Sosyal Bilimler Dergisi / The Journal of Social Sciences

Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 7, Sayı: 45, Nisan 2020, s. 248-265

ISSN: 2149-0821 Doi Number: <http://dx.doi.org/10.29228/SOBIDER.42186>

Dr. Gülay DEMİR

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, gulaydemir@cumhuriyet.edu.tr

Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, hbircan@cumhuriyet.edu.tr

Fadime GÜVENDİ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

SEÇMELİ DERS SEÇİMİNİN DEMATEL-PROMETHEE YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ¹

Özet

Ders seçimi, öğrenim hayatında öğrencilerin karar vermeleri gereken en önemli problemlerden biridir. Bu çalışmayla hem güz hem de bahar döneminde okutulan seçmeli derslerin belirlenen kriterler doğrultusunda öğrenciler için en uygun dersin seçimi ve bu seçimi etkileyen kriterin bulunması amaçlanmıştır. Çalışma, 2017-2018 öğretim yılının güz ve bahar dönemlerinde Cumhuriyet Üniversitesi Yıldızeli Meslek Yüksek Okulu Halkla İlişkiler ve Tanıtım programında öğrenim gören 32 kız ve 23 erkek olmak üzere toplam 55 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada DEMATEL yöntemi kriter ağırlıklandırma için, PROMETHEE yöntemi de alternatifleri sıralamada tercih edilen yöntemlerden olduğu için kullanılmıştır. En uygun seçmeli dersin seçimi PROMETHEE yöntemi ile değerlendirilmiştir. Analiz sonucuna göre güz döneminde Protokol Yönetimi seçmeli dersi, dersi veren hocaların akademik kariyeri kriterine göre seçilmiştir. Bahar döneminde ise Sunum Teknikleri seçmeli dersi, ders içeriğinin ilgi çekici olması ve arkadaşların tavsiyesi kriterlerine göre seçilmiştir. Kriterlerin etkileşimi için etki diyagramı ve alternatiflerin optimal seçimleri için GAIA düzlemi kullanılarak sonuçlar grafikler üzerinde görselleştirilmiştir.

¹ Bu makalenin özeti, 4-6 Mayıs 2018 tarihleri arasında düzenlenen I. Uluslararası GAP Sosyal Bilimler Kongresi'nde bildiri olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Seçmeli Ders, DEMATEL, PROMETHEE, Visual PROMETHEE Academic Edition

DETERMINATION OF ELECTIVE COURSE SELECTION BY DEMATEL-PROMETHEE METHODS

Abstract

Course selection is one of the most important problems that students must decide in their education life. With this study, it was aimed to choose the most appropriate course for the students in accordance with the determined criteria of the elective courses taught in both fall and spring semesters and to find the criteria that affect this choice. The study was carried out on 55 students in total, 32 girls and 23 boys studying in Cumhuriyet University Yıldızeli Vocational School Public Relations and Promotion program during the fall and spring semesters of 2017-2018 academic year. In the study, the DEMATEL method was used for criterion weighting, and the PROMETHEE method was used because it is one of the preferred methods for ordering alternatives. The selection of the most appropriate elective course was evaluated with the PROMETHEE method. According to the results of the analysis, the Protocol Management elective course was chosen according to the academic career criteria of the teacher who gave the course. In the Spring semester, the Presentation Techniques elective course was selected according to the course content being interesting and the recommendation of friends. The results are visualized on the charts using the GAIA plane for the interaction diagrams and the optimal selection of alternatives for the interaction.

Key Words: Optional Lesson, DEMATEL, PROMETHEE, Visual PROMETHEE Academic Edition

GİRİŞ

Seçmeli dersin seçimi günümüzde öğrenciler için meslekte uzmanlaşma, ilgi ve yeteneklerine göre karar vermeleri gereken bir problemdir.

Seçmeli ders seçiminde öğrencilerin ilgi ve yeteneklerini ortaya çıkarmak ve geliştirmek önemlidir. Türkiye’de seçmeli ders uygulaması 6., 7., ve 8. sınıf düzeyinde başlamaktadır. Lisans öğreniminde seçmeli dersler 3. ve 4. sınıfta, ön lisans öğreniminde ise 2. sınıfta uygulanmaktadır. Öğrenciler öncelikli olarak almaları gereken dersleri aldıktan sonra ilgilerini çeken, merak ettikleri dersleri seçmeleri gerekmektedir.

Uygulama sırasında seçmeli ders seçiminde bazı sorunlar olabilmektedir. Bu sorunlardan bazıları; seçmeli ders uygulamasında bilgi eksikliği, bilgilendirmenin zamanında yapılamaması, seçmeli ders seçiminde yığılmaların ortaya çıkması gibi nedenlerle bir öğrenci istediği dersi seçemeye bilmektedir (Demir 1996: 27).

Bu çalışmada 2017-2018 öğretim yılının güz ve bahar dönemlerinde Cumhuriyet Üniversitesi Yıldızeli MYO Halkla İlişkiler ve Tanıtım programında öğrenim gören 32 kız ve 23 erkek olmak üzere toplam 55 öğrenci üzerinde en uygun seçmeli ders seçimini amaçlamaktadır. Söz konusu seçmeli dersin seçimini sağlayan kriterlerin ağırlıklandırılması DEMATEL yöntemi ile yapılacaktır. Etki diyagramı çizilerek etkileyen ve etkilenen kriterlerin grafik üzerinde kolayca görülmesi sağlanacaktır. Daha sonra seçmeli derslerin seçimi için

Visual PROMETHEE yazılımından faydalanılarak hem güz hem de bahar dönemleri için ders seçimi yapılacaktır. En son olarak sonuçlara yer verilecektir.

LİTERATÜR TARAMASI

Çok kriterli karar verme tekniklerinden olan hem DEMATEL hem de PROMETHEE ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Bunlardan bazıları özetlenmiştir:

Şimşir vd. (2018), çalışmada risk öncelik sayısı değerleri kullanılarak hataların sıralaması yapılmıştır. Kriterlerin ağırlıkları DEMATEL ile belirlendikten sonra TOPSIS ve ELECTRE ile hataların sıralaması yapılmıştır. Her üç yöntemde ilk dört hata sıralaması aynı çıkmasına rağmen diğer sıralamalarda farklılıklar olmuştur.

Kabadayı, Dağ (2017), makine seçiminde kullanılan kriterler bulanık DEMATEL ile ağırlıklandırılmış ve alternatif makinalar içinde en uygun olanın seçimi bulanık PROMETHEE ile yapılmıştır.

Güzel, Taş (2018), çalışmada kullanılan kriterlerle tekstil sektöründeki lojistik sistemlerin sıralamaları AHP ve DEMATEL teknikleri ile yapılmıştır.

Sarı vd. (2017), sağlık alanında faaliyet gösteren firmaların tedarik zincirinde seçimi için DEMATEL yöntemi kullanılmıştır.

Çetinkaya vd. (2017), 3D yazıcı seçiminde kullanılan kriterler bulanık AHP ile ağırlıklandırıldıktan sonra alternatiflerin sıralanması için PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır.

Meydan (2017), çalışmada etik tüketicinin önem verdiği kriterler kullanılarak cilt bakım ürünleri arasında PROMETHEE yöntemi ile sıralama yapılmıştır.

Asoğlu, Eren (2018), kargo şirketlerinin seçimi için kriterler AHP ile ağırlıklandırılıp en uygun firmanın seçimi TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile yapılarak karşılaştırmalara yer verilmiştir.

YÖNTEM

Çalışmada kullanılan kriterler uzman görüşleri ve literatür taraması sonucunda oluşturulmuştur. Ders seçimini belirleyen kriterlerin ağırlıkları DEMATEL yöntemi ile belirlendikten sonra PROMETHEE yöntemi ile en uygun dersin seçimi gerçekleştirilecektir.

A. DEMATEL METODU

DEMATEL (**DE**cision **MA**rking **TR**ial and **E**valuation **L**aboratory) yöntemi Battelle Memorial Enstitüsü'nün Cenevre'deki araştırma merkezinin Bilim ve İnsan İlişkileri programı tarafından geliştirilen çok kriterli karar verme yöntemidir (Huang vd. 2007:749). Bu yöntem karmaşık faktörler arasındaki yapısal modelin ortaya konulmasını sağlar (Wu 2008:830; Li ve Tzeng 2009:9895). Kriterler arasındaki etkileşim belirlendikten sonra karar vericilere grafiksel değerlendirme imkânı veren yöntem daha kullanışlı ve yorumlanması kolay hale gelir (Li ve Tzeng 2009:9898). Yöntemde kriterler etkileyen (sebebe) ve etkilenen (sonuç) olarak ikiye ayrılır. Sebep kriteri, diğer kriterler üzerinde daha çok etkili olan kriterdir. Sonuç kriteri, diğer kriterlerin etkisi altında kalan kriterdir (Tseng ve Lin 2008:170; Seyed-Hosseini vd. 2006:879).

DEMATEL yönteminin işlemleri 5 adımdan oluşmaktadır (Fontela ve Gabus 1976:57; Kashi 2015:724; Nilashi vd. 2015:354):

Adım 1: Doğrudan ilişki matrisi

Tablo 1’de verilen 5 farklı seviyeden oluşan ikili karşılaştırmalar kullanılarak doğrudan ilişki matrisi elde edilir.

Tablo 1. DEMATEL Yönteminin Karşılaştırma Değerleri

Sayısal İfade	Dilsel İfade
0	Etkisiz
1	Düşük Etkili
2	Orta Etkili
3	Yüksek Etkili
4	Çok Yüksek Etkili

Karar vericinin değerlendirmesi sonucunda n kriter sayısını temsil etmek üzere $n \times n$ boyutunda doğrudan ilişki matrisi (A) oluşturulur. A matrisinin elemanlarını oluşturan a_{ij} i . kriterin j . kriteri etkileme derecesini göstermektedir.

Adım 2: Doğrudan ilişki matrisinin normalizesi

A matrisi esas alınarak eşitlik (2.1) ve (2.2) yardımıyla normalize doğrudan ilişki matrisi (X) elde edilir.

$$X = k.A \quad (2.1)$$

$$k = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

Denklemler yardımıyla;

- A matrisinin satır ve sütunları toplanır.
- Bu toplamaların en büyük değeri seçilir.
- A matrisinin elemanları bu değere bölünür.

Böylelikle her bir eleman $[0,1]$ arasında normalize edilmiş olur.

Adım 3: Toplam ilişki matrisinin elde edilmesi

Birim matrisin I ile gösterildiği (2.3) eşitliği ile toplam ilişki matrisi (T) hesaplanır.

$$T = X(I - X)^{-1} \quad (2.3)$$

Elde edilen toplam ilişki matrisinin elemanları doğrudan ve dolaylı etkileri göstermektedir (Çınar 2013:171).

Adım 4: Etkileyen ve etkilenen kriter gruplarının belirlenmesi

T matrisinin satırlarının toplamaları (D_i) i . kriterin diğer kriterler üzerindeki doğrudan etkisinin toplam derecesini ifade eder. Sütun toplamaları (R_i) i . kriterin diğer kriterler tarafından etkilenme derecesinin toplamını ifade eder. Daha sonra $D_i + R_i$ ve $D_i - R_i$ değerleri belirlenir. $D_i + R_i$ i . kriterin sistemdeki toplam gücünü gösterir. Bu gösterge kriterler arasındaki ilişki yoğunluğu hakkında bilgi verirken ilişkinin yönü hakkında bilgi vermez. Bunun için $D_i - R_i$ değerlerinden faydalanılır.

$D_i - R_i$: i . kriterin diğer kriterlerle olan ilişkisi

$D_i - R_i > 0$ ise i . kriter etkileyen, $D_i - R_i < 0$ ise, kriter etkilenen

anlamına gelir (Paksoy 2017:66; Çınar 2013:180).

Adım 5: Etki diyagramının çizilmesi

T matrisindeki tüm elemanların dikkate alınması problemin karmaşık yapısını daha da arttıracığı için etki diyagramını çizmeden önce önemsiz kabul edilen etkilerin tasfiye edilmesi için eşik değeri kullanılmaktadır (Kashi 2015:728). Karar verici tarafından eşik değeri (α) belirlenmektedir. Toplam ilişki matrisinin her bir elemanı bu belirlenen eşik değerden küçük ise bunların yerine sıfır yazılarak dikkate alınması engellenir. Böylece T_α önemsiz etki ve etkilenme derecelerinden arındırılmış matris elde edilir. Bu yeni matrisinde yer alan $D_i + R_i$ değerleri yatay ekseninde $D_i - R_i$ değerleri dikey ekseninde olacak şekilde etki diyagramı çizilir.

B. PROMETHEE METODU

PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations) metodu, Jean Pierre Brans'ın 1982'de Kanada'daki Laval Üniversitesi'nde gerçekleştirilen bir konferansta önerilen yöntemdir. Sınırlı sayıda alternatiflerin, birbiri ile çelişebilen ölçütler dikkate alınarak sıralanması için çok iyi tasarlanmış bir yöntemdir (Brans ve Mareschal 2005:175; Macharis vd. 2004:310). Bu yöntem ilk olarak seçeneklerin kısmi sıralanmasını yapan PROMETHEE I ve tam sıralama yapan PROMETHEE II şeklinde iki farklı model ile sunulmuştur (Şenkayas ve Hekimoğlu 2013:68; Yıldırım ve Önder 2015:199). Daha sonra aralıkları dikkate alan sıralama PROMETHEE III, sürekli durumlara özgü PROMETHEE IV, insan beyninin temsil edildiği PROMETHEE V olarak adlandırılan diğer sürümleri Brans ve Mareschal tarafından tanıtılmıştır (Yıldırım ve Önder 2015:201). Ayrıca görsel bir model olan GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Aid) ile grafiksel olarak sonuçların özetlenmesi sağlanır.

PROMETHEE yönteminin uygulanabilmesi için; belirlenen kriterlerin ağırlıkları ve karar vericinin fonksiyon tercihleri şeklinde iki önemli işlemin yapılması gerekir (Albadvi vd. 2007:680).

PROMETHEE yönteminde kriterlerin ağırlıklarını belirlemeye yönelik bir uygulama yoktur. Ağırlıkların belirlenmesi için AHP, ANP, DEMATEL, SWARA gibi yöntemler kullanılabilir. Kriterlerin ağırlıkları toplamı 1 olmalıdır.

PROMETHEE yöntemi birbirini takip eden 7 işlem adımından oluşmaktadır (Dağdeviren, ve Eraslan 2008:70; Şenkayas ve Hekimoğlu 2013:77).

Adım 1: Veri matrisinin oluşturulması

Alternatifler, kriterler, kriter ağırlıkları ve alternatiflerin ilgili kriterlere göre aldıkları değerler kullanılarak bir veri matrisi oluşturulur.

Adım 2: Tercih fonksiyonlarının belirlenmesi

Kriterin yapısına göre tercih fonksiyonu 6 farklı fonksiyon arasından seçilir. Bunlar:

- Birinci tip (olağan)
- İkinci tip (U tipi)
- Üçüncü tip (V tipi)
- Dördüncü tip (seviyeli)
- Beşinci tip (lineer)

- Altıncı tip (Gaussian) şeklindedir.

Adım 3: Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi

Alternatifler arasından seçilen alternatif çiftler için ortak tercih fonksiyonları belirlenir.

Adım 4: Tercih indekslerinin belirlenmesi

Ortak tercih fonksiyonlarını kullanarak her alternatife ait tercih indeksleri hesaplanır.

Adım 5: Pozitif (ϕ^+) ve negatif (ϕ^-) üstünlüklerin belirlenmesi

Alternatiflerin her biri için hem ϕ^+ hem de ϕ^- üstünlük değerleri hesaplanır.

Adım 6: Kısmi önceliklerin belirlenmesi

PROMETHEE I (kısmi sıralama) ile alternatifler arasında bulunan alternatiflerin birbirlerine göre tercih edilme durumları ve birbirlerinden farksız olan alternatifleri ve birbirleriyle karşılaştırılamayacak olan alternatiflerin tespiti için kullanılır. a ve b alternatif kümesinde bulunan iki alternatifin kısmi öncelikleri için;

Aşağıdaki durumlardan herhangi biri sağlanıyorsa a alternatifi b alternatifine karşı tercih edilir.

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

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

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

Aşağıdaki durum varsa a alternatifi b alternatifinden farksızdır.

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

Aşağıda verilen durumlardan herhangi biri sağlanıyorsa a alternatifi b alternatifi ile karşılaştırılmaz.

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

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

Adım 7: Tam sıralamanın belirlenmesi.

Net öncelik (ϕ) değeri hesaplanarak tam sıralama belirlenir.

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

Daha sonra a ve b alternatif kümesindeki iki alternatif için;

$$\phi(a) > \phi(b) \text{ ise } a \text{ alternatifi daha üstün}$$

$$\phi(a) = \phi(b) \text{ ise } a \text{ ve } b \text{ alternatifleri farksızdır şeklinde yorum yapılır.}$$

UYGULAMA

Araştırmanın verileri 2017-2018 öğretim yılında hem güz hem de bahar döneminde Cumhuriyet Üniversitesi Yıldızeli MYO Halkla İlişkiler ve Tanıtım programı ikinci sınıfına devam eden 55 öğrenciden oluşmaktadır. Veriler, hazırlanan anketin bölümdeki öğrencilere topluca uygulanmasıyla elde edildi. Ankette DEMATEL yönteminde kullanılan Tablo 1’de gösterilen karşılaştırma değerleri kullanılmıştır. Araştırmanın verileri için Cumhuriyet Üniversitesi Yıldızeli MYO Halkla İlişkiler ve Tanıtım programı ikinci sınıfında hem güz hem

de bahar döneminde okutulan seçmeli dersler çalışmanın alternatifleri olarak yer almıştır. Bu alternatiflerin çalışmada kullanılan kodları parantez içerisinde yazılarak Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Seçmeli Dersler

Güz dönemi için açılan seçmeli dersler	Bahar dönemi için açılan seçmeli dersler
Etkili İletişim Teknikleri (A ₁)	Sunum Teknikleri (A ₈)
Protokol Yönetimi (A ₂)	Reklam Kampanyaları (A ₉)
Girişimcilik (A ₃)	Örgütsel İletişim (A ₁₀)
Grafik ve Tasarım (A ₄)	Marka Yönetimi (A ₁₁)
Halkla İlişkiler ve Siyaset (A ₅)	Türkiye Ekonomisi (A ₁₂)
Halkla İlişkiler Yazarlığı (A ₆)	Yönetim ve Organizasyon (A ₁₃)
İnsan Kaynakları Yönetimi (A ₇)	Kamu Yönetimi (A ₁₄)

Uzman görüşleri ve literatür taraması sonucunda oluşturulan seçmeli ders seçiminde etkili olan kriterler ve analizde kullanılan kodları parantez içerisinde yazılarak Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Seçmeli Ders Seçimini Etkileyen Kriterler

Ders içeriğinin ilgi çekici olması (K ₁)
Ders geçmenin kolay olması (K ₂)
Danışmanın yönlendirmesi (K ₃)
Arkadaşların tavsiyesi (K ₄)
Mesleki alana katkı sağlaması (K ₅)
Dersi veren hocanın akademik kariyeri (K ₆)
Derste öğrenilen bilgilerin sosyal yaşamda kullanılabilirliği (K ₇)

Daha sonra Tablo 4’teki soru şekli kullanılarak öğrencilere 0-4 puan aralığında değerlendirme yapmaları istenmiştir.

Tablo 4. İkili Karşılaştırma İçin Kullanılan Sorular

SORU 1: Ders içeriğinin ilgi çelici olmasının ders geçmenin kolay almasına etkisi				
Etkisiz	Düşük Etkili	Orta Etkili	Yüksek Etkili	Çok Yüksek Etkili
☐	☐	☐	☐	☐

Diğer tüm kriterler içinde ikili karşılaştırmalar yapılarak her bir öğrencinin sorulara verdikleri cevaplar için Tablo 5’te verilen ikili karşılaştırmalar sonucunda veriler elde edilmiştir.

Tablo 5. İkili Karşılaştırma

K_1K_2 4	K_1K_3 3	K_1K_4 3	K_1K_5 2	K_1K_6 1	K_1K_7 0
K_2K_1 1	K_2K_3 2	K_2K_4 2	K_2K_5 3	K_2K_6 4	K_2K_7 1
K_3K_1 0	K_3K_2 0	K_3K_4 2	K_3K_5 2	K_3K_6 1	K_3K_7 3
K_4K_1 3	K_4K_2 3	K_4K_3 3	K_4K_5 4	K_4K_6 1	K_4K_7 1
K_5K_1 1	K_5K_2 2	K_5K_3 2	K_5K_4 3	K_5K_6 1	K_5K_7 1
K_6K_1 2	K_6K_2 0	K_6K_3 0	K_6K_4 0	K_6K_5 1	K_6K_7 1
K_7K_1 4	K_7K_2 4	K_7K_3 2	K_7K_4 2	K_7K_5 1	K_7K_6 1

A. DEMATEL METODU AŞAMALARI

Adım 1: Doğrudan ilişki matrisi

Yapılan tüm anketlerin değerlendirilmesi ile öğrencilerin verdikleri puanların aritmetik ortalaması alınarak doğrudan ilişki matrisi (A) oluşturulmuştur.

$$A = \begin{bmatrix} 0,000 & 1,500 & 1,567 & 1,267 & 1,400 & 0,767 & 1,833 \\ 1,467 & 0,000 & 1,633 & 1,467 & 1,300 & 1,500 & 2,067 \\ 1,600 & 1,067 & 0,000 & 1,333 & 1,433 & 0,967 & 2,333 \\ 1,367 & 1,033 & 1,667 & 0,000 & 1,200 & 0,733 & 2,300 \\ 2,033 & 0,867 & 0,833 & 1,400 & 0,000 & 0,467 & 2,267 \\ 2,400 & 1,100 & 1,133 & 2,200 & 1,367 & 0,000 & 2,133 \\ 1,800 & 1,533 & 1,233 & 1,167 & 0,800 & 0,567 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Doğrudan ilişki matrisinin satır ve sütun toplamları bulunarak Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Direkt İlişki Matrisinin Satır ve Sütunlarının Toplamı

Kriterler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	Toplam
K_1	0	1,500	1,567	1,267	1,400	0,767	1,833	8,334
K_2	1,467	0	1,633	1,467	1,300	1,500	2,067	9,434
K_3	1,600	1,067	0	1,333	1,433	0,967	2,333	8,733
K_4	1,367	1,033	1,667	0	1,200	0,733	2,300	8,300
K_5	2,033	0,867	0,833	1,400	0	0,467	2,267	7,867
K_6	2,400	1,100	1,133	2,200	1,367	0	2,133	10,313
K_7	1,800	1,533	1,233	1,167	0,800	0,567	0	7,100
Toplam	10,667	7,100	8,066	8,834	7,500	5,001	12,913	

Adım 2: Doğrudan ilişki matrisinin normalizesi

Bu sayılar arasındaki maksimum sayı 12.913 seçilerek matrisin tüm elemanları bu sayıya bölünerek normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisi (X) elde edildi.

$$x_{21} = 1,467/12,913 \cong 0,114 \text{ şeklinde diğer elemanlarda hesaplanmıştır.}$$

$$X = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,116 & 0,121 & 0,098 & 0,108 & 0,059 & 0,142 \\ 0,114 & 0,000 & 0,126 & 0,114 & 0,101 & 0,116 & 0,160 \\ 0,124 & 0,083 & 0,000 & 0,103 & 0,111 & 0,075 & 0,181 \\ 0,106 & 0,800 & 0,129 & 0,000 & 0,093 & 0,057 & 0,178 \\ 0,157 & 0,067 & 0,065 & 0,108 & 0,000 & 0,036 & 0,176 \\ 0,186 & 0,085 & 0,088 & 0,170 & 0,106 & 0,000 & 0,164 \\ 0,139 & 0,119 & 0,095 & 0,090 & 0,062 & 0,044 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Adım 3: Toplam ilişki matrisinin elde edilmesi

$$T = X(I - X)^{-1}$$

Birim matrsten (I) normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi çıkartılarak elde edilen matrisin tersi doğrudan ilişki matrisi ile çarpılarak toplam ilişki matrisi (T) elde edildi. İşlemler Excel’de yapılarak işlemlerde kolaylık olması bakımından toplam ilişki matrisi için sayıların virgülden sonra üç basamağı kullanıldı.

$$T = \begin{bmatrix} 0,306 & 0,557 & 0,360 & 0,346 & 0,324 & 0,222 & 0,495 \\ 0,451 & 0,516 & 0,398 & 0,396 & 0,348 & 0,292 & 0,558 \\ 0,430 & 0,550 & 0,262 & 0,360 & 0,334 & 0,240 & 0,540 \\ 0,694 & 0,519 & 0,625 & 0,513 & 0,537 & 0,409 & 0,885 \\ 0,426 & 0,503 & 0,302 & 0,339 & 0,213 & 0,191 & 0,500 \\ 0,546 & 0,676 & 0,401 & 0,473 & 0,381 & 0,208 & 0,608 \\ 0,389 & 0,508 & 0,310 & 0,307 & 0,259 & 0,190 & 0,324 \end{bmatrix}$$

Adım 4: Etkileyen ve etkilenen kriter gruplarının belirlenmesi

$D_i + R_i$ ve $D_i - R_i$ değerlerinin belirlenmesi gerekir. D_i değeri diğer kriterleri etkileme derecesidir. Bu değeri bulmak için toplam ilişki matrisindeki tüm kriterlerin satırları toplanır. R_i değeri diğer kriterler tarafından etkilenme derecesidir. Bu değeri bulmak için ise, toplam ilişki matrisindeki tüm kriterlerin sütunları toplanır. Tablo 7’de D_i ve R_i değerleri gösterilmiştir.

Tablo 7. D_i ve R_i Değerleri

Kriterler	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	D_i
K ₁	0,306	0,557	0,360	0,346	0,324	0,222	0,495	2,610
K ₂	0,451	0,516	0,398	0,396	0,348	0,292	0,558	2,959
K ₃	0,430	0,550	0,262	0,360	0,334	0,240	0,540	2,716
K ₄	0,694	0,519	0,625	0,513	0,537	0,409	0,885	4,182
K ₅	0,426	0,503	0,302	0,339	0,213	0,191	0,500	2,474
K ₆	0,546	0,676	0,401	0,473	0,381	0,208	0,608	3,293
K ₇	0,389	0,508	0,310	0,307	0,259	0,190	0,324	2,287
R_i	3,242	3,829	2,658	2,734	2,396	1,752	3,910	20,521

En büyük D_i değerine sahip arkadaşların tavsiyesi (K₄) kriteri diğer kriterlere etkisi en fazla olan kriterdir. En büyük R_i değerine sahip derste öğrenilen bilgilerin sosyal yaşamda kullanılabilirliği (K₇) kriteri diğer kriterlerden en fazla etkilenen kriterdir. Daha sonra hesaplanan $D_i + R_i$ ve $D_i - R_i$ değerleri Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. D_i+R_i ve D_i-R_i Değerleri

Kriterler	$D_i + R_i$	$D_i - R_i$
K_1	5,852	-0,632
K_2	6,788	-0,870
K_3	5,374	0,058
K_4	6,916	1,448
K_5	4,870	0,078
K_6	5,045	1,541
K_7	6,197	-1,623

$D+R$ değeri en büyük olan arkadaşların tavsiyesi (K_4) kriteri etkileyen kriterdir. $D-R$ değeri en küçük olan derste öğrenilen bilgilerin sosyal yaşamda kullanılabilirliği (K_7) kriteri etkilenen kriterdir.

Etkileyen ve etkilenen kriterlerin tespiti için α (eşik) değeri ya uzmanlar tarafından belirlenir ya da toplam ilişki matrisinin ortalaması alınarak hesaplanır. Eşik değerinin üzerindeki kriterler etkileyen kriter olurken diyagramda etki yönü etkileyenden etkilenene doğru çizilen oklarla gösterilir. Toplam ilişki matrisinin ortalaması alınarak eşik değeri $\alpha = 0,419$ bulunmuştur. Toplam ilişki matrisinde eşik değerinden küçük elemanların yerine sıfır yazılarak ilgili kriterin etkisi göz ardı edilebilir. Eşik değeri altında kalan elemanlara sıfır yazılarak T_α matrisi elde edildi.

$$T_{\alpha} = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,557 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,495 \\ 0,451 & 0,516 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,558 \\ 0,430 & 0,550 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,540 \\ 0,694 & 0,519 & 0,625 & 0,513 & 0,537 & 0,000 & 0,885 \\ 0,426 & 0,503 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,500 \\ 0,546 & 0,676 & 0,000 & 0,473 & 0,000 & 0,000 & 0,608 \\ 0,000 & 0,508 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Matriste ders içeriğinin ilgi çekici olması (K_1) kriterinin ders geçmenin kolay olması (K_2) ve derste öğrenilen bilgilerin sosyal yaşamda kullanılabilirliği (K_7) kriterlerini etkilediği, K_7 kriterinin sadece K_2 kriterini etkilediği söylenebilir. Matristeki etkileyen ve etkilenen ilişkiler Şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1. Kriterler Arası İlişki

Adım 5: Etki diyagramının çizilmesi

Kriterler dağılım diyagramına $D+R$ yatay ekseninde, $D-R$ düşey ekseninde olacak şekilde yerleştirilerek Şekil 2’de etki diyagramı verilmiştir.

Şekil 2. Etki Diyagramı

Genel olarak ders geçmenin kolay olması (K_2) ve derste öğrenilen bilgilerin sosyal yaşamda kullanılabilirliği (K_7) kriterleri bütün kriterlerden etkilenmektedir. Arkadaşların tavsiyesi (K_4) kriteri, dersi veren hocanın akademik kariyeri (K_6) kriteri hariç bütün kriterleri etkilemektedir.

Çalışma için gerekli olan kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması için (2.4) nolu eşitlik kullanılmıştır.

$$w_i = \frac{1}{\sqrt{(D_i + R_i)^2 + (D_i - R_i)^2}} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

Elde edilen her bir ağırlık, ağırlıkların toplamına bölünerek kriterlerin ağırlıkları ve öncelikleri elde edilerek Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Kriter Ağırlıkları ve Öncelikleri

Kriterler	$\sqrt{(D_i + R_i)^2 + (D_i - R_i)^2}$	Kriter Ağırlığı	Kriterin Önceliği
K ₁	5,886	0,141	4.
K ₂	6,844	0,164	2.
K ₃	5,374	0,129	5.
K ₄	7,066	0,169	1.
K ₅	4,871	0,117	7.
K ₆	5,275	0,126	6.
K ₇	6,406	0,154	3.
Toplam	41,722	1	

Seçmeli dersin seçiminde arkadaşların tavsiyesi ilk sırada olurken, mesleki alana katlı sağlaması kriteri son sırada yer almıştır.

B. PROMETHEE METODU VE SONUÇLARI

Örnek uygulamanın çözümü için Visual PROMETHEE Academic Edition yazılımı ile analiz tercih edilmiştir. Şekil 3'te verilen veri girişi ekranında güz dönemine ait alternatifler ve onlara ait verilerin girişi yapıldı. Kriterler ve özellikleri (max) olarak kabul edildi. DEMATEL yöntemi ile hesaplanan kriter ağırlıklarının da girişi yapıldı. Sistemden tercih fonksiyonu için yardım istenerek her bir kriter için tercih fonksiyonları belirlendi. Sonra ana menüde yer alan "PROMETHEE tablo", "PROMETHEE sıralama", "PROMETHEE ağ" ve "GAIA görsel analiz" komutları ile aşağıda verilen tablo ve şekiller elde edilmiştir.

Şekil 3. Güz dönemi veri girişi ekranı

Daha sonra PROMETHEE I ve PROMETHEE II sıralama sonuçları sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 4. PROMETHEE I sonuçları

Şekil 5. PROMETHEE II sonuçları

Şekil 4'te seçmeli dersler için hesaplanan pozitif üstünlük ve negatif üstünlük değerleri görülmektedir. Şekil 5'te görülen tam sıralama sonuçları net üstünlük değerlerini göstermektedir. Buna göre 0 ile +1 arasında yer alan dersler seçilebilir. Protokol Yönetimi (A₂), Etkili İletişim Teknikleri (A₁), Grafik ve Tasarım (A₄), Halkla İlişkiler Yazarlığı (A₆) ve Halkla İlişkiler ve Siyaset (A₅) dersleri sıralamada bu aralıkta yer almaktadır. Daha sonra er alternatif için düzlemde alternatif pozisyonu çizilerek Şekil 6'da verilmiştir.

Şekil 6. PROMETHEE Diamond

Şekil 6'da (ϕ^+ , ϕ^-) değerlerine karşılık gelen her alternatife ait bir nokta bulunmaktadır. Açısı 45°'dir. Böylece dikey boyut ϕ net akışını vermektedir. Protokol Yönetimi (A₂) seçmeli dersi diğer tüm seçmeli dersleri örttüğü için bu alternatif PROMETHEE I' de diğer seçmeli derslere nazaran tercih edilir. Girişimcilik (A₃) ve İnsan Kaynakları Yönetimi (A₇) dersleri de kısmi sıralamaya göre karşılaştırılmazlığını göstermektedir. PROMETHEE I' deki sıralamanın gösterildiği ağ diyagramı çizilerek Şekil 7'de verilmiştir.

Şekil 7. PROMETHEE ağ diyagramı

Şekil 7'deki ağ diyagramına göre alternatifler düğümlerle temsil edilir ve tercihleri belirtmek için oklar çizilir. PROMETHEE I'in gösterildiği ağ diyagramı PROMETHEE Diamond görünümünün yakın çekimi gibidir. Sıralamada Protokol Yönetimi (A₂) seçmeli dersi en iyi konumda ilk sırada yer almaktadır. Daha sonra Şekil 8'de PROMETHEE II'nin (tam

sıralama) pozitif üstünlüklerden negatif üstünlüklerin çıkarılmasıyla elde edilen net üstünlük değerleri verilmiştir.

PROMETHEE Flow Table					
Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	A2		0,1200	0,1600	0,0400
2	A1		0,0733	0,1550	0,0817
3	A4		0,0133	0,0867	0,0733
4	A6		0,0050	0,0750	0,0700
5	A5		0,0033	0,1000	0,0967
6	A7		-0,0350	0,0400	0,0750
7	A3		0,1800	0,0217	0,2017

Şekil 8. PROMETHEE akış tablosu

Buna göre Girişimcilik (A_3) ve İnsan Kaynakları Yönetimi (A_7) dersler dışında tüm seçmeli dersler pozitif üstünlük değerine sahip olmuştur. Çalışmaya dahil edilen kriterler doğrultusunda seçmeli olarak seçilmesi gereken dersler sırasıyla Protokol Yönetimi (A_2) seçmeli dersi, Etkili İletişim Teknikleri (A_1), Grafik ve Tasarım (A_4), Halkla İlişkiler Yazarlığı (A_6) ve Halkla İlişkiler ve Siyaset (A_5) dersleridir.

Son olarak da hangi seçmeli dersin hangi kriter açısından tercih edildiğinin daha iyi anlaşılması için Şekil 9'da GAIA düzlemi verilmiştir.

Şekil 9. GAIA

Şekil 9'daki GAIA düzlemi üzerindeki mavi renkli kare şekillerin her biri alternatif olan seçmeli dersleri göstermektedir. Bu düzlemde hiçbir kriterin yazılmadığı kırmızı renkli doğru en uygun durumu göstermektedir. İnce mavi çizgilerle gösterilen kriterlere yakın olan seçmeli dersler, ele alınan kriterler için öncelikli olarak tercih edilmesi gereken seçmeli dersi belirtmektedir. Şekil 9'da görüldüğü gibi optimal karar yönünde Protokol Yönetimi (A_2) seçmeli dersi yer almaktadır. Bu dersin K_1 (ders içeriğinin ilgi çekici olması) kriteri açısından tercih edildiğini göstermektedir. Bu durum PROMETHEE II'nin sıralama sonucu ile uyumludur.

Aynı işlemler bahar dönemi seçmeli dersleri için uygulanmış ve sadece birkaç ekran görüntüsüne yer verilmiştir. Şekil 10'da bahar dönemi derslerine ait ekran görüntüsü verilmiştir.

Şekil 10. Bahar dönemi veri giriş ekranı

İşlem akışının tamamlandığını gösteren Şekil 11’de hangi derslerin seçileceği verilmiştir.

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	A8	0,1067	0,2800	0,0833
2	A13	0,0833	0,1767	0,0556
3	A12	0,0117	0,0917	0,1033
4	A9	-0,0833	0,0833	0,0617
5	A11	-0,0750	0,0217	0,0067
6	A10	-0,0750	0,0400	0,1167
7	A14	-0,0817	0,0033	0,1750

Şekil 11. PROMETHEE akış tablosu

Şekil 11’de PROMETHEE II (tam sıralama) pozitif üstünlüklerden negatif üstünlüklerin çıkarılmasıyla elde edilen net üstünlük değerleri verilmiştir. Buna göre Sunum Teknikleri (A₈) ve Yönetim ve Organizasyon (A₁₃) dersleri dışındaki tüm seçmeli dersler negatif üstünlük değerine sahip olmuştur. Seçilmesi gereken derslerde Sunum Teknikleri (A₈) ve Yönetim ve Organizasyon (A₁₃) dersleridir.

Son olarak da hangi seçmeli dersin hangi kriter açısından tercih edildiğinin daha iyi anlaşılması için Şekil 12’de GAIA düzlemi verilmiştir.

Şekil 12. GAIA

Şekil 12’de görüldüğü gibi optimal karar yönünde Sunum Teknikleri (A₈) seçmeli dersi yer almaktadır. Bu dersin K₁ (ders içeriğinin ilgi çekici olması) ve K₄ (arkadaşların tavsiyesi) kriterleri nedeniyle seçildiği görülmektedir.

SONUÇ

Öğrencilik yaşamında karşılaşılan en önemli problemlerden biri seçmeli dersin seçimidir. Hangi ders hangi nedenle seçilmeli şeklinde sorular hep olmuştur. Bu çalışmada hangi dersi hangi nedenle seçildiğini göstermek için çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan DEMATEL ve PROMETHEE yöntemleri tercih edilmiştir. Uygulanması ve yorumlanması kolay olduğu için PROMETHEE yöntemi seçmeli dersleri sıralamak ve GAIA düzlemi ile de hangi dersin hangi kriter nedeni ile tercih edildiğini belirlemek için kullanılmıştır. PROMETHEE yönteminde kriterleri ağırlıklandırmak için bir adım bulunmamaktadır. Ağırlıklandırma işleminde DEMATEL yöntemi, karar vericilerin tercihlerine göre değerlendirme yaptığı için kriterlerin önceliklerini belirlemede kullanılmıştır. Ayrıca etki diyagramı çizilerek de kriterlerin birbirlerini etkilemesi ve etkilenmesi grafiksel olarak verilmiştir.

Bazı çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanması hem karmaşık işlem yapısı hem de uzun zaman alması gibi nedenlerle bilgisayar destekli yazılımlar ile daha kolay elde edilmektedir. Çalışmada DEMATEL yönteminin uygulanması kolay ve zaman alıcı olmadığı için işlem adımları takip edilerek kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. PROMETHEE yöntemi için Visual PROMETHEE Academic Edition yazılımı tercih edilmiştir. Bu yazılımın tanıtımına da ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

DEMATEL yöntemi işlem adımları sonucunda kriterlerin öncelikleri ve ağırlıkları belirlenmiştir. Genel olarak ders geçmenin kolay olması (K₂) ve derste öğrenilen bilgilerin sosyal yaşamda kullanılabilirliği (K₇) kriterleri bütün kriterlerden etkilenmektedir. Arkadaşların tavsiyesi (K₄) kriteri dersi veren hocaların akademik kariyeri (K₆) kriteri hariç bütün kriterleri etkilemektedir. Yapılan ağırlıklandırma sonucuna göre arkadaşların tavsiyesi (K₄), ders geçmenin kolay olması (K₂), derste öğrenilen bilgilerin sosyal yaşamda kullanılabilirliği (K₇) kriterleri ilk üçte yer almaktadır. Bu yöntem sayesinde çizilen etki diyagramı ile de ders geçmenin kolay olması (K₂) ve derste öğrenilen bilgilerin sosyal yaşamda kullanılabilirliği (K₇) kriterleri bütün kriterlerden etkilenmekte ve arkadaşların tavsiyesi (K₄) kriteri, dersi veren hocaların akademik kariyeri (K₆) kriteri hariç bütün kriterleri etkilemektedir.

En uygun seçmeli dersin seçimi için kullanılan PROMETHEE yöntemi bilgisayar yazılımı ile çözülerek işlem adımları ekran görüntüleriyle desteklenmiştir. GAIA düzlemi kullanılarak da hangi alternatifin hangi kriterle tercih edildiği de belirlenmiştir. Buna göre güz döneminde Protokol Yönetimi (A₂) seçmeli dersi, dersi veren hocaların akademik kariyeri (K₆) kriterine göre seçilmiştir. Bahar döneminde ise Sunum Teknikleri (A₈) seçmeli dersi, ders içeriğinin ilgi çekici olması (K₁) ve arkadaşların tavsiyesi (K₄) kriterlerine göre seçilmiştir.

Seçmeli ders seçimi için yapılan bu çalışma Yıldızeli Meslek Yüksek Okulu’ da mevcut bir programa uygulanarak program içinde uygulanan seçmeli derslerin analizi yapılmıştır. İleride yapılacak seçmeli derslerle ilgili çalışmalara örnek teşkil edecektir.

Bu çalışmada farklı yöntemlerle beraber PROMETHEE yöntemi kullanılarak karşılaştırmalı bir analiz yapmak mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Albadvi, Amir, S. Kamal Chaharsooghi ve Akbar Esfahanipour. (2007), Decision Making İn Stock Trading: An Application of PROMETHEE, *European Journal Of Operational Research*, 177(2), 673-683.
- Asoğlu, İbrahim ve Tamer Eren. (2018), HP, TOPSIS, PROMETHEE Yöntemleri ile Bir İşletme İçin Kargo Şirketi Seçimi, *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(16), 102-122.
- Brans, Jean-Pierre ve Bertrand Mareschal. (2005), Multiple Criteria Decision Analysis: State of The Art Surveys, New York: Springer.
- Çetinkaya, Cihan, Mehmet Kabak ve Eren Özceylan. (2017), 3d Printer Selection By Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process And PROMETHEE, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 371-380.
- Çınar, Yetkin. (2013), Kariyer Tercihi Probleminin Yapısal Bir Modeli ve Riske Karşı Tutumları: Olasılıklı DEMATEL Yöntemi Temelli Bütünleşik Bir Yaklaşım, *Sosyoekonomi*, 9(1), 158-185.
- Dağdeviren, Metin ve Ergün Eraslan. (2008), PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 69-75.
- Demir, Ayhan. (1996), Üniversitedeki Seçmeli Ders Uygulamasının Öğrenciler ve Öğretim Üyelerince Değerlendirilmesi, *Psikolojik ve Danışma Rehberlik Dergisi*, 2(7), 24-31.
- Fontela, Emilio ve André Gabus. (1976), The DEMATEL Observer, Battle Institute, Geneva Research Center, 56-61.
- Güzel, Barış ve Ayşegül Taş. (2018), Tekstil Sektöründe Tersine Lojistik Sistemlerinin Tasarımını Etkileyen Kriterlere İlişkin Bir Karar Analizi, *Tekstil ve Mühendis*, 25(110), 154-168.
- Huang, Chi-Yo, Joseph Z. Shyu ve Gwo-Hshiung Tzeng. (2007), Reconfiguring The Innovation Policy Portfolios For Taiwan's Sıp Mall Industry, *Technovation*, 27(12), 744-765.
- Kabadayı, Nihan ve Sündüs Dağ. (2017), Bulanık DEMATEL ve Bulanık PROMETHEE Yöntemleri ile Kablo Üretiminde Makine Seçimi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(14), 239-260.
- Kashi, Katerina. (2015), DEMATEL Method in Practice: Finding The Causal Relations Among Key Comperencie, *The 9th International Days Of Statistics And Economics*, Prague, 723-732.
- Li, Chung-Wei ve Gwo-Hshiung Tzeng. (2009), Identification of A Threshold Value For The Dematel Method Using The Maximum Mean Entropy Algorithm To Find Critical Services Provided By A Semiconductor Intellectual Property Mall, *Expert Systems With Applications*, 36(6), 9891-9898.
- Macharis, Cathy, Johan Springael, Klaas De Brucher ve Alain Verbete. (2004), PROMETHEE And AHP: The Design of Operational Synergies İn Multicriteria Analysis, *European Journal of Operational Research*, 153(2), 307-317.

- Meydan, Bilge. (2017), Etik Tüketicinin Kozmetik Ürünü Satın Alma Kararı: PROMETHEE Tekniği ile Bir Uygulama, *Uluslararası Akademik Yönetim Bilimleri Dergisi*, 3(4), 233-259.
- Nilashi, Mehrbakhsh, Rozana Zakaria, Othman Ibrahim, Muhd Zaimi Abd. Majid, Rosli Mohamad Zin ve Mohammadali Farahmand. (2015), Mcpcm: A DEMATEL–ANP Based Multi Criteria Decision Making Approach To Evaluate The Critical Success Factors in Construction Projects, *Arab.J.Sci.Eng.*, 40(2), 343-361.
- Paksoy, Semin. (2017), Çok Kriterli Karar Vermede Güncel Yaklaşımlar, Adana: Karahan Kitapevi.
- Sarı, İre Uçal, Beyzanur Çayır Ervural ve Semih Bozat. (2017), Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetiminde DEMATEL Yöntemiyle Tedarikçi Değerlendirme Kriterlerinin İncelenmesi ve Sağlık Sektöründe Bir Uygulama, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4), 477-485.
- Seyed-Hosseini, Seyed Mohammad, Nima Safaei ve Mohammad Jawad Asgharpour. (2006), Reprioritization Of Failures in A System Failure Mode And Effects Analysis By Decision Making Trial And Evaluation Laboratory Technique, *Reliability Engineering And System Safety*, 91(8), 872-881.
- Şenkayas, Hüseyin ve Haluk Hekimoğlu. (2013), Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi Problemine PROMETHEE Yöntemi Uygulaması, *Verimlilik Dergisi*, Sayı:2, 63-80.
- Şimşir, Fuat, Halil İbrahim Demir ve Sena Azdemir. (2018), Demir Çelik Sektöründe Hibrid DEMATEL ve TOPSIS-ELECTRE Yöntemleri ile Hata Türleri ve Etkileri Analizi, *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 6(3), 22-34.
- Tseng, Ming-Lang ve Yuan Hsu Lin. (2008), Application of Fuzzy DEMATEL To Develop A Cause And Effect Model Of Municipal Solid Waste, *Environmental Monitoring And Assessment*, 1(2), 158-171.
- Wu, Wei-Wen. (2008), Choosing Knowledge Management Strategies By Using A Combined ANP And DEMATEL Approach, *Expert Systems With Applications*, 35(3), 828-835.
- Yıldırım, Bahadır Fatih ve Emrah Önder. (2015), Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, 2. Baskı, Bursa: Dora Yayıncılık.