



ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN ÜNİVERSİTE SEÇİMİNİ ETKİLEYEN KRİTERLERİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE SIRALANMASI

ORDERING THE CRITERIA AFFECTING THE UNIVERSITY SELECTION OF INDUSTRIAL ENGINEERING STUDENTS BY MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS

DOI: 10.20854/bujse.1593961

Sabahattin Mert Berkmen^{1, *}, Yunus Can Özalp²

Öz

Endüstri Mühendisliği Bölümü; günümüz koşulları için gerekli olan mal ve hizmetlerin üretimi, yönetimi ve dağıtımı için gerekli olan çalışmaları yapan ve bu zincirin en etkin şekilde kullanılmasını sağlayan mühendislik dalıdır. Bu amaçla endüstri mühendisleri gerekli olan bilgi ve deneyimlerini kullanarak gerekli olan kaynakları belirler, tasarlar ve tedarikini yapar. Bu süreçte başarı için analitik düşünebilen, durumları etkin bir şekilde analiz edebilen ve etik kuralları göz önünde bulunduran mühendisler gereklidir. Bir diğer başarı faktörü ise endüstri mühendisliğinde üniversite seçimidir. Çalışmamızda, öğrencilerin Endüstri Mühendisliği Bölümü için üniversite seçimlerini etkileyen kriterler, çok kriterli karar verme yöntemleri ile sıralanmıştır. Çalışmamız, kesitsel türde olup evrenini Mühendislik- Mimarlık Fakültesi endüstri mühendisliği öğrencilerinden toplam 50 kişi oluşturmuş ve veriler online olarak toplanmış, analiz edilmiştir. Bu çalışmada, Endüstri Mühendisliği Bölümü için üniversite seçiminde etkili olan kriterler, uzman görüşü alınarak literatür taraması sonucu elde edilmiş ve farklı yöntemler kullanılarak sıralanmış ve yöntem karşılaştırılması yapılmıştır.

Abstract

The Department of Industrial Engineering is the branch of engineering that carries out the necessary studies for the production, management and distribution of goods and services required for today's conditions and ensures the most effective use of this chain. For this purpose, industrial engineers determine, design and supply the necessary resources by using their knowledge and experience. In this process, engineers who can think analytically, analyze situations effectively and consider ethical rules are required for success. Another success factor is choosing a university in industrial engineering. In our study, the criteria affecting the university choices of students for the industrial engineering department are listed with multi-criteria decision-making methods. Our study is of cross-sectional type and its universe consists of ... people from Industrial Engineering students of the Faculty of Engineering and Architecture, and the data has been collected and analyzed online. In this study, the criteria that are effective in choosing a university for the industrial engineering department were obtained by taking expert opinion and by reviewing the literature, and different methods were used. Sorted using and method comparisons were made.

Anahtar Kelime: endüstri mühendisliği, çok kriterli karar verme, mühendislik öğrencileri, üniversite seçimi

Keywords: industrial engineering, multi-criteria decision making, engineering students, university choice

^{1,*} Sorumlu Yazar: Beykent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği, mertberkmen@gmail.com, orcid.org/0000-0001-7273-954X

² İstanbul Medipol Üniversitesi, Tıp Fakültesi, yunuscanozalp@gmail.com, orcid.org/0000-0003-3248-3716

1. GİRİŞ

Endüstri Mühendisliği; analitik düşünme yeteneği ve etik ilkelere dayalı yaklaşımıyla, günümüzde ve gelecekte karşılaşılabilecek karmaşık problemlere çözüm üretebilme potansiyeline sahiptir. Fabrika tasarımı, temel bilimler ve mühendislik bilimleri gibi geniş bir konu yelpazesine hitap etmesi sebebiyle, günümüzün hem zorlu hem de cazip mesleklerinden biri hâline gelmiştir.

Endüstri Mühendisliği programları, gelecekte ortaya çıkabilecek zorlukları öngörerek, bu zorluklarla başa çıkabilecek yetkin bireyler yetiştirmek amacıyla tasarlanmaktadır. Mezunların bir kısmı üretim ve imalat alanlarında çeşitli üretim tesisleri tasarlarırken diğer bir kısmı sağlık sistemleri gibi hizmet sektörlerinde sistem tasarımı yapmayı tercih etmektedir.

Son yıllarda, endüstri mühendisliği programlarına olan ilgi artmaktadır. Bu durum, meslekte arz ve talep dengesizliğine yol açmakta; bu dengesizlik, diğer mühendislik disiplinleriyle karşılaştırıldığında daha belirgin hale gelmektedir. Bu eğilimin gelecekte de devam etmesi öngörülmektedir (Turner, Mize, Case ve Nazemtz, 1993).

Kalifiye endüstri mühendislerinin yetişebilmesi, kaliteli bir eğitim süreciyle mümkündür. Eğitim; doğumdan ölüme kadar süren, bireyin gelişimini destekleyen sürekli bir süreçtir. Ailede başlayan bu süreç, ilköğretim ve ortaöğretimle devam ederken, en üst basamakta üniversiteler yer almaktadır. Bu süreci yeterince verimli tamamlayamayan bireylerin, toplumu olumsuz yönde etkileme ihtimali artmaktadır.

Üniversiteler hem mesleki eğitimde hem de toplumun gelişiminde önemli roller üstlenmektedir. Her yıl milyonlarca öğrenci farklı bölümler için üniversite sınavlarına katılmakta ve tercihlerini yapmaktadır. Üniversite tercihi, sınav kadar önemli bir süreç olup dikkatle yürütülmesi gerekmektedir. Öğrenciler bu süreçte; üniversitenin prestiji, başarı sıralaması, yaşadıkları çevreye yakınlık, meslek sevgisi, aile ve çevre gibi pek çok faktörün etkisi altında kalarak karar vermektedir. Bu durum, tercih sürecinde kafa karışıklığına ve hatalı seçimlere yol açabilmektedir (Ökkeş, 2022).

Tıpkı üniversite tercihi gibi bireysel veya kurumsal ölçekte alınacak kararlarda da birden fazla kriterin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu gibi çok kriterli durumlarda karar verme süreci; sürdürülebilirlik gibi parametreleri de göz önünde bulundurarak yürütülür. Birden fazla kriterin etkili olduğu durumlarda Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmaktadır. Bu süreç, problemde yer alan soyut ve somut kriterlerin değerlendirilerek mevcut alternatifler arasından en uygun seçeneğin belirlenmesi veya seçeneklerin önem sırasına göre sıralanması ile tanımlanır. Başka bir tanımda ise ÇKKV süreci, birden fazla disiplinin bir araya getirilerek karar sürecinin değerlendirilmesi olarak açıklanmaktadır (Yıldırım ve Önder, 2018).

Bu çalışmada, öğrencilerin Endüstri Mühendisliği Bölümü için üniversite tercihlerinde etkili olan kriterler Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri ile analiz edilmiştir. Kriterler, uzman görüşleri ve literatür taraması yoluyla belirlenmiştir. Elde edilen kriterler, SWARA ve BEST- WORST (BWM) yöntemleri ile sıralanmış ve yöntemler karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, literatürde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar ayrıntılı olarak açıklanmıştır. ÇKKV yöntemleri, özellikle 2000’li yıllardan itibaren yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

Al, Shemmeri ve Pearman (1997), Ürdün’de büyük su projelerinin seçimi ve sıralanmasında ÇKKV yöntemlerini kullanmışlardır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde uzman görüşlerine başvurulmuş, çeşitli yöntemler karşılaştırılarak kararlılıklarını değerlendirmek amacıyla duyarlılık analizi yapılmıştır.

Boyacı (2000), yüksek lisans tezinde, kriter ağırlıklarını dolaylı yoldan belirlemeye yarayan germe metodunu geliştirmiştir. Bu yöntemde, uzmanlar kriterleri herhangi bir karşılaştırma operatörü kullanarak ikili biçimde karşılaştırmaktadır.

Kuruüzüm ve Atsan (2001), analitik hiyerarşi yöntemi (AHP) hakkında detaylı bilgiler vermiş ve işletmecilik alanında yapılan uygulamalara değinmişlerdir. Çalışmanın sonunda örnek bir problem çözümü sunularak süreç ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Tekeş (2002), Türk Silahlı Kuvvetleri envanterindeki yaygın kullanılan silahları ikili karşılaştırmalara tabi tutarak en uygun seçimi hedeflemiştir. Kriterler belirsizlik altında değerlendirildiğinden çok ölçekli ve belirsizlik altındaki karar verme yöntemleri kullanılmıştır.

Dulmin ve Mininno (2003), İtalya’daki orta ölçekli bir kara yolu taşımacılığı firmasında tedarikçi seçimi için PROMETHEE ve GAIA yöntemlerini kullanarak sıralama yapmıştır.

Özdamar (2004), yüksek lisans tezinde, ÇKKV yöntemlerini detaylı olarak açıklamış; analitik hiyerarşi yönteminin uygulanışına odaklanmış ve kamu sektöründe yapılan bir ihale örneği ile AHP yöntemini uygulamıştır.

Tzeng, Lin ve Opricovic (2005), Tayvan’daki şehir içi ulaşım araçlarını (elektrikli, içten yanmalı ve hibrit motorlu) uzman görüşlerine göre sıralamışlardır. Kriter ağırlıkları AHP ile belirlenmiş; sıralama VIKOR ve TOPSIS yöntemleriyle yapılmıştır. Sonuç olarak hibrit motorlu araçların en uygun seçenek olduğu belirtilmiştir.

Akman ve Alkan (2006), tedarikçi seçiminin işletmeler için önemine dikkat çekmiş ve Kocaeli’deki bir otomotiv yan sanayi firmasında tedarikçi performanslarını değerlendirmek için bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır.

Terzi, Hacaloğlu ve Aladağ (2006), AHP ve hedef programlama yöntemleriyle bir model geliştirmiş ve bu modeli Türkiye otomobil pazarında bir firmanın modelleri arasında seçim yapmak amacıyla kullanmışlardır.

Işıklar ve Büyüközkan (2007), cep telefonlarını kullanıcı tercih sırasına göre değerlendirmek için AHP ve TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Kriterler literatür ve uzman görüşlerine dayanarak belirlenmiştir.

Chou, Hsu ve Chen (2008), Tayvan’da turistik tesis yeri seçiminde bulanık çok kriterli karar modeli önermiştir. Kriterler literatür taramasıyla belirlenmiş ve bulanık AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır.

Göksu ve Güngör (2008), üniversite tercih sıralaması üzerine bulanık AHP uygulaması gerçekleştirmiş, üç farklı yöntemle çözüm yaparak sonuçları karşılaştırmışlardır.

Atıcı ve Ulucan (2009), Türkiye enerji sektöründeki projeler üzerinde PROMETHEE ve ELECTRE yöntemlerini uygulamış; hidroelektrik projeleri için PROMETHEE, rüzgâr santralleri için ise ELECTRE yöntemi kullanılmıştır.

Ersöz ve Kabak (2010), Türk savunma sanayii üzerine ÇKKV yöntemleri ile yapılmış çalışmaları incelemiş ve en yaygın kullanılan yöntemlerin AHP ve hedef programlama olduğunu belirtmişlerdir.

Cristóbal (2011), İspanyol hükümeti tarafından onaylanan yenilenebilir enerji projelerini AHP ile değerlendirmiş, sıralamayı ise VIKOR yöntemiyle yapmıştır. Sonuçlara göre geleneksel enerji santralleri öncelikli tercih olmuştur.

Cengiz (2012), istatistik bölümü mezunlarının iş alternatifi seçiminde AHP, ELECTRE ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak karşılaştırmalı analiz yapmıştır.

Ömürbek, Üstündağ ve Helvacıoğlu (2012), Isparta'daki ilçeleri, hayvancılık yapılabilirlik açısından değerlendirmiş ve TOPSIS yöntemiyle sıralamıştır. Sonuçta en uygun ilçe Yalvaç, en olumsuz ise Aksu ve Sütçüler olarak belirlenmiştir.

Kannan vd. (2013), otomobil sektöründe çevresel, ekonomik ve yeşil lojistik kriterleriyle tedarikçi seçimi yapmış; doğrusal programlama ile optimum sipariş miktarlarını belirleyen matematiksel model önermiştir.

Önder, Aybaş ve Önder (2014), hemşirelerin stres faktörlerini AHP yöntemi ile değerlendirmiştir. En önemli stres faktörleri iş yükü ve tedavideki belirsizlik olarak tespit edilmiştir.

Murat, Kazan ve Coşkun (2015), PROMETHEE yöntemiyle ortaokul ve liseleri çeşitli kriterlere göre sıralamış, kasaba okullarının köy okullarına göre daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur.

Pandey (2016), Tayland'daki havalimanlarının hizmet kalitesini bulanık ÇKKV yöntemiyle değerlendirmiş ve iyileştirme önerileri sunmuştur.

Mutlu ve Sarı (2017), madencilik sektöründe ÇKKV yöntemleri üzerine kapsamlı bir literatür incelemesi yaparak yer seçimi ve kesme aracı belirleme gibi konulara odaklanmışlardır.

Dikici (2018), Türk bankacılık sektöründe faaliyet gösteren bankaların finansal performanslarını TOPSIS ve VIKOR yöntemleriyle analiz etmiş, katılım bankalarının performanslarının mevduat bankalarından düşük olduğunu bulmuştur.

Balta ve Yenil (2019), kentsel sürdürülebilirlik için yeşil yol güzergahlarının belirlenmesinde AHP yöntemini kullanmıştır.

Tosunoğlu ve Apaydın (2020), üniversitelerin akademik performansını URAP kriterlerine göre değerlendirerek Bulanık AHP yöntemiyle sıralama yapmış; en önemli kriterin toplam bilimsel doküman sayısı olduğunu belirtmişlerdir.

Chakraborty vd. (2023), 2013-2022 yılları arasında sağlık sektöründe yapılan 140 ÇKKV çalışmasını inceleyerek, bu çalışmaları 11 başlık altında toplamış ve literatür taraması yapacak araştırmacılara rehberlik etmeyi amaçlamışlardır.

Alkan ve Durduran (2024), tarım arazilerinin arsa değerlerinin belirlenmesinde önemli kriterleri tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden BWM ve FUCOM yöntemlerini kullanmışlardır. Yapılan analizler sonucunda, "büyüme" ve "sosyal kullanım" kriterlerinin en önemli kriterler olduğu belirlenmiştir.

Dişkaya ve Emir (2023), yapmış oldukları çalışmada küresel kriz ortamında lojistik performansını etkileyen kriterlerin BWM ve DEMATEL yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Analiz sonucunda kriterler önem sırasına göre yorumlanmıştır.

Göktaş ve Erdem (2024), yapmış oldukları çalışmada konaklama vergisi harcama alanlarının belirlenmesi için SWARA yönteminden yararlanmışlardır.

3. METODOLOJİ

Bu çalışmada; öğrencilerin Endüstri Mühendisliği Bölümü için üniversite tercihlerinde etkili olan kriterler, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Kriterler, ilgili literatür taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Belirlenen kriterler kapsamında, 50 Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrencisine anket uygulanmış ve elde edilen veriler Microsoft Excel ortamında analiz edilmiştir. Elde edilen kriterler, SWARA ve BEST - WORST (BWM) yöntemleri ile sıralanmış ve yöntemler karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda, her iki yöntemin birbirine göre üstünlükleri ortaya konmuştur.

3.1. SWARA Yöntemi

SWARA yöntemi, seçim ve sıralama problemlerinde kullanılan bir kriter ağırlıklandırma yöntemi olarak son yıllarda literatürde giderek daha fazla yer bulmaktadır. Türkçeye “Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi” olarak çevrilen bu yöntem, ilk kez 2010 yılında Keršulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından geliştirilmiş olup günümüze kadar pek çok problemin çözümünde başarıyla uygulanmıştır.

Yöntemde, daha önceden uzman görüşleri ve literatür taramasıyla belirlenen kriterler, önem derecesine göre (önemliden önemsiz doğru) sıralanmakta ve yapılan oylamalar sonucunda önemsiz bulunan kriterler analiz sürecinden çıkarılmaktadır. SWARA yönteminde, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde temel unsur uzman görüşüdür.

SWARA yöntemi, uygulama açısından karmaşık bir yapıya sahip değildir ve uzmanlarla iş birliği içinde rahatlıkla yürütülebilir. Yöntemin başlıca avantajları, ortaya çıkabilecek sorunların kolaylıkla giderilebilmesi ve kriterlerin sıralanmasında ilave bir değerlendirme gerektirmemesidir.

SWARA yönteminde kriterlerin ağırlıklandırılması için yöntemin aşamaları aşağıda adım adım olarak verilmiştir.

Adım 1: Yöntemin ilk aşamasında, problemin en iyi şekilde ifade edilmesi ve doğru sonuçların elde edilebilmesi için probleme en uygun kriterlerin ve bu kriterleri belirleyecek karar vericilerin seçilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, toplamda 9 kriterin ($n = 1, 2, 3, \dots, 9$) ve 50 karar vericinin ($m = 1, 2, 3, \dots, 50$) olduğu varsayılmaktadır.

Adım 2: Belirlenen karar vericiler, kendi deneyimleri doğrultusunda kriterleri önem derecelerine göre en önemli olandan en az önemli olana doğru sıralayarak değerlendirme yaparlar. Eğer birden fazla karar verici varsa her biri kendi bireysel değerlendirmesini yapar. Ardından tüm karar vericilerin sıralamaları üzerinden geometrik ortalama alınarak ortak bir genel sıralama oluşturulur.

Adım 3: Her bir kriter, diğer kriterlerle karşılaştırılarak göreceli önem düzeyleri belirlenir. Karar vericilerin ikinci adımda büyükten küçüğe sıraladığı kriterler, bir sonraki kriterle karşılaştırılır. Bu karşılaştırma sonucunda, her bir kriterin göreceli önemini ifade eden s_j değeri hesaplanır.

Adım 4: s_j değerlerinin yardımıyla k_j katsayıları eşitlik (1) yardımıyla belirlenir.

$$k_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ s_j + 1, & j > 1 \end{cases} \quad (1)$$

Adım 5: Belirlenen her kriter için ağırlıkları temsil eden q_j katsayısı eşitlik (2) yardımıyla hesaplanır.

$$q_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \frac{q_j - 1}{k_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Adım 6: Tüm kriterler için ayrı ayrı nihai kriter ağırlıkları hesaplanır. Eşitlik (3)'den yararlanılarak nihai ağırlıklar hesaplanır.

$$k_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (3)$$

3.2. BEST-WORST METODU (BWM)

2015 yılında Rezaei tarafından geliştirilen bu yöntem, vektör tabanlı bir karar verme yaklaşımıdır (Aşan ve Ayçin, 2020). Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında, kriterler arasında karşılaştırma yapılmasına olanak tanıyan bir yapıya sahiptir. Uygulamalara bakıldığında genellikle kriter ağırlıklarının belirlenmesinde tercih edildiği görülmektedir. Yöntem, karar vericilerin en önemli ve en az önemli kriterlerin diğer kriterler üzerindeki etkilerini incelemesine olanak tanıyan altı adımdan oluşan bir süreci kapsamaktadır.

Adım 1: Yöntemin ilk aşamasında yöntem için ve sonuçların en iyi şekilde çıkabilmesi için probleme en uygun ve problemi en iyi şekilde ifade edebilen kriterlerin belirlenmesi gereklidir. ($C_1, C_2, C_3 \dots C_n$)

Adım 2: Yöntemin ilk aşamasında belirlenen kriterlerin belirlenen karar vericiler tarafından ayrı ayrı olacak şekilde en önemli kriterlerin ve en önemsiz kriterlerin belirlenmesi adımdır.

Adım 3: Karar vericiler tarafından ayrı ayrı olarak belirlenen en önemli kriterlerin diğer kriterlere göre tercih düzeyinin belirlenmesi adımdır. Tercih düzeylerinin belirlenmesinde 1-9 puan skalasından yararlanılır. Değerlendirmelerden sonra en önemli kriterlerin diğer kriterlere olan tercih düzeyleri için A_B vektörü eşitlik (4)'te olduğu gibi ifade edilir.

$$A_B = (\alpha_{b1}, \alpha_{b2}, \alpha_{b3}, \dots, \alpha_{bn}) \quad (4)$$

Adım 4: Diğer kriterler karar vericiler tarafından ayrı ayrı olarak belirlenen en az önemli kriterlere göre tercih düzeyinin belirlenmesi adımdır. Tercih düzeylerinin belirlenmesinde 1-9 puan skalasından yararlanılır. Değerlendirmelerden diğer kriterlerin en az önemli kriterlere göre düzeylerini gösteren A_w vektörü eşitlik (5)'te olduğu gibi ifade edilir.

$$A_w = (\alpha_{1w}, \alpha_{2w}, \alpha_{3w}, \dots, \alpha_{nw}) \quad (5)$$

Adım 5: Kriter ağırlıklarının hesaplandığı adımdır. Kriter ağırlıklarının ($w_{c1}, w_{c2}, w_c \dots, w_{cn}$) bulunmasında minimaks bir doğrusal programlama çözümünden yararlanılmaktadır. Kriter ağırlıklarında optimal değerlerin belirlenmesinde tüm j 'lerin maksimum mutlak farklarının en aza indirilmesi gerektiğinden modeli ilk olarak eşitlik 6,7 ve 8 de verilen minimaks şeklinde oluşturulmalıdır. Daha sonra eşitlik (9-12) yardımıyla minimaks modeli doğrusal programlama modeline dönüştürülür (Ulu, Türkan ve Mengüç, 2022).

$$\min \max_j \{|w_B - \alpha_{Bj}w_j|, |w_j - \alpha_{jw}w_w|\} \quad (6)$$

$$\sum_j w_j = 1 \quad (7)$$

$$\text{Tüm } j' \text{ler için } w_j \geq 0 \quad (8)$$

$$\min \xi \quad (9)$$

$$|\frac{w_B}{w_j} - \alpha_{Bj}| \leq \xi, \forall_j \quad (10)$$

$$|\frac{w_j}{w_w} - \alpha_{jw}| \leq \xi, \forall_j \quad (10)$$

$$\sum_j w_j \quad (11)$$

$$w_j \geq 0, \forall_j \quad (12)$$

Eşitlik (9-12) doğrusal programlama modeli kurulduktan sonra çözüm yapılır. Çözüm sonucunda kriter ağırlıkları ($w_{c1}, w_{c2}, w_c \dots, w_{cn}$) ve ξ değerleri hesaplanır.

Adım 6: Yöntemin son aşamasında Tablo 1' de verilen tutarlılık endeks değerlerinden yararlanılarak yapılan değerlendirmelerin tutarlı olup olmadığına bakılır. Tutarlılık oranı eşitlik (13) yardımıyla hesaplanır.

$$TO = \xi / \text{Tutarlılık Endeks Değeri} \quad (13)$$

Tutarlılık oranı 1'e yaklaştıkça değerlendirmenin tutarsız olduğu, sıfıra yaklaştıkça ise değerlendirmenin tutarlı olduğu yorumu yapılmaktadır.

Tablo 1: Tutarlılık endeks değerleri.

α_{BW}	Tutarlılık Endeks Değerleri
1	0,00
2	0,44
3	1,00
4	1,63
5	2,30
6	3,00
7	3,73
8	4,47
9	5,23

4. UYGULAMA

Bu çalışmada, öğrencilerin Endüstri Mühendisliği Bölümü için üniversite seçimlerini etkileyen kriterler, çok kriterli karar verme yöntemleri ile sıralanmıştır. Çalışmada, üniversite seçiminde etkili olan kriterler uzman görüşleri ve literatür taraması sonucunda belirlenmiş; SWARA ve Best-Worst yöntemleri kullanılarak bu kriterlerin ağırlıkları tespit edilmiştir.

Best-Worst yönteminin tercih edilmesinin temel nedeni, işlem adımlarının basit ve anlaşılır olması ile kriter ağırlıklarını öznel ancak güçlü bir şekilde belirleyebilmesidir. SWARA yöntemi de benzer şekilde etkili bir ağırlıklandırma yöntemidir. Bu yöntemin çalışmada kullanılmasının başlıca nedeni ise, ağırlıkların belirlenmesi sürecinde insan etkisini en aza indirmesidir.

İki yöntemin beraber kullanılması ise faydalı olacaktır. Çünkü Swara yöntemi ile kriterlerin ilk sıralamasını ve genel ilişkileri netleştirilir. BWM ile de bu sıralamayı matematiksel olarak daha sağlamlaştırılarak ve tutarlılık kontrolü yapılmış olur.

4.1. SWARA Yöntemiyle Analiz

Endüstri Mühendisliği öğrencilerinin üniversite seçimlerini etkileyen kriterlerin ağırlıklarını belirleyip sıralamak amacıyla öncelikle SWARA yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, öğrencileri etkileyen kriterler belirlenirken öncelikle literatür taraması yapılmış; ardından çeşitli üniversitelerde öğrenim gören endüstri mühendisliği öğrencileri ve akademisyenlerle görüşülerek toplam dokuz kriter belirlenmiştir. Belirlenen bu kriterler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Endüstri Mühendisliği'nde üniversite seçimini etkileyen kriterler.

Kriterler	Kriter Kısaltmaları
<i>Sektörel ve Endüstri Bilgisi</i>	K1
<i>Programın İçeriği ve Akademik Kalite</i>	K2
<i>Araştırma ve Projeler</i>	K3
<i>Eğitim Metodolojisi</i>	K4
<i>Burs ve Finansal Destek</i>	K5

<i>Kariyer Hizmetleri</i>	K6
<i>Kampüs Yaşamı</i>	K7
<i>Alumni Başarıları</i>	K8
<i>Programın Uluslararası İlişkileri ve Değişim Programı</i>	K9

İlk olarak, farklı üniversitelerde öğrenim görmekte olan 50 adet endüstri mühendisliği öğrencisine anket yoluyla ulaşılmıştır. Öğrencilerden, belirlenen kriterleri önem sırasına göre sıralamaları ve kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yaparak göreceli önem düzeylerini belirlemeleri istenmiştir. Bazı öğrenciler tarafından yapılan sıralamalar ve önem dereceleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Karar vericilerin kriterleri, sıralaması ve önem dereceleri.

KV1 için		
Kriterler	Önem Sırası	s_j
K1	3	0,1000
K2	1	-
K3	2	0,0500
K4	4	0,2000
K5	9	0,1500
K6	5	0,0100
K7	8	0,0500
K8	6	0,3000
K9	7	0,0800
KV2 için		
Kriterler	Önem Sırası	s_j
K1	1	-
K2	2	0,0500
K3	3	0,0100
K4	4	0,1000
K5	5	0,0500
K6	6	0,0500
K7	7	0,1500
K8	8	0,0100
K9	9	0,0500
KV.... için		
KV50 için		
Kriterler	Önem Sırası	s_j
K1	1	-
K2	2	0,3000
K3	5	0,1000
K4	6	0,1000
K5	7	0,2300
K6	3	0,1000
K7	4	0,2000
K8	8	0,6000
K9	9	0,5000

Tablo 3'te oluşturulan değerler doğrultusunda öğrenci-1 (KV1) için k_j katsayı değeri, q_j değişkeni ve w_j göreceli ağırlıkları Tablo 4'te görüldüğü gibi hesaplanmıştır.

Tablo 4: Karar vericilerin kriterleri, sıralaması ve önem dereceleri.

Öğrenci-1 (KV1)					
Kriterler	Önem Sırası	s_j	k_j	Q_j	W_j
K1	3	0,1000	1,1000	0,8660	0,1390
K2	1	-	1,0000	1,0000	0,1610
K3	2	0,0500	1,0500	0,9520	0,1530
K4	4	0,2000	1,2000	0,7220	0,1160
K5	9	0,1500	1,1500	0,4210	0,0680
K6	5	0,0100	1,0100	0,7140	0,1150
K7	8	0,0500	1,0500	0,4850	0,0780
K8	6	0,3000	1,3000	0,5500	0,0880
K9	7	0,0800	1,0800	0,5500	0,0820

Tablo 5: Kriterlerin Öğrenciler Bazında Hesaplanan Ağırlıkları.

Karar Vericiler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
	w_j	w_j	w_j	w_j	w_j	w_j	w_j	w_j	W_j
KV1	0,139	0,161	0,153	0,116	0,068	0,115	0,078	0,088	0,082
KV2	0,136	0,130	0,129	0,117	0,111	0,106	0,092	0,032	0,087
KV3	0,129	0,234	0,213	0,193	0,032	0,076	0,033	0,047	0,043
KV4	0,190	0,200	0,179	0,058	0,149	0,093	0,036	0,053	0,041
KV5	0,199	0,084	0,181	0,109	0,083	0,164	0,075	0,058	0,048
KV6	0,253	0,169	0,094	0,258	0,053	0,059	0,022	0,052	0,040
KV7	0,182	0,166	0,128	0,219	0,089	0,098	0,030	0,056	0,033
KV8	0,192	0,054	0,083	0,059	0,092	0,124	0,174	0,121	0,101
KV9	0,282	0,188	0,126	0,105	0,095	0,086	0,054	0,036	0,028
KV10	0,244	0,043	0,055	0,047	0,050	0,088	0,114	0,188	0,171
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KV45	0,032	0,099	0,119	0,109	0,143	0,172	0,224	0,041	0,062
KV46	0,024	0,064	0,040	0,084	0,144	0,180	0,225	0,131	0,109
KV47	0,201	0,092	0,071	0,059	0,168	0,112	0,111	0,140	0,047
KV48	0,038	0,057	0,090	0,229	0,176	0,147	0,029	0,122	0,111
KV49	0,031	0,060	0,097	0,131	0,144	0,172	0,040	0,119	0,207
KV50	0,217	0,167	0,139	0,116	0,105	0,096	0,078	0,049	0,032

Her bir endüstri mühendisliği öğrencisinin kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra, nihai karara varılabilmesi için elde edilen bu ağırlıkların birleştirilmesi gerekmektedir. Bu aşamada, kriter bazında hesaplanan ağırlıkların geometrik ortalaması alınarak Tablo 6'da sunulan nihai sonuçlara ulaşılmıştır. Karar verici sayısının fazla olması nedeniyle, daha adil ve temsil edici bir ortak ağırlık seti oluşturmak amacıyla aritmetik ortalama yerine geometrik ortalama tercih edilmiştir.

Tablo 6: Nihai kriter ağırlıkları.

Kriterler	Kriter Ağırlıkları
K1	0,122
K2	0,116
K3	0,102
K4	0,113
K5	0,094
K6	0,101
K7	0,080
K8	0,068
K9	0,062

Tablo 6’da görüldüğü üzere SWARA yöntemine göre endüstri mühendisliği açısından üniversite seçimini etkileyen en önemli kriterin “*Sektörel ve Endüstri Bilgisi*” olduğu en az derecede önem seviyesine sahip kriterin ise “*Programın Uluslararası İlişkileri ve Değişim Programı*” olduğu görülmüştür.

4.2. BEST-WORST METODU (BWM) Yöntemiyle Analiz

Endüstri Mühendisliği öğrencilerinin üniversite seçimini etkileyen kriterlerin ağırlıklarını belirleyip sıralamak amacıyla, SWARA yönteminden sonra Best-Worst Method (BWM) kullanılmıştır. Çalışmada, öğrencileri etkileyen kriterler belirlenirken öncelikle literatür taraması yapılmış; ardından çeşitli üniversitelerde öğrenim gören endüstri mühendisliği öğrencileri ve akademisyenlerle görüşülerek toplam dokuz kriter belirlenmiş ve bu kriterler Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 7: Endüstri Mühendisliği’nde üniversite seçimini etkileyen kriterler.

Kriterler	Kriter Kısaltmaları
<i>Sektörel ve Endüstri Bilgisi</i>	K1
<i>Programın İçeriği ve Akademik Kalite</i>	K2
<i>Araştırma ve Projeler</i>	K3
<i>Eğitim Metodolojisi</i>	K4
<i>Burs ve Finansal Destek</i>	K5
<i>Kariyer Hizmetleri</i>	K6
<i>Kampüs Yaşamı</i>	K7
<i>Alumni Başarıları</i>	K8
<i>Programın Uluslararası İlişkileri ve Değişim Programı</i>	K9

Kriterlerin belirlenmesinin ardından, Best-Worst Method (BWM) yönteminin uygulanabilmesi için ilk olarak 50 karar verici için ayrı ayrı değerlendirmeler yapılmıştır. Karar vericiler, önce en önemli ve en az önemli kriterleri belirlemişlerdir. Kriterler belirlendikten sonra, en önemli kriterlerin diğer kriterlere göre tercih düzeyleri, diğer kriterlerin ise en az önemli kriterlere göre tercih düzeyleri 1-9 skalasına uygun olarak değerlendirilmiştir. Ayrı ayrı yapılan bu değerlendirme, Tablo 7’de sunulmaktadır.

Tablo 8: Karar verici grubun değerlendirilmesi.

KV1'in Değerlendirmeleri									
KV1 İçin En Önemli Kriter: K2					KV1 En Önemsiz Kriter: K9				
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K2 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	3	1	2	4	7	5	3	6	8
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K9 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	5	8	6	4	2	3	4	3	1
KV2'in Değerlendirmeleri									
KV2 İçin En Önemli Kriter: K1					KV2 En Önemsiz Kriter: K8				
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	1	3	2	3	6	2	4	8	5
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K8 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	8	3	6	3	2	5	3	1	3
KV3'in Değerlendirmeleri									
KV3 İçin En Önemli Kriter: K3					KV3 En Önemsiz Kriter: K7				
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K3 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	2	3	1	4	6	5	8	2	4
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K7 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	7	6	8	6	3	3	1	7	4
KV4'in Değerlendirmeleri									
KV4 İçin En Önemli Kriter: K5					KV4 En Önemsiz Kriter: K7				
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K5 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	2	5	6	4	1	5	7	3	2
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K7 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	6	2	2	3	7	3	1	5	5
KV5'in Değerlendirmeleri									

KV5 İçin En Önemli Kriter: K1					KV5 En Önemsiz Kriter: K8				
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	1	3	8	7	2	3	5	9	3
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K8 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	9	6	2	3	6	4	3	1	4
:									
:									
:									
:									
:									
:									
:									
KV45'in Değerlendirmeleri									

KV45 İçin En Önemli Kriter: K1					KV45 En Önemsiz Kriter: K9				
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	1	4	2	2	3	2	4	3	7
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K9 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	7	3	5	4	3	4	3	3	1
KV46'nın Değerlendirmeleri									

KV46 İçin En Önemli Kriter: K3					KV46 En Önemsiz Kriter: K5				
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K3 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	4	2	1	4	6	2	3	3	3
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K5 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	3	5	6	3	1	4	4	3	3
KV47'nin Değerlendirmeleri									

KV47 İçin En Önemli Kriter: K1					KV47 En Önemsiz Kriter: K9				
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	1	4	2	2	3	2	4	3	7

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K9 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	7	3	5	3	3	4	3	3	1
KV48'in Değerlendirmeleri									
KV48:İçin En Önemli Kriter: K1	KV48 En Önemsiz Kriter: K9								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	1	4	2	2	3	2	4	3	6
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K9 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	6	3	4	4	3	4	2	3	1
KV49'in Değerlendirmeleri									
KV49:İçin En Önemli Kriter: K1	KV49 En Önemsiz Kriter: K9								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	1	4	2	2	2	2	4	3	7
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K9 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	4	3	4	4	4	3	2	3	1
KV50'in Değerlendirmeleri									
KV50:İçin En Önemli Kriter: K1	KV50 En Önemsiz Kriter: K9								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	1	4	2	4	4	2	4	3	2
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K9 İçin Diğer Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Oranları	4	4	2	3	5	6	3	2	1

Karar vericilerin değerlendirmelerinden elde edilen veriler, Eşitlik (9–12) kullanılarak doğrusal programlama modellerine dönüştürülmüştür. Kurulan modeller, MS Excel yardımıyla çözülmüş ve tüm karar vericilerin kriter ağırlıkları Tablo 9'da gösterildiği şekilde hesaplanmıştır. Karar aşamasında ise, tüm karar vericilerin ağırlıklarının ortalaması alınarak değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca, Eşitlik (13)'ten yararlanılarak tüm değerlendirmelerin tutarlılık oranları test edilmiş ve sonuçlar tabloda sunulmuştur.

Tablo 9: Tüm karar verici grubun tutarlılık oranları ve hesaplanan kriter ağırlıkları.

Karar Vericiler	Wk1	Wk2	Wk3	Wk4	Wk5	Wk6	Wk7	Wk8	Wk9	ξ	TO
KV1	0,115	0,301	0,173	0,087	0,049	0,069	0,115	0,058	0,032	0,045	0,010
KV2	0,274	0,102	0,152	0,102	0,051	0,152	0,076	0,030	0,061	0,030	0,007
KV3	0,163	0,108	0,260	0,081	0,054	0,065	0,024	0,163	0,081	0,065	0,015
KV4	0,160	0,064	0,053	0,080	0,278	0,064	0,034	0,107	0,160	0,042	0,011
KV5	0,295	0,115	0,043	0,049	0,172	0,115	0,069	0,027	0,115	0,049	0,009
KV6	0,159	0,079	0,286	0,053	0,063	0,159	0,032	0,106	0,063	0,032	0,007
KV7	0,064	0,054	0,081	0,161	0,035	0,283	0,161	0,054	0,107	0,040	0,011
KV8	0,154	0,062	0,077	0,284	0,130	0,077	0,036	0,077	0,103	0,024	0,005
KV9	0,266	0,089	0,056	0,141	0,141	0,089	0,036	0,056	0,125	0,032	0,008
KV10	0,149	0,099	0,074	0,059	0,149	0,260	0,099	0,037	0,074	0,037	0,012
KV11	0,055	0,092	0,092	0,138	0,242	0,138	0,138	0,035	0,069	0,035	0,012
KV12	0,267	0,146	0,049	0,058	0,034	0,097	0,146	0,073	0,129	0,026	0,007
KV13	0,149	0,075	0,273	0,050	0,149	0,075	0,031	0,099	0,099	0,025	0,006
KV14	0,273	0,080	0,080	0,159	0,106	0,106	0,025	0,064	0,106	0,046	0,009
KV15	0,159	0,106	0,106	0,080	0,031	0,080	0,106	0,064	0,268	0,050	0,013
KV16	0,234	0,070	0,056	0,094	0,094	0,140	0,140	0,031	0,140	0,047	0,016
KV17	0,133	0,133	0,228	0,066	0,028	0,133	0,095	0,095	0,089	0,038	0,010
KV18	0,280	0,116	0,116	0,069	0,058	0,069	0,174	0,030	0,087	0,067	0,018
KV19	0,264	0,061	0,152	0,025	0,043	0,152	0,051	0,152	0,101	0,039	0,008
KV20	0,256	0,090	0,067	0,135	0,135	0,135	0,081	0,067	0,034	0,013	0,003
KV21	0,242	0,092	0,092	0,069	0,138	0,138	0,138	0,035	0,055	0,035	0,012
KV22	0,163	0,081	0,065	0,109	0,054	0,030	0,281	0,054	0,163	0,044	0,010
KV23	0,102	0,267	0,077	0,154	0,102	0,061	0,032	0,051	0,154	0,040	0,011
KV24	0,268	0,077	0,029	0,103	0,062	0,154	0,077	0,154	0,077	0,040	0,009
KV25	0,069	0,235	0,092	0,137	0,137	0,069	0,092	0,033	0,137	0,039	0,013
KV26	0,265	0,096	0,096	0,096	0,048	0,145	0,145	0,028	0,080	0,024	0,005
KV27	0,079	0,079	0,265	0,106	0,026	0,063	0,063	0,159	0,159	0,053	0,012
KV28	0,141	0,141	0,094	0,094	0,033	0,056	0,091	0,091	0,257	0,025	0,007
KV29	0,239	0,137	0,091	0,068	0,137	0,055	0,137	0,034	0,103	0,034	0,008
KV30	0,246	0,072	0,143	0,143	0,096	0,102	0,072	0,096	0,031	0,041	0,008
KV31	0,072	0,264	0,096	0,058	0,144	0,144	0,072	0,120	0,032	0,024	0,005
KV32	0,328	0,119	0,119	0,104	0,037	0,072	0,072	0,089	0,060	0,030	0,007
KV33	0,160	0,107	0,107	0,093	0,293	0,064	0,064	0,080	0,033	0,027	0,006
KV34	0,084	0,112	0,112	0,112	0,084	0,262	0,084	0,037	0,112	0,075	0,033
KV35	0,095	0,143	0,030	0,057	0,071	0,143	0,248	0,071	0,143	0,038	0,010
KV36	0,262	0,142	0,057	0,071	0,095	0,095	0,095	0,142	0,040	0,023	0,008
KV37	0,254	0,109	0,082	0,082	0,026	0,164	0,109	0,109	0,065	0,073	0,019
KV38	0,102	0,153	0,061	0,061	0,028	0,076	0,154	0,264	0,100	0,042	0,009
KV39	0,236	0,067	0,135	0,135	0,090	0,135	0,067	0,034	0,101	0,034	0,011
KV40	0,258	0,070	0,140	0,140	0,086	0,118	0,070	0,086	0,032	0,022	0,005
KV41	0,130	0,065	0,223	0,130	0,086	0,130	0,021	0,086	0,130	0,036	0,007
KV42	0,276	0,068	0,114	0,114	0,085	0,114	0,030	0,085	0,114	0,066	0,018
KV43	0,096	0,144	0,058	0,032	0,072	0,144	0,240	0,072	0,144	0,048	0,016
KV44	0,231	0,067	0,133	0,133	0,089	0,133	0,067	0,028	0,119	0,035	0,009
KV45	0,245	0,068	0,136	0,136	0,090	0,136	0,068	0,090	0,031	0,026	0,007

KV46	0,072	0,144	0,247	0,072	0,034	0,144	0,096	0,096	0,096	0,041	0,014
KV47	0,254	0,071	0,143	0,143	0,095	0,095	0,071	0,095	0,032	0,032	0,009
KV48	0,239	0,068	0,136	0,136	0,091	0,136	0,068	0,091	0,034	0,034	0,011
KV49	0,102	0,267	0,077	0,154	0,102	0,061	0,032	0,051	0,154	0,040	0,011
KV50	0,268	0,077	0,029	0,103	0,062	0,154	0,077	0,154	0,077	0,040	0,009
Son Ağırlıklar	0,189	0,113	0,115	0,102	0,093	0,117	0,092	0,081	0,098		

Karar vericilerin nihai ağırlıklarına göre yapılan değerlendirme sonucunda, en önemli kriterin “Sektörel ve Endüstri Bilgisi” (K1) olduğu tespit edilmiştir. Bu kriteri sırasıyla “Kariyer Hizmetleri” (K6) ve “Araştırma ve Projeler” (K3) kriterleri takip etmektedir. En az öneme sahip kriterin ise “Alumni Başarısı” (K8) olduğu belirlenmiştir. Sonuçlara ek olarak tüm kriterlerin tutarlılık oranları da hesaplanmıştır. Tabloda yer alan TO değerlerine bakıldığında bu oranların sıfıra oldukça yakın olduğu görülmektedir. Bu durum, karar vericiler tarafından yapılan değerlendirmelerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

5. UYGULAMA SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Yapılan uygulamada endüstri mühendisliği Öğrencilerinin Üniversite Seçimini Etkileyen Kriterlerin ağırlıkları SWARA ve Best-Worst yöntemleri ile hesaplanmıştır. Bu bağlamda elde edilen ağırlıklar ve yöntemlere göre sıralamalar Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10: Sonuç karşılaştırma tablosu.

Kriterler	SWARA Yöntemi Kriter Ağırlığı	SWARA Yöntemine Göre Sıralama	BEST-WORST Yöntemi Kriter Ağırlığı	BEST- WORST Yöntemine Göre Sıralama
K1	0,122	1	0,189	1
K2	0,116	2	0,113	4
K3	0,102	4	0,115	3
K4	0,113	3	0,102	5
K5	0,094	6	0,093	7
K6	0,101	5	0,117	2
K7	0,080	7	0,092	8
K8	0,068	8	0,081	9
K9	0,062	9	0,098	6

6. SONUÇ

Bu çalışmada, endüstri mühendisliği öğrencilerinin üniversite tercihlerini etkileyen kriterlerin belirlenmesi, sıralanması ve birbirleriyle olan ilişkilerinin tespiti amacıyla SWARA ve Best- Worst Method (BWM) yöntemleri kullanılmıştır. Bu doğrultuda, farklı üniversitelerde öğrenim gören 50 adet endüstri mühendisliği öğrencisinin görüşleri, SWARA ve BWM yöntemlerine göre değerlendirilmiştir.

SWARA yönteminde kriter ağırlıkları öncelik derecelerine göre sıralandığında, %12 ağırlık ile "Sektörel ve Endüstri Bilgisi" en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Bu kriteri sırasıyla "Programın İçeriği ve Akademik Kalite" (%11,66), "Eğitim Metodolojisi" (%11,30), "Araştırma ve Projeler" (%10,20), "Kariyer Hizmetleri" (%10,10), "Kampüs Yaşamı" (%8,00) ve "Alumni Başarısı" (%6,80) takip etmektedir. En düşük öneme sahip kriterin ise "Programın Uluslararası İlişkileri ve Değişim Programı" (%6,20) olduğu görülmüştür.

BWM yöntemi sonuçlarına göre ise en önemli kriter, %12,20 ile yine "Sektörel ve Endüstri Bilgisi" olarak öne çıkmaktadır. Bu kriteri sırasıyla "Kariyer Hizmetleri" (%11,70), "Araştırma ve Projeler" (%11,50), "Programın İçeriği ve Akademik Kalite" (%11,30), "Eğitim Metodolojisi" (%10,20), "Programın Uluslararası İlişkileri ve Değişim Programı" (%9,80), "Burs ve Finansal Destek" (%9,30) ve "Kampüs Yaşamı" (%9,20) takip etmektedir. En düşük etki derecesine sahip kriterin ise %8,10 ile "Alumni Başarısı" olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada, her iki yöntemde yapılan sıralamalar sonrasında Sektörel ve Endüstri Bilgisi (K1) kriterinin en yüksek ağırlığa sahip olduğu ve buna bağlı olarak en etkili kriter olduğu görülmektedir. Bu sonuca bakıldığında endüstri mühendisliği öğrencilerinin üniversite seçiminde doğrudan sektörel bağlantılı bilgi ve deneyimlere büyük önem verdiğini göstermektedir. Sosyolojik açıdan değerlendirildiğinde öğrencilerin mezuniyet sonrası istihdam olanaklarını ön planda tutarak pragmatik tercihler yaptıkları söylenebilir. Sektörel açıdan ise, iş dünyasının uygulamaya yönelik bilgi ve tecrübeye giderek daha fazla değer vermesi bu tercihi desteklemektedir.

"Programın İçeriği ve Akademik Kalite" (K2) kriterinin yüksek sırada yer alması, eğitimin içeriğinin ve kalitesinin öğrencilerin gözünde hâlâ belirleyici bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, bireylerin kariyer hedeflerine ulaşmada nitelikli eğitimin kritik rol oynadığını düşündüğünü göstermektedir.

Buna karşılık, "Alumni Başarıları" (K8) ve "Uluslararası İlişkiler ve Değişim Programı" (K9) kriterlerinin düşük ağırlıklar alması dikkat çekicidir. Bu durum, öğrencilerin kısa vadeli kazançları (iş bulma şansı, finansal destek vb.), uzun vadeli prestij ya da uluslararası deneyim gibi daha soyut getirilerin önüne koyduğunu düşündürmektedir. Sosyolojik bağlamda bu bulgu, ekonomik kaygıların ve işsizlik oranlarının genç bireyler üzerinde güçlü bir baskı yarattığını göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Akman, G. ve Alkan, A. (2006). Tedarik zinciri yönetiminde bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv yan sanayiinde bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), 23-46.
- Alkan, T. ve Durduran, S. (2024). Tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin BMW ve FUCOM yöntemlerinin değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(3), 654-667.
- Al, B., Shemmeri, T. A. ve Pearman, A. (1997). The role of weights in multi-criteria decision aid, and the ranking of water projects in Jordan. *European Journal of Operational Research*, 99(2), 278-288.
- Aşan, H. ve Ayçin, E. (2020). Kurumsal kaynak planlama sistemlerinin seçimindeki kriterlerin Best-Worst metodu ile değerlendirilmesi. *Akademik İzdüşüm Dergisi*, 5(2), 114-124.
- Atıcı, K. B. ve Ulucan, A. (2009). Enerji projelerinin değerlendirilmesi sürecinde çok kriterli karar verme yaklaşımları ve Türkiye uygulamaları. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(1), 161-186.
- Badem, E. ve Öztel, A. (2018). Restoran seçiminde tüketiciyi etkileyen faktörlerin DEMATEL yöntemiyle değerlendirilmesi: Bir uygulama. *Yönetim Ekonomi Edebiyat İslami ve Politik Bilimler Dergisi*, 3(1), 70-89.
- Balta, M. Ö. ve Yenil, H. Ü. (2019). Multi criteria decision making methods for urban greenway: The case of Aksaray, Turkey. *Land Use Policy*, 89.
- Battal, Ü. (2018). Türkiye'de: havayolu taşımacılığının finansman sorunları: Dematel yöntemi uygulaması. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 96-111.
- Boyacı, N. (2000). The stretching method and its support tool for weight assignment in multiple criteria decision making. [Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi], Orta Doğu Üniversitesi.
- Cengiz, D. (2012). Çok kriterli karar verme yöntemleri üzerine karşılaştırmalı analiz. [Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi], Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Cezlan, E. (2024). Sağlık sektöründe iş etiği dinamiklerinin değerlendirilmesi: Bir DEMATEL uygulaması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26(1), 260-275.
- Chakraborty, S., Raut, R., Rofin, T. ve Chakraborty, S. (2023). A comprehensive and systematic review of multi-criteria decision-making methods and applications in healthcare. *Healthcare Analytics*, 4.
- Chou, T. Y., Hsu, C. L. ve Chen, M. C. (2008). A fuzzy multi-criteria decision model for international tourist hotels location selection. *International Journal of Hospitality Management*, 27(2), 293-301.
- Cristóbal, J. (2011). Multi-criteria decision-making in the selection of a renewable energy project in Spain: The vikor method. *Renewable Energy*, 36(2), 498-502.
- Çetin, M. ve Erdem, D. (2019). İletken iplik alımında etkili kriterler arasındaki ilişkilerin DEMATEL yöntemi ile belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(17), 152-160.
- Dikici, Y. (2018). Katılım bankaları ile mevduat bankalarının çok kriterli karar verme yöntemi ile karşılaştırılması. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 4(2).

- Dişkaya, F. ve Emir, Ş. (2023). Küresel kriz ortamında lojistik performansını etkileyen faktörlerin DEMATEL ve BWM ile değerlendirilmesi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 6(2), 300-325.
- Dulmin, R. ve Mininno, V. (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(4), 177-187.
- Eğilmez, Ö. ve Savaş, B. (2021). İş etiği dinamiklerinin dematel yöntemi ile incelenmesi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 1580-1600.
- Ersöz, F. Ve Kabak, M. (2010). Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 97-125.
- Göksu, A. ve Güngör, İ. (2008). Bulanık analitik hiyerarşik proses ve üniversite tercih sıralanmasında uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(3), 1-26.
- Göktaş, L. ve Erdem, A. (2024). Konaklama vergisi harcama alanlarının SWARA Yöntemi ile belirlenmesi. *GSI Journals Serie A: Advancements in Tourism Recreation and Sports Sciences*, 7(2), 440-455.
- Gürbüz, F. ve Çavdarıcı, S. (2018). Geri dönüşüm sektörüne ilişkin sorun alanlarının Dematel ve Gri Dematel yöntemiyle değerlendirilmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 285-301.
- Işıklar, G. ve Büyüközkan, G. (2007). Using a multi-criteria decision making approach to evaluate mobile phone Alternatives. *Computer Standards & Interfaces*, 29(2), 265- 274.
- Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A. ve Diabat, A. (2013). Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 47, 355-367.
- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Işık, E. ve Yılmaz, E. (2016). Performans değerlemesinde DEMATEL ve bulanık TOPSIS uygulaması. *Ege Akademik Bakış*, 16(1), 49-64.
- Kuruüzüm, A. ve Atsan, N. (2001). Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 1(1), 83-105.
- Murat, S., Kazan, H. ve 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.
- Mutlu, M. ve Sarı, M. (2017). Çok kriterli karar verme yöntemleri ve madencilik sektöründe kullanımı. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 56(4), 181-196.
- Ökkeş, Y. (2022). Analitik hiyerarşi prosesi ile üniversite seçimini etkileyen kriterlerin belirlenmesi: SDÜ Örneği. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 36-51.
- Ömürbek, N., Üstündağ, S. ve Helvacıoğlu, Ö. C. (2012). Kuruluş yeri seçiminde analitik hiyerarşi süreci (AHP) kullanımı: Isparta bölgesinde bir uygulama. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(21), 101-116.
- Önder, G., Aybaş, M. ve Önder, E. (2014). Hemşirelerin stres seviyesine etki eden faktörlerin öncelik sırasının çok kriterli karar verme tekniği ile belirlenmesi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 21-35.

- Özbek, A. (2014). Yöneticilerin çok kriterli karar verme yöntemi ile belirlenmesi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 12(24), 209-225.
- Özdamar, D. Y. (2004). Analitik hiyerarşi süreci yönetimi: Bir satın alma ihalesinde uygulanması. [Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi], Ankara Üniversitesi.
- Pandey, M. M. (2016). Evaluating the service quality of airports in Thailand using fuzzy multi-criteria decision making method. *Journal of Air Transport Management*, 57, 241-249.
- Tekeş, M. (2002). Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde kullanılan tabancaların bulanık uygunluk indeksli analitik hiyerarşi prosesi ile karşılaştırılması. [Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi], İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Terzi, Ü., Hacaloğlu, S. E. ve Aladağ, Z. (2006). Otomobil satın alma problemi için bir karar destek modeli. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(10), 43-49.
- Tosunoğlu, N. ve Apaydın, A. (2020). Üniversite sıralama göstergelerinin bulanık analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ile sıralanması. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 10(3), 451-460.
- Turner, W., Mize, J., Case, K. ve Nazemt, J. (1993). Introduction to industrial and systems engineering (3. b.). Pearson Education.
- Tzeng, G. H., Lin, C. W. ve Opricovic, S. (2005). Multi-criteria analysis of alternative-fuel buses for public transportation. *Energy Policy*, 33(11), 1373-1383.
- Ulu, M., Türkan, Y. ve Mengüç, K. (2022). Trafik kazalarını etkileyen faktörlerin ağırlıklarının BWM ve SWARA yöntemleri ile belirlenmesi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(2), 228-238.
- Yıldırım, B. ve Önder, E. (2018). Çok kriterli karar verme yöntemleri (3. b.). Bursa: Dora Yayıncılık.

EK A. Gönüllü Bilgilendirilmiş Onam Formu

Çalışmanın Başlığı: Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğrencilerinin Üniversite Seçimini Etkileyen Kriterlerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Sıralanması

Araştırmacılar:

Sabahattin Mert Berkmen, Beykent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü. orcid.org/0000-0001-7273-954X

Yunus Can Özalp, İstanbul Medipol Üniversitesi, Tıp Fakültesi. orcid.org/0000-0003-3243716

Çalışmanın Amacı:

Bu çalışmanın amacı Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin üniversite seçiminde etkili olan kriterlerin belirlenmesi, belirlenen kriterlerin çok kriterli karar verme yöntemleri ile sıralanarak yöntem karşılaştırması yapılmasıdır.

Katılımın Gönüllülük Esası:

Araştırmaya sizin dışınızda tahminen 50 kişi katılacaktır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, size en uygun gelen cevapları içtenlikle verecek şekilde cevaplamanızdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz.

Uygulama ve Süreç:

Araştırmada sizden tahminen 02:20 dakika ayırmanız istenmektedir.

Gizlilik:

Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. İletişim bilgileriniz ise sadece izninize bağlı olarak ve farklı araştırmacıların sizinle iletişime geçebilmesi için “ortak katılımcı havuzuna” aktarılabilir.

İletişim Bilgileri:

Herhangi bir soru veya endişe durumunda araştırmacılarla aşağıdaki iletişim bilgilerinden iletişime geçebilirsiniz:

mertberkmen@gmail.com

(552)-624-26-04

Onay

Aşağıda imzama, çalışmanın amacı, süreci ve haklarım hakkında bilgilendirildiğimi ve gönüllü olarak katılmayı kabul ettiğimi beyan ederim.

