan, A. & Güven, Ö. (2018). Veri zarflama analizi ile üniversitelerin etkinliklerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma: Türkiye örneği, *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi* (2).
- Aygün, F. (2011). *PROMETHEE sıralama yöntemi ile yatırım projesi değerlendirme ve üretim sektöründe uygulanması* [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]
- Bağcı, H. & Esmer, Y. (2016). PROMETHEE yöntemi ile faktoring şirketi seçimi, *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 116-129. <https://doi.org/10.18221/bujss.14955>
- Bal, V. (2013). Vakıf üniversitelerinde veri zarflama analizi ile etkinlik belirlenmesi, *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(1).
- Baharat, E. N. (2019). *PROMETHEE yöntemiyle tercih edilen otomobil markasının hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyetinin değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]
- Can, G.F. & Kargı, Ş. (2019). Sektörlerin iş sağlığı ve güvenliği yönünden risk seviyelerinin CRITIC-EDAS entegrasyonu ile değerlendirilmesi, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 30(1), 15-31.
- Coşkun, S. S. (2015). *Eğitim kurumlarının kurumsal performanslarının ölçüm modellemesi: Çok kriterli yöntem uygulanması* [Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]
- Çakır, S., & Perçin, S. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleriyle lojistik firmalarında performans ölçümü, *Ege Akademik Bakış*, 13(4), 449-459.
- Çalışkan, E. & Eren, T. (2016). Bankaların performanslarının çok kriterli karar verme yöntemiyle değerlendirilmesi, *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 85-107.
- Çavdar, H. & Özçalık, S. (2019). İşletme performanslarının karşılaştırılması: BIST'te PROMETHEE yöntemiyle bir uygulama, *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 26(3), 815-832. <https://doi.org/10.18657/yonveek.587858>
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G. & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: the CRITIC method, *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)
- Dağdeviren, M. & Eraslan, E. (2008). PROMETHEE sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 69- 75.

- Demircioğlu, M. & Coşkun, İ. T. (2018). CRITIC-MOOSRA yöntemi ve UPS seçimi üzerine bir uygulama. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 183-195.
- Doğan, N. Ö. & Uçak, H. (2018). Üniversite tercihinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması: vakıf üniversitelerinin ameliyathane programları üzerine bir analitik hiyerarşi prosesi uygulaması. *Neşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 8(2), 265-286. <https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.465190>
- Ishizaka, A., Pickernell, D. Huang, S. & Senyard, J. (2020). Examining knowledge transfer activities in UK universities: advocating a PROMETHEE-based approach. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 26(6), 1389-1409. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-01-2020-0028>
- Işık, Ö. (2019). Türkiye’de hayat dışı sigorta sektörünün finansal performansının CRITIC tabanlı TOPSIS ve MULTIMOORA yöntemiyle değerlendirilmesi. *BMIJ*, 7(1), 542-562. <http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v7i1.1090>
- Jati, H., Nurkhamid, & Wardani, R. (2021), Visibility Ranking of University E-Learning Websites – CRITIC Method Approach, *1737(3)*.
- Kılıç, O. & Çerçioğlu, H. (2016). TCDD iltisak hatları projelerinin değerlendirilmesinde uzlaşık çok ölçütlü karar verme yöntemleri uygulaması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(1), 211-220. <https://doi.org/10.17341/gummfd.15002>
- Kordon, E. (2006). *Yetkinliklere dayalı kariyer planlama ve endüstri mühendisliği öğrencileri için bir uygulama* [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi]
- Küçüköğlü, S. (2020). *Çok kriterli karar verme yöntemleri ile Türkiye’de nükleer santral kuruluş yeri seçimi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]
- 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 – Social and Behavioral Sciences*, 195, 729- 738.
- Orakçı, E., & Özdemir, A. (2017). Telif edici çok kriterli karar verme yöntemleri ile Türkiye ve AB ülkelerinin insani gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesi. *AKÜ İİBF Dergisi*, 19(1), 61-74. <https://doi.org/10.5578/jeas.49652>
- Özdemir, D. (2019). *PROMETHEE Yöntemi ile Türkiye’de yenilenebilir enerji alternatiflerinin sıralanması* [Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]
- Özden, C. (2008). Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye’deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.
- Özel, G. (2014) Devlet üniversitelerinin etkinlik analizi: Türkiye örneği, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(3), 124-136.
- Rençber, Ö. F. (2018). İllerin bilgi ve iletişim teknolojileri gelişmişliklerine göre sıralanması: PROMETHEE yöntemi ile örnek uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 33, 271-285. <https://doi.org/10.30794/pausbed.425451>
- Şahin, A. & Akkaya, G. C. (2013). PROMETHEE sıralama yöntemi ile portföy oluşturma üzerine bir uygulama. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları*, 2(2), 67-81.
- Şahin, O. (2018). *Türkiye’deki bireysel emeklilik şirketlerinin bireysel emeklilik yatırım fonları üzerinden performanslarının değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]
- Şenkayas, H. & Hekimoğlu, H. (2013). Çok kriterli tedarikçi seçimi problemine PROMETHEE yöntemi uygulaması, *Verimlilik Dergisi*, 0(2), 63-80.
- Ulucan, A. (2011). Measuring the efficiency of Turkish universities using measure-specific data envelopment analysis. *Sosyo Ekonomi*, 14(1), 181-196.
- Urfaloğlu, F. & Genç, T. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleri ile Türkiye’nin ekonomik performansının Avrupa Birliği üye ülkeleri ile karşılaştırılması. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi*, 35(2), 329-360.
- Ünlü, U, Yalçın, N. & Yağlı, İ. (2017). Kurumsal yönetim ve firma performansı: TOPSIS yöntemi ile BIST 30 firmaları üzerine bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(1), 63-81. <https://doi.org/10.16953/deusbed.09673>
- Wing, S., Wei, G., Lu, J., Wu, J., Wei, C. & Chen, X. (2021), GRP and CRITIC method for probabilistic uncertain linguistic MAGDM and its application to site selection of hospital constructions. *Soft Comput.* <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06429-2>
- Vetschera, R. & Almeida, A. (2012). A PROMETHEE-based approach to portfolio selection problems. *Computers & Operation Research*, 39(5), 1010-1020. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2011.06.019>

Yalçın, N. & Karakaş, E. (2019). Kurumsal sürdürülebilirlik performans analizinde CRITIC-EDAS yaklaşımı. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(4), 147-161.  
<https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.70416>  
7