

DELFI VE TOPSIS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK BİR MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİNDEKİ BÖLÜMLERİN AKADEMİK PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Oğuz TORAĞAY* ve Murat ARIKAN**

Özet

Eğitim alanındaki gelişim ve rekabet, servis kalitesinin önemini giderek arttırmaktadır. Bu hızlı sürece ayak uydurmak için eğitim kurumları verdikleri servisin kalitesini yükseltmek ve performanslarını ölçmek için girişimde bulunmaktadırlar. Genelde kurum performansları tek bir kritere bağlı kalmayıp, birden fazla kriter ve ölçü açısından değerlendirilmelidir. Bu çalışmada çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden TOPSIS kullanılarak, Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde bulunan bölümler akademik performans açısından karşılaştırılmıştır. TOPSIS yöntemi için gerek duyulan kriterler ve onların ağırlıkları önceki çalışmaların çoğunluğunun tersine göreceli olarak değil, uzman görüşlerine dayanarak elde edilmiştir. Bu amaçla grup karar verme yöntemlerinden Delfi yöntemi ile uzman görüşleri toplanmış ve kriter ağırlıkları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok Ölçütlü Karar Verme, performans ölçümü, eğitim

Academic Performance Evaluation of Departments in An Engineering Faculty by Using Delphi and TOPSIS

Abstract

The development and competition in educational facilities, is gradually increasing the importance of the service quality. In order to accommodate this fast process, the educational organisations attempt to enhance their service quality and to measure their performance. In general, the organisation's performance should not depend only on one criterion, but it should be evaluated based on multi criteria. In this study, the academic performance of the departments within the Engineering Faculty of Gazi University have been compared by using one of the multi attribute decision making methods, called TOPSIS. In contrast to the most of the previous studies, in this study the necessary criteria for TOPSIS method and their weights were obtained not relatively, conversely based on the views of the specialists. For this purpose, in order to determine criteria weights the views of the specialists are collected by using Delphi method, which is one of the group decision making techniques.

Keywords: Multi Attribute Decision Making, performance evaluation, education

* Doktora öğrencisi, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, oguztoragay@yahoo.com

** Yrd. Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, marikan@gazi.edu.tr

GİRİŞ

Günümüz dünyasının küreselleşme hızına yetişmek için, kısıtlı miktarlarda elde bulunan kaynaklar, en verimli şekilde kullanılmalı ve boşa harcanılmasının önüne geçilmelidir. Ekonomi gelişimi ve nihayetinde elde edilen ekonomik güç ve bağımsızlık, teknoloji ve bilim ışığı altında, ülkede bulunan sanayi potansiyelini en yüksek ve verimli kullanıma ulaştırmak ile bire bir ilişkilidir. Bu bağlamda bilimin üretildiği ve farklı alanlarda eğitim veren üniversiteler önem kazanmaktadır. Üniversiteler, her ülkede sürdürülebilir gelişmenin sağlanmasında en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bunun nedeni, bir ülkenin kapsamlı gelişiminin temeli olan becerili ve bilgili insan gücü eğitiminin üniversiteler ve yüksek öğretim kurumları tarafından yapılmasıdır (Ahmadi vd., 2011:221). Yirminci yüzyılın sonlarından itibaren yüksek öğretim kurumlarının artan bir taleple karşılaştığı fakat kamu kaynaklarından aldıkları payın aynı oranda artmadığı görülmektedir. Diğer taraftan, yaşanan hızlı ekonomik ve sosyal değişimlerle, bilgi ekonomisi ve bilgi toplumu esaslı gelişmeler yükseköğretim kurumlarından daha nitelikli hizmet beklenmesine yol açmaktadır (Yükseköğretim Kurumlarında Akademik Değerlendirme ve Kalite Geliştirme Rehberi, 2007:5). Bunun sonucu olarak yükseköğretim kurumlarında değerlendirme ve değer biçme, kaynakların izlenebilmesi, iyi bir işgücü kullanımından emin olmak ve akademik programın genel başarısını arttırmak için gereklidir. Bu anlamda, üniversitelerin ya da fakülteler ve bölümler gibi üniversite birimlerinin performanslarının değerlendirilmesi ve aralarında karşılaştırma yapılması, eğitim düzeyi ve verimliliğini artırma çabalarına yol gösterecektir.

Yüksek öğretim kurumlarında performans değerlendirme konusu birçok bilimsel çalışmada ele alınmıştır. Tomkins ve Green (1988), Sinuany-Stern vd. (1994), Beasley (1995), Johnes ve Johnes (1995), Salerno (2006), Casu ve Thanassoulis (2006), Leitner vd. (2007), Rayeni (2010), Ruiz vd. (2015) üniversiteleri değerlendirmek için VZA yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmalarda karşılaşılan ilk endişe girdi ve çıktı kümelerinin nasıl belirlenmesi gerektiğidir. Ayrıca, VZA yönteminde alternatifler, etkin veya etkin olmayan olarak iki sınıfa ayrılır. Etkin alternatiflerin tam bir sıralaması yapılmaz (Sinuany-Stern vd., 2000:110). Bu boşluğu doldurmak için, bazı çalışmalarda VZA, Analitik Ağ Süreci (Rouyendegh and Erol, 2009) ve bulanık TOPSIS'le (Rouyendegh, 2011) ile beraber kullanılmıştır. VZA yöntemi dışında değişik değerlendirme yöntemlerini kullanarak üniversite performanslarını ve etkinliklerini ele alan çalışmalar da mevcuttur. Chen ve Chen (2010), değerlendirme kriterlerinin birbirlerinden bağımsız olduğu varsayımının her zaman geçerli olmadığını savunarak, kriterler arasında mevcut olan ve süreci etkileyen ilişkileri de hesaba katabilmek için bulanık analitik ağ süreci (AAS) yöntemini kullanmışlardır. Ayrıca uzman görüşleri ve literatürden elde edilen kriterleri kullanarak DEMATEL yöntemi aracılığıyla üniversitelerin karşılaştırılması için ileri-değerlendirme yöntemini

geliştirmişlerdir. Çok kriterli karar verme teknikleri ile değerlendirme yaparken performans kriterlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Azma (2010) üniversite performanslarını ölçmek için “anahtar performans ölçütlerini (KPIs)” bulmaya odaklanmıştır. Bu çalışma sonucunda 151 gösterge ve bu göstergelerden oluşan üç kavramsal çerçeve belirlenmiştir. Performans göstergelerinin belirlenmesinde sıkça başvurulan yöntemlerden biri de Dengeli Skor Kartıdır. Wu vd. (2011) ve Zolfani ve Ghadikolaei (2013), değerlendirdikleri birimlerin kritik performans göstergelerini Dengeli Skor Kartı (BSC) perspektiflerine dayalı olarak bir anket çalışmasıyla seçmiş, bu perspektifler arasındaki sebep-sonuç ilişkilerini DEMATEL, değerlendirme göstergelerinin göreceli ağırlıklarını analitik ağ süreci (AAS) ile belirlemiş, birimlerin sıralanmasında ise VIKOR’dan faydalanmışlardır. Wu vd. (2012) ise performans göstergelerini bir anket çalışmasıyla belirledikten sonra, Tayvan’daki 12 üniversiteyi sıralamak için AHP ve VIKOR yöntemlerini içeren melez bir yaklaşım kullanmışlardır.

Bu çalışmada, Türkiye’deki büyük bir üniversitenin mühendislik fakültesinde bulunan bölümlerin değerlendirilmesi ve verimlilik seviyelerine göre sıralanması amaçlanmaktadır. Herhangi bir alandaki performans değerlendirme çalışmalarının sürekli iyileştirme amacına hizmet etmesi için değerlendirme ölçütlerinin ve bu ölçütlerin göreceli ağırlıklarının belirlenmesi kritiktir. Burada, değerlendirme ölçütlerinin ve ağırlıklarının belirlenmesinde uzman görüşlerinin de göz önünde bulundurulmasına imkan veren Delfi yönteminden yararlanılmıştır. Daha sonra, fakültede bulunan farklı bölümlerin akademik performanslarının karşılaştırılmasında, alternatiflerin sıralanmasının yanı sıra ideal pozitif cevaptan ne uzaklıkta bulunduğu ve ideal duruma ulaşmak için ne kadar çabaya gerek duyulduğunu da gösteren, çok ölçütlü bir karar verme yöntemi olan TOPSIS kullanılmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde kullanılan yöntemlerden bahsedilmiştir. İkinci bölümde uygulamanın yapıldığı kurum tanıtılmış, uygulamanın aşamaları anlatılmış ve elde edilen sonuçların duyarlılık analizi yapılmıştır. Son bölümde ise sonuçlar özetlenmiştir.

I. YÖNTEM

A. DELFİ METODU

Delfi yöntemi, uzman görüşlerini grup uzlaşmasına doğru götüren aşamalı bir süreç olup Norman Dalkey ve Olaf Helmer tarafından 1950’li yıllarda RAND şirketinde yürütülen bir çalışma sırasında geliştirilmiştir. Delfi, ardışık anketler vasıtasıyla bilgileri elde eder ve yargılar, her anket bir önceki anketten alınan geri besleme ve özet ile karıştırılıp tekrar dağıtılır (Linstone ve Turoff, 2002:10). Süreç boyunca, panele katılanlar kişisel bilgisini de katarak, grup görüşlerini değerlendirir ve kendi düşüncelerini tekrar gözden geçirirler veya konuya katılmadıklarında kendi sebeplerini gösterirler (Linstone ve Turoff, 2002:67). Bu süreç uzlaşma veya cevaplarda sabitleşme sağlanana kadar devam ettirilir.

Delfi tekniği kullanılarak bir probleme farklı açılardan bakan bireylerin ve grupların yüz yüze gelmeden uzlaşmaları amaçlanmaktadır. Linstone ve Turoff (2002) Delfi tekniğini, karmaşık problemlerin üstesinden gelebilmek için bir grup bireyin, içerisinde etkili olarak iletişim kurabileceği bir yapı oluşturulması olarak ifade etmektedirler. Delfi tekniği ile katılımcıların farklı bakış açılarının yanında yaratıcılıklarından da yararlanılması amaçlanmaktadır.

Orijinal şeklinde, Delfi süreci bir başlangıç anketi ile başlar (1.tur). Bu aşama fikir toplama stratejisi gibi görülebilir ve araştırma konusuyla ilgili bütün başlıkları ve konuları belirlemeyi hedefler. Bu amaçla cevaplayıcılar (panelistler), mümkün olduğu kadar çok konuyu birinci turda öne sürmelidirler. Toplanan bilgileri bir kere analiz etmek, sürecin geri kalanı için bir başlangıç olmaktadır. Birinci turun geri beslemesi ikinci anket olarak verilir ve belirtilen konularla ilgili görüşler sorulur. Normalde sonraki turlarda her katılımcı, diğer katılımcıların cevaplarının yanı sıra, kendi önceki cevabını da geri alır ve cevabını tekrar düşünmesi veya isterse diğer cevaplar ve fikirler ışığında onu değiştirmesi istenir. Uzlaşma sağlanana kadar bu süreç sonraki turlarda da devam eder. Delfi süreci, her aşaması bir önceki aşamanın verileri üzerine kurulan, çok aşamalı bir süreç olarak tanımlanabilir.

Delfi uygulamalarında uzlaşma seviyesinin belirlenmesi için değişik ölçekler kullanılmıştır. Bu ölçeklerin kapsamlı bir araştırması Von der Gracht (2008:56-57) tarafından yapılmıştır. Bu kaynakta yer alan ölçeklerden üçünün açıklamaları aşağıda verilmektedir:

- Varyasyon katsayısı: Varyasyon katsayısı boyutsuz bir sayıdır. Standart sapma değerinin ortalama değerine bölünmesinden elde edilir ve genelde yüzde olarak hesaplanır. Varyasyon katsayısının 0,5'ten küçük olması iyi derece bir uzlaşmanın göstergesidir.

- Çeyrekler arası fark (ÇAF): Çeyrekler arası fark ortanca için bir dağılım ölçüsüdür ve gözlemlerin ortadaki %50'lik kısmını içerir. Dolayısıyla, 1'den az bir ÇAF görüşlerin %50'sinden fazla bir bölümünün ölçekte bir puanlık bir aralığa düştüğünü gösterir. Delfi çalışmalarında sıklıkla kullanılır ve görüş birliğini belirlemenin tarafsız ve kesin bir yolu olarak kabul edilir. Kural olarak, 10 birimlik bir ölçekte 2 veya daha az bir ÇAF, Delfi katılımcıları arasında uzlaşmanın göstergesi olarak düşünülebilir.

- Ortalama ve standart sapma: Bu yöntemde toplanan uzman görüşlerinin, yüzde kaçının, uzlaşma aralığı olarak adlandırılan ve aşağıdaki gibi hesaplanan aralığa ait olduğu hesaplanır.

$$Uzlaşma\ aralığı = Ortalama \pm 1.64\ Standart\ Sapma$$

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin gereksinimlerinden biri kriterler ve kriter ağırlıklarının belirlenmesidir. Bunun için çeşitli yöntemler vardır, grup

içerisinde uzlaşma sağlanmasını hedefleyen Delfi metodu da bunlardan biridir. Karar vericiler, kriter ağırlıkları konusunda kendi yorum ve bakışlarını yansıtmak için sayısal bir skalanın yanı sıra sözel değişkenlerden de faydalanabilirler.

B. TOPSIS YÖNTEMİ

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden birisidir ve nitel bir çevrim yapılmaksızın, doğrudan veri üzerinde uygulanabilmektedir. Bu yöntem kullanılarak alternatif seçeneklerin belirli kriterler doğrultusunda ve kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal çözüme uzaklıkları değerlendirilerek sıralanması mümkündür.

Hwang ve Yoon (1981) TOPSIS yöntemini, çözüm alternatifinin pozitif-ideal çözüme en kısa ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafede olması gerektiği düşüncesini temel alarak oluşturmuşlardır. Bir ideal çözüm, bütün öznelilikler bir arada düşünüldüğünde, ideal seviyelerin (veya oranların) toplanması olarak düşünülebilir. Ancak, ideal çözüm genelde ulaşılamaz ya da tatbik edilemez bir çözüm olabilmektedir. Bu nedenle, TOPSIS yönteminde çözüme ulaşabilmek için alternatifler arasından pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme ise en uzak olan alternatifin ön plana çıkartılması hedeflenir. Bu düşünce Zeleny (1982) tarafından da uygulanmıştır.

TOPSIS yönteminde kullanılan kriterler (ölçütler); kâr (fayda) ve maliyet olmak üzere iki kategoride toplanır. Buna bağlı olarak, pozitif ideal çözüm, kâr kriterlerini maksimize ve maliyet kriterlerini minimize eden, negatif ideal çözüm ise kâr kriterlerini minimize ve maliyet kriterlerini maksimize eden çözümdür. TOPSIS'in adımları aşağıdaki gibidir:

Adım 1: Normalizasyon oranlarının (r_{ij}) hesaplanması: r_{ij} 'nin hesaplanması için vektör normalizasyonu uygulanır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan r_{ij} , normalleştirilmiş karar matrisinin öğeleri ve x_{ij} , karar matrisinde i . alternatifin j . ölçüte göre aldığı değeri ifade eder.

Adım 2: Ağırlıklı normalizasyon oranlarının (v_{ij}) hesaplanması: w_j , j 'inci kriterin ağırlığıdır.

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \quad (2)$$

Adım 3: Pozitif-ideal (A^*) ve Negatif-ideal (A^-) çözümlerin tespit edilmesi: Ağırlıklı normal değerlere göre A^* ve A^- değerleri alttaki denklemler kullanılarak hesaplanır:

$$A^* = \{ v_1^*, v_2^*, \dots, v_j^*, \dots, v_n^* \} = \{ (\max v_{ij} / j \in j_1), (\min v_{ij} / j \in j_2) / i=1, \dots, m \}$$

$$A^- = \{ v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^- \} = \{ (\min v_{ij} / j \in j_1), (\max v_{ij} / j \in j_2) / i=1, \dots, m \}$$

Yukarıdaki denklemlerde j_1 fayda kriterleri seti ve j_2 maliyet kriterleri setini gösterir.

Adım 4: Ayırım ölçülerinin (S_i^* ve S_i^-) hesaplanması: Alternatifler arasındaki ayırım (mesafe) ölçülür. Her alternatifin pozitif-ideal ve negatif-ideal çözümlerinden olan mesafesi aşağıdaki (3) ve (4) denklemleri kullanılarak hesaplanır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, \quad i=1,2,\dots,m \quad (3)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i=1,2,\dots,m \quad (4)$$

Adım 5: Pozitif-ideal çözüme benzerliğin (C_i^*) hesaplanması

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{(S_i^* + S_i^-)}, \quad i=1,2,\dots,m \quad (5)$$

Adım 6: Tercih yapılması: Maksimum C_i^* değeri seçilir.

II. UYGULAMA

A. UYGULAMANIN YAPILDIĞI KURUM

Uygulamanın yapıldığı kurum, Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesidir. 70.000 m²'lik bir alan üzerine kurulmuş olan fakülte binası, idari, eğitim-öğretim ve laboratuvarlar olmak üzere birbirleri ile bağlantılı üç ayrı bloktan meydana gelmektedir. Fakülte; 12 amfi, 25 derslik, 27 resimhane ve stüdyo, 44 laboratuvar, 10 seminer salonu ile 400 kişilik iki konferans ve sergi salonundan oluşan bir Kongre Merkezi mevcuttur. Fakülte Bilgisayar Mühendisliği, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, İnşaat Mühendisliği, Kimya Mühendisliği ve Makine Mühendisliği bölümleri olmak üzere 6 bölüm yer almaktadır. Her bölümde belirli bir program uygulanmaktadır. Sadece Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünde 3. sınıftan itibaren öğrenciler, seçtikleri Elektronik-Haberleşme veya Elektrik dallarında programa devam etmektedirler. Bu durum ayrı bir program şeklinde alınmamakta ve mezunlara aynı diploma verilmektedir. Bilgisayar Mühendisliği bölümü ise diğerlerine göre daha yeni bir bölüm olup 2003-2004 Eğitim- Öğretim yılından itibaren öğrenci almaya başlamıştır. Fakülte Endüstri Mühendisliği, Kimya Mühendisliği ve Makine

Mühendisliği bölümlerinde normal öğretim ve ikinci öğretim programları uygulanmaktadır.

B. BELİRLENEN KRİTERLER VE AĞIRLIKLARI

Literatürde üniversitelerde bilimsel etkinliği ve verimliliği ölçmek amacıyla kullanılan yöntemlerde farklı kriterlerin kullanıldığı görülmektedir (Rouyendegh 2009, Rouyendegh ve Erol 2009, Ateş 2006). Bu geniş yelpazeden amacımıza uygun 12 kriterlik bir liste belirlenmiş ve Delfi tekniği kullanılarak uzman görüşlerinin de alınması için iki aşamalı bir anket uygulaması yapılmıştır. Ankette yer verilen kriterler, (1) öğretim üyesi başına düşen öğrenci sayısı, (2) öğrenci başına düşen metre kare eğitim alanı, (3) öğretim üyesi başına düşen SCI makale sayısı, (4) öğrenci başına düşen yıllık bütçe miktarı, (5) öğretim üyesi başına düşen ders saati, (6) bölümden mezun olan yüksek lisans ve doktora öğrencilerinin sayısı, (7) bölüm not ortalaması (lisans), (8) iş alanlarıyla irtibat (yıllık proje sayısı), (9) düzenlenmiş olan ve düzenleme kurulu bulunan ulusal ve uluslararası toplantı, sempozyum, panel ve konferansların sayısı, (10) bilimsel araştırma ve Ar-Ge için ayrılan kaynağın toplam bütçedeki payı, (11) normal süresinde mezun olamayan öğrenci yüzdesi ve (12) lisans öğrencilerinin ortalama bitirme süresidir. Birinci ankette, bu kriterlerin önem derecesine göre alacakları ağırlık değerlerinin 1-10 ölçeğinde değerler tahsis edilerek belirlenmesi istenmiştir. Ayrıca, verilenler dışında uzmanlarca önemli sayılan ama listede bulunmayan kriterlerin belirtilmesi için anket içerisinde bir yer ayrılmıştır. Birinci ankette elde edilen sonuçlar analiz edilerek, ikinci anketle birlikte tekrar katılımcılara gönderilmiş ve ilk anketin cevapları ışığında fikirlerini değiştirip değiştirmedikleri sorulmuştur. İkinci anket uygulamasının sonucunda yeterli uzlaşma elde edildiği görülmüş ve süreç durdurulmuştur. Anket uygulamaları için, bölüm başkanları ve konu ile ilgili uzmanlık sahibi 10 kişiden oluşan bir uzman grubundan yararlanılmıştır. Birinci ve ikinci anket sonuçları çizelge 1’de gösterilmiştir.

Uzlaşmanın gerçekleşip gerçekleşmediğini görmek için Bölüm I-A’da verilen ölçeklerden biri kullanılabilir. Çizelge 2’de varyasyon katsayısına göre sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo 1. Birinci ve ikinci anket sonuçları

Kriter No	Birinci anket sonuçları				İkinci anket sonuçları			
	Ort.	Medyan	St. Sapma	ÇAF	Ort.	Medyan	St. Sapma	ÇAF
1	8,6	9	1,3499	2,5	8,6	9	1,1738	1,5
2	6,3	6,5	1,5670	2,5	6,5	6,5	1,0801	2
3	8,1	8	0,8756	2	8	8	0,8165	2
4	7,7	7,5	1,1595	1,5	7,6	8	0,5164	1
5	7,7	8	1,1595	1,5	7,8	8	0,6325	1
6	7,7	7,5	1,7670	3,5	7,9	7,5	1,2867	2
7	6,6	6,5	2,1705	3,5	6,9	7	1,6633	3
8	7,9	7,5	1,1005	2	7,8	8	0,6325	1
9	6,2	6,5	1,9322	2,5	6,1	6	1,5239	2,5
10	8,3	8	1,1595	1,5	8,3	8	0,8233	1
11	4,7	5	1,5670	3	4,8	5	1,1353	2,5
12	5,1	5	2,1833	4,5	5,2	5	1,3166	2,5

Tablo 2. Varyasyon katsayısı uzlaşma ölçeğine göre sonuçlar

Kriter	Birinci Anket			İkinci Anket		
	S. sapma	Ort.	V. katsayısı	S. sapma	Ort.	V. katsayısı
1	1,3499	8,6	0,1570	1,1738	8,6	0,1365
2	1,5670	6,3	0,2487	1,0801	6,5	0,1662
3	0,8756	8,1	0,1081	0,8165	8	0,1021
4	1,1595	7,7	0,1506	0,5164	7,6	0,0679
5	1,1595	7,7	0,1506	0,6325	7,8	0,0811
6	1,7670	7,7	0,2295	1,2867	7,9	0,1629
7	2,1705	6,6	0,3289	1,6633	6,9	0,2411
8	1,1005	7,9	0,1393	0,6325	7,8	0,0811
9	1,9322	6,2	0,3116	1,5239	6,1	0,2498
10	1,1595	8,3	0,1397	0,8233	8,3	0,0992
11	1,5670	4,7	0,3334	1,1353	4,8	0,2365
12	2,1833	5,1	0,4281	1,3166	5,2	0,2532

Örneğin, birinci kriter birinci anket için varyasyon katsayısı = $1,349897 / 8,6 = 0,156965$, ikinci anket için varyasyon katsayısı = $1,173788 / 8,6 = 0,136487$ olarak hesaplanmıştır. İkinci anket uygulamasında bu değerlerin bütün kriterler için iyileştiği gözlenmiştir. Delfi yöntemi sonucunda kriterlere ilişkin elde edilen ağırlıklar ve normalize edilmiş ağırlıklar çizelge 3'te gösterilmektedir. Normalleştirilmiş ağırlıkların toplamı 1 değerine eşit olmaktadır.

Tablo 3. Delfi yönteminden elde edilen ağırlıklar ve normalize edilmiş ağırlık matrisi

Kriter	Delfi ağırlığı	Normalize ağırlık
1	8,6	0,1005848
2	6,5	0,0760234
3	8	0,0935673
4	7,6	0,0888889
5	7,8	0,0912281
6	7,9	0,0923977
7	6,9	0,0807018
8	7,8	0,0912281
9	6,1	0,071345
10	8,3	0,097076
11	4,8	0,0561404
12	5,2	0,0608187
Toplam		1,0000000

C. TOPLANAN VERİLER

Bölgümlere ilişkin kriterlere ait işlenmemiş veriler çizelgede 4’de gösterilmektedir. Çizelgede verilen verilere dair bazı açıklamalar şöyledir:

- Tüm bilgiler 2008–2009 Eğitim–Öğretim yılına aittir.
- Öğrenci sayısı, birinci ve varsa ikinci eğitimde kayıtlı öğrenci sayıları toplamıdır.
- Öğretim elemanları, Prof. Dr., Doç. Dr., Yrd. Doç. Dr. ve öğretim görevlileri olmak üzere tam zamanlı ve yarı zamanlı elemanlarını içerir.
- Fakülte yıllık bütçesi toplu şekilde belirlendiği için her bölüme ayrılan ödenek veya maaşlar bütçe göstergesi olarak alınmıştır.
- Not ortalaması verisinde, bölümde açılan bütün derslerin ortalaması alınmıştır.
- Proje sayıları, 2008 yılında başlayan veya devam eden projeleri içermektedir.
- Sempozyum verisi, düzenlenmiş olan ve düzenleme kurulu bulunan ulusal ve uluslararası toplantı, sempozyum, panel ve konferansların sayısını gösterir.
- Mezun olamayan öğrenci sütununda, 2008–2009 Eğitim–Öğretim yılı sonu itibarıyla 8 dönemini dolduran ama mezun olamayan öğrenci yüzdeleri verilmiştir.
- Ortalama bitirme süresi, 2008–2009 Eğitim–Öğretim yılında bölümden mezun olan bütün öğrencilerin ortalama kaç dönemde mezun olduklarını göstermektedir.
- Haftalık ders saatleri verisi, öğretim elemanı başına düşen haftalık ders saati miktarını göstermektedir.

- Eğitim alanı bilgisi ise derslik, laboratuvar, resimhane ve bölüme ait diğer eğitim alanlarının toplamını m² bazında gösterir.

Tablo 4. Bölümlere ait işlenmemiş veriler

	Öğrenci Sayısı	Öğretim Elemanı Sayısı	SCI Makale Sayısı	Yıllık Bütçe	Not Ortalaması	Proje Sayısı	Sempozyum Sayısı	Mezun Olamayan Öğr. %	Ortalama Bitirme Süresi	Mezun Lisansüstü Sayısı	Haftalık Ders Saatleri	Eğitim Alanları
MAK	996	29	44	908943	57.4	22	1	29.3	10.9	7	17	2700
END	746	21	41	598391	65.5	10	1	89.5	9.6	25	19.6	1030
BİL	271	7	11	164644	68.1	3	2	67.6	9.4	3	15.2	350
KİM	824	30	51	944902	58	17	0	67.4	10.7	2	18	2311
İNŞ	579	24	27	720885	60.3	32	3	78.6	11.9	21	17	2816
ELK	431	12	21	339450	66.1	10	0	73.3	10.4	19	10.6	1030

D. TOPSIS UYGULAMASI

Bölümlere ilişkin toplanan veriler, kriterlere uygun şekilde hesaplanmış ve çizelge 5'te verilmiştir. Onuncu kritere (bilimsel araştırma ve Ar-Ge için ayrılan kaynağın toplam bütçedeki payı) ait veriler elde edilememiştir, bu yüzden söz konusu değerlerin bütün bölümler için eşit olduğu kabul edilmiştir, bu nedenle sonraki adımları ve sıralamayı etkilememesi sağlanmıştır.

TOPSIS tekniğinin adımları aşağıdadır:

Adım 1: Normalleştirme süreci uygulanarak Tablo 6'da gösterilen normalleştirilmiş karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 5. Karar matrisi

Kriter	Bölümler					
	Makina	End.	Bilg.	Kimya	İnşaat	Elek.
1	34.345	35.524	38.714	27.467	24.125	35.917
2	2.711	1.381	1.292	2.805	4.864	2.390
3	1.517	1.952	1.571	1.70	1.125	1.750
4	912.6	802.1	607.5	1146.7	1245.0	787.6
5	17	19.55	15.2	18	17	10.6
6	7	25	3	2	21	19
7	57.3875	65.5027	68.1294	58.0131	60.2903	66.1068
8	22	10	3	17	32	10
9	1	1	2	0	3	0
10	5000	5000	5000	5000	5000	5000
11	29.3	89.5	67.6	67.4	78.6	73.3
12	10.8973	9.6475	9.3637	10.7114	11.8688	10.3731

Tablo 6. Normalleştirilmiş karar matrisi

Kriterler		Bölümler					
		Makina	End.	Bilg.	Kimya	İnşaat	Elek.
Kriterler	1	0,4238	0,4384	0,4777	0,3389	0,2977	0,4432
	2	0,3910	0,1944	0,1863	0,4045	0,7015	0,3447
	3	0,3816	0,4911	0,3952	0,4277	0,2830	0,4403
	4	0,3953	0,3474	0,2631	0,4967	0,5392	0,3411
	5	0,4214	0,4846	0,3768	0,4462	0,4214	0,2627
	6	0,1814	0,6479	0,0777	0,0518	0,5442	0,4924
	7	0,3736	0,4264	0,4435	0,3777	0,3925	0,4304
	8	0,4912	0,2233	0,0670	0,3796	0,7145	0,2233
	9	0,2582	0,2582	0,5164	0	0,7746	0
	10	0,4082	0,4082	0,4082	0,4082	0,4082	0,4082
	11	0,1705	0,5208	0,3934	0,3922	0,4574	0,4265
	12	0,4233	0,3748	0,3637	0,4161	0,4610	0,4029

Adım 2: Çizelge 3 ve 6'daki veriler kullanılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilir (Çizelge 7).

Adım 3: Pozitif ideal ve negatif ideal çözümler hesaplanır:

–Pozitif ideal çözüm, maksimize edilmesi istenen kriterlerin farklı alternatifler arasındaki en büyük, minimize edilmesi istenen kriterlerin farklı alternatifler arasındaki en küçük değerlerinden,

–Negatif ideal çözüm ise, maksimize edilmesi istenen kriterlerin farklı alternatifler arasındaki en küçük, minimize edilmesi istenen kriterlerin farklı alternatifler arasındaki en büyük değerlerinden oluşur.

Ele alınan problem için pozitif kriterler {2, 3, 6, 7, 8, 9, 10} iken, negatif kriterler {1, 4, 5, 11, 12}'dir. Çizelge 8'deki veriler kullanılarak, pozitif ve negatif ideal çözümler çizelge 8'deki gibi elde edilmiştir.

Tablo 7. Ağırlıklandırılmış karar matrisi

		Bölümler					
		Makina	End.	Bilg.	Kimya	İnşaat	Elek.
Kriterler	1	0,0426	0,0441	0,0481	0,0341	0,0299	0,0446
	2	0,0297	0,0151	0,0141	0,0307	0,0533	0,0262
	3	0,0357	0,0460	0,0370	0,0400	0,0265	0,0412
	4	0,0351	0,0309	0,0234	0,0441	0,0479	0,0303
	5	0,0384	0,0442	0,0344	0,0407	0,0384	0,0240
	6	0,0168	0,0599	0,0072	0,0048	0,0503	0,0455
	7	0,0301	0,0344	0,0358	0,0305	0,0317	0,0347
	8	0,0448	0,0204	0,0061	0,0346	0,0652	0,0204
	9	0,0184	0,0184	0,0368	0,0000	0,0553	0,0000
	10	0,0396	0,0396	0,0396	0,0396	0,0396	0,0396
	11	0,0096	0,0292	0,0221	0,0220	0,0257	0,0239
	12	0,0257	0,0228	0,0221	0,0253	0,0280	0,0245

Tablo 8. Pozitif ve negatif ideal çözümler

		Pozitif ideal çözüm	Negatif ideal çözüm
Kriterler	1	0,0299	0,0481
	2	0,0533	0,0141
	3	0,0460	0,0265
	4	0,0234	0,0479
	5	0,0240	0,0442
	6	0,0599	0,0048
	7	0,0358	0,0301
	8	0,0652	0,0061
	9	0,0553	0,0000
	10	0,0396	0,0396
	11	0,0096	0,0292
	12	0,0221	0,0280

Adım 4: (3) ve (4) formülleri kullanılarak ayırım ölçütleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelge 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Bölümlere ait ayırım ölçütleri

Bölüm	S_i^*	S_i^-
Makine	0,06960	0,05409
Endüstri	0,07666	0,06564
Bilgisayar	0,09385	0,04786
Kimya	0,09212	0,03940
İnşaat	0,03993	0,10257
Elektrik	0,08063	0,05491

Adım 5: Yukarıdaki çizelgedeki bulgular ışığında, C_i değerleri ve alternatifler arasındaki sıralama çizelge 10'da verilmiştir.

Tablo 10. C_i değerleri ve bölümlerin sıralaması

Bölüm	C_i^*	Sıralama
Makine	0,43731	3
Endüstri	0,46127	2
Bilgisayar	0,33774	5
Kimya	0,29957	6
İnşaat	0,71980	1
Elektrik	0,40511	4

Buna göre, İnşaat Mühendisliği ilk sırada yer alırken, onu sırasıyla Endüstri Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği ve Kimya Mühendisliği bölümleri izlemektedir.

E. DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizinde alternatiflerin farklı kriterlere göre aldıkları değerler değiştirilerek, sıralama üzerinde nasıl bir etki bıraktığı incelenmiştir. Bu bağlamda, her bir kriter için o kritere ait değerler, bütün alternatifler için eşitlenerek TOPSIS uygulaması tekrarlanmış ve sıralama tekrar gözden geçirilmiştir. Başka bir deyişle, eşit değere sahip olan kriter, sıralama hesaplamalarında etkinliğini kaybetmektedir. Elde edilen sonuçlar 6., 8. ve 9. kriterlere ait veriler değişik alternatifler için eşit düzeyde alındığı durumlarda sıralamada değişiklikler meydana geldiğini göstermektedir. Bu kriterler dışında, diğer kriterlerin alternatifler arasında eşit değerlere sahip olması sıralamayı değiştirmemektedir. Elde edilen sonuçların analizinden, 6., 8. ve 9. kriterlerin uygulamada önemli olduğu ve bölümlerin karşılaştırılmasında daha etkin oldukları gözlenmiştir. Bu da bölümlerin performanslarını arttırmak için, belirtilen üç kritere daha fazla önem vermeleri gerektiğini göstermektedir. Çizelge 11'de 6, 8 ve 9 no'lu kriterlerin aldığı eşit ağırlıkların sıralamada yarattığı değişiklikler gösterilmektedir.

Tablo 11. Altıncı, sekizinci ve dokuzuncu kriterlere ait verilerin eşit olduğu durumda sıralamada meydana gelen değişiklikler

Bölüm	Normal sıra	6. kriter		8. kriter		9. kriter	
		Eşit değerlerle C_i^*	Sıra	Eşit değerlerle C_i^*	Sıra	Eşit değerlerle C_i^*	Sıra
Mak.	3	0,49112	2	0,36216	5	0,46270	4
End.	2	0,31715	5	0,50642	2	0,48292	3
Bilg.	5	0,38091	3	0,39616	4	0,24919	6
Kim.	6	0,34793	4	0,23834	6	0,34837	5
İnş.	1	0,70345	1	0,67749	1	0,68401	1
Elek.	4	0,31713	6	0,44163	3	0,48321	2

SONUÇ

Bu çalışmada, Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bünyesinde eğitim vermekte olan bölümlerin, akademik performanslarını ölçmek ve aralarında sıralama yapmak hedeflenmiştir. Kullanılacak yöntem olarak çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden TOPSIS yöntemi seçilmiştir. Bu yöntemin seçilmesinde, en önemli neden ideal çözümlere dayalı bir sıralama yapılmasına olanak tanınmasıdır. Yöntemin sonucunda, alternatifler arası sıralamanın yanı sıra, bütün alternatiflerin ideal durumdan ne uzaklıkta oldukları da belirlenmektedir.

TOPSIS yöntemi için gerekli olan ölçütlerin ve bunlara ilişkin ağırlıkların belirlenmesinde, uzman görüşlerini 1-10 sayısal ölçeği ile ifade eden anketlerden yararlanılmıştır ve bu görüşler iki aşamalı bir Delfi metodu kullanılarak elde edilmiştir. Daha sonra, elde edilen ağırlıklar kullanılarak TOPSIS tekniği ile bölümler arası sıralama elde edilmiştir. Sonraki aşamada duyarlılık analizi yapılmış ve sıralamayı değiştirebilecek en etkin kriterler belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre 6., 8. ve 9. ölçütler sıralama üzerinde daha etkilidirler ve performansın artırılması ve sıralamada ilerleme istenmesi durumunda, bu ölçütlere ait değerlerin iyileştirilmesi gerektiği görülmektedir. Bu bağlamda bölümlere kendi performanslarını arttırmak için yüksek lisans ve doktora mezun sayılarını, bölümde yapılan proje sayılarını ve düzenlenen sempozyum, panel ve konferansların sayısını arttırmaları önerilir.

KAYNAKÇA

AHMADI, Azam; BAZARGAN, Abbas and BEIGI, Fatemeh Havas (2011), "Relationship between organizational characteristics and implementation of internal evaluation in universities educational departments, case: University of Tehran", *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol 15; 221–228.

- ATEŞ, N.Yasin; ÇEVİK, Sezi; KAHRAMAN, Cengiz; GÜLBAY, Murat and ERDOĞAN, S.Ayça (2006), “Multi Attribute Performance Evaluation Using a Hierarchical Fuzzy TOPSIS Method”; 537–572, in “Fuzzy Applications in Industrial Engineering”, KAHRAMAN, Cengiz (Editor), Springer-Verlag.
- AZMA, Fereydoon (2010), “Qualitative Indicators for the evaluation of universities performance”, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol 2; 5408–5411.
- BEASLEY, John E. (1995), “Determining teaching and research efficiencies”, *Journal of the Operational Research Society*, Vol 46, no 4; 441–452.
- CASU, B.; THANASSOULIS, E. (2006), “Evaluating cost efficiency in central administrative services in UK universities”, *Omega*, Vol 34; 417–426.
- CHEN, Jui-Kuei and CHEN, I-Shuo (2010), “A Pro-performance appraisal system for the university”, *Expert Systems with Applications*, Vol 37; 2108–2116.
- HWANG, Ching-Lai and YOON, Kwangsun (1981), “Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications: A State-of-the-Art Survey”, Springer-Verlag, Berlin.
- JOHNES, Jill and JOHNES, Geraint (1995), “Research funding and performance in U.K. University Departments of Economics: a frontier analysis”, *Economics of Education Review*, Vol 14, no 3; 301–314.
- LEITNER, Karl-Heinz; PRIKOSZOVITS, Julia; SCHAFFENHAUSER-LINZATTI, Michaela; STOWASSER, Rainer and WAGNER, Karin (2007), “The impact of size and specialisation on universities’ department performance: A DEA analysis applied to Austrian universities”, *Higher Education*, Vol 53; 517–538.
- LINSTONE, Harold A. and TUROFF, Murray (2002), “The Delphi Method: Techniques and Applications”, Addison-Wesley, MA.
- RAYENİ, M.M.; VARDANYAN, G. and SALJOOGHI, F.H. (2010), “The Measurement of Productivity Growth in the Academic Departments using Malmquist Productivity Index”, *Journal of Applied Science*, Vol 10, no 22; 2875-2880.
- ROUYENDEGH, Babak Daneshvar (2009), “Çok Ölçütlü Karar Verme Süreci İçin VZA-AAS Sıralı Hibrit Algoritması ve Bir Uygulama”, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- ROUYENDEGH, Babak Daneshvar (2011), “The DEA and Intuitionistic Fuzzy TOPSIS Approach to Departments’ Performances:A Pilot Study”, *Journal of Applied Mathematics*, Vol 2011; 1-16.
- ROUYENDEGH, Babak Daneshvar and EROL, Serpil (2009), “A DEA – ANP hybrid Algorithm Approach to Evaluate a University’s Performance”, *International Journal of Basic & Applied Sciences IJBAS*, Vol 9, no 10; 115-129.

- RUIZ, Jose L., SEGURA, Jose V. and SIRVENT, Inmaculada (2015), "Benchmarking and target setting with expert preferences: An application to the evaluation of educational performance of Spanish universities", *European Journal of Operational Research*, Vol 242; 594-605.
- SALERNO, Carlo (2006), "Using data envelopment analysis to improve estimates of higher education institution's per student education costs", *Education Economics*, Vol 14, no 3; 281-295.
- SINUANY-STERN, Zilla; MEHREZ, Abraham and BARBOY, Arieh (1994), "Academic departments efficiency via DEA", *Computers and Operations Research*, Vol 21, no 5; 543-556.
- SINUANY-STERN, Zilla; MEHREZ, Abraham and HADAD, Yossi (2000), "An AHP/DEA methodology for ranking decision making units", *International Transactions in Operational Research*, Vol 7, no 2; 109-124.
- TOMKINS, Cyril and GREEN, Rodney (1988), "An experiment in the use of Data Envelopment Analysis for evaluating the efficiency of UK university departments of accounting", *Financial Accountability and Management*, Vol 4, no 2; 147-164.
- VON DER GRACHT, Heiko, A. (2008), "The Future of Logistics, Scenarios for 2025", GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.
- WU, Hung-Yi, CHEN, Jui-Kuei, CHEN, I-Shuo and ZHUO, Hsin-Hui (2012), "Ranking universities based on performance evaluation by a hybrid MCDM model", *Measurement*, Vol 45; 856-880.
- WU, Hung-Yi; LIN, Yi-Kuei and CHANG, Chi-Hsiang (2011), "Performance evaluation of extension education centers in universities based on the balanced scorecard", *Evaluation and Program Planning*, Vol 34; 37-50.
- YÖDEK (2007), "Yükseköğretim Kurumlarında Akademik Değerlendirme Ve Kalite Geliştirme Rehberi", *Internet Adresi: <http://www.yodek.org.tr/yodek/files/7aa12f8d2582deb44d4249c7aa4a2020.pdf>*, Erişim Tarihi: 27.03.2014
- ZELNY, Milan (1982), "Multiple criteria decision making", McGraw-Hill, New York.
- ZOLFANI, Sarfaraz Hashemkhani and GHADIKOLAEI, Abdolhamid Safaei (2013), "Performance Evaluation of Private Universities Based on Balanced Scorecard: Empirical Study Based on Iran", *Journal of Business Economics and Management*, Vol 14, no 4; 696-714.