

Kümeleme Analizi ile Vakıf Üniversitelerinin Memnuniyet Gruplandırması ve FUCOM-PROMETHEE Yöntemiyle Sıralanması

Abdulkerim GÜLER¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, aguler@cumhuriyet.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4220-918X

Öz: Günümüzde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKVY) birden fazla seçeneğin ve kriterin olduğu karar verme problemlerini çözmede giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle ağırlıklandırma yöntemlerinin entegre biçimde kullanılması hem sağlıklı sonuçlar elde edilmesi hem de yöntemlerde yer alan ağırlık katsayılarının etkin biçimde değerlendirilmesi açısından önem arz etmektedir. Kümeleme analizi ise çeşitli verilerin benzer özelliklerine göre gruplara ayrılmasında kullanılan bir tekniktir. Kümeleme analizi ile benzer özelliğe sahip olguları gruplandırmak mümkündür. Bu çalışmada amaç, Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin memnuniyete göre kümeleme analiziyle gruplandırılmasından sonra, ÇKKVY ile bu kurumların sıralanmasıdır. Böylelikle, çeşitli gruplara ayrılan Vakıf Üniversiteleri hem kendi içlerindeki kümelerine ayrılmış hem de genel olarak sıralanmıştır. Kümeleme analizi sonucunda, Vakıf Üniversiteleri dört adet kümeye ayrılmıştır. Daha sonra Üniversitelerin FUCOM-PROMETHEE entegreli ÇKKVY ile sıralama sonuçları elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, her bir küme ve üniversitelerin genel sıralaması incelenmiş ve Türkiye Üniversite Memnuniyet Araştırması (TÜMA) 2024 verileriyle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, TÜMA 2024 raporu sıralaması ile FUCOM-PROMETHEE yöntemi sıralaması arasında yüksek düzeyde anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, bu yöntem ile gerçek sıralama arasında benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Kümeleme analizi sonucunda ise Üniversitelerin sıralamasına genel olarak uygun kümeler oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kümeleme Analizi, Çok Kriterli Karar Verme, FUCOM, PROMETHEE

Jel Kodları: M0, C0, C1

Classification of Foundation Universities' Satisfaction through a Cluster Analysis and Ranking with the FUCOM-PROMETHEE Method

Abstract: The multi-criteria decision-making methods (MCDM) are increasingly being used to solve decision-making problems with multiple options and criteria. The integrated use of weighing methods is particularly important both for obtaining reliable results and for effectively evaluating the weight coefficients included in the methods. Cluster analysis is a technique used to divide various data into groups based on their similar characteristics. The aim of this study is to categorize Foundation Universities in Turkey using cluster analysis based on satisfaction and then rank these institutions using the MCDM. Thus, Foundation Universities, divided into various groups, are both separated into clusters within themselves and ranked overall. As a result of the cluster analysis, Foundation Universities were divided into four clusters. Subsequently, the ranking results of the universities were obtained using the FUCOM-PROMETHEE integrated multi-criteria decision-making method. According to these results, each cluster and the overall ranking of universities were examined and compared with the TÜMA 2024 data. The study found a highly significant correlation between the TÜMA 2024 report ranking and the FUCOM-PROMETHEE method ranking. According to these results, similar outcomes were reached between this method and the actual ranking. As a result of the clustering analysis, clusters that are generally consistent with the ranking of universities have been formed.

Keywords: Cluster Analysis, Multi-Criteria Decision Making, FUCOM, PROMETHEE

Jel Codes: M0, C0, C1.

Atıf: Güler, A. (2025). Kümeleme analizi ile vakıf üniversitelerinin memnuniyet gruplandırması ve FUCOM-PROMETHEE yöntemiyle sıralanması. *Fiscaeconomia*, 9(4), 2189-2211. <https://doi.org/10.25295/fsecon.1642315>

Geliş Tarihi: 18.02.2025

Kabul Tarihi: 30.08.2025



Telif Hakkı: © 2025. (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Giriş

ÇKKVY, yöntem ve teknikleriyle karmaşık ve gerçek karar verme problemlerini çözmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Kökeni operasyon ve yönetim bilimine dayanan bu yöntemler, yüksek belirsizlik içeren ve birbiriyle çelişen hedeflere sahip karmaşık karar problemlerini ele almada karar vericilere yardımcı olmak için giderek daha popüler hale gelmektedir (Wang vd., 2009).

Kümeleme analizinin temel amacı, gruplandırılmamış verileri benzerliklerine göre kategorize etmek ve bu sayede araştırmacıya anlamlı ve özetleyici bilgiler sunmaktır. Kümeleme analizinde verilerin normal dağılıma sahip olması gerekse de bu varsayım teorik olarak kalır; verilerin uzaklık ölçütlerinin normalliği genellikle yeterli kabul edilir. Ayrıca, kovaryans matrisine ilişkin herhangi bir varsayım yapılmamaktadır (Tatlıdil, 2002).

Türkiye’de Üniversiteler, dünya genelindeki benzer Üniversiteler gibi, güncel gelişmeler ve ihtiyaçlara bağlı olarak dönemsel ve dinamik bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Bu dönüşümde, üniversite sayılarındaki artışla birlikte kaynakların sınırlı hale gelmesi ve bu kaynakların verimli kullanılma ihtiyacı, kurumların kalitesinin daha ayrıntılı bir şekilde izlenmesini zorunlu kılmaktadır (Erdoğan, 2019).

Ülkemizde Yükseköğretim Kurumları devlet tarafından verilen bir kamu hizmetidir. Ancak son yıllarda hem genç nüfus artışı hem de ekonomideki ve teknolojiye gelişmeler, Yükseköğretim kurumlarına olan talebi arttırmıştır. Bu nedenle de devlet üniversitelerinin yanında Vakıf Üniversiteleri de kurulmuştur. Özel üniversite şeklinde anılan bu kurumlar, ülkemizde Yükseköğretim Kanunu gereğince kâr amacı gütmeyen vakıflarca kurulabilmektedir. Bu nedenle de Vakıf Üniversiteleri olarak adlandırılmaktadır. Vakıf Üniversitelerinin sayısı giderek artmaktadır (Gözükara, 2015).

Çalışmada, Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin TÜMA verileri göz önüne alınarak gruplandırılması ve ÇKKVY ile sıralanması hedeflenmiştir. Üniversitelerin Kümeleme analizi ile gruplandırmasının sebebi benzer memnuniyet düzeyine sahip olan üniversitelerin aynı grupta toplamaktır. Böylece, yapısal benzerlik gösteren üniversiteler grup halinde görülebilmekte ve farklılıklar daha net ortaya koyulabilmektedir. Daha sonra kriterlerin ÇKKV yöntemlerinden FUCOM yöntemiyle ağırlıklandırma yapıp, PROMETHEE yöntemiyle sıralaması yapılmıştır. Böylece üniversitelerin çok boyutlu bir değerlendirmesi yapılmıştır. Hem gruplar arası analiz hem de üniversitelerin sıralanması ile ayrıntılı karşılaştırma olanağı sunulmuştur.

2. Literatür Taraması

Kümeleme Analizi ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle ilgili literatür taraması aşağıda belirtilmiştir.

Güler vd. (2023) yaptıkları çalışmada, Türkiye’de deprem riski yüksek yirmi dokuz ilin deprem risk önceliklendirmesi için bir karar modeli önermiştir. Önerilen modelde iller İki Aşamalı Kümeleme Analizi ile kümelendirilmiştir. İki Aşamalı Kümeleme Analizinde belirlenen göstergeler kriter olarak tanımlanmış ve SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklandırması yapılmıştır. Kriterlerin ağırlıklandırılmasının ardından kümelenen illerin deprem risk sıralaması için ELECTRE I yöntemi kullanılmıştır. Kümeleme Analizi sonucunda altı ilden oluşan iki küme, beş ilden oluşan iki küme, dört ilden oluşan bir küme ve üç ilden oluşan bir küme elde edilmiştir. Bu illerin kümeler içindeki sıralamaları ELECTRE I yöntemi ile elde edilmiştir (Güler vd., 2023).

Özdoğan vd. (2021) yaptıkları çalışmada, FUCOM ve PROMETHEE Yöntemleriyle peyzaj sektöründeki bir firma için en ideal kamyonet seçimi problemini ele almışlardır. Kriterlerin önemlilik değerlerinin FUCOM yöntemiyle ve sıralanmasını ise PROMETHEE yöntemiyle yapmışlardır (Özdoğan vd., 2021).

Şimşek vd. (2021) yaptıkları çalışmada, Kuzey Kafkasya bölgesinin sosyoekonomik yapısı, belirlenen sosyal ve ekonomik kriterler doğrultusunda K-Ortalamalar Algoritmasıyla kümeleme analizi yapmıştır. Ardından, bölgeler sosyoekonomik

gelişmişlik düzeylerine göre Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi ve VIKOR yöntemleriyle sıralanmıştır (Şimşek vd., 2021).

Sheleba & Tabatabaei (2020) yaptıkları çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS yöntemiyle kablosuz algılayıcı ağlar (WSN) için bir kümeleme yöntemi önermişlerdir. TOPSIS çok kriterli karar verme algoritması ile sensör ağlarının kümelenebilmesi için yeni bir yöntem önerilmiştir (Sheleba & Tabatabaei, 2020).

Kazerooni vd. (2020) yaptıkları çalışmada, İnşaat işgücü verimliliğini (CLP) etkileyen faktörlerin CLP iyileştirmesi için önemlerine göre sıralanması için bir çerçeve sunmaktadır; çerçeve, bulanık veri kümeleme ve çok kriterli karar verme yöntemlerinin bir entegrasyonunu kullanmaktadır (Kazerooni vd., 2020).

Gündoğdu & Aytekin (2020) yaptıkları çalışmada, Dünya Bankası'nın 1998, 2008 ve 2018 yıllarına ait yönetim verilerini kümeleme analizi ve ARAS yöntemi ile değerlendirmiştir. Bu çerçevede, ülkeler kümeleme analizi yöntemi ile üç kümeye ayrılmış ve ARAS yöntemi kullanılarak sıralamaları belirlenmiştir (Gündoğdu & Aytekin, 2020).

Değirmenci & Yakıcı Ayan (2020) yaptıkları çalışmada, Bulanık Kümeleme Analizi ve TOPSIS yöntemi kullanılarak, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü ülkeleri sağlık göstergelerine göre sınıflandırılmış, sıralanmış ve Türkiye'nin bu sınıflandırmadaki konumu değerlendirilmiştir. Bulanık Kümeleme Analizi sonucuna göre Türkiye'nin Kore, Meksika ve Polonya ile aynı kümede olduğu tespit edilmiştir. TOPSIS yöntemine göre ise Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Kanada ilk üç sırada iken, Türkiye Meksika'nın ardından son sırada bulunmuştur (Değirmenci & Yakıcı Ayan, 2020).

Levent & Özari (2019) yaptıkları çalışmada, kümeleme analiziyle hiyerarşik olmayan k-ortalamlar yöntemi kullanılarak, G-10 üyesi 11 ülke iki kümeye ayrılmıştır. EDAS yöntemi ile elde edilen sıralama, k-ortalamlar yöntemiyle oluşturulan kümelerle karşılaştırılarak, sonuçların birbirine uyumlu olup olmadığı değerlendirilmiştir (Levent & Özari, 2019).

Gözükara (2015) yaptığı çalışmada, Vakıf Üniversitelerini akademik kriterler açısından kümeleme analiziyle sınıflandırmıştır. Çalışma, Türkiye'deki 72 vakıf üniversitesi akademik kriterlere göre incelenmiştir (Gözükara, 2015).

Azadnia vd. (2011) yaptıkları çalışmada, tedarikçi seçimi problemini ele almak için ÇKKV ve veri madenciliği yaklaşımlarından oluşan yeni bir hibrit model önermiştir. Bu makalede, tedarikçileri gruplar halinde kümelemek için bir veri madenciliği modeli olarak Bulanık C-Ortalamlar (FCM) kümelemesi kullanılmıştır. Ardından, tedarikçileri sıralamak için Eliminasyon ve Seçim İfade Eden Gerçeklik (ELECTRE) yöntemi kullanılmıştır (Azadnia vd., 2011).

Özer vd. (2010) yaptıkları çalışmada, 2007-2008 yıllarında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören gıda ve içecek sektörü işletmelerinin etkinliği incelenmiştir. Bu kapsamda, işletmelerin etkinlikleri Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemiyle ölçülmüştür. Ayrıca, kümeleme analizi ile benzer özellikler gösteren işletmeler gruplandırılmış ve TOPSIS yöntemiyle işletmelerin etkinlikleri sıralanarak yöntemler karşılaştırılmıştır (Özer vd., 2010).

Literatür taramasında Çok kriterli karar verme yöntemleri ile kümeleme analizi yapılan çalışmaların çok az olduğu ve spesifik olarak Vakıf Üniversitelerinin sıralanmadığı görülmüştür. Bu çalışma ile literatürdeki bu boşluk doldurulacaktır. Ayrıca bu çalışmada hem kümeleme analizi hem de Üniversitelerin sıralanması yapıldığından literatürdeki diğer çalışmalardan farklıdır.

3. Yöntem

Bu çalışmada TÜMA 2024(www.uniar.net) verilerine kümeleme analizi uygulanarak birbirine benzer grupların tespit edilmesi ve TÜMA 2024 Vakıf Üniversiteleri sıralamasının değişip değişmediği araştırılmıştır. Daha sonra Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin ağırlıklandırma yöntemlerinden FUCOM yöntemi ile Üniversitelerin 6 adet kriterlerinin ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Eğitimde ölçme ve değerlendirme

alanından 2 öğretim üyesi, 2 Üniversite kalite birimi uzmanları ve 2 uzman yardımcısı olmak üzere 6 uzman yardımıyla hesaplanan ağırlık katsayı değerleri yine Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Üniversitelerin sıralanması amacıyla PROMETHEE yöntemi uygulanmıştır. Böylelikle FUCOM-PROMETHEE Yöntemi entegreli bir sıralamaya ulaşılmıştır. Bu sıralama ile TÜMA 2024 referans sıralaması karşılaştırılmıştır.

Çalışmada öncelikle üniversitelerin memnuniyet düzeylerine göre benzerlik gösterip göstermedikleri tespit etmek amacıyla kümeleme analizi uygulanmıştır. Bu analiz için hiyerarşik kümeleme yaklaşımı, metot olarak Ward yöntemi ve öklid uzaklığı kullanılmıştır. Daha sonra üniversitelerin 6 kritere göre değerlendirilmesi ve sıralanması amacıyla ÇKKV yöntemlerinden FUCOM ve PROMETHEE yöntemleri entegreli olarak kullanılmıştır. FUCOM yöntemiyle uzman görüşlerine dayanarak kriter ağırlıkları belirlenmiş, PROMETHEE yöntemiyle ise üniversitelerin performans sıralamaları oluşturulmuştur. Bu şekilde ulaşılan sıralama, TÜMA 2024'teki sıralamayla karşılaştırılarak yöntemlerin sonuç üretme gücü ve ayırt ediciliği değerlendirilmiştir. Kümeleme Analizi SPSS 25.0 paket programı ile analiz edilmiştir. ÇKKV ise Microsoft Excel yardımıyla hesaplanmıştır.

3.1. Araştırmada Kullanılan Veriler ve Araştırmanın Sınırlılığı

Çalışmada kullanılan 74 üniversitenin ve 6 kriterlerin tamamı TÜMA verilerinden alınmıştır. Analiz dışı tutulan herhangi bir üniversite bulunmamaktadır. Bu veriler üniversitelerin öğrenciler tarafından değerlendirdiği memnuniyet ölçeklerinden elde edilmiştir. Kriterler ise; öğrenim deneyiminin tatminkarlığı (ÖDT), yerleşke ve yaşıntının doyuruculuğu (YYD), akademik destek ve ilgi (ADİ), kurumun yönetim ve işleyişinden memnuniyet (KYİM), öğrenme imkân ve kaynakların zenginliği (ÖİKZ), kişisel gelişim ve kariyer desteği (KGKD) şeklindedir.

Çalışmada kullanılan Yükseköğretim kurumları ve kriterler Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Vakıf Üniversiteleri ve Kriterler

Sıra	Kod	Üniversite	ÖDT	YYD	ADİ	KYİM	ÖİKZ	KGKD
1	VKF1	MEF Üniversitesi	89	81	86	87	88	85
2	VKF2	TED Üniversitesi	85	83	90	87	84	81
3	VKF3	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	84	85	78	89	85	86
4	VKF4	İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi	86	86	81	68	91	94
5	VKF5	Sabancı Üniversitesi	82	86	85	71	89	90
6	VKF6	İzmir Ekonomi Üniversitesi	82	80	80	85	88	86
7	VKF7	Koç Üniversitesi	82	81	81	78	89	84
8	VKF8	Özyeğin Üniversitesi	84	86	76	76	85	84
9	VKF9	Sanko Üniversitesi	84	76	84	90	70	82
10	VKF10	Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi	74	83	85	78	80	85
11	VKF11	Piri Reis Üniversitesi	81	82	83	78	82	79
12	VKF12	Yaşar Üniversitesi	83	78	80	77	86	80
13	VKF13	Bezm-İ Âlem Vakıf Üniversitesi	83	74	78	83	85	77
14	VKF14	Biruni Üniversitesi	79	84	82	71	74	78
15	VKF15	Beykoz Üniversitesi	81	69	78	87	76	75
16	VKF16	İstanbul Atlas Üniversitesi	75	81	76	84	78	71
17	VKF17	Altınbaş Üniversitesi	80	72	74	82	79	76
18	VKF18	İbn Haldun Üniversitesi	71	82	69	64	86	82
19	VKF19	İstanbul Bilgi Üniversitesi	72	80	78	57	89	75
20	VKF20	Kadir Has Üniversitesi	72	83	70	59	80	78
21	VKF21	KTO Karatay Üniversitesi	69	79	76	60	79	71
22	VKF22	Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi	76	73	65	80	69	68
23	VKF23	İstanbul 29 Mayıs Üniversitesi	67	78	56	68	91	64
24	VKF24	Demiroğlu Bilim Üniversitesi	64	66	83	60	75	76
25	VKF25	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	72	84	59	68	79	60
26	VKF26	Nuh Naci Yazgan Üniversitesi	68	81	63	66	71	71
27	VKF27	Işık Üniversitesi	82	70	71	52	81	63
28	VKF28	Maltepe Üniversitesi	69	79	68	59	82	60
29	VKF29	Yeditepe Üniversitesi	59	88	67	48	84	67
30	VKF30	Atılım Üniversitesi	83	79	60	63	69	58
31	VKF31	İstanbul Ticaret Üniversitesi	71	69	70	57	75	70
32	VKF32	Kapadokya Üniversitesi	67	74	71	62	73	57
33	VKF33	İstanbul Kültür Üniversitesi	54	74	73	61	72	64

34	VKF34	İstanbul Medipol Üniversitesi	67	80	64	45	77	64
35	VKF35	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	70	69	67	40	70	75
36	VKF36	İstanbul Okan Üniversitesi	65	81	62	41	76	63
37	VKF37	Başkent Üniversitesi	62	79	59	51	69	64
38	VKF38	Bahçeşehir Üniversitesi	57	78	68	49	63	66
39	VKF39	Antalya Bilim Üniversitesi	59	68	64	64	68	58
40	VKF40	İstanbul Kent Üniversitesi	60	52	60	48	67	65
41	VKF41	İstanbul Beykent Üniversitesi	66	72	62	44	61	42
42	VKF42	Ufuk Üniversitesi	56	63	65	38	64	58
43	VKF43	Çankaya Üniversitesi	60	71	59	45	58	49
44	VKF44	İstinye Üniversitesi	56	65	60	51	52	54
45	VKF45	Üsküdar Üniversitesi	54	56	64	39	61	60
46	VKF46	Yüksek İhtisas Üniversitesi	46	58	61	52	53	63
47	VKF47	Lokman Hekim Üniversitesi	49	44	75	54	53	54
48	VKF48	Mudanya Üniversitesi	49	58	64	64	53	38
49	VKF49	Çağ Üniversitesi	59	67	60	32	57	50
50	VKF50	Toros Üniversitesi	47	60	66	51	43	50
51	VKF51	İstanbul Topkapı Üniversitesi	51	70	48	58	48	34
52	VKF52	İstanbul Nişantaşı Üniversitesi	51	69	53	42	48	44
53	VKF53	İzmir Tınaztepe Üniversitesi	59	54	54	44	46	44
54	VKF54	Doğuş Üniversitesi	42	64	54	41	49	49
55	VKF55	Avrasya Üniversitesi	38	58	47	36	54	52
56	VKF56	Alanya Üniversitesi	56	56	40	60	36	36
57	VKF57	İstanbul Gedik Üniversitesi	46	54	53	33	50	46
58	VKF58	Ankara Medipol Üniversitesi	50	64	40	40	43	43
59	VKF59	İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi	60	52	38	41	40	48
60	VKF60	Ostim Teknik Üniversitesi	39	43	42	41	54	55
61	VKF61	İstanbul Arel Üniversitesi	42	54	50	37	44	45
62	VKF62	İstanbul Rumeli Üniversitesi	42	58	59	35	43	34
63	VKF63	Konya Gıda ve Tarım Ü.	53	61	39	28	48	36
64	VKF64	Haliç Üniversitesi	30	71	40	30	50	40
65	VKF65	İstanbul Gelişim Üniversitesi	44	43	50	32	47	40
66	VKF66	Türk Hava Kurumu Üniversitesi	35	45	43	29	51	49
67	VKF67	İstanbul Aydın Üniversitesi	37	53	40	37	40	38
68	VKF68	İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi	38	48	38	23	49	42
69	VKF69	Fenerbahçe Üniversitesi	40	46	39	34	39	33
70	VKF70	Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Ü.	45	53	39	24	29	40
71	VKF71	İstanbul Galata Üniversitesi	51	44	31	41	22	36
72	VKF72	Ankara Bilim Üniversitesi	34	39	51	34	30	36
73	VKF73	Antalya Belek Üniversitesi	29	37	41	26	34	32
74	VKF74	İstanbul Esenyurt Üniversitesi	33	45	27	24	29	40

3.2. Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, bir araştırmaya konu olan birimlerin aralarındaki benzerliklere dayanarak belirli gruplar halinde sınıflandırılmasını, birimlerin ortak özelliklerinin belirlenmesini ve bu gruplar hakkında genel tanımlamalar yapmayı sağlayan bir yöntemdir (Kaufman & Rousseeuw, 1990).

Kümeleme analizi gruplandırmayı birimlerin benzerliklerine ve farklılıklarına göre yapmaktadır. Birimlerin benzerliklerine dayanarak kümeler oluşturulmasına farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan birisi, birbirine en yakın veya benzer iki birimin aynı gruba yerleştirilerek işleme başlamak. Daha sonra ise tüm birimlerin aynı gruba dâhil edilmesiyle sona eren hiyerarşik bir yöntemdir. Diğer bir yaklaşımda ise, bütün verilerin ortalama değerine en yakın olan birimlerin aynı kümeye yerleştirilmesine dayanmaktadır. Bu yaklaşımların dışında da çeşitli yaklaşımlar mevcuttur. Bütün bu yöntemlerin genel olarak amacı, kümeler arasındaki farklılıkların maksimuma çıkarılması ve kümeler içindeki benzerliklerin en üst düzeye çıkarılmasıdır. En yaygın olarak kullanılan kümeleme yaklaşımları hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümelemelerdir (Blashfield & Aldenderfer, 1978).

Her iki yaklaşımda da temel hedef, kümeler arasındaki farklılıkları artırırken, kümeler içindeki benzerlikleri en üst seviyeye çıkarmaktır. Yani, kümeler içinde homojenlik sağlanırken, kümeler arasındaki homojenlik en aza indirilmeye çalışılır. Hangi yöntemin kullanılacağı genellikle kümelerin sayısına bağlıdır; ancak her iki

yöntemin birlikte kullanılması daha avantajlı olabilir. Bu sayede, elde edilen sonuçları karşılaştırarak hangi yöntemin daha uygun sonuçlar elde edildiğini değerlendirmek mümkün hale gelmektedir (Akın, 2008).

Hiyerarşik kümeleme yöntemi, veri setindeki birimlerin aralarındaki uzaklık veya benzerlikleri göz önüne alarak, birimleri farklı aşamalarda bir araya getirip, sıralı bir şekilde kümeler oluşturan ve bu kümelere dâhil edilecek elemanların hangi uzaklık ya da benzerlik seviyesinde olduğunu belirlemeye çalışan tekniklerdir. Hiyerarşik olmayan kümeleme tekniği, özellikle K-Means (K-ortalama) yöntemi olarak bilinen teknik, veri setlerini önceden belirlenmiş sayıda kümelerle ayırmaktadır. Bu yöntemde, aşamalı kümeleme yerine tüm birimlerin $k < n$ olacak şekilde k kümeye rastgele veya sistematik olarak dağıtılması sağlanır. Kümeleme yapılacak birim sayısını belirledikten sonra, belirlenen ayırma kriterlerine göre her bir birimin hangi kümeye dâhil edileceği belirlenir ve bu süreçte atama gerçekleştirilir. Aynı kümede yer alan birimler birbirlerine daha çok benzerken, farklı kümelerdeki birimler arasında belirgin farklar gözlenir. Bu yöntem, hiyerarşik kümeleme yöntemlerine göre daha büyük veri setlerine uygulanabilmektedir (Özdamar, 2004).

Bu çalışmada da veri setindeki benzerlikler göz önüne alındığında hiyerarşik kümeleme yöntemi kullanılması uygun görülmüştür.

3.3. FUCOM Yöntemi

Bu çalışmada kriter ağırlıklandırma için kullanılan subjektif bir yöntem olan FUCOM (Full Consistency Method) yöntemi tercih edilmiştir.

FUCOM yöntemi, kriter ağırlıklandırmada yaygın olarak kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Best-Worst Metodu (BWM) ve DEMATEL gibi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında, çok daha az sayıda ikili karşılaştırmayla çözüm imkânı sağlamaktadır. Karar problemlerinde “ n ” tane kriter bulunduğunda, FUCOM yöntemiyle çözümde sadece “ $n-1$ ” adet ikili karşılaştırma yapılırken, bu sayı AHP yönteminde “ $n(n-1)/2$ ”, BWM yönteminde ise “ $(2n-3)$ ” olarak gerçekleşmektedir (Ecer, 2021).

Bu yöntemde, ağırlık katsayılarının optimum değerlerini belirlemek için iki grup kısıtın tanımlanması gerekmektedir. İlk grup kısıt, kriterlerin ağırlık katsayılarının, kriterlerin karşılaştırmalı öncelikleri ile uyumlu olmasını sağlar. İkinci grup kısıtlar ise matematiksel geçişlilik ilkelerine dayalı olarak belirlenir. Kısıtlar tanımlandıktan ve model çözüldükten sonra, optimum ağırlık değerlerine ek olarak tam tutarlılıktan sapma (TTS) hesaplanır. TTS, elde edilen ağırlık katsayılarının kriterlerin tahmin edilen karşılaştırmalı önceliklerinden ne kadar saptığını gösterir. Aynı zamanda, TTS derecesi, bulunan kriter ağırlıklarının güvenilirliğinin bir göstergesidir. Gerçek hayatta, ikili karşılaştırma değerleri $a_{ij} = w_i/w_j$ (burada a_{ij} , i kriterinin j kriterine göre göreceli tercihi göstermektedir) doğru ölçümlere değil, daha ziyade öznel tahminlere dayanmaktadır. Ayrıca a_{ij} değerlerinin ideal w_i/w_j oranlarından sapması da söz konusudur (burada w_i ve w_j , i ve j kriterlerinin kriter ağırlıklarını temsil etmektedir). Örneğin, A'nın B'den, B'nin C'den ve C'nin A'dan çok daha önemli olduğu tespit edilirse, problem çözümünde tutarsızlık ortaya çıkar ve sonuçların güvenilirliği azalır. Bu durum özellikle çok sayıda ikili kriter karşılaştırması olduğunda geçerlidir. FUCOM, bir karşılaştırmadaki hata olasılığını aşağıdakiler nedeniyle mümkün olan en az düzeye indirir: (1) az sayıda karşılaştırma ($n-1$); (burada “ n ” kriter sayısı olmak üzere) (2) kriterlerin optimum değerleri hesaplanırken tanımlanan kısıtlamalardır. FUCOM, TTS tespit ederek hesaplanan ağırlık vektörleri için hata değerini bularak modeli doğrulama imkânı sağlamaktadır. Ayrıca, kriterlerin ağırlıklarını belirlemeye yönelik diğer yöntemlerde (BWM, AHP modelleri), ikili karşılaştırmaların fazla olması ortaya çıkmakta, bu da onları yargılamada hatalara karşı daha az savunmasız halde bırakırken, FUCOM metodolojik prosedürü bu sorunu ortadan kaldırmaktadır (Pamucar vd., 2018).

Bu yöntemin aşamaları şu şekildedir;

1. Aşama: İlk adımda, önceden belirlenen $C = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_n\}$ değerlendirme kriterleri kümesindeki kriterler sıralanır. Bu sıralama, kriterlerin önem derecelerine göre

yapılmaktadır, yani en yüksek ağırlık değerine sahip olması beklenen kriterden başlayarak en düşük öneme sahip olana doğru ilerlenir. Sonuç olarak, kriterler ağırlık katsayılarının beklenen değerlerine göre sıralanmış olur.

$$c_{j(1)} > c_{j(2)} > c_{j(3)} > \dots > c_{j(k)} \quad (1)$$

burada k gözlemlenen kriterin sıralamasını temsil etmektedir. Aynı önem derecesine sahip iki ya da daha fazla kriterin varlığına ilişkin bir durum varsa, denklem (1) ifadesindeki bu kriterler arasına ">" yerine eşitlik "=" işareti konulabilmektedir.

2. Aşama: İkinci adımda, sıralanan kriterler arasında karşılaştırma yapılır. Her bir değerlendirme kriterinin karşılaştırmalı önceliği ($\Phi_{k/(k+1)}$, ($k = 1, 2, \dots, n$, burada k kriterlerin sırasını ifade etmektedir) hesaplanır. Karşılaştırmalı öncelik, $c_{j(k)}$ sırasındaki bir kriterin, $c_{j(k+1)}$ sırasındaki kritere göre üstünlüğünü göstermektedir. Bu şekilde, değerlendirme kriterlerinin karşılaştırmalı önceliklerine ait vektörler (2) numaralı denklemde gösterildiği gibi elde edilir.

$$\Phi = \{ \Phi_{1/2}, \Phi_{2/3}, \dots, \Phi_{k/k+1} \} \quad (2)$$

Burada $\Phi_{k/(k+1)}$, $c_{j(k)}$ sıralamasındaki kriterin $c_{j(k+1)}$ sıralamasındaki kritere göre sahip olduğu önem derecesini yani önceliğini temsil etmektedir.

Kriterlerin karşılaştırmalı öncelikleri aşağıdaki iki yollardan biriyle yapılabilir;

a) Karar vericiler, tercihlerine uygun olarak, gözlemlenen kriterler arasındaki karşılaştırmalı önceliği $\Phi_{k/(k+1)}$ tanımlamaktadır. Örnek verecek olursak; ağırlık değerleri sırasıyla $w_A = 400$ kg ve $w_B = 300$ kg olan iki A ve B kriterleri için, A'nın B'ye göre karşılaştırmalı önceliği ($\Phi_{(A/B)}, \Phi_{(A/B)} = 400/300 = 1,33$ olur. Ayrıca, A ve B ağırlıklarının kesin olarak bilinmediği durumlarda, daha önceden tanımlanmış bir ölçek kullanılırsa (örneğin, 1'den 9'a kadar), o zaman A ve B'nin sırasıyla ağırlıkları örneğin; $w_A = 5$ ve $w_B = 4$ olduğunda; A'nın B'ye göre karşılaştırmalı önceliği $\Phi_{(A/B)}, \Phi_{(A/B)} = 5/4 = 1,25$ olmaktadır. Bu, A'nın B'ye göre 1.33 (hassas ölçümler söz konusu olduğunda); yani 1.25 (ölçüm ölçeği uygulanması durumunda) daha fazla önceliğe (ağırlığa) sahip olduğu anlamına gelmektedir. Aynı şekilde, karar vericiler gözlemlenen kriterler arasındaki $c_{j(k)}$ sıralamasındaki kriterin $c_{j(k+1)}$ sıralamasındaki kriterle aynı öneme sahip olduğunu düşünüyorsa, karşılaştırmalı öncelik $\Phi_{k/(k+1)} = 1$ olmaktadır.

b) Kriterlerin karşılaştırılması, önceden tanımlanmış bir ölçek temel alınarak yapılabilir. Bu sayede karar vericiler her bir kriterin önemini belirleyebilir. Kriterlerin karşılaştırması en önemli kriterden başlayarak yapılır. Bu şekilde, 1.Aşamadaki sıralanan tüm kriterler için kriterlerin önem dereceleri ($w_{q(k)}$) hesaplanır. İlk sıradaki kriter kendisiyle karşılaştırıldığından, bu kriterin önemi $w_{q(1)} = 1$ olarak kabul edilir. Sonuç olarak, geri kalan $n-1$ kriterin karşılaştırılması gerektiği sonucuna varılır.

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı gibi, FUCOM yöntemi, kriterlerin ikili olarak karşılaştırılması için tam sayı, ondalık değerler ya da önceden tanımlanmış ölçekteki değerlerin kullanılması yoluyla kriterlerin ikili olarak karşılaştırılmasına izin vermektedir.

3.Aşama: Üçüncü adımda, değerlendirme kriterlerinin $(w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)^T$ ağırlık katsayılarının nihai değerleri hesaplanmaktadır. Ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin iki koşulu sağlaması gerekmektedir:

i) Ağırlık katsayılarının oranının 2.Aşamada tanımlanan gözlenen kriterler arasındaki karşılaştırmalı önceliğe ($\Phi_{k/(k+1)}$) eşit olması; yani aşağıdaki koşulun karşılanması gerekir:

$$\frac{w_k}{w_{k+1}} = \Phi_{k/(k+1)} \quad (3)$$

ii) Denklem (3) koşuluna ek olarak, ağırlık katsayılarının nihai değerleri matematiksel geçişlilik şartını sağlaması gerekmektedir;

$$\frac{w_k}{w_{k+2}} = \Phi_{k/(k+1)} \otimes \Phi_{(k+1)/(k+2)} \quad (4)$$

Böylece, değerlendirme kriterlerinin ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin karşılaması gereken bir başka şart daha elde edilmektedir.

Tam tutarlılık iki koşulun sağlanmasında yani minimum TTS olduğunda sağlanmaktadır. Maksimum tutarlılık sağlandığında kriter ağırlıkları için hesaplanan değerler (TTS) $\chi=0$ olur.

Değerlendirme kriterlerinin ağırlık katsayılarının nihai değerlerini belirlemeye yönelik nihai model tanımlanır ve bu model çözümlenerek nihai ağırlıklara ulaşılır.

$$\begin{aligned} \min \chi \\ \left| \frac{w_j(k)}{w_j(k+1)} - \Phi_{k/(k+1)} \right| &\leq \chi, \forall_j \\ \left| \frac{w_j(k)}{w_j(k+2)} - \Phi_{k/(k+1)} \otimes \Phi_{(k+1)/(k+2)} \right| &\leq \chi, \forall_j \\ \sum_{j=1}^n w_j &= 1, \forall_j \\ w_j &\geq 0, \forall_j \end{aligned} \quad (5)$$

3.4. PROMETHEE Yöntemi

Bu yöntem ikili karşılaştırmalarda, her bir değerlendirme kriteri için farklı fonksiyon türleri hesaplayarak alternatifler arasında seçim yapmayı sağlayan bir yöntemdir. PROMETHEE yöntemi (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) kelimesinin kısaltılmış hâli olmakla birlikte, yöntemin Türkçeye çevrilmiş hali, tercihlere dayalı sıralamaların zenginleştirilmesi yöntemi olarak ifade edilmektedir. Bu yöntem ilk kez 1982 yılında R. Nadeau ve M. Landry tarafından Université Laval, Québec, Kanada'da düzenlenen bir konferansta sunulmuştur. PROMETHEE yöntemi zamanla geliştirilmiş ve PROMETHEE 1 ile PROMETHEE 2 yöntemleri ortaya çıkmıştır. PROMETHEE 1, kısmi sıralama için kullanılırken, PROMETHEE 2, net bir öncelik sıralaması sunmaktadır. Birkaç yıl sonra J.P. Brans ve B. Mareschal PROMETHEE 3 (aralıklara dayalı sıralama) ve PROMETHEE 4'ü (sürekli durumlar) geliştirmiştir. Aynı yazarlar 1988 yılında PROMETHEE metodolojisini destekleyen bir grafiksel gösterim sağlayan görsel etkileşimli modül GAIA'yı önermişlerdir. PROMETHEE Yönteminin aşamaları şu şekildedir (Brans & Mareschal, 2005);

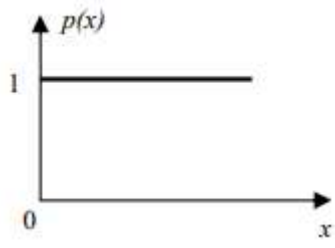
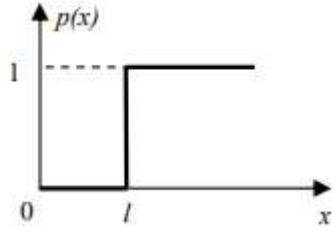
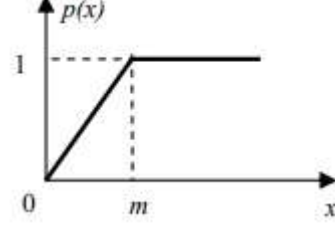
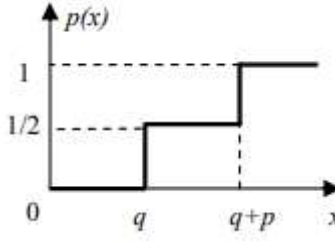
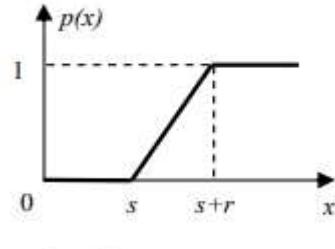
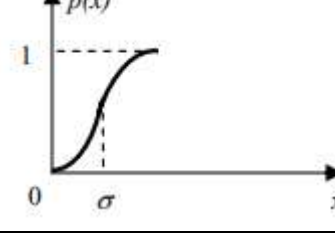
1. Aşama: Veri matrisinin oluşturulması

$w = \{w_1, w_2, w_3, \dots, w_n\}$ ağırlıklarıyla n adet kriter $y = \{k_1, k_2, k_3, \dots, k_n\}$ tarafından değerlendirilen alternatiflere ilişkin veri matrisi $A=(x, y, z, \dots)$, oluşturulmaktadır.

2. Aşama: Tercih fonksiyonlarının belirlenmesi

Her kriter için tercih fonksiyonları belirlenmektedir. Bu fonksiyonlar tablo 2'de gösterilmiştir;

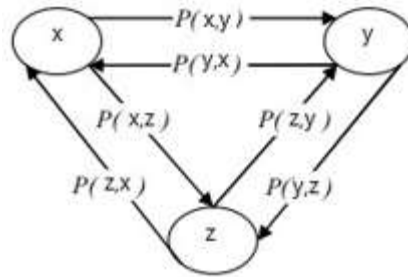
Tablo 2. Tercih Fonksiyonları

Tip	Parametreler	Fonksiyon	Grafik p(x)
Birinci Tip (Olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	
İkinci(U tipi) Tip	l	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$	
Üçüncü (V tipi) Tip	m	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$	
Dördüncü (Seviyeli) Tip	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	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x-s)/r, & s < x < s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x \geq 0 \end{cases}$	

$$P(x,y) = \begin{cases} 0, & f(x) \leq f(y) \\ p[f(x) - f(y)], & f(x) > f(y) \end{cases} \quad (1)$$

3. Aşama: Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi

Tablo 2'deki tercih fonksiyonları temel alınarak, her bir alternatif ikilisi için ortak tercih fonksiyonları belirlenmektedir. Bu fonksiyonların şematik diyagramı şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Ortak tercih fonksiyonlarının şematik diyagramı (Dağdeviren & Erarslan, 2008)

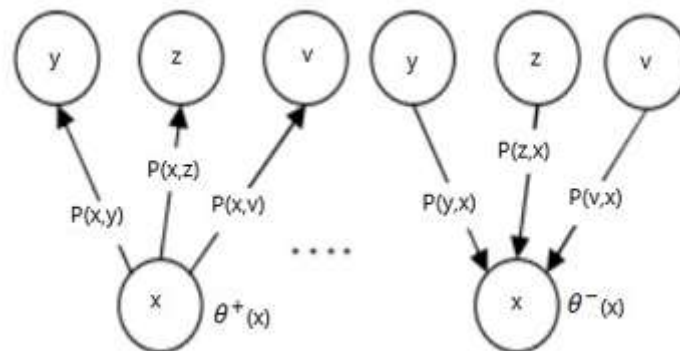
4. Aşama: Tercih indekslerinin hesaplanması

Ortak tercih fonksiyonlarına göre her bir alternatif ikilisi için tercih indeksleri hesaplanmaktadır. $w_n = \{n = 1, 2, 3, \dots, k\}$ ağırlıklarına sahip k adet kriter tarafından hesaplanan x ve y alternatiflerinin tercih indeksleri, denklem (2) ile hesaplanabilir.

$$\pi(x,y) = \frac{\sum_{n=1}^k w_n x P_n(x,y)}{\sum_{n=1}^k w_n} \quad (2)$$

5. Aşama: Pozitif ve Negatif üstünlüklerin hesaplanması

Her bir alternatif için pozitif (θ^+) ve negatif (θ^-) üstünlük değerleri belirlenmektedir. Örnek olarak, x seçeneğinin pozitif ve negatif üstünlük diyagramı Şekil 2'de gösterilmiştir. Pozitif üstünlük denklem (3) ile, negatif üstünlük ise denklem (4) ile hesaplanmaktadır.



Şekil 2. x alternatifi için pozitif ve negatif üstünlük diyagramı

$$\theta^+(x) = \sum \pi(x,a) \quad a = (x,y,z,\dots) \quad (3)$$

$$\theta^-(x) = \sum \pi(a,x) \quad a = (x,y,z,\dots) \quad (4)$$

6. Aşama: Kısmi önceliklerin belirlenmesi

PROMETHEE I yöntemiyle kısmi öncelikler belirlenmektedir.

a) Şu koşullardan herhangi biri sağlandığında, x alternatifi y alternatifine göre tercih edilmektedir;

$$\text{i. } \theta^+(x) > \theta^+(y) \text{ ve } \theta^-(x) < \theta^-(y) \quad (5)$$

$$\text{ii. } \theta^+(x) > \theta^+(y) \text{ ve } \theta^-(x) = \theta^-(y) \quad (6)$$

$$\text{iii. } \theta^+(x) = \theta^+(y) \text{ ve } \theta^-(x) < \theta^-(y) \quad (7)$$

b) Şu şart sağlandığında, x ve y birbirinden ayırt edilemez.

$$\text{i. } \theta^+(x) = \theta^+(y) \text{ ve } \theta^-(x) = \theta^-(y) \quad (8)$$

c) Şu koşullardan biri sağlandığında, x ve y alternatifleri karşılaştırılmaz.

$$\text{i. } \theta^+(x) > \theta^+(y) \text{ ve } \theta^-(x) > \theta^-(y) \quad (9)$$

$$\text{ii. } \theta^+(x) < \theta^+(y) \text{ ve } \theta^-(x) < \theta^-(y) \quad (10)$$

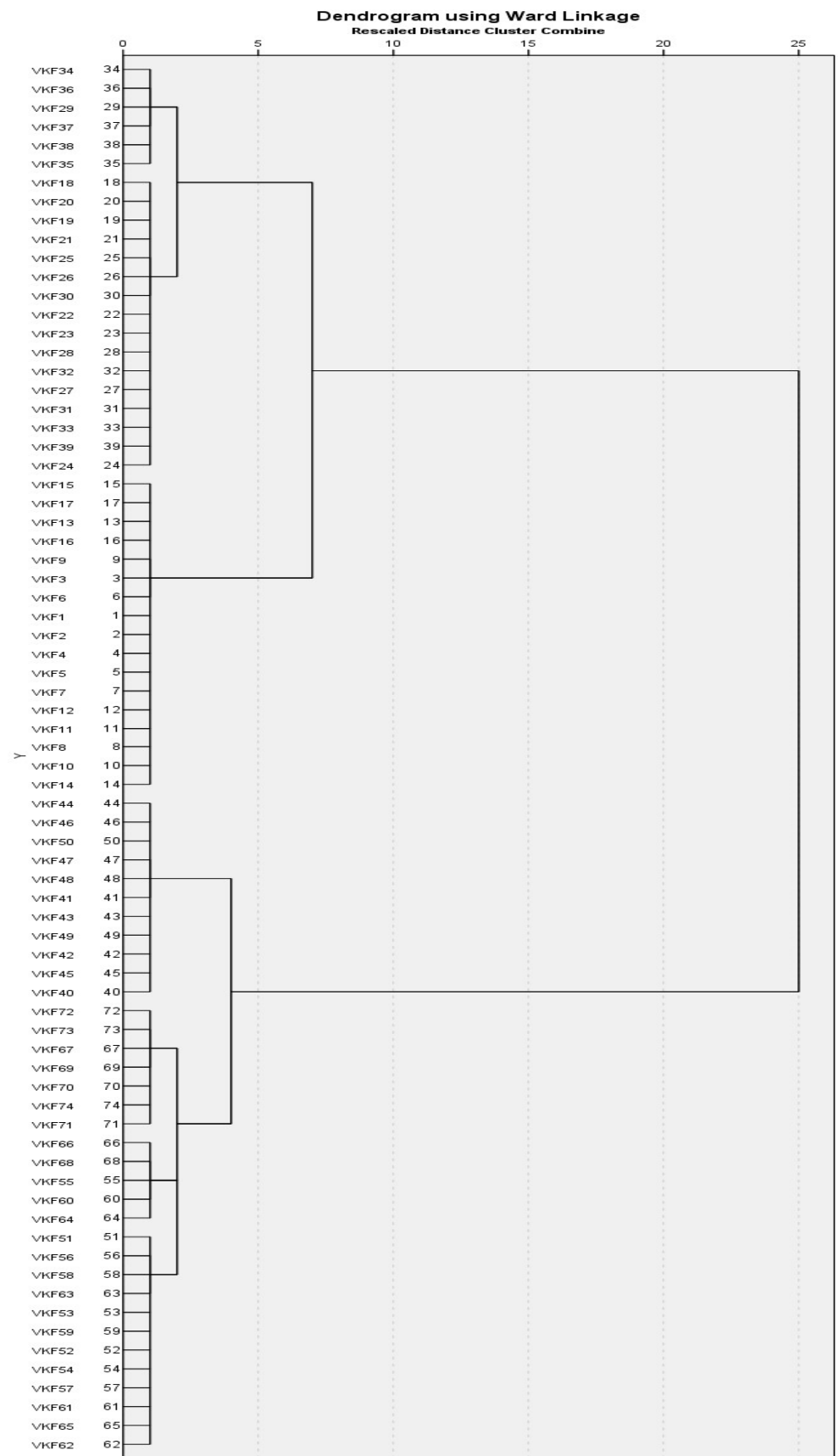
7.Aşama: PROMETHEE II yöntemiyle alternatiflerin tam öncelikleri eşitlik(11) ile hesaplanmaktadır. Tam öncelik değerleri kullanılarak tam sıralama belirlenmektedir.

$$\theta(x) = \theta^+(x) - \theta^-(x) \quad (11)$$

4. Uygulama

4.1. Kümeleme Analizi

TÜMA verilerine göre Vakıf Üniversitelerinin hiyerarşik kümeleme yöntemine göre SPSS 25.0 paket programında yapılan analiz sonucu Şekil 3'te verilmiştir. Kümeleme analizinde Öklid uzaklığı ve Ward yöntemi uygulanmıştır.



Şekil 3. Vakıf Üniversitelerinin Dendogramı

Şekil 3'e bakıldığında Vakıf Üniversiteleri Hiyerarşik Kümeleme yöntemi ile 4 kümeye ayrılmıştır. Hiyerarşik kümeleme analizinde Ward bağlantı yöntemi ve Öklidyen uzaklık ölçütü kullanılarak oluşturulan dendrogram incelendiğinde optimum küme sayısının dört olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Küme Üyelikleri

<i>Küme Üyelikleri</i>					
Üniv.	Kümeler	Üniv.	Kümeler	Üniv.	Kümeler
1:VKF1	1	26:VKF26	2	51:VKF51	4
2:VKF2	1	27:VKF27	2	52:VKF52	4
3:VKF3	1	28:VKF28	2	53:VKF53	4
4:VKF4	1	29:VKF29	2	54:VKF54	4
5:VKF5	1	30:VKF30	2	55:VKF55	4
6:VKF6	1	31:VKF31	2	56:VKF56	4
7:VKF7	1	32:VKF32	2	57:VKF57	4
8:VKF8	1	33:VKF33	2	58:VKF58	4
9:VKF9	1	34:VKF34	2	59:VKF59	4
10:VKF10	1	35:VKF35	2	60:VKF60	4
11:VKF11	1	36:VKF36	2	61:VKF61	4
12:VKF12	1	37:VKF37	2	62:VKF62	4
13:VKF13	1	38:VKF38	2	63:VKF63	4
14:VKF14	1	39:VKF39	2	64:VKF64	4
15:VKF15	1	40:VKF40	3	65:VKF65	4
16:VKF16	1	41:VKF41	3	66:VKF66	4
17:VKF17	1	42:VKF42	3	67:VKF67	4
18:VKF18	2	43:VKF43	3	68:VKF68	4
19:VKF19	2	44:VKF44	3	69:VKF69	4
20:VKF20	2	45:VKF45	3	70:VKF70	4
21:VKF21	2	46:VKF46	3	71:VKF71	4
22:VKF22	2	47:VKF47	3	72:VKF72	4
23:VKF23	2	48:VKF48	3	73:VKF73	4
24:VKF24	2	49:VKF49	3	74:VKF74	4
25:VKF25	2	50:VKF50	3		

Tablo 3 incelendiğinde; 74 Vakıf Üniversiteleri 4 grupta kümelendi. Buna göre, TÜMA verilerine göre sıralanan gerçek sıralamada ilk 17 üniversite birinci kümede yer almıştır. Sonraki 22 Vakıf Üniversitesi ikinci kümeyi, sonraki 11 Vakıf Üniversitesi üçüncü kümeyi ve sonraki 24 Vakıf Üniversitesi ise dördüncü kümeyi oluşturmuştur.

4.2. FUCOM Yöntemiyle Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Araştırmada öğrenim Deneyiminin Tatminkârlığı, Yerleşke ve Yaşantının Doyuruculuğu, Akademik Destek ve İlgi, Kurumun Yönetim ve İşleyişinden Memnuniyet, Öğrenme İmkan ve Kaynakların Zenginliği ve Kişisel Gelişim ve Kariyer Desteği olmak üzere toplamda 6 kriter kullanılmıştır. Bu kriterler TÜMA verilerinde yer alan kriterlerdir.

Eğitimde ölçme ve değerlendirme alanından 2 öğretim üyesi, 2 Üniversite kalite birimi uzmanları ve 2 uzman yardımcısı olmak üzere 6 kişiyle yapılan görüşmeler sonucuna göre kriterlerin sıralanması tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Uzmanlara Göre Kriterlerin Nihai Sıralaması

S.N	Kriterler	Sıralama
KRT1	ÖDT	2
KRT2	YYD	5
KRT3	ADİ	4
KRT4	KYİM	6
KRT5	ÖİKZ	1
KRT6	KGKD	3

Tablo 4'e bakıldığında uzmanlara göre kriterlerin nihai sıralaması yapılmıştır. Bu nihai sıralama her bir uzmanın kriter sıralamalarının geometrik ortalaması alınarak oluşturulmuştur.

2.Aşama: Kriterlerin öneminin belirlenmesi amacıyla (1’den 9’a kadar) olan ölçek kullanılarak kriterler arasında karşılaştırma yapılmıştır. En iyi olarak belirtilen kritere göre diğer kriterlerin öncelik sıralamaları uzmanlarca oluşturulmuş ve tablo 5’te belirtilmiştir.

Tablo 5. Uzmanların Kriter Öncelik Sıralamaları

Karar Verici Uzmanlar	Kriterler					
1.Uzman	KRT5>KRT3>KRT1>KRT6>KRT2>KRT4					
	1	2	4	5	7	8
2.Uzman	KRT5>KRT1>KRT6>KRT3>KRT4>KRT2					
	1	3	5	6	7	8
3.Uzman	KRT5>KRT6>KRT1>KRT3>KRT2>KRT4					
	1	2	4	5	7	9
4.Uzman	KRT6>KRT1>KRT5>KRT3>KRT2>KRT4					
	1	2	4	7	8	9
5.Uzman	KRT6>KRT5>KRT1>KRT2>KRT3>KRT4					
	1	2	4	5	6	7
6.Uzman	KRT1>KRT5>KRT6>KRT3>KRT2>KRT4					
	1	3	4	6	7	8

Tablo 5’te yer alan karar verici 1 için, kriter karşılaştırmalı önceliklerine bakıldığında en önemli kriterin Öğrenme İmkân ve Kaynakların Zenginliği (KRT5) olduğu görülmektedir. Bu karar verici bu kriterin (KRT1) Akademik Destek ve İlgi (KRT3) kriterinden 2 kat daha önemli olduğunu; Öğrenim Deneyiminin Tatminkârlığı kriterinden (KRT1) 4 kat daha önemli, Kişisel Gelişim ve Kariyer Desteği (KRT6) kriterinden 5 kat daha önemli, Yerleşke ve Yaşantının Doyuruculuğu (KRT2) kriterinden 7 kat daha önemli ve Kurumun Yönetim ve İşleyişinden Memnuniyet (KRT4) kriterinden ise 8 kat daha önemli olduğunu belirtmiştir. Diğer karar vericilerle yapılan değerlendirmeler de benzer şekilde belirtilmiştir.

Karar vericiler tarafından gerçekleştirilen değerlendirmelerin karşılaştırmalı öncelikleri bütün kriterlere göre yapılmaktadır. Birinci karar verici için yapılan karşılaştırmalı öncelik hesaplanması aşağıda gösterilmiştir.

$$\begin{aligned}\Phi_{KRT5/KRT3} &= 2/1 = 2, & \Phi_{KRT3/KRT1} &= 4/2 = 2, & \Phi_{KRT1/KRT6} &= 5/4 = 1,25, \\ \Phi_{KRT6/KRT2} &= 7/5 = 1,4, & \Phi_{KRT2/KRT4} &= 8/7 = 1,14,\end{aligned}$$

Bütün kriterlerin kriter ağırlıkları karşılaştırmalı öncelikler kullanılarak hesaplanmaktadır. Denklem 3 kullanılarak kriterlerin ağırlık katsayılarının oranı hesaplanmıştır. Hesaplanan ağırlık katsayıları oranının kriterlerin karşılaştırmalı önceliğine eşit olması gerekmektedir. Birinci karar vericinin değerlendirmesi neticesinde kriterlerin ağırlık katsayı oranı aşağıda gösterilmiştir;

$$\begin{aligned}w_{KRT5/KRT3} &= 2/1 = 2, & w_{KRT3/KRT1} &= 4/2 = 2, & w_{KRT1/KRT6} &= 5/4 = 1,25, \\ w_{KRT6/KRT2} &= 7/5 = 1,4, & w_{KRT2/KRT4} &= 8/7 = 1,14,\end{aligned}$$

Ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin Denklem 4’te gösterilen matematiksel geçişlilik koşulunu sağlaması gereklidir. Örneğin; birinci karar vericinin değerlendirmesi neticesinde beşinci kriterin birinci kritere göre değeri aşağıda gösterilmiştir;

$$\begin{aligned}\frac{w_{KRT5}}{w_{KRT1}} &= w_{KRT5/KRT3} \times w_{KRT3/KRT1} = 2 \times 2 = 4 \\ \frac{w_{KRT1}}{w_{KRT2}} &= w_{KRT1/KRT6} \times w_{KRT6/KRT2} = 1,25 \times 1,4 = 1,75\end{aligned}$$

$$\frac{w_{KRT3}}{w_{KRT6}} = w_{KRT3/KRT1} \times w_{KRT1/KRT6} = 2 \times 1,25 = 2,5$$

$$\frac{w_{KRT6}}{w_{KRT4}} = w_{KRT6/KRT2} \times w_{KRT2/KRT4} = 1,4 \times 1,14 = 1,6$$

Böylece, ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin iki koşulunun da sağlanmış olduğu görülmektedir. Birinci karar vericinin değerlendirmesi neticesinde kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması amacıyla denklem 5'te belirtilen doğrusal programlama modeli kurulmaktadır.

Min χ

$$\left| \frac{w_{KRT5}}{w_{KRT3}} - 2 \right| \leq \chi \quad \left| \frac{w_{KRT3}}{w_{KRT1}} - 2 \right| \leq \chi \quad \left| \frac{w_{KRT1}}{w_{KRT6}} - 1,25 \right| \leq \chi$$

$$\left| \frac{w_{KRT6}}{w_{KRT2}} - 1,4 \right| \leq \chi \quad \left| \frac{w_{KRT2}}{w_{KRT4}} - 1,14 \right| \leq \chi \quad \left| \frac{w_{KRT5}}{w_{KRT1}} - 4 \right| \leq \chi$$

$$\left| \frac{w_{KRT1}}{w_{KRT2}} - 1,75 \right| \leq \chi \quad \left| \frac{w_{KRT3}}{w_{KRT6}} - 2,5 \right| \leq \chi \quad \left| \frac{w_{KRT6}}{w_{KRT4}} - 1,6 \right| \leq \chi$$

$$\sum_{j=1}^6 w_j = 1, \quad w_j \geq 0, \forall_j$$

Ağırlık katsayılarının nihai değerleri ve tam tutarlılıktan sapma (TTS) değeri LINGO 20 yazılımıyla hesaplanmıştır. Karar vericilere göre kriterlerin ağırlık değerleri tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Kriterlerin Önem Değerleri

Kriterler	Uzman 1	Uzman 2	Uzman 3	Uzman 4	Uzman 5	Uzman 6
KRT1 ÖDT	0,113	0,169	0,113	0,235	0,111	0,495
KRT2 YYD	0,064	0,064	0,065	0,059	0,088	0,071
KRT3 ADİ	0,225	0,085	0,091	0,067	0,074	0,083
KRT4 KYİM	0,056	0,073	0,050	0,052	0,063	0,062
KRT5 ÖİKZ	0,451	0,508	0,454	0,117	0,221	0,165
KRT6 KGKD	0,090	0,102	0,227	0,470	0,443	0,124

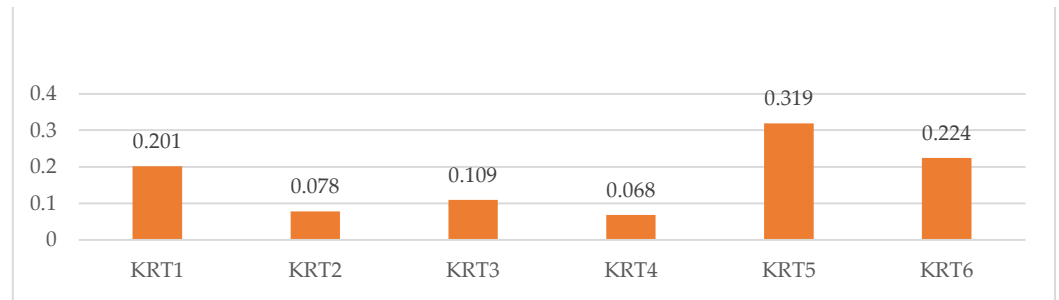
Tablo 7'de karar vericilerin ağırlık değerleri verilmiştir. Bu değerlerin TTS değerleri (TTS) $\chi=0$ 'dır. Böylece kriter ağırlıkları için hesaplanan değerler için maksimum tutarlılık sağlanmış olur.

Tablo 7. Kriterlerin Ağırlık değerleri ortalaması

Kriterler	KRT1	KRT2	KRT3	KRT4	KRT5	KRT6
$w_{j(k)}$	0,201	0,078	0,109	0,068	0,319	0,224
Sıra	3	5	4	6	1	2

Tablo 7'de her karar vericinin verdiği cevabın geometrik ortalaması hesaplanarak tek bir sıralama elde edilmiştir (Mohammadi & Rezaei, 2020). Bu sıralamaya göre en önemli kriter "Öğrenme İmkân ve Kaynakların Zenginliği" (KRT5) ve en az önemli kriter ise "Kurumun Yönetim ve İşleyişinden Memnuniyet" (KRT4) olmuştur.

Değerlendirme kriterlerinin ağırlık son değerlerinin belirlenmesi amacıyla son model oluşturulmuş ve çözümlenmiştir. Nihai ağırlık değerleri ile tam tutarlılıktan sapma değerleri, LINGO 20 programı kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 3. Kriterlerin Ağırlık Değerleri

4.3. PROMETHEE Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması

1. Aşama: Normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması

Doğrusal max-min tipi normalleştirme kullanarak, normalleştirilmiş karar matrisi tablo 8’de hesaplanmıştır.

Tablo 8. Normalleştirilmiş Karar Matrisi

Üniv.	KRT1	KRT2	KRT3	KRT4	KRT5	KRT6
VKF1	1,000	0,863	0,937	0,955	0,957	0,855
VKF2	0,933	0,902	1,000	0,955	0,899	0,790
VKF3	0,917	0,941	0,810	0,985	0,913	0,871
VKF4	0,950	0,961	0,857	0,672	1,000	1,000
VKF5	0,883	0,961	0,921	0,716	0,971	0,935
VKF6	0,883	0,843	0,841	0,925	0,957	0,871
VKF7	0,883	0,863	0,857	0,821	0,971	0,839
VKF8	0,917	0,961	0,778	0,791	0,913	0,839
VKF9	0,917	0,765	0,905	1,000	0,696	0,806
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
VKF70	0,267	0,314	0,190	0,015	0,101	0,129
VKF71	0,367	0,137	0,063	0,269	0,000	0,065
VKF72	0,083	0,039	0,381	0,164	0,116	0,065
VKF73	0,000	0,000	0,222	0,045	0,174	0,000
VKF74	0,067	0,157	0,000	0,015	0,101	0,129

PROMETHEE Yöntemi hesaplaması için tercih edilen fonksiyon Lineer Tercih Fonksiyonudur. Bu fonksiyonda alternatifler arasındaki fark arttıkça tercih derecesinin lineer olarak artmasını sağlamaktadır. Lineer Tercih Fonksiyonuna göre denklem (1) aracılığıyla hesaplanan her bir değer kriter ağırlık katsayı değerleri ile çarpılmıştır. Daha sonra diğer adımlar takip edilerek nihai sıralama elde edilmiştir.

PROMETHEE I yöntemi, alternatifler için sadece kısmi bir sıralama sunmaktadır. Pozitif ve negatif üstünlük (φ^+ ve φ^-) değerleri üzerinden sadece en iyi ve en kötü alternatifleri net bir şekilde ayırt etmektedir. Ancak, bu yöntem ara sıralarda yer alan alternatiflerin kesin sıralamasını belirlemekte yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, tüm alternatiflerin tam bir sıralamasını elde edebilmek için PROMETHEE II yöntemi tercih edilmektedir. PROMETHEE II metodunda, net üstünlük değeri (φ), pozitif üstünlük değerinden negatif üstünlük değerinin çıkarılmasıyla elde edilir. Bu net üstünlük (φ) değerlerine göre yapılan sıralama, tüm alternatifleri kapsayan eksiksiz bir sıralama sağlamaktadır.

Tablo 9. Vakıf Üniversitelerinin PROMETHEE Yöntemine Göre Pozitif ve Negatif Üstünlük Değerleri

	Pozitif Akış (Leaving Flow)	Negatif Akış (Entering Flow)	q
V1	0,396	0,002	0,394
V2	0,363	0,006	0,357
V3	0,365	0,005	0,361
V4	0,414	0,004	0,410
V5	0,387	0,004	0,383
V6	0,364	0,005	0,360
V7	0,358	0,005	0,353
V8	0,302	0,007	0,295
V9	0,314	0,028	0,285
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
V70	0,010	0,397	-0,387
V71	0,013	0,438	-0,425
V72	0,007	0,432	-0,425
V73	0,003	0,469	-0,466
V74	0,004	0,465	-0,461

PROMETHEE Yöntemi için kullanılacak kriter ağırlık değerleri FUCOM Yöntemi ile hesaplanmıştır. Tablo 7’de yer alan ağırlık değerleri kullanılarak PROMETHEE yöntemine göre Vakıf Üniversitelerinin sıralaması yapılmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Vakıf Üniversitelerinin FUCOM-PROMETHEE Yöntemine Göre Sıralanması

Univ.	Sıra	Univ.	Sıra	Univ.	Sıra
VKF4	1	VKF28	26	VKF52	51
VKF1	2	VKF22	27	VKF53	52
VKF5	3	VKF25	28	VKF54	53
VKF3	4	VKF31	29	VKF55	54
VKF6	5	VKF26	30	VKF51	55
VKF2	6	VKF30	31	VKF57	56
VKF7	7	VKF35	32	VKF60	57
VKF12	8	VKF34	33	VKF59	58
VKF11	9	VKF36	34	VKF58	59
VKF13	10	VKF32	35	VKF63	60
VKF10	11	VKF33	36	VKF61	61
VKF8	12	VKF37	37	VKF66	62
VKF9	13	VKF38	38	VKF56	63
VKF18	14	VKF39	39	VKF65	64
VKF19	15	VKF40	40	VKF62	65
VKF14	16	VKF42	41	VKF64	66
VKF17	17	VKF41	42	VKF68	67
VKF15	18	VKF45	43	VKF67	68
VKF16	19	VKF43	44	VKF69	69
VKF20	20	VKF49	45	VKF70	70
VKF21	21	VKF44	46	VKF71	71
VKF23	22	VKF46	47	VKF72	72
VKF27	23	VKF47	48	VKF74	73
VKF24	24	VKF48	49	VKF73	74
VKF29	25	VKF50	50		

Tablo 10’a bakıldığında, Vakıf Üniversiteleri sıralamasında ilk sıradan başlayarak ilk beş Üniversite sırasıyla; VKF4 (İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi), VKF1 (MEF Üniversitesi), VKF5(Sabancı Üniversitesi), VKF3(Hasan Kalyoncu Üniversitesi), VKF6(İzmir Ekonomi Üniversitesi) olmuştur.

Tablo 11. TÜMA Verilerindeki Düzey ile Kümeleme Analizi Karşılaştırması

S. N.	Üniversiteler	Düzey	Kümeleme
1	MEF Üniversitesi	A+	Birinci Küme
2	TED Üniversitesi	A+	Birinci Küme
3	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	A+	Birinci Küme
4	İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi	A	Birinci Küme
5	Sabancı Üniversitesi	A	Birinci Küme
6	İzmir Ekonomi Üniversitesi	A	Birinci Küme
7	Koç Üniversitesi	A	Birinci Küme
8	Özyeğin Üniversitesi	A	Birinci Küme
9	Sanko Üniversitesi	A	Birinci Küme
10	Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi	A	Birinci Küme
11	Piri Reis Üniversitesi	A	Birinci Küme
12	Yaşar Üniversitesi	A	Birinci Küme
13	Bezm-i Âlem Vakıf Üniversitesi	A	Birinci Küme
14	Biruni Üniversitesi	B	Birinci Küme
15	Beykoz Üniversitesi	B	Birinci Küme
16	İstanbul Atlas Üniversitesi	B	Birinci Küme
17	Altınbaş Üniversitesi	B	Birinci Küme
18	İbn Haldun Üniversitesi	B	İkinci Küme
19	İstanbul Bilgi Üniversitesi	B	İkinci Küme
20	Kadir Has Üniversitesi	C	İkinci Küme
21	KTO Karatay Üniversitesi	C	İkinci Küme
22	Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi	C	İkinci Küme
23	İstanbul 29 Mayıs Üniversitesi	C	İkinci Küme
24	Demiroğlu Bilim Üniversitesi	C	İkinci Küme
25	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	C	İkinci Küme
26	Nuh Naci Yazgan Üniversitesi	C	İkinci Küme
27	Işık Üniversitesi	D	İkinci Küme
28	Maltepe Üniversitesi	D	İkinci Küme
29	Yeditepe Üniversitesi	D	İkinci Küme
30	Atılım Üniversitesi	D	İkinci Küme
31	İstanbul Ticaret Üniversitesi	D	İkinci Küme
32	Kapadokya Üniversitesi	D	İkinci Küme
33	İstanbul Kültür Üniversitesi	D	İkinci Küme
34	İstanbul Medipol Üniversitesi	D	İkinci Küme
35	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	D	İkinci Küme
36	İstanbul Okan Üniversitesi	D	İkinci Küme
37	Başkent Üniversitesi	D	İkinci Küme
38	Bahçeşehir Üniversitesi	D	İkinci Küme
39	Antalya Bilim Üniversitesi	D	İkinci Küme
40	İstanbul Kent Üniversitesi	D	Üçüncü Küme
41	İstanbul Beykent Üniversitesi	FF	Üçüncü Küme
42	Ufuk Üniversitesi	FF	Üçüncü Küme
43	Çankaya Üniversitesi	FF	Üçüncü Küme
44	İstinye Üniversitesi	FF	Üçüncü Küme
45	Üsküdar Üniversitesi	FF	Üçüncü Küme
46	Yüksek İhtisas Üniversitesi	FF	Üçüncü Küme
47	Lokman Hekim Üniversitesi	FF	Üçüncü Küme
48	Mudanya Üniversitesi	FF	Üçüncü Küme
49	Çağ Üniversitesi	FF	Üçüncü Küme
50	Toros Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
51	İstanbul Topkapı Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
52	İstanbul Nişantaşı Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
53	İzmir Tınaztepe Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
54	Doğuş Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
55	Avrasya Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
56	Alanya Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
57	İstanbul Gedik Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
58	Ankara Medipol Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
59	İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
60	Ostim Teknik Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
61	İstanbul Arel Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
62	İstanbul Rumeli Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
63	Konya Gıda ve Tarım Ü.	FF	Dördüncü Küme
64	Haliç Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
65	İstanbul Gelişim Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
66	Türk Hava Kurumu Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme

67	İstanbul Aydın Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
68	İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
69	Fenerbahçe Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
70	Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Ü.	FF	Dördüncü Küme
71	İstanbul Galata Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
72	Ankara Bilim Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
73	Antalya Belek Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme
74	İstanbul Esenyurt Üniversitesi	FF	Dördüncü Küme

Tablo 11 incelendiğinde, TÜMA verilerine göre üniversiteler “A+, A, B, C, D ve FF” şeklinde altı düzeyde kategorize edilmiştir. Bu çalışmada ise aynı verilere uygulanan kümeleme analizi sonucunda üniversiteler dört gruba ayrılmıştır. TÜMA düzeylerinde yer alan "A+" grubu, anlam bütünlüğü açısından "A" düzeyiyle birleştirildiğinde, Birinci Küme ile TÜMA'nın üst düzey gruplamaları genel olarak örtüşmektedir. Ancak bazı üniversitelerin gruplarında sapmalar gözlemlenmiştir. Örneğin, bazı "B" düzeyindeki üniversiteler (Biruni, Beykoz vb. gibi üniversiteler) Birinci Küme'de yer alırken, benzer düzeydeki diğer üniversiteler İkinci Küme'ye dahil edilmiştir. Benzer şekilde, "D" düzeyindeki üniversitelerin bir kısmı İkinci Küme'de yer alırken, diğer bir kısmı Üçüncü Küme'ye düşmüştür. Bu durum, kümeleme analizinin yalnızca TÜMA puan düzeyine değil, üniversiteler arasındaki genel benzerlik ve farklılık yapılarına dayandığını gösterebilmektedir.

Verilerin kullanıldığı Vakıf Üniversitelerinin Memnuniyet Araştırmaları (TÜMA) 2024 raporuna göre sıralanan referans sıralama ile FUCOM-PROMETHEE Yöntemine göre sıralanan sıralama arasındaki spearman korelasyon katsayı değeri Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Korelasyon Katsayı Değerleri

		TÜMA	FUCOM-PROMETHEE
TÜMA	r	--	
	p değeri		
	N	74	
FUCOM-PROMETHEE	r	0,994**	--
	p değeri	0,000	
	N	74	74

Tablo 12'ye göre, TÜMA 2024 raporundaki sıralama ile FUCOM-PROMETHEE Yöntemine göre yapılan sıralama arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$), pozitif ve yüksek düzeyde ($r = 0,994$) ilişki tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre FUCOM-PROMETHEE Yöntemi sıralaması TÜMA 2024 raporu ile benzer sonuçlar vermiştir denebilir.

5. Sonuç ve Tartışma

Ülkemizde yükseköğretim kurumları, devlet tarafından sunulan bir kamu hizmeti niteliğindedir. Fakat ülkemizdeki genç nüfusun artış göstermesi, ekonomik ve teknolojik ilerlemelerle birleşerek yükseköğretim kurumlarına olan talebi önemli ölçüde artırmıştır. Bu durum, mevcut devlet üniversitelerinin yanı sıra Vakıf Üniversitelerinin de kurulmasını gerektirmiştir. Böylece, yükseköğretimde çeşitlilik sağlanarak daha fazla öğrenciye hizmet verilmesi mümkün hale gelmiştir.

Kümeleme analizi, bilimsel araştırmalarda sıkça kullanılan ve birimleri benzerlik ile farklılıklarına göre gruplandırmayı esas alan bir yöntemdir. Bu analizin temel amacı, belirli kriterlere dayalı olarak birimler arasında anlamlı kümeler oluşturmaktır. Benzerliklere dayanarak kümeler oluşturulması için birden fazla yaklaşım geliştirilmiştir. Hiyerarşik kümeleme yöntemi, bu yaklaşımlar arasında daha etkin ve yaygın bir biçimde tercih edilmektedir. Yapılan çalışmada, Vakıf Üniversitelerinin bu yöntemle gruplandırılması gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar, eğitim kurumlarının özelliklerine göre farklılıklarını ortaya koymada önemli bir katkı sağlamıştır.

TÜMA verilerine göre üniversiteler altı düzeyde sınıflandırılmış, kümeleme analizinde ise bu üniversiteler dört gruba ayrılmıştır. A+ ve A düzeyleriyle Birinci Küme büyük ölçüde örtüşse de özellikle B ve D düzeylerindeki bazı üniversiteler farklı kümelere dağılmıştır. Düzey gruplaması ve kümeleme sonuçları arasında genel bir paralellik bulunsa da özellikle orta ve alt düzey üniversitelerde farklılıklar dikkat çekmektedir.

Türkiye'deki Vakıf Üniversiteleri, memnuniyet düzeylerine göre kümeleme analiziyle sınıflandırılmış ve ardından FUCOM-PROMETHEE entegreli bir ÇKKVY yöntemi ile sıralamaları gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde, Vakıf Üniversiteleri hem belirlenen kümeler içinde gruplandırılmış hem de genel sıralamaları yapılmıştır. Analizler sonucunda, her bir grubun ve üniversitelerin genel sıralamaları değerlendirilmiş, sonuçlar TÜMA 2024 verileriyle karşılaştırılmıştır.

Türkiye'deki 74 adet Vakıf Üniversitesi dört farklı grupta kümeleneştir. Analiz sonuçlarına göre, ilk 17 üniversite birinci kümede yer almıştır. Sonraki 22 Vakıf Üniversitesi ikinci kümeyi, sonraki 11 Vakıf Üniversitesi üçüncü kümeyi ve sonraki 24 Vakıf Üniversitesi ise dördüncü kümeyi oluşturmuştur.

Araştırmada kullanılan kriterlerin ağırlık katsayılarını belirlemek amacıyla FUCOM yöntemi uygulanmıştır. Uzmanların verdiği yanıtların geometrik ortalamaları alınarak nihai ağırlık katsayıları ve bu katsayıların sıralaması elde edilmiştir. Sonuçlara göre, en önemliden en az önemliye doğru kriterler; KRT5 (Öğrenme İmkân ve Kaynakların Zenginliği), KRT6 (Kişisel Gelişim ve Kariyer Desteği), KRT1 (Öğrenim Deneyiminin Tatminkârlığı), KRT3 (Akademik Destek ve İlgi), KRT2 (Yerleşke ve Yaşantının Doyuruculuğu), KRT4 (Kurumun Yönetim ve İşleyişinden Memnuniyet) olarak sıralanmıştır.

Türkiye'deki Vakıf Üniversiteleri sıralamasında ilk beş sırada sırasıyla şu üniversiteler yer almaktadır: VKF4 (İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi), VKF1 (MEF Üniversitesi), VKF5 (Sabancı Üniversitesi), VKF3 (Hasan Kalyoncu Üniversitesi) ve VKF6 (İzmir Ekonomi Üniversitesi).

Ayrıca, TÜMA 2024 raporundaki sıralama ile FUCOM-PROMETHEE yöntemi kullanılarak elde edilen sıralama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bu ilişki pozitif yönlü ve oldukça yüksek düzeyde olup iki yöntemle elde edilen sonuçların birbirine büyük ölçüde uyumlu olduğunu göstermektedir. Bu, FUCOM-PROMETHEE yönteminin Vakıf Üniversitelerinin sıralanmasında güvenilir bir analiz aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Daha sonraki yapılacak çalışmalarda, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden farklı entegreli yöntemler kullanılarak analiz yapılması önerilmektedir. Ayrıca farklı veri setlerine aynı yöntem veya farklı yöntemler uygulanabilir. Böylelikle hangi yöntemlerin daha güvenilir ve doğru sonuçlar verdiği üzerine tartışılabilir. Yöntemler arasındaki ilişki ve bu ilişkiyi etkileyen faktörler ortaya çıkarılabilir.

Kaynakça

- Akın, Y. K. (2008). *Veri madenciliğinde kümeleme algoritmaları ve kümeleme analizi*. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim dalı.
- Azadnia, A. H., Ghadimi, P., Saman, M. Z. M., Wong, K. Y., & Sharif, S. (2011). Supplier selection: A hybrid approach using ELECTRE and Fuzzy clustering. A. AbdManaf, A. Zeki, M. Zamani, S. Chuprat, & E. ElQawasmeh (Eds.), *Informatics engineering and information science*, PT II (Vol. 252, pp. 663–676).
- Blashfield, R. K., & Aldenderfer, M. S. (1978). *The literature on cluster analysis*. *Multivariate Behavioral Research*, 13, 271–295.
- Brans, J. P., & Mareschal, B. (2005). Promethee methods. J. R. Figueira, S. Greco, & M. Ehrogott (Eds.), *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*. Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-23081-5_5
- Brans, J. P., & Vincke, P. (1985). A preference ranking organization method: The PROMETHEE method for MCDM. *Management Science*, 31(6), ss.647–656.
- Dağdeviren, M. & Erarslan, E. (2008). PROMETHEE sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 69–75.

- Değirmenci, N., & Yakıcı Ayan, T. (2020). OECD ülkelerinin sağlık göstergeleri açısından bulanık kümeleme analizi ve TOPSIS yöntemine göre değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 38(2), 229–241. <https://doi.org/10.17065/huniibf.592991>
- Ecer, F. (2021). FUCOM sübjektif ağırlıklandırma yöntemi ile rüzgâr çiftliği yer seçimini etkileyen faktörlerin analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(1), 24–34.
- Erdoğan, N. (2019). *Geleceğin Türkiye'sinde yükseköğretim*. İstanbul: İlke Yayınları.
- Gözükar, İ. (2015). Vakıf üniversitelerinin akademik kriterler açısından kümeleme analizi ile incelenmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 156–171.
- Güler, E., Avci, S., & Aladag, Z. (2023). Earthquake risk prioritization via two-step cluster analysis and SWARA-ELECTRE methods. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences-Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 41(2), 356–372. <https://doi.org/10.14744/sigma.2022.00105>
- Gündoğdu, H., & Aytekin, A. (2020). Yönetişim göstergeleri bağlamında ülkelerin kümeleme analizi ve Aras ile değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 66, 301–318.
- Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (1990). Finding groups in data: An introduction to cluster analysis. New York: John Wiley and Sons.
- Kazerooni, M., Raoufi, M., & Fayek, A. R. (2020). Framework to analyze construction labor productivity using fuzzy data clustering and multi-criteria decision-making. P. B. Tang, D. Grau, & M. Elasmr (Eds.), *Construction research congress 2020: Computer applications* (48–57).
- Mohammadi, M., & Rezaei, J. (2020). Bayesian best-worst method: A probabilistic group decision making model. *Omega*, 96, 102075. <https://doi.org/10.1016/j.OMEGA.2019.06.001>
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K., & Genç, V. (2021). FUCOM ve PROMETHEE yöntemleri ile ticari araç seçimi: Peyzaj firmasında bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel Sayı), 231–253. <https://doi.org/10.53487/ataunisobil.825910>
- Özdamar, K. (2004). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi 2*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özer, A., Öztürk, M., & Kaya, A. (2010). İşletmelerde etkinlik ve performans ölçmede VZA, kümeleme ve TOPSIS analizlerinin kullanımı: İMKB işletmeleri üzerine bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 233–260.
- Pamucar, D., Stevic, Z., & Sremac, S. (2018). A new model for determining weight coefficients of criteria in MCDM models: Full consistency method (FUCOM). *SYMMETRY-BASEL*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/sym10090393>
- Sheleba, A., & Tabatabaei, S. (2020). A novel method for clustering in WSNs via TOPSIS multi-criteria decision-making algorithm. *Wireless Personal Communications*, 112(2), 985–1001. <https://doi.org/10.1007/s11277-020-07087-7>
- Şimşek, A., Avci, S., Özcan, B., & Aladağ, Z. (2021). Kuzey Kafkasya sosyoekonomik yapısının kümeleme ve çok kriterli karar verme yöntemleri ile analizi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(1), 295–310. <https://doi.org/10.33206/mjss.806549>
- Tatlıdil, H. (2002). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel analiz*. Ankara: Ziraat Matbaacılık A.Ş.
- Wang, J.-J., Jing, Y.-Y., Zhang, C.-F., & Zhao, J.-H. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2263–2278. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.06.021>

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Yoktur.

Etik Onay: Yoktur.

Yazar Katkısı: Abdülkerim GÜLER (%100)

Conflict of Interest: None.

Funding: None.

Ethical Approval: None.

Author Contributions: Abdülkerim GÜLER (100%)

Classification of Foundation Universities' Satisfaction through a Cluster Analysis and Ranking with the FUCOM-PROMETHEE Method

Abdülkerim Güler

Extended Abstract

Today, the multi-criteria decision-making methods (MCDM) are increasingly used to evaluate and rank the performance of educational institutions. In the education sector, various analyses are carried out, taking into account factors such as student and academic staff satisfaction. Student satisfaction, academic support, campus facilities, and administrative effectiveness are among the many criteria that are important indicators of a university's overall success. The MCDM techniques yield more objective and reliable results by evaluating different criteria with specific weights. The MCDM is a systematic method that offers optimal solutions to decision problems involving multiple criteria and alternatives. These methods facilitate more sound and objective outcomes by weighing different criteria. In particular, the integrated use of different MCDM techniques increases the consistency of the results and is important for obtaining more reliable results. Foundation Universities in Turkey offer significant benchmarks in terms of both academic achievement and student satisfaction. Determining the methods to be used in measuring the educational quality and evaluating the performance of these institutions is of great importance for student preferences and the competitive strength of the institutions.

The aim of this study is to cluster and then rank Foundation Universities in Turkey according to student satisfaction levels using multi-criteria decision-making methods. This approach allows for both the evaluation of universities within specific clusters and the establishment of a general ranking of all institutions. Cluster analysis is the process of grouping data with similar characteristics based on their common features. The FUCOM-PROMETHEE integrated multi-criteria decision-making method (MCDM) was used to classify and rank Foundation Universities in Turkey according to their satisfaction levels using Cluster Analysis. In this process, the weights of the criteria were determined using the FUCOM method, and then the final rankings of the universities were created using the PROMETHEE method. An integrated FUCOM-PROMETHEE multi-criteria decision-making method was applied to determine the overall rankings of the universities. The FUCOM method is a method that allows weighing of criteria in the decision-making process. The importance of each criterion was determined by taking the geometric means of the data obtained from expert opinions. The criteria used in this study include six different measures based on student satisfaction. The criterion with the highest weighting factor was "Richness of Learning Opportunities and Resources," followed by "Personal Development and Career Support," "Satisfaction with Learning Experience," "Academic Support and Attention," "Satisfaction with Campus and Life," and "Satisfaction with Institutional Management and Operations," respectively. Foundation Universities were grouped by cluster analysis according to criteria determined by satisfaction levels. Cluster analysis is a classification method that divides data points into specific groups based on their similarities. Thanks to this technique, universities with similar satisfaction levels were gathered in the same groups. As a result of the cluster analysis conducted within the scope of the study, 74 Foundation Universities in Turkey were divided into four different groups.

Using university satisfaction data, the aim was to group and rank Foundation Universities according to specific criteria. This analysis offers a scientific approach to determining the impact of student satisfaction levels on university rankings. In addition, the correlation between the rankings was examined by comparing the compatibility of the ranking obtained with the FUCOM-PROMETHEE method with the Turkey University Satisfaction Survey (TUSS) 2024 report. The cluster analysis conducted in the study revealed a large overlap between the four identified groups and the TUSS rankings. The first 18 Foundation Universities were in the first cluster, the next 21 Foundation Universities were in the second cluster, 11 Foundation Universities were in the third cluster, and 24 Foundation Universities were in the fourth cluster. Cluster analysis allows universities with similar levels of satisfaction to be evaluated within the same group and also enables detailed analysis of the characteristics of different groups. However, only one university (VKF22) was assigned to a different cluster, which should have been in a different group according to the TUSS ranking. The difference in this analysis is that only the university named VKF22 was placed in a different cluster than expected. This demonstrates the general accuracy of the cluster analysis, while also indicating that some exceptional cases may occur.

This study employed the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method, specifically the FUCOM method, and Cluster Analysis, both quantitative research methods. Two integrated methods were utilized to analyze and rank

universities based on satisfaction data. Cluster analysis grouped 74 Foundation Universities into 4 distinct clusters based on satisfaction data. This analysis categorized similar universities within specific groups. Subsequently, the FUCOM method was used to calculate the weight coefficients of the criteria. After determining the criteria weights, the universities were ranked using the PROMETHEE method.

The study's analysis utilized satisfaction data obtained from the TÜMA 2024 report. Various criteria were considered to determine students' satisfaction levels regarding their university experiences. In this method, data obtained from expert opinions were evaluated through geometric mean calculations, establishing weight coefficients for each criterion. Six primary criteria based on student satisfaction were used in the study: Satisfaction with Learning Experience, Satisfaction with Campus and Life, Academic Support and Attention, Satisfaction with Institutional Management and Operation, Richness of Learning Opportunities and Resources, and Personal Development and Career Support.

Seventy-four Foundation Universities were divided into four groups according to their satisfaction levels. The first group comprised 18 universities, the second group 21 universities, the third group 11 universities, and the fourth group 24 universities. Based on the criteria weights determined by the FUCOM method, the most important criterion was Richness of Learning Opportunities and Resources (KRT5), while the least important was Satisfaction with Institutional Management and Operation (KRT4). The ranking conducted with the PROMETHEE method placed İhsan Doğramacı Bilkent University (VKF4), MEF University (VKF1), Sabancı University (VKF5), Hasan Kalyoncu University (VKF3), and İzmir University of Economics (VKF6) as the top five Foundation Universities. Furthermore, a statistically significant, positive, and high-level correlation ($r=0.994$, $p<0.05$) was found between the TÜMA 2024 data and the FUCOM-PROMETHEE method.

In conclusion, the FUCOM-PROMETHEE method employed in this study was deemed an effective tool for ranking Foundation Universities. The PROMETHEE method is a robust and flexible technique that enables the preferential ranking of alternatives by comparing them within multi-criteria decision-making problems. Thus, each university's performance was analyzed within the framework of the determined criteria and weight coefficients, resulting in a comprehensive ranking. The cluster analysis based on university satisfaction levels can assist students in making more informed decisions during their university selection process. Simultaneously, it can serve as a guiding framework for quality improvement processes within universities. This might indicate that universities should develop strategies to augment their resources and offer students broader learning opportunities. The study emphasizes the importance of data-driven decision-making mechanisms in the education sector, contributing to future ranking and evaluation studies. Ranking systems that consider crucial metrics such as student satisfaction are powerful tools that universities can employ both for evaluating current performance and for future strategic planning.

This study presents novel approaches for utilizing alternative decision-making methods in future university rankings and offers recommendations for developing ranking systems that prioritize student satisfaction. In this context, the integrated FUCOM-PROMETHEE method emerges as a methodology that can be referenced not only in academic literature but also in practical applications. Future studies with broader datasets and additional criteria will allow for a multi-dimensional evaluation of university performance. For instance, analyzing additional metrics such as alumni satisfaction, employment rates, and research activities will broaden the scope of university rankings. Moreover, this study demonstrates that the application of data-driven decision-making mechanisms in the education sector directly impacts quality improvement processes. Systematically analyzing fundamental metrics like student satisfaction reveals areas where universities can gain a competitive advantage, thus informing institutional strategic management processes. In the future, conducting similar studies with the integration of more criteria and diverse data sources will contribute to enhancing the overall quality of education systems. The integrated FUCOM-PROMETHEE multi-criteria decision-making method proves to be a reliable and effective tool for ranking Foundation Universities in Turkey. This methodology is suitable for referencing in both academic literature and practical applications. The importance of data-driven approaches in university performance evaluations is once again highlighted by this study, providing a significant foundation for future research.