





Received: June 09, 2017  
Accepted: October 15, 2017  
Published Online: November 28, 2017

AJ ID: 2017.05.02.OR.03  
DOI: 10.17093/alphanumeric.320235

## Current Application Fields of ELECTRE and PROMETHEE: A Literature Review

Hasan Durucasu, Ph.D. \* 

Prof., Department of Business Administration, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Anadolu University, Eskişehir, Turkey, [hdurucasu@anadolu.edu.tr](mailto:hdurucasu@anadolu.edu.tr)

Ahmet Aytekin 

Res. Assist., Department of Business Administration, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Anadolu University, Eskişehir, Turkey, [ahmetaytekin@anadolu.edu.tr](mailto:ahmetaytekin@anadolu.edu.tr)

Bilal Saraç 

Res. Assist., Department of Business Administration, Faculty of Business Administration, Anadolu University, Eskişehir, Turkey, [b\\_sarac@anadolu.edu.tr](mailto:b_sarac@anadolu.edu.tr)

Erhan Orakçı 

Res. Assist., Department of Business Administration, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Anadolu University, Eskişehir, Turkey, [erhanorakci@anadolu.edu.tr](mailto:erhanorakci@anadolu.edu.tr)

\* Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yunus Emre Kampüsü, Yeşiltepe Mahallesi, Adatepe Sk. No:42, 26210 Tepebaşı/Eskişehir / Türkiye

### ABSTRACT

Nowadays, Multiple criteria decision making (MCDM) techniques are widely used to solve decision problems. In this study, current usage of two of the outranking-based MCDM techniques, namely ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité) and PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations), is examined in detail. In order to find the usage of those mentioned techniques, the scientific studies carried out in 2016 and the first four months of 2017 are investigated via Google Scholar. For this reason, it is aimed that by showing the contemporary trends of ELECTRE and PROMETHEE, the results will create an understanding of how the techniques might be used in the future. The survey of the studies shows that the application areas of ELECTRE and PROMETHEE have a great diversification. The studies on the two techniques show that the researchers made some adjustments on ELECTRE and PROMETHEE in order to answer the problems posed in their research questions. A specially, in this study, it has been seen that some remarkable modern methods were included in the problem solving process such as to evaluate according to different scenarios, usage of metaheuristics for complex decisions, hesitant fuzzy implementations, proliferation of group decision preference, an increase on hybrid techniques, the change in the number of software used, big data usage, sensitivity analyses and finally two linguistic approaches taking an importance in fuzzification.

### Keywords:

Multi Criteria Decision Making, ELECTRE, PROMETHEE, Literature Review

## ELECTRE ve PROMETHEE'nin Güncel Uygulama Alanları: Bir Alanyazın Taraması

### ÖZ

Günümüzde çok kriterli karar verme (ÇKKV) teknikleri, karar problemlerinin çözümünde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada ÇKKV tekniklerinin üstünlük tabanlı sınıfında yer alan ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité) ve PROMETHEE'nin (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) güncel kullanım alanları incelenmiştir. Bu bağlamda 2016 yılı ve 2017 yılı ilk dört ayında gerçekleştirilen çalışmalar Google Scholar yardımıyla taranmıştır. Böylelikle ELECTRE ve PROMETHEE'nin gelişimindeki son durumun ortaya konulması ve gelecekteki uygulama biçim ve alanları hakkında fikir verilmesi amaçlanmıştır. Tarama neticesinde, ELECTRE ve PROMETHEE'nin uygulama alanlarının çok çeşitli olduğu görülmüştür. Bu çalışmalarda, araştırma probleminin çözümüne yönelik ELECTRE ve PROMETHEE'nin tasarımında değişiklikler yapıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca senaryo farklılaşmalarına göre değerlendirme yapılması, metasezgiseller ile karmaşık karar problemlerinin çözülmesi, kararsız bulanık uygulamalarının yaygınlaşması, grup kararı tercihinin artması, hibrit tekniklerin uygulama sayısının fazlalaşması, kullanılan yazılımlar, büyük verilerle çözümleme yapılması, duyarlılık analizleri, bulanıklaştırmada iki dilsel yaklaşımının önemli yer edinmesi dikkat çekici sonuçlar olarak tespit edilmiştir.

### Anahtar Kelimeler:

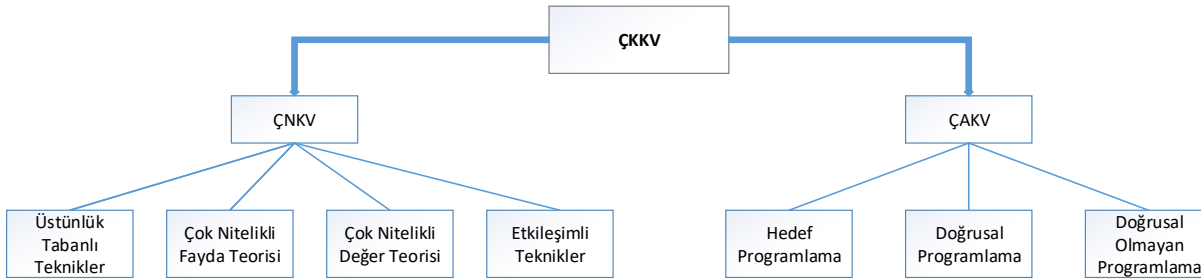
Çok Kriterli Karar Verme, ELECTRE, PROMETHEE, Alanyazın Taraması

## 1. Giriş

Karar verme, bir amaç için alternatiflerin belirlenmesi ve bunlardan en uygun olanının seçilmesi sürecidir. Karar verme süreci geleceğe yönelik, fırsat maliyeti içeren ve karar vericiye sorumluluk yükleyen bir içeriğe sahiptir. Bu süreç problemin tanımlanması, amaç ve hedeflerin tespit edilmesi, alternatiflerin belirlenmesi, modelleme, çözüm ve duyarlılık analizini içermektedir (Aktaş vd., 2015, s. 8). Karar verici bu süreç sonunda en iyi çözüme ulaşmış olmayı hedeflemektedir.

Karar verme sürecinde kullanılan teknikler karar ortamı, karar verici sayısı, kriter sayısı vb. temelinde sınıflandırılabilir. Kriter sayısı bağlamında bir karar problemi, tek bir kriterle göre alternatiflerin değerlendirilmesi durumunda tek kriterli karar problemi, en az iki kriter ile çok sayıda alternatifin değerlendirilmesinde ise çok kriterli karar problemi olarak adlandırılmaktadır. Diğer taraftan günlük hayatta karşılaşılan en basit seçme probleminden, karmaşık yapıya sahip uluslararası işletmelerin stratejik yatırım kararlarına dek geniş bir yelpazede çok kriterli karar verme süreci kullanılmaktadır. Bu süreçte kullanılan teknikler çok kriterli karar verme teknikleri olarak adlandırılmaktadır.

ÇKKV teknikleri karar verici sayısı, kriterler arası telafi edicilik, kriterlerin ölçüm türü, hedef, amaç, veri türü, problem türü vb. bağlamında sınıflandırılmaktadır. Alanyazında genel yaklaşım bu teknikleri, çok nitelikli karar verme (ÇNKV-multiple attribute decision making; MADM) ve çok amaçlı karar verme (ÇAKV-multiple objective decision making; MODM) başlıkları altında Şekil 1'de görüldüğü gibi sınıflandırmaktadır. ÇAKV, matematiksel programlamada vektör optimizasyonu amacıyla kullanılmakta ve doğrusal programlama, doğrusal olmayan programlama ile hedef programlamayı içermektedir. ÇNKV, alternatiflerin kriterlere göre sıralanması, sınıflanması veya seçilmesi amacıyla kullanılmaktadır. ÇNKV teknikleri üstünlük tabanlı (outranking), etkileşimli (interactive), çok nitelikli fayda teorisi (multi-attribute utility theory), çok nitelikli değer teorisi (multi-attribute value theory) başlıkları altında sınıflandırılmaktadır (Colson ve De Bruyn, 1989).



Şekil 1. ÇKKV Tekniklerinin Sınıflandırılması

Çalışmada üstünlük tabanlı ÇKKV teknikleri içerisinde değerlendirilen ELECTRE ve PROMETHEE'nin güncel alanyazın taramasına yer verilmiştir. Bu bağlamda, araştırmacılara belirtilen tekniklerin yeni kullanım alanları, revize uygulamaları, gelecekte nerelerde nasıl faydalanabilecekleri konusunda fikir verilmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede 2. başlıkta üstünlük tabanlı ÇKKV tekniklerinden bahsedilmiş, bu tekniklerden ELECTRE ve PROMETREE ile ilgili özet bilgilere yer verilmiştir. Daha sonra 3. başlık altında incelenebilen çalışmalardan ELECTRE ve PROMETHEE yöntemlerinin uygulama alanlarına ait bulgular paylaşılmış, ilgili

alanlarda yapılan çalışmalar özetlenmiş, sonuç kısmında araştırmacılar için önerilerde bulunulmuştur.

## 2. Üstünlük Tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

Üstünlük tabanlı ÇKKV teknikleri, grafik teorisi ve alternatiflerin çift karşılaştırmaları biçiminde ikili tercih ilişkilerini kullanır. ELECTRE I, II, III, IV, IS, TRI, PROMETHEE, NAIAD (Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments), ORESTE (Organization, Rangement Et Synthese De Donnes Relationnelles), MELCHIOR (Méthode d'Elimination et de Choix Incluant les relation d'Ordre), QUALIFLEX (QUALitative FLEXible) ve Regime üstünlük tabanlı tekniklerdir. Bu bölümde üstünlük tabanlı ÇKKV tekniklerinin genel özellikleri kısaca özetlenmiş ve bu tekniklerden sıklıkla kullanılan ELECTRE ve PROMETHEE alt başlıklar altında incelenmiştir.

Üstünlük tabanlı ÇKKV teknikleri, kriterler bazında A alternatif kümesi için üstünlük ilişkilerini tanımlamaktadır. A kümesi içerisinde yer alan a ve b alternatiflerinin ikili karşılaştırılmasında  $a > b$  gibi belirtilecek bir ifade, kriterlere göre a alternatifinin b alternatifine üstünlük sağladığını göstermektedir. Bu noktada iki alternatif arasında farksızlık olabileceği gibi üstünlüğün ikinci alternatifte ( $a < b$ ) olması da söz konusu olabilmektedir (Cavallaro, 2010, s. 464; Colson ve De Bruyn, 1989, s. 1203-1204).

Üstünlük tabanlı tekniklerin bir diğer önemli özelliği de her alternatifin her bir kriter için bağımsız olarak değerlendirilmesidir. Böylelikle, bir kriterin yarattığı boşluk veya istenmeyen bir durumu diğer kriter veya kriterler telafi edemez. Bu nedenle üstünlük tabanlı teknikler telafi edici olmayan tekniklerdir. Ayrıca, üstünlük tabanlı tekniklerde alternatifler için her bir kriter ayrı ayrı değerlendirilir. En önemli olduğu düşünülen kriter değeri genellikle ilk değerlendirilen kriterdir. Örneğin; bir elbise alındığında kriterlerin fiyat, stil, renk, beden olduğu ve en önemli kriterin de fiyat olduğu varsayıldığında, ilk olarak fiyat için alternatifler değerlendirilir. Bu bağlamda diğer kriterlere bakılmaksızın, uygun olmayan fiyatlara sahip alternatifler elenir. Daha sonra kriterlerin önemlilik sırasına göre aynı işlem uygulanır ve alternatifler arasında seçim veya sıralama işlemi yapılır.

### 2.1. ELECTRE

ELECTRE ilk kez 1965 yılında Bernard Roy tarafından bir konferansta sunulmuştur. ELECTRE alternatifler arasındaki ikili üstünlük karşılaştırmalarına dayanmaktadır. ELECTRE karar vericilere, çok sayıda nitel ve nicel kriteri karar verme sürecine dâhil etme olanağı sağlamaktadır. Ayrıca karar vericiler kriterleri amaçları doğrultusunda ağırlıklandırabilmektedir.

ELECTRE, problemin ele alınışına göre kendi içinde farklılık gösterdiğinden türevleri ortaya çıkmıştır. Bunlar kısaca ELECTRE I, II, III ve IV, TRI olarak ifade edilebilir. Bu türevler seçim ve sıralama problemleri için günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. ELECTRE I seçim, ELECTRE II, III ve IV sıralama problemlerinde karar vericiler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Ishizaka ve Nemery, 2013, s. 180). İzleyen kısımda ELECTRE'nin bu türevleri kısaca özetlenmiştir.

ELECTRE I, alternatiflerin her bir kriter için ayrı ayrı ikili karşılaştırmaları temeline dayanır. ELECTRE I, bir alternatifin seçiminden çok üstün olan alternatiflerin

belirlenmesinde kullanılmaktadır (Triantaphyllou vd., 1998, s. 183). ELECTRE I'de amaçlar arasındaki bağlantıları ölçmek için uyumluluk ve uyumsuzluk indeksi kullanılır. Uyumluluk indeksi  $C(a,b)$  a'nın b'den ne kadar iyi olduğunu; uyumsuzluk indeksi  $D(a,b)$  ise b'nin a'ya ne derece tercih edildiğinin derecesini ölçer (Tzeng ve Huang, 2011, s. 81).

ELECTRE II, Roy ve Bartier (1973) tarafından, ELECTRE I'in alternatiflerin sıralanmasındaki yetersizliğini gidermek amacıyla önerilmiştir. ELECTRE II, çekirdek çözümü bulmak yerine, üstünlük ilişkilerinin güçlü ve zayıf yönlerini ele alarak alternatifleri sıralayabilir (Tzeng ve Huang, 2011, s. 83; Figueira vd., 2005, s. 143).

ELECTRE III, genellikle öngörü ve tahminlerle üretilen verilere özgü belirsizliği dikkate alan çok kriterli bir analiz modelidir. En sık kullanılan ELECTRE türevlerinden biridir. ELECTRE III, her üstünlük temelli teknik gibi, kısmi karşılaştırılabilirlik aksiyomuna dayanır ve buna göre tercihler dört ikili ilişkinin kullanılması ile değerlendirilir. ELECTRE III'ün ana amacı; her bir kriterin ele alınmasıyla alternatiflerin birbirlerine göre ikili üstünlük derecelerinin hesaplanmasıdır. Böylece alternatifler amaca uygunluk derecelerine göre sıralanır (Papadopoulos ve Karagiannidis, 2008, s. 767-768; Ulubeyli ve Manisalı, 2005, s. 175).

ELECTRE IV, ELECTRE III'e birçok yönden benzemektedir. Alternatif karşılaştırmalarını alternatiflerin üstün olduğu, benzer olduğu ve üstün olmadığı kriter sayıları göz önüne alarak gerçekleştirir. ELECTRE IV'te alternatiflerin ikili karşılaştırmaları, benzer-üstünlük (quasi-dominance), geleneksel-üstünlük (canonic-dominance), yapay-üstünlük (pseudo-dominance), ikincil-üstünlük (sub-dominance) ve veto-üstünlük (veto-dominance) olmak üzere olası beş ikili ilişki durumuna göre yapılır (Redondo vd., 2007, s. 4). Ayrıca, ELECTRE IV, ağırlıkları gerektirmeyen ELECTRE ailesinin tek türevidir. ELECTRE IV'te ELECTRE III'e benzer şekilde hem eş anlamlılıklar hem de uyumsuzluklar için kriterlerin doğrusal bir bulanık gösterimi kullanılır. Üyelik fonksiyonu değeri yerine, kategorilerin her birine düşen kriter sayısı kullanılır (Shanian ve Savadogo, 2009, s. 1365).

ELECTRE TRI alternatifleri önceden belirlenmiş olan kategorilere, kriterlere göre yapılan değerlendirme sonucunda atamaktadır. ELECTRE TRI'de alternatiflerin kategorilere ataması birbirini izleyen iki ardışık adımdan oluşmaktadır. Öncelikle alternatiflerin kategorilerin sınırlarıyla nasıl karşılaştırıldığını karakterize eden bir üstünlük ilişkisi inşa edilir. Daha sonra her bir alternatifi belirli bir kategoriye atamak için bu ilişki kullanılır (Mousseau vd., 2000).

ELECTRE'nin bahsi geçen türevlerinin dışında MR-Sort gibi oldukça farklı türevleri de bulunmaktadır. Tüm bu yaklaşımlar farklılıkları ELECTRE'nin çeşitli uygulama problemlerinde karşılaşılan sorunlarını gidermek amacıyla ortaya çıkmıştır.

## 2.2. PROMETHEE

Karar problemlerinin yapısı, kriter sayısının çok olmasından dolayı karmaşıktır. Bu süreçte karar vericiler birçok kriteri dikkate almak zorundadırlar. Son yıllarda karmaşık karar problemlerinin çözümünde etkin olmayı sağlayan ÇKKV yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de PROMETHEE'dir. Jean-Pierre Brans tarafından başlangıçta PROMETHEE I (alternatiflerin kısmi olarak sıralanması) ve PROMETHEE II (alternatiflerin tam olarak sıralanması) olarak iki farklı model biçiminde tanıtılmıştır.

Sonrasında ise Brans ve Mareschall tarafından yöntemin PROMETHEE III (aralıkları temel alarak sıralama), PROMETHEE IV (sürekli durumlar için sıralama), PROMETHEE V (bölümlendirme kısıtlarına sahip sıralama) ve PROMETHEE VI (insan beyninin temsilinin yapıldığı sıralama) olarak adlandırılan türevleri geliştirilmiştir. (Brans and Mareschal, 2005; Yuen ve Ting, 2012; Behzadian vd., 2010; Dağ ve Yıldırım, 2015; Sungur ve Işık Maden, 2016; Uzun ve Kazan, 2016).

PROMETHEE ile incelenen karar problemindeki alternatiflerin, belirlenmiş olan tercih fonksiyonlarına (Olağan tip, U tipi, V tipi, Seviyeli, Doğrusal ve Gaussian) göre değerlendirme işlemi gerçekleştirilir. PROMETHEE'de her bir kriter için uygun bir tercih fonksiyonu tanımlanmalıdır. Bunun nedeni, iki alternatifin karşılaştırılmasında, karşılaştırma işlemi sonucunun seçilen tercih fonksiyonuna bağlı olmasıdır. Bu sayede alternatifler ikili olarak karşılaştırılarak, alternatiflerin kısmi ve tam sıralamaları elde edilmektedir (Dağdeviren, 2008). Yöntemin uygulanmasında kullanılabilecek altı adet tercih fonksiyonunun seçilmesi süreci aşağıda ifade edilmiştir (Brans ve Vincke, 1985; Dağ ve Yıldırım, 2015).

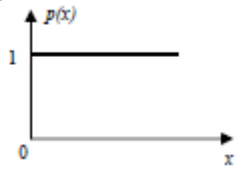
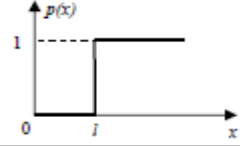
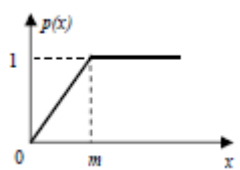
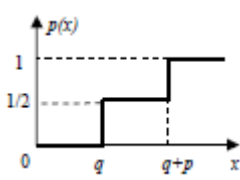
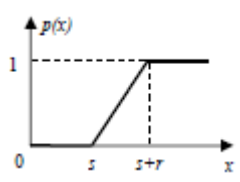
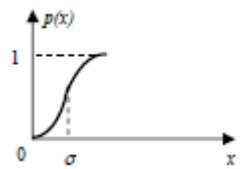
- **Olağan tip tercih fonksiyonu:** Karar vericinin, özel bir parametre tanımlanması gerekmeyen ve karar vericinin ele aldığı kriter açısından herhangi bir tercihi söz konusu olmadığında kullandığı tercih fonksiyonudur.
- **U tipi tercih fonksiyonu:** Karar vericinin, bir kriter için kendi belirlemiş olduğu değerden daha fazla değere sahip olan alternatiflerden yana tercih yaptığı durumda kullandığı tercih fonksiyonudur.
- **V tipi tercih fonksiyonu:** Karar vericinin, bir kriter için kendi belirlemiş olduğu değerden daha fazla değere sahip olan alternatiflerden yana tercih yapmak istediği, ancak aynı zamanda belirlemiş olduğu değer altındaki değerleri de göz önüne aldığı durumda kullandığı tercih fonksiyonudur.
- **Seviyeli tercih fonksiyonu:** Karar vericinin, bir kriter için değer aralığı belirlediği durumlarda kullandığı tercih fonksiyonudur.
- **Doğrusal tercih fonksiyonu:** Karar vericinin, bir kriter için ortalama değer üstünde değerlere sahip olan alternatifleri tercih etmek istediğinde kullandığı tercih fonksiyonudur.
- **Gaussian tercih fonksiyonu:** Karar vericinin, bir kriter için ortalama sapma değerlerine bakarak tercih yapmak istediği durumda kullandığı tercih fonksiyonudur.

Şekil 2'de tercih fonksiyonlarına ve grafiksel şekillerine yer verilmiştir. Fonksiyonlarda yer alan parametreler:

- q: Farksızlık değeri
- p: Kesin tercih eşiği
- s: p ve q arasındaki ara değeri

temsil etmektedir. q farksızlık değeri, karar verici tarafından önemsiz görülebilecek kriterlerin alternatiflere göre en büyük fark değeri olarak, p değeri ise karar verici tarafından kesin bir tercih oluşturabilmek için yeterli görülen en küçük fark değeri olarak tanımlanabilir. Örneğin; doğrusal tip bir tercih fonksiyonu seçildiğinde p ve/veya q değerinin kullanılması gerekirken, Gaussian tercih fonksiyonu seçildiğinde

ise sadece  $s$  değeri kullanılır. Her bir kriter için seçilecek tercih fonksiyonu, o kritere ait verilerin dağılımı göz önüne alınarak karar verici tarafından belirlenir (Brans ve Mareschal, 2005).

Tercih Fonksiyonu	Parametreler	Fonksiyon	Fonksiyonun [ $p(x)$ ] Grafiği
Olağan Tip	-	$p(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 0 \\ 1 & , x > 0 \end{cases}$	
U Tipi	$l$	$p(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq l \\ 1 & , x > l \end{cases}$	
V Tipi	$m$	$p(x) = \begin{cases} x/m & , x \leq m \\ 1 & , x > m \end{cases}$	
Seviyeli	$q, p$	$p(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq q \\ 1/2 & , q < x \leq q+p \\ 1 & , x > q+p \end{cases}$	
Doğrusal	$s, r$	$p(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq s \\ (x-s)/r & , s < x < s+r \\ 1 & , x \geq s+r \end{cases}$	
Gaussian	$\sigma$	$p(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2} & , x > 0 \end{cases}$	

Şekil 2. PROMETHEE Tercih Fonksiyonları ve Grafikleri (Dağdeviren ve Eraslan, 2008)

### 3. Alanyazın Taraması

Alanyazın taraması, akademik dilde literatür taraması olarak da bilinmektedir. Alanyazın taramasında, yapılmış olan çalışmalar incelenmekte ve elde edilen sonuçlar hakkında bilgilendirmeler yapılmaktadır. Bu bilgilendirmeler genellikle yapılmış olan çalışmaların güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymaktadır. Dahası bu çalışmalar yapılacak olan yeni çalışmalar için yol gösterici olma özelliği taşımaktadır.

Çalışmada üstünlük tabanlı ÇKKV teknikleri arasında kabul edilen ELECTRE ve PROMETHEE'nin güncel kullanım alanlarını ve teorik gelişimlerini ortaya koymak amacıyla, alanyazın taraması yapılmıştır. Bu çerçevede 2016 yılı ve 2017 yılının ilk dört ayında gerçekleştirilen çalışmalar Google Scholar ile taranmıştır. Bu süreçte Anadolu

Üniversitesinin erişim izni sağladığı veri tabanları kullanılmış ve Latin alfabesiyle yazılmış çalışmalar incelemeye alınmıştır. 318 çalışmadan ELECTRE ve PROMETHEE'yi ayrıntılı olarak ele almayan ya da bunlarla ilgili yeni teori geliştirmeyen çalışmalar tarama dışında bırakılmıştır. Böylelikle 203 çalışma için değerlendirme yapılmıştır. Çalışmaların kullanım alanları belirlenirken içerikleri dikkate alınmıştır. Her ne kadar bazı çalışmalar birden çok alana dâhil olsa da, sağlıklı bilgi sunulması amacıyla içerik açısından en yakın olduğu kullanım alanında değerlendirilmeye çalışılmıştır. Tablo 1'de ELECTRE ve PROMETHEE'nin belirtilen tarih aralığında ana kullanım alanlarına yer verilmiştir.

Alan	ELECTRE	%	PROMETHEE	%	GENEL	%
Bilgi teknolojileri*	6	6,59	8	6,45	13	6,40
Denizcilik*	2	2,20	2	1,61	3	1,48
Doğal kaynaklar ve çevre yönetimi*	8	8,79	17	13,71	24	11,82
Eğitim*	3	3,30	5	4,03	7	3,45
Enerji*	7	7,69	24	19,35	30	14,78
Güvenlik	1	1,10	2	1,61	3	1,48
İşletme yönetimi	6	6,59	16	12,90	22	10,84
Lojistik ve tedarik zinciri*	18	19,78	17	13,71	31	15,27
Mühendislik, üretim, tasarım, inşaat, yapı*	4	4,40	12	9,68	15	7,39
Sağlık*	5	5,49	5	4,03	9	4,43
Sürdürülebilirlik	11	12,09	5	4,03	16	7,88
Teori*	16	17,58	9	7,26	25	12,32
Turizm*	4	4,40	2	1,61	5	2,46
<b>Toplam</b>	<b>91</b>	<b>100,00</b>	<b>124</b>	<b>100,00</b>	<b>203</b>	<b>100,00</b>

\* ELECTRE ve PROMETHEE'nin birlikte uygulandığı çalışma sayısı

**Tablo 1.** ELECTRE ve PROMETHEE Tekniklerinin Uygulandığı Alanlar ve Çalışma Sayıları

Tablo 1'den PROMETHEE'nin enerji; ELECTRE'nin ise lojistik ve tedarik zinciri alanlarında yaygın olarak uygulandığı, denizcilik ile güvenlik alanlarında ise en az ele alındığı görülmektedir. Bu nedenle daha sonra yapılacak olan çalışmalarda bu veriler dikkate alınarak, çalışmanın yapılacağı alan ya da alanlar belirlenebilir. Örneğin, belirtilen süreçte denizcilik ve güvenlik alanlarında PROMETHEE ve ELECTRE ile yapılan çalışma sayısı diğer alanlara göre daha az olduğundan, bu alanlarda yapılacak yeni çalışmalara gereksinim duyulduğu söylenebilir. Diğer taraftan uygulama alanlarının çeşitliliği, farklı karar ortamları, mevcut algoritmanın belirli bir problemi çözmede yetersiz kalması gibi nedenlerden dolayı araştırmacılar, çözüme ulaşmak amacıyla ELECTRE ve PROMETHEE'yi modifiye etmişlerdir. ELECTRE'nin PROMETHEE'ye oranla daha fazla türeve sahip olması, ELECTRE ile ilgili teorik çalışmaların daha fazla olmasına (%17,58) yol açmıştır.

### 3.1. Bilgi Teknolojileri

Teknolojinin günümüzde her alanda yer bulduğu görülmektedir. İçinde bulunduğumuz çağda bilginin kolay ulaşılabilir ve depolanabilir olması, bilgi teknolojileri alanında yaşanan yeniliklerin sayısının artmasına neden olmuş, bu da ortaya çıkan problemlerin karmaşıklaşmasına yol açmıştır. Bu problemlere, ÇKKV teknikleri ile çözüm aranması

giderek yaygınlaşmıştır. Tablo 2’de söz konusu dönemde ELECTRE ve PROMETHEE ile gerçekleştirilen çalışmalara yer verilmiştir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Sangaiah vd. (2017)	Bulanık ELECTRE	Bulanık TOPSIS, Bulanık DEMATEL	Bulanık DEMATEL	Küresel yazılım geliştirme projesi için offshore/yerinde ekiplerinin bilgi transfer etkinliğinin ölçülmesi	Etkinlik ölçümü	15	15
de Carvalho, Poletto ve Seixas (2017)	ELECTRE II, PROMETHEE I ve II			Bilgi teknolojilerinde sözleşme, başarı ve destekçiler yönünden elemanların önem sırasının belirlenmesi	Sıralama	28	
Almoghathawi vd. (2017)	PROMETHEE	TOPSIS, CS (Copel& Skor)		Bir ağıdaki bileşenleri sıralama	Sıralama	6	10
Yılmaz ve Ballı (2016)	Bulanık PROMETHEE	Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS	Bulanık AHP	Şifreleme algoritması sıralaması	Sıralama	3	6
Campos ve Almeida (2016)	ELECTRE TRI - B			Süreç modelleme dili seçimi	Seçim	32	3
Lian ve Ke (2016)	ELECTRE			Tarımsal ürün tavsiye platformu oluşturmak	Seçim	5	5
Supraja ve Kousalya (2016)	ELECTRE	AHP	AHP	En iyi bilgisayar seçimi	Seçim	4	3
Sidhu ve Singh (2017)	PROMETHEE	AHP, TOPSIS		Bulut bilişim sağlayıcılarının güvenilirliklerinin değerlendirilmesi	Sıralama	10	18
Anupama, Gowri ve Rao (2016)	PROMETHEE		AHP, Entropi	Heterojen kablosuz ağlar için etkili bir erişim ağı seçim algoritması önerilmesi	Sıralama	6	4
Kecek ve Yüksel (2016)	PROMETHEE		AHP	18-25 yaş arası gençlerin akıllı cep telefonu tercihlerinin araştırılması	Sıralama	9	7
Leyva López vd. (2016)	ELECTRE III			Karar destek sistemi geliştirilmesi	Sıralama	4	6
Bhushan ve CH (2016)	PROMETHEE		AHP	Bulut bilişim sağlayıcılarının değerlendirilmesi	Sıralama	4	5
Sabri (2016)	PROMETHEE			Telekomünikasyon sektörlerinin karşılaştırılması	Sıralama	7	4

**Tablo 2.** Bilgi Teknolojileri Alanında Yapılan Çalışmalar

Bilgi teknolojileri alanında en çok PROMETHEE, ağırlıklandırma tekniği olarak ise en çok AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yönteminin kullanıldığı Tablo 2’den görülmektedir. Bu durum, AHP’nin hem nitel hem nicel kriterler içeren problemlere kolaylıkla uygulanabilmesinden kaynaklanmaktadır.

PROMETHEE’nin birlikte kullanıldığı teknik olarak TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) öne çıkmaktadır. TOPSIS’in çözüm aşamalarının anlaşılır olması ve uygulama kolaylığı sağlaması, bu tekniğin sıklıkla diğer ÇKKV teknikleriyle birlikte kullanılmasına neden olmaktadır.

Bilgi teknolojileri alanında problem türü önce sıralama, sonra seçim olarak karşımıza çıkmaktadır. Çoğunlukla sıralama yapılırken seçim için gerekli olan bilginin de elde edilmesi bu durumun nedeni olarak gösterilebilir. Bilgi teknolojileri alanındaki çalışmalarda yaklaşık olarak ortalama 10 kriter ve 5 alternatif ile problemlerin



çözümleri gerçekleştirilmiştir. Bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmelerin, bu alandaki çalışma sayısını artırması beklenmektedir.

### 3.2. Denizcilik

Dünya'nın yüz ölçümünün yaklaşık dörtte üçü (%71'i) sularla kaplıdır. Ancak oranın bu denli yüksek olmasına rağmen denizcilik alanında yapılan çalışma sayısının diğer alanlara göre daha az olduğu görülmektedir. Özellikle üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde ELECTRE ya da PROMETHEE'nin kullanıldığı çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, ulusal ya da uluslararası araştırmacılar, bundan sonraki süreçte denizcilik alanına ilgi gösterebilirler. Tablo 3'de denizcilik alanında incelenen çalışmalara yer verilmiştir. Denizcilik alanında, söz konusu dönemde 3 adet çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda problem türü olarak sıralama yaklaşımının tercih edildiği anlaşılmaktadır. Çalışmaların İngiltere ve Hırvatistan gibi denize kıyısı olan ülkelerde gerçekleştirilmiş olması, denizcilik ile ilgili problemlerde Türkiye gibi benzer ülkelerinde ELECTRE ve PROMETHEE'den yararlanabileceğini göstermektedir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Tavra vd. (2017)	PROMETHEE II		AHP	Kurulacak altyapıda dikkate alınacak unsurların önem sıralaması	Sıralama	7	8
Emovon (2016a)	ELECTRE II, PROMETHEE			FMEA (Failure Mode & Effects Analysis) risk analizini etkin kılmak	Sıralama	3	23
Emovon vd. (2016)	ELECTRE	MAUT	AHP	Deniz makine sistemlerinde bulunan bazı kritik donanım parçaları için optimum bakım stratejisi	Sıralama	3	5

**Tablo 3.** Denizcilik Alanında Yapılan Çalışmalar

### 3.3. Doğal Kaynaklar ve Çevre Yönetimi

Doğal kaynakların kıt olması ve çevre kirliliğinin günden güne artması, araştırmacıları bu alandaki problemlere çözüm aramaya yöneltmiştir. Bu alanda yapılan çalışmaların çoğunluğu su yönetimi üzerine gerçekleştirilmiştir. Gelecekte içme suyunun, iklim değişikliği ve kullanım hataları nedeniyle temininin güç olacağı düşünüldüğünde, su yönetimi üzerine yapılan çalışmaların daha fazla olması beklenmektedir. Araştırmacılara bundan sonraki süreçte, küresel ısınma göz önüne alınarak, hava kirliliği ve düşük karbon salınımı ile ilgili konuları ele almaları da önerilebilir. Tablo 4'te doğal kaynaklar ve çevre yönetimi alanında incelenen çalışmalara yer verilmiştir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Aşchilean vd. (2017)	ELECTRE I			Su dağıtım ağlarının iyileştirme süreçlerinin önceliklendirilmesi.	Sıralama	4	6
Salehpour vd. (2017)	ELECTRE I		AHP	Su havzası yönetimi değerlendirme	Sınıflama	3	17
Chhipi-Shrestha vd. (2017)	Bulanık ELECTRE I	DELPHI		Şehir su sisteminin sürdürülebilirliği için önemli göstergelerin belirlenmesi	Sıralama	38	
Pinto vd. (2017)	ELECTRE TRI-nC			Su tedarik hizmetleri için karar destek sistemi geliştirilmesi	Sınıflama	6	99
Ma vd. (2017)	PROMETHEE			Kentsel yağmursuyu üzerinde olumsuz etkili faktörün belirlenmesi	Seçim	2	20

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Araújo vd. (2017)	PROMETHEE II PROMETHEE V			Yağmur suyu tahliyesi için uygun müdahale tarzının seçimi	Seçim	6	4
Vulević ve Dragović (2017)	PROMETHEE II		AHP	Erozyon tehlikesi en yüksek alt havzanın seçimi	Seçim	4	9
Naubi vd. (2017)	PROMETHEE			Nehir yatağında bulunan havzaların risk değerlendirilmesi	Sıralama	20	25
An vd. (2016)	ELECTRE	Bulanık AHP		Yeraltı suları kirliliği giderme teknolojileri	Seçim	6	4
Hacıoğlu vd. (2016)	ELECTRE III	AHP		Hava izleme istasyonu seçimi	Seçim	7	12
Rebelo vd. (2017)	PROMETHEE II			Zeytinyağı bağlamında tarım kooperatiflerinin performans değerlendirmesi	Sıralama	16	11
Arıkan vd. (2017)	PROMETHEE	TOPSIS		Katı atık kurtulma teknolojisi seçimi	Sıralama	10	18
Graham vd. (2017)	PROMETHEE			6 potansiyel hayvan yaşam alanı kaybının 10 hayvan türü üzerinden etkilerinin incelenmesi	Sıralama	5	10
Kumar vd. (2017)	PROMETHEE II		WSM	Bina soğutma sistemlerinin çevreye etkileri yönünden sıralanması	Sıralama	10	4
Kütükçü ve Eren (2017)	ELECTRE	AHP, ANP, TOPSIS	AHP	Afet durumunda kullanılacak telsiz seçimi	Seçim	5	4
Tscheikner-Gratl vd. (2017)	ELECTRE, PROMETHEE	TOPSIS	WSM, AHP	Şehir su altyapısının rehabilitasyonu için alternatiflerin değerlendirilmesi	Sıralama	7	8
Lolli vd. (2016)	Bulanık PROMETHEE		Bulanık Teori	En iyi atık arıtma çözümünün belirlenmesi	Sıralama	21	10
Sadeghravesh vd.(2016)	PROMETHEE			Çölleşme ile mücadele alternatiflerinin değerlendirilmesi	Sıralama	5	5
Sadr vd. (2016)	PROMETHEE		AHP	Suyun yeniden kullanımı senaryosu için uygun bir membran teknolojisinin tespit edilmesi	Sıralama	9	13
Crnković vd. (2016)	PROMETHEE			Üç kimyasal ölçüm tekniği yardımıyla tatlı su çökellerinin kalitesini değerlendirmek	Sıralama	8	44
Palash ve Bauer (2016)	PROMETHEE			Arazi kullanım alternatiflerinin değerlendirilmesi	Sıralama	6	4
Dražić vd. (2016)	PROMETHEE			Su tedariki için alternatiflerin değerlendirilmesi	Sıralama	5	3
Ozmen vd. (2016)	PROMETHEE II		AHP	Atık türlerinin önceliğinin belirlenmesi	Sıralama	3	6
Gomes vd. (2016)	PROMETHEE II			Kıtlık durumda alternatiflerin önceliklendirilmesi	Sıralama	4	5

**Tablo 4.** Doğal Kaynaklar ve Çevre Yönetimi Alanında Yapılan Çalışmalar

Doğal kaynaklar ve içinde bulunduğumuz çevre, bugünümüzü ve geleceğimizi şekillendirdiğinden, bu alanda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Doğal kaynaklar ve çevre yönetimi alanındaki çalışmaların yaklaşık üçte birinde ELECTRE, üçte ikisinde ise PROMETHEE'nin kullanıldığı, ağırlıklandırma tekniği olarak ise en fazla AHP'nin tercih edildiği görülmektedir. Visual PROMETHEE uygulama adımlarını kolaylaştıran bir yazılım olduğundan, PROMETHEE'nin daha fazla kullanılmış olabileceği belirtilebilir. Problem türünde sıralama yaklaşımının büyük çoğunlukla ele alındığı göze

çarpılmaktadır. PROMETHEE ve ELECTRE ile birlikte kullanılan teknikler içerisinde AHP ve TOPSIS öne çıkmaktadır. Yaklaşık ortalama 9 kriter ve 13 alternatifin değerlendirildiği doğal kaynaklar ve çevre yönetimi alanında, PROMETHEE ailesinden PROMETHEE II, ELECTRE ailesinden ise ELECTRE I araştırmacılar tarafından çalışmalarda daha çok kullanılmıştır.

### 3.4. Eğitim

Eğitim insanların sosyal hayatında son derece önemli bir yere sahiptir. Diğer alanlarda olduğu gibi eğitim alanında karşılaşılan problemlerde de ÇKKV teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Tablo 5'te PROMETHEE ve ELECTRE'nin eğitim alanında kullanıldığı çalışmalara yer verilmiştir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Živković vd. (2017)	PROMETHEE	SWOT		Üniversitenin stratejik amaçlarının sıralanması	Sıralama	34	6
Kirkenidis vd. (2016)	ELECTRE III	Delphi		e-öğrenme platformu seçimi	Seçim	6	40
Kadziński ve Ciomek (2016)	ELECTRE, PROMETHEE			Akademisyenlerin performanslarının değerlendirilmesi	Sıralama	4	23
Mladen vd. (2016)	ELECTRE multi-level outranking (ELECTRE MLO)			Sırbistan'daki orta öğretim öğrenci profilleri için performans düzeylerinin tespit edilmesi	Değerlendirme	7	24
Bedir vd. (2016)	PROMETHEE		AHP	Lisansüstü öğrencilerinin ders seçim probleminin incelenmesi	Sıralama	5	6
Purba ve Sembiring (2016)	PROMETHEE			Burs alacak öğrencilerin seçilmesi	Seçim	7	20
Ho vd. (2016)	PROMETHEE II			Çevrimiçi uzaktan eğitim uygulamasında yöntemlerin değerlendirilmesi	Sıralama	2	4

**Tablo 5.** Eğitim Alanında Yapılan Çalışmalar

Bu çalışmalarda, PROMETHEE'nin ELECTRE'ye göre daha fazla kullanıldığı, sıralama problemlerinin seçim ve değerlendirme problemlerine göre daha ağırlıklı olarak incelendiği görülmektedir. İki çalışmada, kriterlerin ve alternatiflerin belirlenmesi için Delphi ve SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) gibi beyin fırtınası içeren ve birçok karar vericinin görüşünün alındığı teknikler kullanılmıştır (Kirkenidis vd., 2016; Živković vd., 2017).

Živković vd. (2017), SWOT-PROMETHEE hibrit modelini, Belgrad Üniversitesinin stratejik hedeflerine öncelik verilmesi amacıyla tanımlamış ve Sırbistan'ın Bor ilçesindeki Teknoloji ve Mühendislik Bilimleri fakülteleri grubuna ait olarak geliştirmiştir. Tanımlanmış modelin, üniversiteler veya farklı organizasyon yapısı olan özerk fakülteler için uygun olduğu belirtilmiştir. Stratejik hedeflerin öncelikleri belirlenirken karar verme sürecinde uzlaşmaya ihtiyaç olduğunu ifade edilmiştir. Analizler sonucunda tanımladıkları model, üniversitelerin büyümesi ve geliştirilmesi için stratejik hedefleri optimize ettiğinden ve karar vericiler arasında fikir birliğine imkân tanıdığından yararlı görülmüştür. Kirkenidis, Andreopoulou ve Manos (2016), Tarım ve Ormanlık içeriği olan yükseköğretim için bir e-öğrenme dersinin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, e-öğrenme platformlarının 40 özelliğini çok kriterli bir

değerlendirmeye incelemişlerdir. Bu çalışmada değerlendirme verileri, uzmanların görüşlerine dayanan Delphi yönteminden elde edilmiştir. Bu veriler, birçok kriterli analiz uygulaması olan ELECTRE III'de sunulmuştur. Ölçütlerin her biri için bir e-öğrenme platformunun içerik, yapı, iletişim, değerlendirme ve işlevsellik gibi özelliklerinin derecelendirilmesi bir ağırlıklandırma faktörü aracılığıyla yapılmıştır. Sonuç olarak, bahsedilen özellikler göz önüne alındığında ve ELECTRE III yoluyla e-öğrenme platformlarının sınıflandırma sürecini tamamladığında en uygun e-öğrenme platformunun seçildiği ifade edilmiştir.

### 3.5. Enerji

Günümüzde enerjinin kullanım alanının çok geniş ve yaygın olması, bu alanda problem sayısının hızla artmasına yol açmaktadır. ELECTRE ve PROMETHEE kullanılarak enerji problemlerinin çözümünün araştırıldığı çalışmalar Tablo 6'da verilmiştir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Akkaş vd. (2017)	ELECTRE	AHP, TOPSIS, VIKOR	AHP	Yenilenebilir enerji yer seçimi	Seçim	3	5
Yoon vd. (2017)	PROMETHEE	MAUT, TOPSIS	AHP	Nükleer yakıt döngülerini sıralama	Sıralama	5	3
Özkale vd. (2017)	PROMETHEE			Yenilebilir ve sürdürülebilir enerji için santral türü seçimi	Seçim	4	5
Zhang vd. (2017)	PROMETHEE		Bulanık AHP	30 şehrin enerji güvenlik performansının incelenmesi	Sıralama	20	30
Barragán vd. (2017)	PROMETHEE I PROMETHEE II			Şehir için sürdürülebilir yenilenebilir enerji kaynağı sıralaması	Sıralama	14	8
Nikouei vd. (2017)	PROMETHEE II		Shannon Entropi	Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren membran seçimi	Seçim	8	12
Sánchez-Lozano vd. (2016)	ELECTRE TRI	TOPSIS	AHP	Güneş enerji çiftlikleri için yer seçimi	Sıralama	10	10
Strantzali vd. (2017)	PROMETHEE II			Lesvos adasının üç senaryo altında alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesi	Sıralama - Değerlendirme	7	7
Hernandez-Perdomo, vd. (2017)	PROMETHEE II			Kamu enerji projelerinin performans sıralaması	Sıralama	5	20
Sehatpour vd. (2017)	PROMETHEE			Alternatif ulaşım yakıtı seçimi	Sıralama	10	8
Stamatakis vd. (2016)	PROMETHEE			Binalara yerleştirilen güneş enerjisi panellerinin çok kriterli analizi	Sıralama	7	13
Vujosevic ve Popovic (2016)	PROMETHEE			Atriumun hem şekli hem de konumu bakımından otel binasının enerji performansı üzerindeki etkisinin incelenmesi.	Sıralama	17	4
Sendhilvel vd. (2016)	PROMETHEE			Enerji santrallerinin doğrusal olmayan kombinasyon ile sıralanması	Sıralama	10	10

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Tadeu vd. (2016)	PROMETHEE		MAVT metodu	Portekiz konut binalarına uygulanan enerji verimliliği önlemlerine göre bina sahiplerinin tercihlerini değerlendirmektedir.	Sıralama	4	6
Kylili vd. (2016)	PROMETHEE			Enerji bitkilerinin tanımlanması	Sıralama	5	8
Khorasaninejad vd. (2016)	Bulanık PROMETHEE	Bulanık DEMATEL	Bulanık ANP	Bir termik santralde en iyi ana römorkun seçilmesi	Sıralama	4	5
Oliveira vd. (2016)	PROMETHEE			Enerji şirketleri için, projeleri sıralayan, proje yöneticisini sınıflandıran ve proje ile proje yöneticisi arasında nihai eşleşme öneren bir karar modeli sunulması	Sıralama	10	16
Sinha vd. (2016)	PROMETHEE			Biyodizel üretilmesi	Sıralama	11	20
Polatidis ve Morales (2016)	PROMETHEE			Rüzgâr enerjisi projelerinin uygulanabilirliğinin artırılması	Sıralama	13	4
Seddiki vd. (2016)	PROMETHEE	Swing		Beton binaların ısı yenilenmesi	Sıralama	4	15
A. Singh vd. (2016)	PROMETHEE II			Yeni bir enerji santralinde enerji üretimi için en uygun alternatifin belirlenmesi	Sıralama	9	7
Wen vd. (2016)	ELECTRE II			Kömürden metanol gazı elde etme yöntemlerinin değerlendirilmesi	Seçim	15	10
Wu vd. (2016)	ELECTRE III		GIFWGIA	Rüzgâr enerji istasyonu seçimi	Sıralama	22	5
Matulaitis vd. (2016)	ELECTRE III			Güneş enerji sistem projeleri	Seçim	5	7
Caetani vd. (2016)	ELECTRE	TOPSIS - FETOPSIS		Portföy optimizasyonu	Sıralama	10	10
Osati ve Manouchehr (2016)	PROMETHEE			Elektrik sağlayıcılarının performansının ölçülmesi	Sıralama	4	5
Wei vd. (2016)	PROMETHEE		AHP	Enerji depolama yöntemi seçimi	Sıralama	6	6
Đurin ve Baić (2016)	PROMETHEE	Critical Period Method		Fotovoltaik enerji kullanan sulama sistemleri arasından en uygun varyantın seçimi	Seçim	6	2
Wang ve Liu (2016)	PROMETHEE, ELECTRE III	TOPSIS	Aralıklı Nötrosifik Sayılar	Enerji depolama alanı seçimi	Sıralama	5	4
Wiguna vd. (2016)	PROMETHEE		Bulanık AHP	Güneş enerjisi sahası alan seçimi süreci	Sıralama	6	5

**Tablo 6.** Enerji Alanında Yapılan Çalışmalar

Enerji alanında gerçekleştirilen çalışmalarda PROMETHEE'nin yoğun şekilde kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca ele alınan dönemde enerji alanı PROMETHEE'nin en çok kullanıldığı alandır. Bunun nedeni olarak PROMETHEE'nin grafiksel yaklaşımının (GAIA) bulunması, karar vericinin amacına göre tercih fonksiyonu önermesi ve uygulanmasını kolaylaştıran yaygın bir yazılıma (Visual PROMETHEE) sahip olması gösterilebilir.

PROMETHEE ve ELECTRE'nin en çok TOPSIS ile birlikte uygulandığı, çalışmalarda genel olarak ağırlıklandırma tekniği kullanılmadığı, kullanılanlarda ise AHP'nin öncelikle tercih edildiği Tablo 6'dan anlaşılmaktadır. Araştırmacılar her ne kadar ele aldıkları problemi tanımlarken, seçim problemi olarak ifade etseler de çoğunlukla diğer alternatiflerin sıralamalarını da yapmaktadır. Böylelikle yaklaşık 9 kriter ve 9 alternatif ile gerçekleştirilen çalışmalarda çoğunlukla sıralama problemlerinin ele alındığı belirtilebilir. Enerji alanında çalışmaların çoğunluğu gelişmekte olan ve yoğun nüfusa sahip İran, Çin, Hindistan, Türkiye ve Brezilya gibi ülkelerde gerçekleştirilmiştir. ELECTRE ve PROMETHEE'nin, diğer ÇKKV teknikleri gibi bu problemlerde yoğun şekilde kullanılması beklenmektedir. Ayrıca Strantzali vd.'nin (2017) gerçekleştirdiği çalışmada, Lesvos (Yunanistan) adası üç senaryo altında alternatif enerji kaynaklarına göre değerlendirilmiştir. Bu çalışmada farklı senaryolara göre karar probleminin incelenmesinin, ÇKKV teknikleriyle karar problemlerinin çözümüne farklı bir bakış açısı kazandırdığı görülmektedir.

### 3.6. Güvenlik

Güvenlik kavramı Türk Dil Kurumu (TDK) tarafından toplum yaşamında yasal düzenin aksamadan yürütülmesi, kişilerin korkusuzca yaşayabilmesi durumu, emniyet şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanım askeri güvenlikten, iş güvenliğine veya yol güvenliğine kadar çok geniş bir anlam taşımaktadır. Bu bağlamda söz konusu tarih aralığında gerçekleştirilen çalışmalar Tablo 7'de verilmiştir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Göleç (2017)	vd. ELECTRE	AHP, SAW, TOPSIS	AHP, SAW	Askeri kargo uçağı seçimi için en iyi alternatifin belirlenmesi.	Seçim	5	3
Rosić vd. (2017)	PROMETHEE	VZA, TOPSIS		Kompozit yol güvenliği indeksi geliştirerek bölgeleri değerlendirme	Sıralama	4	27
Mladineo (2016)	vd. PROMETHEE			Mayın eylem planlarından önceliklerin belirlenmesi	Sıralama	6	6

**Tablo 7.** Güvenlik Alanında Yapılan Çalışmalar

Güvenlik alanında çalışma sayısının az olduğu görülmektedir. Araştırmacılara, diğer alanlarda olduğu gibi güvenlik alanında da karşılaşılan problemlerde ELECTRE ve PROMETHEE'den daha fazla yararlanmaları önerilebilir. Söz konusu dönemde ele alınan çalışmaların ikisinin eski Yugoslavya ülkelerinde gerçekleştirilmesi dikkat çekicidir. Ayrıca iki çalışmada TOPSIS'in ELECTRE ve PROMETHEE ile birlikte kullanıldığı görülmektedir.

### 3.7. İşletme Yönetimi

İşletme alanından ÇKKV tekniklerinin kullanımının geçmişi oldukça eskidir. Bununla birlikte gelişen teknoloji ve içinde bulunulan bilgi çağı, işletmeleri daha önce sahip olmadıkları kadar yığın bilgi ve karmaşık karar problemleri ile karşı karşıya bırakmıştır. İşletmeler bu bilgilerden anlamlı sonuçlar çıkarmak için veri madenciliği yaklaşımlarından, karmaşık problemlerin çözümünde ise yönetim bilgi sistemleri ve alt sistemlerinden yararlanmaktadır. Karar destek sistemi gibi alt sistemlerde ÇKKV teknikleri sıklıkla kullanılmaktadır. Tablo 8'de işletme yönetimi bağlamında değerlendirilen çalışmalara yer verilmiştir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Shen vd. (2017)	Sezgisel Bulanık ELECTRE III			Kredi risk değerlendirmesi	Değerlendirme	4	5
Çalışkan ve Eren (2017)	PROMETHEE		AHP	Bankaların finansal açıdan sıralanması	Sıralama	10	17
Koliouska vd. (2017)	PROMETHEE			Belli bir bölge menşei e-ticaret sitelerinin sıralanması	Sıralama	30	15
Dinçer vd. (2016)	ELECTRE I	ANP		Tarım sektörünün sorunlarını çözen en iyi banka seçimi	Seçim	8	3
Ferreira vd. (2016)	ELECTRE II	Bulanık TOPSIS		En iyi yatırım projesi seçimi	Seçim - Değerlendirme	10	9
Yücel ve Görener (2016)	ELECTRE	AHP	AHP	Yatırım yapılacak şirket seçimi	Seçim	6	4
Hodgett (2016)	ELECTRE III	AHP - MARE	WSM	Fujifilm şirketi donanım seçimi değerlendirilmesi	Değerlendirme	10	4
Hashemi vd. (2016)	ELECTRE III	COPRAS - TOPSIS	GIIFWA	Yatırım projesi seçimi	Sıralama	4	4
Chelmis vd. (2017)	PROMETHEE II			Futbol kulüplerinin finansal, ticari ve sportif sıralaması	Sıralama	3	9
Emovon (2016b)	PROMETHEE	VIKOR	AHP	Araçların mekanik muayene aralıklarının belirlenmesi	Sıralama	2	10
Singh ve Dasgupta (2016)	PROMETHEE	TOPSIS	Bulanık AHP	İşyeri kurtarma	Sıralama	7	6
Ishizaka ve Pereira (2016)	PROMETHEE		ANP	Yapılandırılmış ve şeffaf bir performans yönetim sistemi geliştirilmesi	Sıralama	8	10
Baynal vd. (2016)	PROMETHEE		AHP	Proje seçim sürecinin değerlendirilmesi	Sıralama	7	30
Aksaraylı ve Pala (2016)	PROMETHEE			En iyi portföy seçimi	Sıralama	7	17
Shukla ve Mishra (2016)	PROMETHEE		SWARA	Kurumsal kaynak planlaması	Sıralama	4	5
Bağcı ve Esmer (2016)	PROMETHEE			Faktoring şirketi seçimi	Sıralama	5	8
Chen vd. (2016)	PROMETHEE	TOPSIS	Entropi	Personel seçimi için model geliştirilmesi	Sıralama	8	19
Ertuğrul ve Öztaş (2016)	PROMETHEE	MACBETH	AHP	Alışveriş sitelerinin performanslarının karşılaştırılması	Sıralama	6	4
Rakotoarivelo vd. (2016)	PROMETHEE		AHP	Finansal yatırımları risk açısından analiz edilmesi	Sıralama	4	8
Christian vd. (2016)	PROMETHEE			İşletmeler için giriş yöntemi seçilmesi	Sıralama	15	5
Bülbül ve Köse (2016)	PROMETHEE			Hayat dışı sigorta şirketlerinin performans değerlendirilmesi	Sıralama	8	35
Ömürbek ve Eren (2016)	PROMETHEE	MOORA, COPRAS		Bir gıda işletmesinin performans değerlendirilmesi	Sıralama	13	10

**Tablo 8.** İşletme Yönetimi Alanında Yapılan Çalışmalar

İşletme yönetimi alanında gerçekleştirilen çalışmaların finansal konuları ağırlıklı olarak içermektedir. Bu çalışmalarda yaklaşık 8 kriter ve 11 alternatif, PROMETHEE ve ELECTRE ile beraber sıklıkla TOPSIS ile değerlendirilmiştir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında AHP'nin ilk tercih olduğu Tablo 8'den görülmektedir. İncelenen dönemde işletme yönetimi alanında en fazla çalışma Türkiye, İngiltere ve Hindistan

gibi hizmet sektörünün daha yoğun olduğu ülkelerde yapılmıştır. Bununla beraber problem türlerini büyük çoğunlukla sıralama problemleri oluşturmaktadır. Bunun en büyük sebebi işletme yönetiminin uygulanabilirliğinin çeşitli nedenlerle (yasal vb.) mümkün olmadığı durumlarda, işletme sürekliliğini sağlamak amacıyla daha farklı planların elde bulundurulması isteği olabilir.

### 3.8. Lojistik ve Tedarik Zinciri

Tedarik zinciri bir ürünün ham maddeden müşteriye dek geçirdiği tüm süreçleri içermektedir. Lojistik bu zincirin müşterilerin ihtiyaçlarını istenilen zamanda, yerde hazır bulundurmak amacıyla ürün stok ve akışının kontrolünü içeren kısım (Taşkın ve Emel, 2009, s. 12-13). ELECTRE ve PROMETHEE'nin lojistik ve tedarik zinciri alanında uygulandığı çalışmalar Tablo 9'da sunulmuştur.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Farughi ve Mostafayi (2017)	ELECTRE	ANP, SIMANP	ANP	Tedarik zinciri seçimi	Seçim	17	4
Cristea ve Cristea (2017)	Electre III			Esnek paketleme endüstrisi için en iyi tedarikçinin seçimi	Seçim	23	7
Agrebi vd. (2017)	ELECTRE I			Lojistik sistemini optimize edecek dağıtım merkezinin seçilmesi.	Seçim	6	3
Rezaei vd. (2017)	ELECTRE TRI rC		SFR (Simos-Figueira-Roy)	Bir üretim işletmesinin tedarikçileri, yeşil tedarik zinciri açısından sınıflandırılması	Sınıflama	15	50
Stavrou vd. (2017)	ELECTRE			Gemiden gemiye transfer için en iyi lokasyon alternatifinin seçilmesi	Seçim	4	4
Benzohra vd. (2017)	ELECTRE III			Etkin evsel atık sistemi stratejisinin seçilmesi için aday planların sınıflandırılması.	Sınıflama	14	5
Wan vd. (2017)	IT ELECTRE II	TL-ANP		Tedarikçi seçiminde ANP-ELECTRE hibrit modelinin kullanılması	Seçim	12	5
Segura ve Maroto (2017)	PROMETHEE	MAUT	AHP	Tedarikçi seçimi ve ürün değerlendirme için MAUT ve PROMETHEE'nin kullanılması	Sınıflama	15	67
Boujelben (2017)	PROMETHEE		Bulanık AHP	Tedarikçi sınıflaması için ÇKKVT kullanımı	Sınıflama	12	43
Alkan vd. (2017)	PROMETHEE I PROMETHEE II	AHP	AHP	Bir üretim işletmesi için hammadde tedarikçisi seçimi	Seçim	17	4
Bandyopadhyay ve Mandal (2017)	Bulanık PROMETHEE			Hazır yemek zinciri şube kuruluş yeri seçimi	Seçim	4	4



Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Kita vd. (2017)	PROMETHEE II PROMETHEE V	Doğrusal Programlama		Tedarikçilerin ürünlerini müşteriye ulaştıracak mağaza seçimi	Sıralama	6	6
Sinaga ve Siregar (2017)	PROMETHEE	AHP		Tedarikçilerin performans sıralaması	Sıralama	7	5
El Mokri vd. (2016)	ELECTRE TRI			Eczacılık tedarik zincirinde dış kaynak lojistik risklerinin tanımlanması	Değerlendirme	7	6
Aguezoul ve Pires (2016)	ELECTRE I			En iyi Üçüncü parti lojistik (3PL) seçimi	Seçim	4	13
Peker (2016)	ELECTRE	DEMATEL	DEMATEL	Sosyal sorumluluk değerlendirmesi	Seçim	7	7
Govindan ve Jepsen (2016)	ELECTRE TRI-C			Tedarikçilerin risk düzeyinin değerlendirilmesi	Sıralama	27	20
Rožić vd. (2016)	ELECTRE, PROMETHEE	AHP, Gravity Method Median Method		Ülke içi taşımacılık aktarma bölgesi seçimi	Sıralama	7	5
Kavilal vd. (2017)	Bulanık PROMETHEE	Bulanık ISM	Bulanık AHP	Tedarik zinciri yönetiminde etkenlerin sıralanması	Sıralama	4	14
Dey vd. (2017)	ELECTRE II, PROMETHEE	SAW, MOORA, TOPSIS, VIKOR, COPRAS, ANOVA		Depo yer seçimi	Sıralama	4	4
Cai vd. (2017)	ELECTRE III	TOPSIS	SAW	Taksi filosu için araç türü seçimi	Seçim	11	5
Kelidbari vd. (2016)	PROMETHEE		Bulanık AHP	Tedarikçilerin sıralanması	SEÇİM	6	4
Prasanna Venkatesan ve Goh (2016)	Bulanık PROMETHEE	MOPSO	Bulanık AHP	Tedarikçilerin sıralanması	Sıralama	13	3
Mahmoudi vd. (2016)	PROMETHEE	Bulanık Sistemler		Tedarikçi sıralaması	Sıralama	4	4
Adalı vd. (2016)	Bulanık PROMETHEE, ELECTRE	TOPSIS	İkizkenar Yamuk Bulanık Sayılar	Tedarikçi sıralaması	Sıralama	5	5
Sari ve Timor (2016)	PROMETHEE		ANP	Tedarikçi sıralaması	Sıralama	7	4
You vd. (2016)	ELECTRE III			Kuruluş yeri seçimi	Sıralama	4	5
Bodziony vd. (2016)	ELECTRE III			Yük kamyonu seçimi	Seçim	9	7
Stoilova ve Nikolova (2016)	PROMETHEE		AHP-Bulanık AHP	Yolcu trenlerinin nakliye şemalarının incelenmesi	Sıralama	7	9
Bidani ve Frikha (2016)	PROMETHEE		AHP	Lojistik dış kaynak kullanımının değerlendirilmesi	Sıralama	5	6
Eren ve Özder (2016)	PROMETHEE, ELECTRE		AHP-ANP	Tedarikçi sıralaması	Sıralama	10	6

**Tablo 9.** Lojistik ve Tedarik Zinciri Alanında Yapılan Çalışmalar

Lojistik ve tedarik zinciri çalışmalarının çoğunlukla Çin, Türkiye ve İran gibi ipek yolu üzerinde bulunan ülkelerde yapıldığı görülmektedir. Tablo 9'dan tedarikçi sıralama problemlerinin lojistik ve tedarik zinciri alanında en çok çözümlenen problem olduğu

anlaşılmaktadır. Gelişmiş ülkeler tekstil, gıda, sanayi gibi sektörlerdeki üretimi, ucuz işçiliğin olması sebebiyle geliştirmekte olan ülkelere kaydırmaktadır. Bu durum üretimin kaydığı ülkelere diğer ülkelere ürün transferinin artışına yol açmaktadır. Bu ise geliştirmekte olan ülkelerin en büyük sorunları arasında tedarik zinciri planlaması probleminin yer aldığını göstermektedir. ELECTRE'nin en yoğun kullanıldığı bu alanda ortalama 9 kriter ile 11 alternatif değerlendirilmiştir.

### 3.9. Mühendislik, Üretim, Tasarım, İnşaat, Yapı

Üretim sektörlerinden birisi inşaat sektörüdür. Mühendisliğin önemli bir boyutu da üretim öncesindeki tasarım aşamasıdır. Tasarım unsuru yalnızca yapının estetik görünümüyle değil, sağlamlığıyla da ilgilenir. Örneğin, şehir merkezindeki eski yapıların olduğu mahallelerin kentsel dönüşüm hareketlerinde tasarımcılara büyük iş düşmektedir. İnşaat mühendisleri yapıların üretim ve tasarımından sorumludurlar. Mühendis kökenli yöneticiler ise kurumlara bir inşaat gözüyle bakma eğilimindedir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Certa vd. (2017)	ELECTRE Tri			Hata modlarının sınıflandırılması	Sınıflama	10	67
Attallah vd. (2017)	ELECTRE III	Regresyon analizi, Sıralı probit analizi		İnşaat piyasasında kredi notu verilmesinde etkili olan etkenlerin sıralanması	Sıralama	10	8
Medina-González vd. (2017)	ELECTRE IV	Pareto Çözümlemesi		Sistem mühendisliğinde sürdürülebilir tedarik zinciri tasarımı	Sıralama	79	31
Doan vd. (2017)	PROMETHEE II			Yeni nesil elektrik devrelerinin üretiminde kullanılacak çipin seçimi	Seçim	3	70
Markou vd. (2017)	PROMETHEE	WSM, AHP, TOPSIS, OWA, HWA	AHP	Proje planlaması için ÇKKVT'lerinin kullanılması	Sıralama	9	23
Shah ve Lokhande (2016)	PROMETHEE			WBG yarı iletkenleri ile geleneksel yarı iletkenleri malzeme özelliklerine göre karşılaştırma	Sıralama	10	7
Sibevei vd. (2016)	PROMETHEE		AHP	En uygun etilen propilen dien monomerinin (EPDM) seçilmesi	Seçim	4	15
Yılmaz-Kaya ve Dağdeviren (2016)	Bulanık PROMETHEE		AHP	Evrensel tasarım ve teknik gereklilikler bağlamında iş güvenliği donanımlarını değerlendirmek için entegre yaklaşım önerisi	Sıralama	14	11
Polat (2016)	PROMETHEE		AHP	Bir inşaat projesi için taşeron firma seçimi	Seçim	11	6
Wang vd. (2017)	PROMETHEE		AHP	Yeniden yapılandırılabilir imalat sistemini değerlendirebilmek için endeks sistemi oluşturulması	Sıralama	6	10
Hot vd. (2016)	PROMETHEE		Katsayıları Ağırlıklandırma	Yol tasarımının optimize edilmesi	Sıralama	4	5
Özveri ve Kabak (2016)	PROMETHEE		AHP	Hata türlerinin önceliklendirilmesi	Sıralama	5	3
Sungur ve Maden (2016)	PROMETHEE			İmalat sanayi sektörlerinin üstünlük sıralaması	Sıralama	4	20
Smet (2016)	PROMETHEE II			Mühendislik karar probleminde eşzamanlı optimizasyonun sağlanması	Sıralama	2	20

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Schmid vd. (2016)	PROMETHEE, ELECTRE II			Ömrünü tamamlamış araçların sökülme ve parçalama işlemlerinin üç senaryo bağlamında incelenmesi	Sıralama	9	3

**Tablo 10.** Mühendislik, Üretim, Tasarım, İnşaat, Yapı Alanında Yapılan Çalışmalar

Mühendislik, üretim, tasarım, inşaat ve yapı birbirleriyle yakından ilişkili alanlardır. Bu bağlamda Tablo 10'da mühendislik, üretim, tasarım, inşaat, yapı alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde PROMETHEE'nin ELECTRE'den daha fazla tercih edildiği ifade edilebilir. Bu alanda elektrik ve inşaat mühendisliğinin öne çıktığı yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır. Ortalama 12 kriter ile 20 alternatifin değerlendirildiği bu çalışmalarda sıralama yaklaşımının seçim ve sınıflama yaklaşımlarından daha çok incelendiği görülmektedir. Ayrıca bu alanda yapılan çalışmalarda ağırlıklandırma yöntemi olarak AHP'nin çoğunlukla tercih edildiği belirtilebilir.

Bu çalışmalarda PROMETHEE ve ELECTRE büyük oranda tek başına uygulanmıştır. Araştırmacılara yeni çalışmalarda hibrit yöntemleri kullanmaları önerilebilir. Hibrit yöntemlerin kullanımıyla araştırmanın amacına yönelik daha tutarlı sonuçlara ulaşılabilir. Bulanık mantık yaklaşımının da kullanılmasıyla daha hassas sonuçlar elde edilebilir.

### 3.10. Sağlık

Fiziksel, ruhsal ve sosyal açıdan tam bir iyilik hali olarak tanımlanan sağlık, insanoğlunun yaşamındaki en büyük servetlerinden biridir. Günümüz dünyasında sağlıklı yaşamı tehdit eden birçok etmen bulunmakla birlikte, tıp ve alternatif tıp bilimleri insanoğlunu bu tehditlere karşı korumaktadır. Tablo 11'de sağlık alanında belirtilen süreçte ELECTRE ve PROMETHEE ile yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Guo (2017)	ELECTRE III	WSA, MAPPAC, TOPSIS.	AHP	Farklı ÇKKV tekniklerinin sağlık sigortası seçim probleminde kullanılması	Seçim	3	4
Riz vd. (2017)	PROMETHEE	Veri madenciliği	AHP	Bir hastanenin değerlendirilmesi için kullanılacak kriterlerin belirlenmesi ve performans değerlendirmesinin yapılması	Değerlendirme	3	
Bahadori vd. (2017)	PROMETHEE	VZA		Askeri hastane birimlerinin etkinlik ve performans değerlendirilmesi	Sıralama	11	21
Debnath vd. (2016)	Bulanık ELECTRE			Siyanotoksinlerin bozulması için en uygun tedavi yönteminin seçilmesi	Seçim	20	5

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
H.-C. Liu vd. (2016)	ELECTRE			Proton demeti radyoterapisinde belirsizlik altında doğru risk değerlendirmesi için entegre bir hata modu ve etki analizi yaklaşımı	Değerlendirme	9	5
Khandan ve Koohpaei (2016)	ELECTRE			İmalat şirketlerinde sağlık üzerinde etkili olabilecek ergonomik risk faktörleri değerlendirmesi yapılmıştır	Sıralama	7	7
Shahmohammadi ve Khanaposhtani (2016)	PROMETHEE		Entropi	İran ilaç firmalarının ürün portföyünün gelişmesini etkileyen faktörlerin incelenmesi	Sıralama	20	10
Silas ve Rajsingh (2016)	PROMETHEE, ELECTRE		AHP	Sağlık hizmet sağlayıcılarının değerlendirilmesi	Sıralama	4	3
Chatterjee (2017)	PROMETHEE	DELPHI	Bulanık AHP	Sağlık kuruluşu yer seçimi	Sıralama	4	5

**Tablo 11.** Sağlık Alanında Yapılan Çalışmalar

Sağlık alanında ELECTRE'nin PROMETHEE'den daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Bir takım hastalıkların tedavi sürecinde kullanılacak olan tıbbi aletlerin seçiminde, sağlık kurumlarına alınması düşünülen ilgili personelin değerlendirilmesinde, açılması planlanan sağlık kurumundaki yatak sayısının belirlenmesinde, beslenme ve diyetetik alanında yapılacak çalışmalarda ELECTRE ve PROMETHEE'den yararlanabilir. Ayrıca veri madenciliğinin ÇKKV teknikleriyle birlikte kullanılması araştırmacılara sonraki süreçte gerçekleştirecekleri çalışmalar açısından bakış açısı kazandırabilir.

### 3.11. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik sözcüğü tek başına bir anlam ifade etmemekle birlikte, doğal hayat ve doğal kaynakların kullanımı, hava kirliliği, ekonomi, kalkınma gibi doğrudan insan iradesine bağlı kavramlarla ilişkili olarak kullanıldığında bir anlam kazanmaktadır (Akgül, 2010, s. 135). Ekonomik verimlilik artırılırken çevrenin de korunmasını sağlamak amacıyla tartışılmaya başlanan, birçok disiplinle birlikte anılan sürdürülebilirlik, bugünkü kuşağın sahip olduğu refah ile gelecek kuşakların sahip olacağı refah arasındaki bağı kurgulayan kavram olarak ifade edilebilir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Costa vd. (2017)	ELECTRE TRI-C			OECD ülkelerinin hükümet performansı açısından kalite olarak sıralanması	Sıralama	9	34
Zinatizadeh vd. (2017)	ELECTRE	TOPSIS, SAW, IFPPSI	Shannon Entropi	Şehrin farklı bölgelerinin sürdürülebilir kalkınma açısından karşılaştırılması	Sıralama	44	6
Shmelev (2017)	ELECTRE III	NAIADE, APIS, PCA		Kentsel sürdürülebilirliğin ÇKKV teknikleriyle incelenmesi	Sıralama	20	13

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Sousa vd. (2016)	ELECTRE-TRI			Şehir yaşamında önemli yeri bulunan kaldırımların incelenmesi	Sınıflama	9	23
Murgante vd. (2017)	ELECTRE III	Varyans analizi, Korelasyon analizi, t testi		Deprem gibi doğal afetlere karşı yerleşim yerlerinin politik, sosyal, fiziki, ekonomik ve operasyonel sürdürülebilirliğinin ölçülmesi	Sıralama	5	4
Wagner (2017)	PROMETHEE II			Şehir yetkililerinin alan planlamasında doğru karar alabilmesi için karar destek aracı geliştirilmesi	Sıralama	4	5
Orłowski vd. (2017)	PROMETHEE			En az etkili hava gözlem noktasının belirlenmesi	Seçim	7	8
Heilmann ve Reinhold (2017)	PROMETHEE			Bölgesel sürdürülebilir kalkınmada süreç ve performans değerlendirme modeli önerisi	Sıralama	16	
Ruiz-Padillo vd. (2016)	ELECTRE	TOPSIS – WSA	Bulanık AHP	En iyi Gürültü Eylem Planı (NAPs) seçimi	Seçim	17	15
Pereira ve Mota (2016)	ELECTRE TRI - C			İnsani Gelişmişlik İndeksi (İGE) hesaplaması	Değerlendirme	31	4
Lopez vd. (2017)	ELECTRE III	MOEA, NSGA II		Şehirlerin ötekileştirme açısından sıralanması	Sıralama	9	61
do Carvalhal vd. (2017)	ELECTRE TRI			İnsani gelişmişlik indeksi geliştirilmesi	Sınıflama	3	188
Heravi vd. (2017)	Gri ELECTRE I	OWA		Endüstriyel yapılar için yer seçimi	Seçim	5	5
An vd. (2017)	ELECTRE II		AHP	Yer altı sularının iyileştirilmesinde kullanılan teknolojilerin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi	Seçim	8	4
Ariyani vd. (2016)	PROMETHEE			Yoksullukla mücadelede alternatiflerin değerlendirilmesi	Sıralama	6	4
Seddiki vd. (2016)	PROMETHEE GDSS, PROMETHEE V	DELPHI, FAHP	FAHP	Cezayir'de kültürel mirasa sahip olan taş binaların ısı restorasyonuna ilişkin çözümlerin değerlendirilmesi	Sıralama	5	15

**Tablo 12.** Sürdürülebilirlik Alanında Yapılan Çalışmalar

Tablo 12'de sürdürülebilirlik alanında ELECTRE'nin PROMETHEE'den daha fazla kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmalarda ağırlıklı olarak şehir yaşamı ve şehirlerin sürdürülebilir kalkınma ve refahı incelenmiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda doğal hayatın korunması, karbon salınımının azaltılması ve küresel ısınmanın önlenmesine yönelik çalışmaların ELECTRE ve PROMETHEE ile ele alınabileceği ifade edilebilir. Bu çalışmalarda problem türü olarak sınıflama, sıralama ve seçme yaklaşımlarının tercih edildiği görülmektedir. Yapılan çalışmaların çoğunluğu şehir yaşamı ve şehirlerin refahı üzerine yoğunlaştığından sıralama yaklaşımı ağırlıklı olarak benimsenmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan alternatif ve kriter sayılarındaki rakamların büyüklüğü dikkat çekmektedir. Bunun nedeni olarak şehir sayısının fazlalığı ve şehirlerin farklı yönleriyle ele alınması gösterilebilir.

### 3.12. Turizm

Turizm, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için ekonomik büyümenin, kalkınmanın en önemli kaynaklarından biridir. 21. yy'da, iletişim ve bilgi teknolojileri ile birlikte en hızlı büyüyen sektör olmuştur. Batı toplumunda özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra artan turizm hareketleri, ülkemizde ise 1980'lerden sonra ilerleme göstermiştir. Bununla birlikte turizm, ülkemiz ekonomisinin lokomotifi konumundadır (Diamond, 1977, s. 539; Britton, 1982, s. 332; Bahar, 2006, s. 138). Tablo 13'de turizm alanında incelenen çalışmalarla ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Nawir vd. (2017)	ELECTRE			Turistik çekim alanı belirleme	Sıralama	5	15
Michailidou vd. (2016)	ELECTRE III			Turizm yönetiminde iklim değişikliğinin dikkate alınması	Sıralama	4	34
Eren ve Özari (2016)	ELECTRE, PROMETHEE			Ekoturizm bağlamında 7 destinasyonun sıralanması	Sıralama	11	7
Ranjan vd. (2016)	PROMETHEE			Hindistan illerinin turizm potansiyelinin ölçülmesi	Sıralama	11	29
Vasto-Terrientes vd. (2016)	ELECTRE TRI-ELECTRE B-ELECTRE H			Turizm ile ilgili karar destek sistemi geliştirilmesi	Sınıflama	6	26

**Tablo 13.** Turizm Alanında Yapılan Çalışmalar

Tablo 13 incelendiğinde turistik çekim alanı ve potansiyellerinin değerlendirilmesinde sıralama yaklaşımı ile ELECTRE ve PROMETHEE'nin kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda alternatif sayılarının çok olması, destinasyonların sayıca fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Turizm alanındaki çalışmaların sıklıkla önemli turizm gelirine sahip İspanya, Türkiye, Yunanistan gibi ülkelerde gerçekleştirilmesi dikkat çekici bir başka noktadır. Ancak yapılan bu çalışmaların turizmin ekonomik yönünü ele almadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle turizmin ekonomik yönünü ortaya koyan ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerine turizmin ne ölçüde katkı sağladığını belirten çalışmalar ELECTRE ve PROMETHEE ile incelenebilir. Dahası bu tür ülkelerde daha fazla tercih edilen turizm türü (sağlık turizmi, din turizmi vb.) ortaya konabilir.

### 3.13. Teori Bağlamında Yapılan Çalışmalar

Karar teorisi, alternatiflerin sıralanması, seçimi, değerlendirilmesi veya sınıflandırılmasında kullanılan analitik bir yaklaşımdır. Karar teorisinde karar durumları genellikle belirli koşullarda karar verme, tam belirsiz koşullarda karar verme ve riskli koşullarda karar verme şeklinde üç grupta incelenir (Ureten, 2006, s. 97). Bu bağlamda araştırmacılar uygulama alanlarının çeşitliliği, farklı karar ortamları, mevcut algoritmanın belirli bir problemi çözmede yetersiz kalması gibi nedenlerden dolayı ELECTRE ve PROMETHEE'yi modifiye etmiştir. Tablo 14'te teori kapsamında değerlendirilen çalışmalara yer verilmiştir.

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Sobrie vd. (2017)	ELECTRE MR-Sort (MR-Sort MV, MR-Sort CV)			Majority Rule Sorting (MR-Sort), ELECTRE TRI'nin çok sayıda alternatif ve kriterle metasezgisel çözümünü içermektedir.	Sıralama		

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Mousavi vd. (2017)	Hesitant fuzzy modified ELECTRE (HFM-ELECTRE)	HF-M-PSI		Yenilenebilir enerji politikası seçimi için modifiye ELECTRE yöntemi önerisi.	Seçim	31	5
Zhong ve Yao (2017)	ELECTRE I	Aralık Tip 2 Bulanık Sayılar	Entropi (tip 2 bulanık sayılarla)	Belirsizlik ortamında daha etkin bir karar verme için ELECTRE I tip 2 bulanık sayılar kullanılarak modifiye edilmiştir.	Seçim	7	5
Rashid vd. (2017)	Hesitant intuitionistic fuzzy linguistic termsets (HIFLTSS) ELECTRE	TOPSIS		Yöntem modifikasyonu	Sıralama	4	3
Meyer ve Olteanu (2017)	ELECTRE-Tri veya MR-SORT türevleri	MRV-Sort, MRD-Sort, MRv-Sort, MRd-Sort, MRdV-Sort, MRDv-Sort, MRdv-Sort		MR-Sort (ELECTRE-TRI) altındaki yaklaşımlar karşılaştırılmıştır.	Sıralama	4	4
Wang vd. (2017)	ELECTRE II	Olasılık tabanlı bulanık ELECTRE II		ELECTRE II'yi olasılık tabanlı olarak geliştirmek ve bulanık ortamda kullanmak	Sıralama	9	5
Zhou vd. (2017)	ELECTRE III	SMAA		Karar probleminin belirsiz, yanlış veya eksik bilgi altında etkin çözümü	Sıralama	5	3
Eppe ve Smet (2017)	PROMETHEE II			Sıra değişiminin ÇKKV'de etkisinin incelenmesi	Sıralama	2	5
Leoneti (2016)	ELECTRE III	SAW, TOPSIS, PROMETHEE II, TODIM	ROC	Problem çözümlerinde ÇKKV yöntemlerinin seçim değerlendirmesi	Değerlendirme	8	5
Fahmi vd. (2016)	ELECTRE I			Kararsız bulanık dilsel sayıların karar vermede kullanımı	Değerlendirme	3	3
Gomes (2016)	ELECTRE I			ELECTRE I'in grafiksel incelemesi ile yanlış yorumlamanın engellenmesi	Seçim	10	5
Zhang vd. (2016)	ELECTRE IV			Üstünlük tabanlı ÇKKV'lerinin aralık değerlerle belirsiz, kesin olmayan, eksik ve tutarsız bilgiler içeren problemlerde kullanımı	Değerlendirme	3	4
Peng vd. (2016)	ELECTRE III			MVNN (Multi-valued neutrosophic numbers) sayıların kullanımı	Seçim - Değerlendirme	4	4
Silva ve de Almeida-Filho (2016)	ELECTRE TRI			DST ((Dempster-Shafer Theory)'de çatışma analizi için çok kriterli bir yöntem ortaya koymak.	Değerlendirme	3	15

Yazar(lar)	Uygulanan	Diğer	Ağırlıklandırma Tekniği	Kısa Açıklama	Problem Türü	Kriter Sayısı	Alternatif Sayısı
Corrente vd. (2016)	ELECTRE TRI/ ELECTRE B/ ELECTRE C/ ELECTRE nC	MCHP	SFR	ELECTRE TRI yönteminin MCHP (Çok Kriterli Hiyerarşik Süreç) ile kullanımı	Değerlendirme	10	2
Feng vd. (2017)	Kararsız Bulanık dilsel PROMETHEE			PROMETHEE'nin kararsız bulanık dilsel sayılarla bulanıklaştırılması	Sıralama	4	3
Calders ve Assche (2016)	PROMETHEE I PROMETHEE II			PROMETHEE'nin çok sayıda alternatif içeren problemlerde etkin şekilde kullanılabilmesi için yöntemin modifiye edilmesi	Sıralama	3	5
De Smet vd. (2017)	ELECTRE I			Uçdeğer tespiti için model önerisi	Sıralama	2	11
Componation vd. (2017)	ELECTRE I	WSA, SMART, TOPSIS, AHP		Bazı ÇKKVT'lerinin veri seti ve zaman kısıtı açısından karşılaştırılması	Sıralama	8	5
Liu vd. (2016)	PROMETHEE II		AHP	Büyük grupları içeren karar verme probleminin çözümü	Sıralama	7	3
Liao vd. (2016)	PROMETHEE			PROMETHEE II tabanlı sıralama yöntemini belirsiz dilsel bulanık değişkenler ortamında inceleme	Sıralama	9	5
Mahmoudi vd. (2016)	PROMETHEE		Kararsız Bulanık Sayılar	Kararsız bulanık bilgi ortamında iyi çözüm sunabilmesi amacıyla PROMETHEE yöntemini geliştirmek	Sıralama	4	5
Albuquerque ve Montenegro (2016)	PROMETHEE IV			Alternatiflerin değerlendirilmesinde çekirdek yoğunluğu tahminiyle kriterlerin deneysel dağılımını göz önüne alan PROMETHEE IV'in geliştirilmesi	Sıralama		
Yakovlichev vd. (2016)	PROMETHEE			PROMETHEE ailesinin değerlendirilmesi	Sıralama	5	6
Doan ve Smet (2016)	PROMETHEE II, referenced PROMETHEE II			Sıra değişiminin PROMETHEE'de etkisinin incelenmesi	Sıralama	2	20

**Tablo 14.** Teori Bağlamında Yapılan Çalışmalar

Tablo 14'te kararsız bulanık kümeler, sezgisel ve metasezgisel algoritmaların kullanımı, sıra değişiminin etkilerinin değerlendirilmesi, grup kararlarının dikkate alınması, uçdeğer tespiti ve problem özelinde ELECTRE ve PROMETHEE'nin geliştirilmesini içeren çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmaların gelecek dönemde araştırmacılara kullanılacak teknik ve izlenecek yol açısından farklı bakış kazandıracakı düşünülmektedir.

Tablo 14'te ELECTRE'nin I, II, III, IV, S, TRI, TRI-A, TRI- B, TRI-C, TRI-NC, MR-SORT gibi farklı uygulama biçimleri, ELECTRE'nin eksikliklerinin giderilmesi için geliştirilmiştir. Ayrıca bu durum, ELECTRE'nin PROMETHEE'ye göre teorik modifikasyonunun daha



çok yapılmasına neden olmuştur. İzleyen kısımda bu bağlamda geliştirilen ve bulanık küme, sezgisel algoritma kullanımı, grup kararı ve uçdeğer içeren yeni yaklaşımlarından bazıları özetlenmiştir.

Bulanık küme, gerçek hayat problemlerinin büyük çoğunluğunun belirsizlik, karmaşıklık taşımasından ortaya çıkmıştır. Zadeh (1965, s. 338) bulanık kümeyi bir grup nesnenin süreklilik arz eden üyelik derecesi olarak tanımlamış ve üyelik derecesini 0 ile 1 arasında tanımlayan fonksiyonla ilişkilendirmiştir. Zadeh tarafından bulanık kümelerin ilk kez ileri sürüldüğü 1965 yılından beri sezgisel bulanık kümeler, tip 2 bulanık kümeler, bulanık çoklu kümeler gibi yeni yaklaşımlar geliştirilmiştir. Torra (2010) tarafından kararsız bulanık kümeler (hesitant fuzzy sets), bir elemanın üyeliği tanımlandığında, üyelik derecesi için sezgisel bulanık kümelerde hata payının, tip 2 bulanık kümelerde olasılık dağılımlarının çok sayıda olası mümkün sonucunun bulunmasının yarattığı sorunu gidermek için ileri sürülmüştür. Kararsız bulanık küme yaklaşımında çeşitli üyelik fonksiyonlarını birlikte kullanmak mümkündür (Torra, 2010). Söz konusu tarih aralığında ELECTRE ve PROMETHEE ile birlikte bulanık küme yaklaşımlarının ve özellikle kararsız bulanık kümelerin kullanımının arttığı görülmüştür. Zhong ve Yao (2017) belirsiz ortamlarda çok kriterli grup kararı vermeyi sağlamak için ELECTRE'yi tip 2 bulanık kümeyi kullanarak genişletmiştir. Bu çalışmada tip 2 bulanık sayılar arasındaki yakınlığı ölçmek için öncelikle  $\alpha$  tabanlı bir mesafe metodu önerilmiş, daha sonra ağırlık bilgisi olmaksızın, kriter ağırlıklarını objektif olarak belirlemek için tip 2 bulanık entropi modeli geliştirilmiştir.  $\alpha$  tabanlı bir mesafe metodu uygulanarak, her bir alternatif için uyumluluk ve uyumsuzluk kısmi tercih sıralaması belirlenmiştir. Son olarak, tüm alternatiflerin tam sıralamasını elde etmek için tamamlayıcı analiz yapılmıştır. Rashid vd. (2017), belirsiz, eksik ve doğru olmayan bilginin bulunduğu karar ortamında daha iyi karar verilebilmesi için kararsız ve sezgisel bulanık kümelerin birlikte kullanımını içeren HIFLTSs (Hesitant intuitionistic fuzzy linguistic termsets) ELECTRE'yi önermişlerdir. Wang vd. (2017) nitel kriterlerin en iyi bulanık kümelerle ifade edilebileceğini belirtmiştir. Gerçekleştirdikleri çalışmada, belirsiz nitel bulanık değişkenlerin ve belirsiz ağırlık bilgilerinin bulunduğu ortamda olasılık temelli ELECTRE II modeli ortaya konmuştur. Fahmi vd. (2016) tarafından HFLTS'nin (Hesitant fuzzy linguistic term set) karar vermedeki belirsizliği gidermek için uygun bir yöntem oluşturduğu ifade edilmiş ve bu nedenle karmaşık problemlerde kullanımı örneklendirilmiştir. Yazarlar, karar verme sürecinin çoklu ve çelişkili kriterleri içermesi nedeniyle bulanık kümelerin kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Feng vd. (2017) karar vericinin alternatifleri değerlendirirken tereddüt etmesi/kararsız kalması durumunda kararsız bulanık dilsel (Hesitant Fuzzy Linguistic Terms) kümelerin kullanımının gittikçe arttığını belirterek, bulanık ortam için PROMETHEE tabanlı yeni bir yöntem önerisi geliştirmiştir. Geliştirilen yöntem, daha önce geliştirilen 6 model ile karşılaştırılmıştır. Liao vd. (2016) dilsel değişkenin, insan düşüncesinin bulanıklığı nedeniyle alternatiflerin karmaşıklığını ve belirsizliğini temsil etmek için etkili bir araç olduğunu ifade etmiştir. Tercih fonksiyonlarının belirsiz bulanık değişkenler arasında, genel baskınlık olasılığı atama yöntemleri getirmesi ile giriş akışı, çıkış akışı ile net akış elde edilerek tanımlanabileceği belirtmiştir. Böylelikle akışlar ile alternatiflerin sıralamasının kolaylıkla yapılabileceği ifade edilmiştir (Liao vd., 2016). Mahmudi vd. (2016) karar vericiler veya uzmanlar arasında tereddüt yaşandığı durumlarda, ÇKKV problemini çözmek için PROMETHEE yöntemini kararsız bulanık bilgi altında genişletmek amacıyla yöntem önermiştir.

Sezgisel algoritmalar, problemin durum uzayının çok büyük olması halinde kural, sadeleştirme, strateji gibi etmenlerin çözümün aranmasında kısıtlama amacıyla kullanılmasıdır (Nabiyev, 2012, s. 67). Her ne kadar sezgisel yöntemler kesin çözümü garanti etmeseler de çözümü zor ve zaman alıcı problemlerde optimum çözüme en yakın çözümü etkin şekilde sağlamaktadırlar (Cura, 2008, s. 14). ÇKKV tekniklerinin sezgisel veya metasezgisel algoritmalar ile birlikte kullanımının, karar verme alanına yenilik getireceği düşünülmektedir. Majority Rule Sorting (MR- Sort), ELECTRE TRI'nin basitleştirilmesiyle öne sürülen bir tekniktir. İncelenen tarih aralığında Sobrie vd. (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada MR- Sort (Majority Rule Sorting) tekniğinin çözümünde olası veto etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla yeni veto tekniği (MR-Sort-CV) ve büyük veri setinde uygulanabilmesi amacıyla da sezgisel algoritma önerilmiştir. Sobrie vd. (2017) gerçekleştirdikleri çalışmada sundukları sezgisel algoritmayı web üzerinden edindikleri büyük veri setini öğrenme ve test olarak ikiye ayırarak sınamış, öne sürdükleri MR-Sort-CV tekniğinin etkinliğini ölçmüşlerdir. Meyer ve Olteanu (2017), MR-Sort yaklaşımlarının sonuçlarının, karar vericinin tercihinin göre nasıl farklılaştığını incelemişlerdir. Bu çalışmada kriter ve kategori sayısının 5 ve daha fazla olması durumunda karşılaşılan yetersizliğin aşılması için metasezgisel algoritma geliştirmişlerdir. Böylece gerçek yaşam problemlerine önerdikleri modelin daha doğru şekilde uygulanabileceğini belirtmişlerdir.

Bazı ÇKKV tekniklerinde, orijinal veri setindeki değişiklik iki alternatifin sıralamalarının değişmesine yol açabilmektedir. Bu durum, iki alternatifin göreceli konumunun üçüncüye bağlı olabileceğini ifade eden sıra değiştirme olarak tanımlanmaktadır. ÇKKV'de üçüncü bir eylemin diğer iki eylemin durumunu değiştirebileceği tartışılan bir konudur. PROMETHEE'nin çeşitli alanlardaki başarılı uygulamalarına karşın bazı yazarlar yöntemin üçüncü alternatiflerle bağımsızlık varsayımını sağlamadığını belirtmektedir. Söz konusu tarih aralığında Eppe ve Smet (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada PROMETHEE II'nin sıra değişimi formülize edilmiş, orijinal veri setine bir veya daha fazla alternatif eklendiğinde ya da çıkarıldığında sıra değişimlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda sıra değişikliği ve kriter ağırlıklarının değişmesinin etkilerinin incelenmesi önerilmiştir. Doan ve Smet (2016) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada iki meta kriter (çevre sağlığı ve ekosistemin canlılığı) bağlamında 20 ülke klasik PROMETHEE II ve PROMETHEE'nin sıra değiştirme probleminden etkilenmemesi için geliştirilen Referenced-PROMETHEE II ile karşılaştırılmış ve benzer sıralama sonuçları elde edilmiştir (N. A. V. Doan ve Smet, 2016; Eppe ve Smet, 2017).

Karar problemlerinin gittikçe karmaşıklaşması, tek bir karar vericinin yönetim bilgi sistemi, karar destek sistemi veya ÇKKV tekniklerinden faydalansa da yetersiz kalabileceğini göstermiştir. Ortaya çıkan bu problemin aşılması için grup kararlarına yönelinmektedir. Problemler incelenirken karar vericilerin değerlendirmelerine göre çözümlerin değişimi izlenmekte ve etkin karar verilmesi için model önerileri geliştirilmektedir. Liu vd. (2016) grup karar vermenin özel bir durumu olan geniş katılımlı grup kararı üzerinde durmuşlardır. Çalışmada, çok sayıda kişinin karar sürecine katılması ve önceden belirlenmiş tanımlayıcı veri setine göre alternatiflerle ilgili kişisel değerlendirmelerinin ifade edildiği problemlerde çözüm için yeni bir yöntem önerilmiştir. Mousavi vd. (2017), üç karar verici içeren grup karar verme probleminde ELECTRE'nin kararsız bulanık küme ile modifiye edilmesiyle oluşturulan HF-M-PSI (hesitant fuzzy modified preferences selection index) tekniğini kullanmıştır.

Karar vericilerden / uzmanlardan biri karamsar, diğeri ılımlı (moderate) ve sonuncusu ise olumlu yaklaşımı benimsemiştir. Çalışmada karar vericilerin yaklaşımlarına göre kriter, alternatif ve çözümlerin değer değişimleri incelenmiştir.

Uçdeğer tespiti ÇKKV tekniklerinde yeni bir konudur ve karar vermenin sağlıklılığı açısından son derece önemlidir. Smet vd. (2017) ikili karşılaştırmaya dayanan üstünlük tabanlı tekniklerde uçdeğer tespitine dikkat çekmişler ve daha önce önerilen bir tekniğin alternatiflerin karşılaştırılması temelinde modifiye edilmesini amaçlamışlardır. Bir insani gelişmişlik indeksi (İGE) üzerinde sanal uçdeğerler yaratarak inceleme yapmışlardır (De Smet vd., 2017).

### 3.14. Yayınların Demografik Dağılımı

ÇKKV, çok disiplinli bir uygulama alanına sahiptir. Ayrıca ÇKKV ile gerçekleştirilen çalışmaların sayıları, zaman aralığına göre değişse de araştırmacılara görüş sağlaması amacıyla dergilere ait yayın sayıları Tablo 15'te verilmiştir.

Dergi	ELECTRE		PROMETHEE		GENEL	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Journal of Cleaner Production	4	4,40	1	0,81	5	2,76
Renewable and Sustainable Energy Reviews	1	1,10	4	3,23	5	2,76
Energy	1	1,10	2	1,61	3	1,66
Information Sciences*	3	3,30	1	0,81	3	1,66
Neural Computing and Applications	3	3,30	0	0,00	3	1,66
Operational Research	1	1,10	2	1,61	3	1,66
Diğer Yayınlar*	78	85,71	114	91,94	181	100,00
<b>Toplam Makale</b>	<b>91</b>	<b>100,00</b>	<b>124</b>	<b>100,00</b>	<b>203</b>	<b>100,00</b>

\* 12 yayında ELECTRE ve PROMETHEE'ye birlikte yer verilmiştir.

**Tablo 15.** Dergilerin Yayın Sayıları

İki teknik açısından bakıldığında en çok tercih edilen dergilerin Journal of Cleaner Production ve Renewable and Sustainable Energy Reviews olduğu Tablo 15'ten anlaşılmaktadır. Bu dergilerden Journal of Cleaner Production ELECTRE, Renewable and Sustainable Energy Reviews ise PROMETHEE'ye en çok yer veren dergilerdir. Tablo 15'de ilk altı sırada yer alan dergiler incelendiğinde, ELECTRE'yi daha çok yayınlayan dergilerin PROMETHEE'yi daha az yayınladığı görülmektedir. Benzer şekilde, PROMETHEE'yi daha çok yayınlayan dergilerin ise ELECTRE'yi daha az yayınladığı da anlaşılmaktadır. Örneğin; Renewable and Sustainable Energy Reviews'da PROMETHEE'nin ELECTRE'den daha fazla yer aldığı Tablo 15'den görülmektedir. Enerji ve sürdürülebilirlik alanlarında incelenen çalışmalarda PROMETHEE'nin daha fazla kullanılmasının bu durumun nedeni olduğu ifade edilebilir.

ELECTRE ve PROMETHEE'nin ülkelere göre gerçekleştirilen çalışma sayıları Tablo 16 ile verilmiştir.

Ülke	ELECTRE		PROMETHEE		Genel	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Türkiye	11	12,09	21	16,94	29	14,29
Çin	13	14,29	8	6,45	20	9,85
İran	9	9,89	11	8,87	20	9,85
Hindistan	4	4,40	16	12,90	18	8,87
Brezilya	9	9,89	6	4,84	14	6,90
İngiltere	4	4,40	5	4,03	8	3,94
Yunanistan	3	3,30	5	4,03	8	3,94
Fransa	5	5,49	3	2,42	7	3,45
Sırbistan	1	1,10	6	4,84	7	3,45
Belçika	1	1,10	5	4,03	6	2,96
Hırvatistan	1	1,10	5	4,03	5	2,46
İspanya	4	4,40	1	0,81	5	2,46
Portekiz	3	3,30	2	1,61	5	2,46
Endonezya	1	1,10	3	2,42	4	1,97
ABD	2	2,20	1	0,81	3	1,48
Cezayir	1	1,10	2	1,61	3	1,48
Polonya	1	1,10	3	2,42	3	1,48
Tunus	1	1,10	2	1,61	3	1,48
Diğer	17	18,68	19	15,32	35	17,24
<b>Toplam</b>	<b>91</b>	<b>100,00</b>	<b>124</b>	<b>100,00</b>	<b>203</b>	<b>100,00</b>

**Tablo 16.** Ülkelere Göre Gerçekleştirilen Çalışma Sayısı

Tablo 16 incelendiğinde yayın sayılarında Türkiye, İran, Hindistan, Çin ve Brezilya gibi gelişmekte olan ülkelerin ilk sıraları aldığı görülmektedir. Behzadian vd. (2010) tarafından gerçekleştirilen PROMETHEE alanyazın taramasında gelişmekte olan ülkelerin sıralamada daha geride olduğu, aradan geçen yedi yılda gelişmiş ülkelerle arasındaki bu açığı kapattığı ifade edilebilir.

#### 4. Sonuç

ÇKKV teknikleri çok farklı alanlarda başarılı ile uygulanmaktadır. Bu tekniklerden üstünlük tabanlı yaklaşımlar sınıfında yer alan ELECTRE ve PROMETHEE'nin güncel kullanım alanlarının incelendiği bu çalışmada, 2016 yılı ve 2017 yılı ilk dört ayında yayınlanan çalışmalar incelenmiştir. Bu bağlamda Google Scholar ile yapılan taramada Anadolu Üniversitesi Kütüphanesinin erişim izni sağladığı veritabanlarından yararlanılmış, Latin alfabesi kullanılan çalışmalar incelenmiştir. İncelenen 318 çalışmadan ELECTRE ve PROMETHEE'ye ayrıntılı olarak yer vermeyen veya uygulamasında yararlanmayan çalışmalar dışarıda bırakılmış, sonuç olarak 203 çalışma değerlendirilmiştir.

Gerçekleştirilen alanyazın taraması sonucunda, yazarların karşılaştıkları uygulama problemlerinin çözümünde, PROMETHEE ve ELECTRE'yi modifiye ederek bu özel

durumlara uygun yöntemler tasarladığı görülmüştür. Senaryo farklılaşmalarına göre değerlendirme yapılması, metasezgiseller ile karmaşık karar problemlerinin çözülmesi, kararsız bulanık (hesitant fuzzy) uygulamalarının yaygınlaşması, grup kararı tercihinin artması ve hibrit tekniklerin uygulamasının çoğalması dikkat çekici sonuçlar arasında yer almaktadır. Ayrıca uç değer analizinin yapılması, alternatiflerin sıra değiştirme etkilerinin incelenmesi, veri madenciliğinin ÇKKV ile birlikte kullanılması, kullanılan yazılımlar, duyarlılık analizleri, bulanıklaştırmada iki dilsel (2-tuples) yaklaşımının önemli yer edinmesi de çarpıcı diğer sonuçlardır.

ELECTRE'nin lojistik ve tedarik zinciri, PROMETHEE'nin ise enerji alanında yaygın olarak kullanıldığı bu dönemde araştırmacıların PROMETHEE'yi ELECTRE'den daha fazla tercih ettiği görülmüştür. Her ne kadar hem ELECTRE hem de PROMETHEE'nin kullanımını kolaylaştıran yazılımlar bulunsa da, özellikle Visual PROMETHEE yazılımının bu noktada öne çıktığı anlaşılmaktadır.

Mühendislik, enerji ve yöneylem araştırmaları odaklı dergilerin ELECTRE ve PROMETHEE'ye daha fazla yer verdiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan, Türkiye, Çin, İran, Hindistan ve Brezilya gibi gelişmekte olan ülkelerde yapılan yayın sayısı, tüm yayın sayısının yaklaşık yarısını (%49,76) oluşturmaktadır. Ayrıca Latin alfabesi kullanılmayan çalışmaların değerlendirilemediği düşünüldüğünde, bu gruptaki ülkelerin büyük çoğunluğu oluşturduğu rahatlıkla ifade edilebilir.

Çalışma sayılarının alanlara göre dağılımında en fazla çalışmanın lojistik ve tedarik zinciri alanında, en az çalışmanın ise güvenlik ve denizcilik alanlarında gerçekleştirildiği görülmüştür.

Araştırmacıların gerçekleştireceği çalışmalarda denizcilik veya güvenlik gibi alanlara ilgilerini kaydırmaları önerilmektedir. Diğer taraftan araştırmacıların çalışmalarında metasezgisel algoritma kullanmaları, kararsız bulanık kümelerden yararlanmaları, farklı senaryolara göre karar vermeleri, grup kararlarına daha çok başvurmaları, hibrit yöntemleri kullanmaları, uçdeğer analizleri yapmaları gibi yaklaşımların ÇKKV alanına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## Kaynakça

- Abdelkader Benzohra, & Nouredine, M. (2017). Multi-criteria approach for strategic planning of reverse supply chain. *Decision Science Letters*, 6(2), 107-116. doi:10.5267/j.dsl.2016.11.003
- Adalı, E. A., Işık, A. T., & Kundakçı, K. (2016). An alternative approach based on Fuzzy PROMETHEE method for the supplier selection problem. *Uncertain Supply Chain Management*, 4(3), 183-194. doi:10.5267/j.uscm.2016.2.002
- Agrebi, M., Abed, M., & Omri, M. N. (2017). ELECTRE I Based Relevance Decision-Makers Feedback to the Location Selection of Distribution Centers. *Journal of Advanced Transportation*, 2017, 10. doi:10.1155/2017/7131094
- Akgül, U. (2010). Sürdürülebilir Kalkınma: Uygulamalı Antropolojinin Eylem Alanı. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Antropoloji Dergisi(24), 133-164.
- Aguezoul, A., & Pires, S. (2016). 3PL performance evaluation and selection: a MCDM method. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 17(2), 87-94. doi:10.1080/16258312.2016.1176302
- Akkaş, Ö. P., Erten, M. Y., Cam, E., & İnanç, N. (2017). Optimal Site Selection For A Solar Power Plant In The Central Anatolian Region Of Turkey. *International Journal of Photoenergy*, 1-17.
- Aksaraylı, M., & Pala, O. (2016). *A Hybrid Multi-Objective Optimization Approach For Portfolio Selection Problem*. International Strategic Research Congress Proceedings Book.

- Aktaş, R., Doğanay, M. M., Gökmen, Y., Gazibey, Y., & Türen, U. (2015). *Sayısal Karar Verme Yöntemleri*. İstanbul: Beta.
- Albuquerque, s. H. M., & Montenegro, M. R. (2016). PROMETHEE IV through kernel density estimation. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 45(18), 5355-5362. doi:10.1080/03610926.2014.942432
- Alkan, A., Kasımoğlu, H. Ç., Çelik, C., & Aladağ, Z. (2017). AHP ve PROMETHEE Yöntemleri ile Lastik Üreticisi Bir Firma için Tedarikçi Seçimi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21(2), 261-269. doi:10.16984/saufenbilder.284227
- Almoghathawi, Y., Barker, K., Rocco, C. M., & Nicholson, C. D. (2017). A multi-criteria decision analysis approach for importance identification and ranking of network components. *Reliability Engineering and System Safety*, 158, 142-151. doi:https://doi.org/10.1016/j.ress.2016.10.007
- An, D., Xi, B., Ren, J., Wang, Y., Jia, X., He, C., & Li, Z. (2017). Sustainability assessment of groundwater remediation technologies based on multi-criteria decision making method. *Resources, Conservation and Recycling*, 119, 36-46. doi:https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.08.002
- An, D., Xi, B., Wang, Y., Xu, D., Tang, J., Dong, L., . . . Pang, C. (2016). A sustainability assessment methodology for prioritizing the technologies of groundwater contamination remediation. *Journal of Cleaner Production*, 112, Part 5, 4647-4656. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.020
- Anupama, K. S. S., Gowri, S. S., & Rao, B. P. (2016). Optimal Network Selection using PROMETHEE Method. *International Journal Of Innovative Research In Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering*(5), 463-465. doi:10.17148/IJIREEICE.2016.45108
- Araújo, D. C. d., Silva, s. O. d., Curi, W. F., & Cabral, J. J. d. S. P. (2017). Multicriteria analysis applied to the management of urban pluvial waters. *RBRH*, 22.
- Arıkan, E., Şimşit-Kalender, Z. T., & Vayvay, Ö. (2017). Solid waste disposal methodology selection using multi-criteria decision making methods and an application in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 142, Part 1, 403-412. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.054
- Ariyani, N., Fauzi, A., & Beik, I. S. (2016). A policy scenario modeling of poverty alleviation program in Indonesia: An application of Promethee method. *Issues in Business Management and Economics*, 4(6), 54-62. doi:10.15739/IBME.16.008
- Aşchilean, I., Badea, G., Giurca, I., Naghiu, G. S., & Iloaie, F. G. (2017). Determining Priorities Concerning Water Distribution Network Rehabilitation. *Energy Procedia*, 112, 27-34. doi:https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1055
- Attallah, S. O., Kandil, A., Senouci, A., & Al-Derham, H. (2017). Multicriteria Decision-Making Methodology for Credit Selection in Building Sustainability Rating Systems. *Journal of Architectural Engineering*, 23(2). doi:doi:10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000244
- Bağcı, H., & Esmer, Y. (2016). PROMETHEE Yöntemi İle Faktoring Şirketi Seçimi. *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 116-129.
- Bahadori, M. k., Abolghasemi, K., & Teymourzadeh, E. (2017). Performance evaluation and ranking of selective wards in a military hospital using DEA and promethee method. *Journal of Military Medicine*, 18(4), 325-334.
- Bahar, O. (2006). Turizm Sektörünün Türkiye'nin Ekonomik Büyümesi Yaklaşımı, VAR Analizi. *Yönetim ve Ekonomi*, 13(2), 137-150.
- Bandyopadhyay, S., & Mandal, I. (2017). Applying Fuzzy Probabilistic PROMETHEE on a Multi-Criteria Decision Problem. *Sixth International Conference on Soft Computing for Problem Solving: SocProS 2016, Volume 1* (s. 353-359). Singapore: Springer.
- Barragán, A., Arias, P., & Terrados, J. (2017). *Renewable Energy Generation Technologies on Urban Scale*. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPO'17), İspanya.
- Baynal, K., Sarı, T., & Koçdağ, V. (2016). A Combined AHP-PROMETHEE Approach For Project Selection and A Case Study In The Turkish Textile Industry. *European Journal of Business and Social Sciences*, 5(1), 202-216.

- Bedir, N., Özder, E. H., & Eren, T. (2016). Course Selection with AHP and PROMETHEE Methods for Post Graduate Students: An Application in Kirikkale University Graduate School of Natural and Applied Sciences. *MATEC Web Conf.*, 68, 20004.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B., Albadvi, A., & Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200(1), 198-215. doi:https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.021
- Bhushan, S. B., & CH, s. R. (2016). A QoS Aware Cloud Service Composition Algorithm for Geo-Distributed Multi Cloud Domain. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 9(4), 147-156. doi:10.22266/ijies2016.1231.16
- Bidani, N., & Frikha, H. M. (2016, 6-8 April 2016). *A hybrid multi-criteria approach to supply chain design based on mathematical programming*. 2016 International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), Malta.
- Bodziony, P., Kasztelewicz, Z., & Sawicki, s. (2016). The Problem of Multiple Criteria Selection of the Surface Mining Haul Trucks *Archives of Mining Sciences* (Vol. 61, s. 223).
- Boujelben, M. A. (2017). A unicriterion analysis based on the PROMETHEE principles for multicriteria ordered clustering. *Omega*, 69, 126-140. doi:https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.08.007
- Brans, J.-P., & Mareschal, B. (2005). Promethee Methods *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys* (s. 163-186). New York, NY: Springer New York.
- Brans, J. P., & Vincke, s. H. (1985). A Preference Ranking Organization Method - (the Promethee Method for Multiple Criteria Decision-Making). *Management Science*, 31(6), 647-656. doi: 10.1287/mnsc.31.6.647
- Britton, S. G. (1982). The political economy of tourism in the Third World. *Annals of tourism research*, 9(3), 331-358.
- Bülbül, S. E., & Köse, A. (2016). Türk Sigorta Sektörünün Promethee Yöntemi İle Finansal Performans Analizi. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38(1), 187-210. doi:10.14780/iibd.29194
- Caetani, A. P., Ferreira, L., & Borenstein, D. (2016). Development of an integrated decision-making method for an oil refinery restructuring in Brazil. *Energy*, 111, 197-210. doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.05.084
- Cai, Y., Applegate, S., Yue, W., Cai, J., Wang, X., Liu, G., & Li, C. (2017). A hybrid life cycle and multi-criteria decision analysis approach for identifying sustainable development strategies of Beijing's taxi fleet. *Energy Policy*, 100, 314-325. doi:https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.047
- Calders, T., & Assche, D. V. (2016). PROMETHEE is Not Quadratic: An  $O(qn \log(n))$  Algorithm. *CoRR*, abs/1603.00091, 1-16.
- Campos, A. C. S. M., & Almeida, A. T. d. (2016). Multicriteria framework for selecting a process modelling language. *Enterprise Information Systems*, 10(1), 17-32. doi:10.1080/17517575.2014.906047
- Cavallaro, F. (2010). A comparative assessment of thin-film photovoltaic production processes using the ELECTRE III method. *Energy Policy*, 38(1), 463-474. doi:https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.037
- Certa, A., Enea, M., Galante, G. M., & La Fata, C. M. (2017). ELECTRE TRI-based approach to the failure modes classification on the basis of risk parameters: An alternative to the risk priority number. *Computers and Industrial Engineering*, 108, 100-110. doi:https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.04.018
- Chatterjee, D. (2017). *DELPHI-FAHP AND PROMETHEE: An Integrated Approach In Healthcare Facility Location Selection*. NIDA International Business Conference 2017, Tayland.
- Chelmis, E., Niklis, D., Baourakis, G., & Zopounidis, C. (2017). Multicriteria evaluation of football clubs: the Greek Superleague. *Operational Research*, 1-30. doi:10.1007/s12351-017-0300-2
- Chen, C. T., Cheng, H. L., & Hung, W. Z. (2016, 13-15 Aug. 2016). *A two-phase decision-making method for handling personnel selection problem*. 2016 12th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD).
- Chhipi-Shrestha, G., Hewage, K., & Sadiq, R. (2017). Selecting Sustainability Indicators for Small to Medium Sized Urban Water Systems Using Fuzzy-ELECTRE. *Water Environment Research*. doi:10.2175/106143016X14798353399494



- Christian, A. V., Zhang, Y., & Salifou, C. (2016). Application of PROMETHEE-GAIA Method in the Entry Mode Selection Process in International Market Expansion. *Open Journal of Business and Management*, 4(2), 238-250 doi:10.4236/ojbm.2016.42025
- Colson, G., & De Bruyn, C. (1989). *Models and Methods in Multiple Criteria Decision Making* (Vol. 23). Belçika: Pergamon.
- Componation, s. J., Dorneich, M. C., & Nicholls, G. M. (2017). Team Member Perceptions of Alternative Decision Analysis Approaches. *Engineering Management Journal*, 29(1), 45-54. doi:10.1080/10429247.2016.1277887
- Corrente, S., Greco, S., & Stowiński, R. (2016). Multiple Criteria Hierarchy Process for ELECTRE Tri methods. *European Journal of Operational Research*, 252(1), 191-203. doi:https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.12.053
- Costa, A. S., Figueira, J. R., Vieira, C. R., & Vieira, I. V. (2017). An application of the ELECTRE TRI-C method to characterize government performance in OECD countries. *International Transactions In Operational Researches*, 1-21. doi:10.1111/itor.12394
- Cristea, C., & Cristea, M. (2017). A multi-criteria decision making approach for supplier selection in the flexible packaging industry. *4th International Conference on Computing and Solutions in Manufacturing Engineering 2016 - Cosme'16*, 94. doi:UNSP 0600210.1051/mateconf/20179406002
- Crnković, D. M., Antanasijević, D. Z., Pocajt, V. V., Perić-Grujić, A. A., Antonović, D., & Ristić, M. Đ. (2016). Unsupervised classification and multi-criteria decision analysis as chemometric tools for the assessment of sediment quality: A case study of the Danube and Sava River. *CATENA*, 144, 11-22. doi:https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.04.025
- Cura, T. (2008). *Modern Sezgisel Teknikler ve Uygulamaları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Çalışkan, E., & Eren, T. (2017). Bankaların Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 85-107.
- Dağ, S., & Yıldırım, B. F. (2015). PROMETHEE. In B. F. Yıldırım & E. Önder (Eds.), *Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Bursa: Dora.
- Dağdeviren, M. (2008). Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 19(4), 397-406. doi:10.1007/s10845-008-0091-7
- Dağdeviren, M., & Eraslan, E. (2008). Priority determination in strategic energy policies in Turkey using analytic network process (ANP) with group decision making. *International Journal Of Energy Research*(32). doi:10.1002/er.1418
- de Carvalho, V. D. H., Poleto, T., & Seixas, A. P. C. (2017). Information technology outsourcing relationship integration: a critical success factors study based on ranking problems (P.γ) and correlation analysis. *Expert Systems*, e12198-n/a. doi:10.1111/exsy.12198
- De Smet, Y., Hubinont, J.-P., & Rosenfeld, J. (2017). A Note on the Detection of Outliers in a Binary Outranking Relation. In H. Trautmann, G. Rudolph, K. Klamroth, O. Schütze, M. Wiecek, Y. Jin, & C. Grimme (Eds.), *Evolutionary Multi-Criterion Optimization: 9th International Conference, EMO 2017, Münster, Germany, March 19-22, 2017*, s. 151-159. Cham: Springer International Publishing.
- Debnath, A., Majumder, M., & Pal, M. (2016). Potential of Fuzzy-ELECTRE MCDM in Evaluation of Cyanobacterial Toxins Removal Methods. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 41(10), 3931-3944. doi:10.1007/s13369-016-2032-7
- Dey, B., Bairagi, B., Sarkar, B., & Sanyal, S. K. (2017). Group heterogeneity in multi member decision making model with an application to warehouse location selection in a supply chain. *Computers and Industrial Engineering*, 105, 101-122. doi:https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.12.025
- Diamond, J. (1977). Tourism's role in economic development: the case reexamined. *Economic development and cultural change*, 25(3), 539-553.
- Dinçer, H., Hacıoğlu, Ü., & Yüksel, S. (2016). Managerial and Market-Based Appraisal of Agriculture Banking Using ANP and ELECTRE Method. *Management and Organizational Studies*, 3(3), 29-40. doi:10.5430/mos.v3n3p29



- do Carvalhal Monteiro, R. L., Pereira, V., & Costa, H. G. (2017). A Multicriteria Approach to the Human Development Index Classification. *Social Indicators Research*, 1-22. doi:10.1007/s11205-017-1556-x
- Doan, N. A. V., Milojevic, D., & De Smet, Y. (2017). MCDM Applied to the Partitioning Problem of 3D-Stacked Integrated Circuits. In C. Zopounidis & M. Doumpos (Eds.), *Multiple Criteria Decision Making: Applications in Management and Engineering* (s. 165-187). Cham: Springer International Publishing.
- Doan, N. A. V., & Smet, Y. D. (2016, 4-7 Dec. 2016). *On the use of reference profiles to compute alternative PROMETHEE II rankings: A preliminary study*. 2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM).
- Dražić, J., Dunjić, D., & Mučenski, V. (2016). Multi-criteria analysis of variation solutions for the pipeline route by applying the PROMETHEE method. *Technical gazette*, 23(2), 599-610. doi:10.17559/TV-20150305124627
- Đurin, B., & Baić, L. (2016). The Method of Selecting the Optimal Variant of Irrigation Systems Driven by PV Energy. *2016*, 26(3), 19.
- El Mokrini, A., Dafaoui, E., Berrado, A., & El Mhamedi, A. (2016). An approach to risk Assessment for Outsourcing Logistics: Case of Pharmaceutical Industry. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1239-1244. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.681
- Emovon, I. (2016a). Failure Mode and Effects Analysis Of Ship Systems Using An Integrated Dempster Shafer Theory and Electre Method. *Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 10(1), 45-60.
- Emovon, I. (2016b). Inspection Interval Determination For Mechanical/Service Systems Using An Integrated Promethee Method and Delay Time Model. *Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8(1), 1-17.
- Emovon, I., Norman, R. A., & Murphy, A. J. (2016). An integration of multi-criteria decision making techniques with a delay time model for determination of inspection intervals for marine machinery systems. *Applied Ocean Research*, 59, 65-82. doi:https://doi.org/10.1016/j.apor.2016.05.008
- Eppe, S., & Smet, Y. D. (2017). *On the Influence of Altering the Action Set on PROMETHEE II's Relative Ranks*. International Conference on Evolutionary Multi-Criterion Optimization 2017, Alanya.
- Eren, Ö., & Özari, Ç. (2016). Evaluating Ecotourism Destination Using Electre & Promethee Decision Model. *International Research Journal of Natural & Applied Sciences*, 3(7), 246-260.
- Eren, T., & Özder, E. H. (2016). *Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Bir İçecek Firması İçin Tedarikçi Seçimi*. 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, Alanya.
- Ertuğrul, İ., & Öztaş, G. Z. (2016). Performance Analysis Of Online Bookstores By Using MACBETH and PROMETHEE Methods. *IUYD*, 7(2), 21-38. doi:doi:10.5505/iuyd.2016.83997
- Fahmi, A., Kahraman, C., & Bilen, Ü. (2016). ELECTRE I Method Using Hesitant Linguistic Term Sets: An Application to Supplier Selection. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 9(1), 153-167. doi:10.1080/18756891.2016.1146532
- Farughi, H., & Mostafayi, S. (2017). A hybrid approach based on ANP, ELECTRE and SIMANP metaheuristic method for outsourcing manufacturing procedures according to supply chain risks - Case study: A medical equipment manufacturer company in Iran. *Decision Science Letters*, 6(1), 77-94. doi:10.5267/j.dsl.2016.6.003
- Feng, X., Tan, Q., & Wei, C. (2017). Hesitant fuzzy linguistic multi-criteria decision making based on possibility theory. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 1-13. doi:10.1007/s13042-017-0659-7
- Ferreira, L., Borenstein, D., & Santi, E. (2016). Hybrid fuzzy MADM ranking procedure for better alternative discrimination. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 50, 71-82. doi:https://doi.org/10.1016/j.engappai.2015.12.012
- Figueira, J., Mousseau, V., & Roy, B. (2005). Electre Methods *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys* (s. 133-153). New York, NY: Springer New York.

- Gomes, S. d. F., Monte, M. B. d. S., & Morais, D. C. (2016, 9-12 Oct. 2016). *Multicriteria Decision Model for prioritization of alternatives on water scarcity situations*. 2016 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC).
- Govindan, K., & Jepsen, M. B. (2016). Supplier risk assessment based on trapezoidal intuitionistic fuzzy numbers and ELECTRE TRI-C: a case illustration involving service suppliers. *Journal of the Operational Research Society*, *67*(2), 339-376. doi:10.1057/jors.2015.51
- Göleç, A., Gürbüz, F., & Şenyiğit, E. (2017). Determination Of Best Military Cargo Aircraft With Multi-Criteria Decision-Making Techniques. *MANAS Journal of Social Studies (MJSR)*, *6*(2), 87-101.
- Graham, L. J., Haines-Young, R. H., & Field, R. (2017). Metapopulation modelling of long-term urban habitat-loss scenarios. *Landscape Ecology*, *32*(5), 989-1003. doi:10.1007/s10980-017-0504-0
- Guo, H. (2017). Multicriteria Decision Analysis of Health Insurance for Foreigners in the Czech Republic. In J. Gottvald & P. Praus (Eds.), *2nd Czech-China Scientific Conference 2016*. Rijeka: InTech.
- Hacıoğlu, H. I. b., Arı, A., Özkan, A., Elbir, T., Tuncel, G. r., Yay, O. D., & Gaga, E. O. (2016). A New Approach for Site Selection of Air Quality Monitoring Stations: Multi-Criteria Decision-Making. *Aerosol & Air Quality Research*, *16*(6), 1390-1402. doi:10.4209/aaqr.2014.11.0273
- Hashemi, S. S., Hajiagha, S. H. R., Zavadskas, E. K., & Mahdiraji, H. A. (2016). Multicriteria group decision making with ELECTRE III method based on interval-valued intuitionistic fuzzy information. *Applied Mathematical Modelling*, *40*(2), 1554-1564. doi:https://doi.org/10.1016/j.apm.2015.08.011
- Heilmann, A., & Reinhold, S. (2017). Evaluation of a Transdisciplinary Research Project for a Sustainable Development. In W. Leal Filho, C. Skanavis, A. do Paço, J. Rogers, O. Kuznetsova, & P. Castro (Eds.), *Handbook of Theory & Practice of Sustainable Development in Higher Education: Volume 2* (s. 201-214). Cham: Springer International Publishing.
- Helder Gomes, C. (2016). Graphical interpretation of outranking principles: Avoiding misinterpretation results from ELECTRE I. *Journal of Modelling in Management*, *11*(1), 26-42. doi:10.1108/JM2-08-2013-0037
- Heravi, G., Fathi, M., & Faeghi, S. (2017). Multi-criteria group decision-making method for optimal selection of sustainable industrial building options focused on petrochemical projects. *Journal of Cleaner Production*, *142*, Part 4, 2999-3013. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.168
- Hernández-Perdomo, E. A., Mun, J., & Rocco S, C. M. (2017). Active management in state-owned energy companies: Integrating a real options approach into multicriteria analysis to make companies sustainable. *Applied Energy*, *195*, 487-502. doi:https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.03.068
- Ho, H. N., Rabah, M., Nowakowski, S., & Estraillier, s. (2016). *Toward a Trace-Based PROMETHEE II Method to answer "What can teachers do?" in Online Distance Learning Applications*. 13th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Zagreb, Croatia. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01334151
- Hodgett, R. E. (2016). Comparison of multi-criteria decision-making methods for equipment selection. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *85*(5), 1145-1157. doi:10.1007/s00170-015-7993-2
- Hot, I., Lukić, D., & Pantić, M. (2016). Application of multicriteria optimization methods in the design of road embankments. *Technical gazette*, *23*(6), 1665-1672. doi:10.17559/TV-20150325202514
- Ishizaka, A., & Nemery, s. (2013). *Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software*. New Delhi: Wiley.
- Ishizaka, A., & Pereira, V. E. (2016). Portraying an employee performance management system based on multi-criteria decision analysis and visual techniques. *International Journal of Manpower*, *37*(4), 628-659. doi:doi:10.1108/IJM-07-2014-0149
- Kadziński, M., & Ciomek, K. (2016). Integrated framework for preference modeling and robustness analysis for outranking-based multiple criteria sorting with ELECTRE and PROMETHEE. *Information Sciences*, *352-353*, 167-187. doi:https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.02.059

- Kavilal, E. G., Prasanna Venkatesan, S., & Harsh Kumar, K. D. (2017). An integrated fuzzy approach for prioritizing supply chain complexity drivers of an Indian mining equipment manufacturer. *Resources Policy, 51*, 204-218. doi:https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.12.008
- Kecek, G., & Yüksel, R. (2016). Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve PROMETHEE Teknikleriyle Akıllı Telefon Seçimi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(49), 46-62.
- Kelidbari, H. R. R., Homayounfar, M., & Foumani, S. F. A. (2016). A Combined Group EA-PROMETHEE Method for a Supplier Selection Problem. *Iranian Journal of Optimization, 8*(2), 87-100.
- Khandan, M., & Koohpaei, A. (2016). Ergonomics Risk Management in a Manufacturing Company Using ELECTRE. *Health Scope, 5*(4), e34901. doi:10.17795/jhealthscope-34901
- Khorasaninejad, E., Fetanat, A., & Hajabdollahi, H. (2016). Prime mover selection in thermal power plant integrated with organic Rankine cycle for waste heat recovery using a novel multi criteria decision making approach. *Applied Thermal Engineering, 102*, 1262-1279. doi:https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.04.058
- Kirkenidis, I. V., Andreopoulou, Z. S., & Manos, B. (2016). Evaluation of e-learning platforms suitable for Agriculture and Forestry Higher Schools: A case study using ELECTRE III. *IOSR Journal of Research and Method in Education (IOSR-JRME), 6*(3), 74-80. doi:10.9790/7388-06030207480
- Kita, P., Furková, A., Reiff, M., Konštiak, P., & Sitášová, S. (2017). Impact of Consumer Preferences on Food Chain Choice: An empirical study of consumers in Bratislava. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 65*(1), 293-298. doi:10.11118/actaun201765010293
- Koliousska, C., Andreopoulou, Z., Zopounidis, C., & Lemonakis, C. (2017). E-commerce in the Context of Protected Areas Development: A Managerial Perspective Under a Multi-Criteria Approach. In C. Zopounidis & M. Doumpos (Eds.), *Multiple Criteria Decision Making: Applications in Management and Engineering* (s. 99-111). Cham: Springer International Publishing.
- Kumar, V., Hewage, K., Haider, H., & Sadiq, R. (2017). Sustainability evaluation framework for building cooling systems: a comparative study of snow storage and conventional chiller systems. *Clean Technologies and Environmental Policy, 19*(1), 137-155. doi:10.1007/s10098-016-1198-8
- Kütükçü, Z. A., & Eren, T. (2017). Acil Durum Haberleşmesinde Kullanılan El Telsizinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Seçilmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 5*(2), 183-203. doi:10.15317/Scitech.2017.81
- Kylili, A., Christoforou, E., Fokaidis, P. A., & Polycarpou, P. (2016). Multicriteria analysis for the selection of the most appropriate energy crops: the case of Cyprus. *International Journal of Sustainable Energy, 35*(1), 47-58. doi:10.1080/14786451.2014.898640
- Leoneti, A. B. (2016). Considerations Regarding The Choice Of Ranking Multiple Criteria Decision Making Methods. *Pesquisa Operacional, 36*, 259-277.
- Leyva López, J. C., Álvarez Carrillo, s. A., Gastélum Chavira, D. A., & Solano Noriega, J. J. (2016). A web-based group decision support system for multicriteria ranking problems. *Operational Research, 1*-36. doi:10.1007/s12351-016-0234-0
- Lian, J.-W., & Ke, C.-K. (2016). Using a modified ELECTRE method for an agricultural product recommendation service on a mobile device. *Computers and Electrical Engineering, 56*, 277-288. doi:https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2015.11.014
- Liao, B., Wang, L., & Liu, X. (2016). Possibility-Based Outranking Comparison for PROMETHEE II with Uncertain Linguistic Fuzzy Variables. In B.-Y. Cao, P.-Z. Wang, Z.-L. Liu, & Y.-B. Zhong (Eds.), *International Conference on Oriental Thinking and Fuzzy Logic: Celebration of the 50th Anniversary in the era of Complex Systems and Big Data* (s. 65-75). Cham: Springer International Publishing.
- Liu, H.-C., You, J.-X., Chen, S., & Chen, Y.-Z. (2016). An integrated failure mode and effect analysis approach for accurate risk assessment under uncertainty. *IIE Transactions, 48*(11), 1027-1042. doi:10.1080/0740817X.2016.1172742
- Liu, Y., Fan, Z.-P., & Zhang, X. (2016). A method for large group decision-making based on evaluation information provided by participators from multiple groups. *Information Fusion, 29*, 132-141. doi:https://doi.org/10.1016/j.inffus.2015.08.002

- Lolli, F., Ishizaka, A., Gamberini, R., Rimini, B., Ferrari, A. M., Marinelli, S., & Savazza, R. (2016). Waste treatment: an environmental, economic and social analysis with a new group fuzzy PROMETHEE approach. *Clean Technologies and Environmental Policy*(5), 1317–1332. doi:10.1007/s10098-015-1087-6
- Lopez, J. C. L., Noriega, J. J. S., & Chavira, D. A. G. (2017). A Multi-Criteria Approach to Rank the Municipalities of the States of Mexico by its Marginalization Level: The Case of Jalisco. *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 16(02), 473-513. doi:10.1142/s0219622017500080
- Ma, Y., Liu, A., Egodawatta, P., McGree, J., & Goonetilleke, A. (2017). Assessment and management of human health risk from toxic metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in urban stormwater arising from anthropogenic activities and traffic congestion. *Science of The Total Environment*, 579, 202-211. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.015
- Mahmoudi, A., Sadi-Nezhad, S., & Makui, A. (2016). A Hybrid Fuzzy-Intelligent System for Group Multi-Attribute Decision Making. *International Journal of Fuzzy Systems*, 18(6), 1117-1130. doi:10.1007/s40815-016-0173-1
- Mahmoudi, A., Sadi-Nezhad, S., Makui, A., & Vakili, M. R. (2016). An extension on PROMETHEE based on the typical hesitant fuzzy sets to solve multi-attribute decision-making problem. *Kybernetes*, 45(8), 1213-1231. doi:doi:10.1108/K-10-2015-0271
- Markou, C., Koulinas, G. K., & Vavatsikos, A. P. (2017). Project resources scheduling and leveling using Multi-Attribute Decision Models: Models implementation and case study. *Expert Systems with Applications*, 77, 160-169. doi:https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.01.035
- Matulaitis, V., Straukaitė, G., Azzopardi, B., & Martinez-Cesena, E. A. (2016). Multi-criteria decision making for PV deployment on a multinational level. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 156, 122-127. doi:https://doi.org/10.1016/j.solmat.2016.02.015
- Medina-González, S., Graells, M., Guillén-Gosálbez, G., Espuña, A., & Puigjaner, L. (2017). Systematic approach for the design of sustainable supply chains under quality uncertainty. *Energy Conversion and Management*. doi:https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.02.060
- Meyer, P., & Olteanu, A.-L. (2017). Integrating large positive and negative performance differences into multicriteria majority-rule sorting models. *Computers and Operations Research*, 81, 216-230. doi:https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.11.007
- Michailidou, A. V., Vlachokostas, C., & Moussiopoulos, N. (2016). Interactions between climate change and the tourism sector: Multiple-criteria decision analysis to assess mitigation and adaptation options in tourism areas. *Tourism Management*, 55, 1-12. doi:https://doi.org/10.1016/j.tourman.2016.01.010
- Mladen, S., Ivan, A., Marijana, P., & Nataša, B. (2016). An ELECTRE approach for evaluating secondary education profiles: evidence from PISA survey in Serbia. *Annals of Operations Research*, 245(1-2), 337-358.
- Mladineo, M., Jajac, N., & Rogulj, K. (2016). A simplified approach to the PROMETHEE method for priority setting in management of mine action projects. *Croatian Operational Research Review*, 7(2), 249-268. doi:10.17535/crorr.2016.0017
- Mousavi, M., Gitinavard, H., & Mousavi, S. M. (2017). A soft computing based-modified ELECTRE model for renewable energy policy selection with unknown information. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, Part 1, 774-787. doi:https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.125
- Mousseau, V., Slowinski, R., & Zielniewicz, P. (2000). A user-oriented implementation of the ELECTRE-TRI method integrating preference elicitation support. *Computers and operations research*, 27(7), 757-777.
- Murgante, B., Salmani, M., Qelichi, M. M., & Hajiloo, M. (2017). The Assessment of Sustainability Indicators in the Villagers' Lives in Iran with Emphasis on Natural Hazards: A Case Study. *Preprints*, 1-18. doi:10.20944/preprints201703.0154.v1
- Nabiyev, V. V. (2012). *Yapay Zeka* (4.baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Naubi, I., Zardari, N. H., Shirazi, S. M., Roslan, N. A., Yusop, Z., & Haniffah, M. R. B. M. (2017). Ranking of Skudai river sub-watersheds from sustainability indices-Application of promethee method. *International Journal of GEOMATE*, 12(29), 124-131. doi:10.21660/2017.29.24734

- Nawir, S., Manda, R., Rahman, T., & Fatmah, A. U. (2017). Implementation of ELECTRE Method in Determining the Priority of a Sustainable Tourist Attraction Development in Gorontalo Regency. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 180(1), 012067.
- Nikouei, M. A., Orouzadeh, M., & Mehdipour-Ataei, S. (2017). The PROMETHEE multiple criteria decision making analysis for selecting the best membrane prepared from sulfonated poly(ether ketone)s and poly(ether sulfone)s for proton exchange membrane fuel cell. *Energy*, 119, 77-85. doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.12.052
- Oliveira, E. C. B. d., Alencar, L. H., & Costa, A. P. C. S. (2016). A decision model for energy companies that sorts projects, classifies the project manager and recommends the final match between project and project manager. *Production*, 26, 91-104.
- Orłowski, A., Marć, M., Namieśnik, J., & Tobiszewski, M. (2017). Assessment and Optimization of Air Monitoring Network for Smart Cities with Multicriteria Decision Analysis. In N. T. Nguyen, S. Tojo, L. M. Nguyen, & B. Trawiński (Eds.), *Intelligent Information and Database Systems: 9th Asian Conference, ACIIDS 2017, Kanazawa, Japan, April 3-5, 2017, Part II* (s. 531-538). Cham: Springer International Publishing.
- Osati, M., & Manouchehr, M. (2016). Performance measurement of electricity suppliers using PROMETHEE and balance scorecard. *Management Science Letters*, 387-394. doi:10.5267/j.msl.2016.4.007
- Ozmen, M., Aydogan, E. K., Ates, N., & Uzal, N. (2016). Developing a Decision-Support System for Waste Management in Aluminum Production. *Environmental Modeling and Assessment*, 21(6), 803-817. doi:10.1007/s10666-016-9510-x
- Ömürbek, N., & Eren, H. (2016). Promethee, Moora Ve Copras Yöntemleri İle Oran Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi: Bir Uygulama *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 8(16), 174-187. doi:10.20875/sb.69615
- Özkale, C., Celik, C., Turkmen, A. C., & Cakmaz, E. S. (2017). Decision analysis application intended for selection of a power plant running on renewable energy sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1011-1021. doi:https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.006
- Özveri, O., & Kabak, M. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Hata Modu ve Etkileri Analizinde Kullanımı. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 2, 1-15.
- Palash Md, S., & Bauer, S. (2016). Land-use decisions of rice/fish farming in Northern Bangladesh: use of PROMETHEE analysis *Open Agriculture* (Vol. 1).
- Papadopoulos, A., & Karagiannidis, A. (2008). Application of the multi-criteria analysis method Electre III for the optimisation of decentralised energy systems. *Omega*, 36(5), 766-776. doi:https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.01.004
- Peker, İ. (2016). An Application Related to Logistics Social Responsibility Evaluation with DEMATEL and ELECTRE Methods. *2016*, 3(15), 11. doi:10.1453/jeb.v3i15.781
- Peng, J.-j., Wang, J.-q., & Wu, X.-h. (2016). An extension of the ELECTRE approach with multi-valued neutrosophic information. *Neural Computing and Applications*, 1-12. doi:10.1007/s00521-016-2411-8
- Pereira, D. V. e. S., & Mota, C. M. d. M. (2016). Human Development Index Based on ELECTRE TRI-C Multicriteria Method: An Application in the City of Recife. *Social Indicators Research*, 125(1), 19-45. doi:10.1007/s11205-014-0836-y
- Pinto, F. S., Costa, A. S., Figueira, J. R., & Marques, R. C. (2017). The quality of service: An overall performance assessment for water utilities. *Omega*, 69, 115-125. doi:https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.08.006
- Polat, G. (2016). Subcontractor selection using the integration of the AHP and PROMETHEE methods. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22(8), 1042-1054. doi:10.3846/13923730.2014.948910
- Polatidis, H., & Morales, J. B. (2016). Increasing the applicability of wind power projects via a multi-criteria approach: methodology and case study. *International Journal of Sustainable Energy*, 35(10), 1014-1029. doi:10.1080/14786451.2014.975130
- Prasanna Venkatesan, S., & Goh, M. (2016). Multi-objective supplier selection and order allocation under disruption risk. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 95, 124-142. doi:https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.09.005

- Purba, R. A., & Sembiring, J. (2016, 5-6 Aug. 2016). *Selection of scholarship recipients by using Promethee method in Polytechnic Unggul LP3M Medan*. 2016 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISemantic).
- Rakotoarivelo, J. B., Zaraté, P., Kilgour, M., & Velo, J. (2016). *Risk analysis for bank investments using PROMETHEE*. 2nd International Conference on Decision Support Systems Technology (ICDSSST 2016), İngiltere.
- Ranjan, R., Chatterjee, P., & Chakraborty, S. (2016). Performance evaluation of Indian states in tourism using an integrated PROMETHEE-GAIA approach. *OPSEARCH*, 53(1), 63-84. doi:10.1007/s12597-015-0225-6
- Rashid, T., Faizi, S., Xu, Z., & Zafar, S. (2017). ELECTRE-Based Outranking Method for Multi-criteria Decision Making Using Hesitant Intuitionistic Fuzzy Linguistic Term Sets. *International Journal of Fuzzy Systems*, 1-15. doi:10.1007/s40815-017-0297-y
- Rebelo, J. F., Leal, C. T., & Teixeira, A. (2017). Management and financial performance of Agricultural cooperatives: a case of portuguese Olive oil cooperatives. *Revista de Estudos Cooperativos*(123), 225-249. doi:10.5209/REVE.53243
- Redondo Pena, R., Prieto Rebollo, L., Gibert, K., & Valls, A. (2007). *Use and evaluation of Electre III/IV*. [Tarragona]: Universitat Rovira i Virgili.
- Rezaei, J., Kadziński, M., Vana, C., & Tavasszy, L. (2017). Embedding carbon impact assessment in multi-criteria supplier segmentation using ELECTRE TRI-rC. *Annals of Operations Research*, 1-23. doi:10.1007/s10479-017-2454-y
- Riz, G., Santos, E. A. P., & de Freitas Rocha Loures, E. (2017). Interoperability Assessment in Health Systems Based on Process Mining and MCDA Methods. In Á. Rocha, A. M. Correia, H. Adeli, L. P. Reis, & S. Costanzo (Eds.), *Recent Advances in Information Systems and Technologies: Volume 1* (s. 436-445). Cham: Springer International Publishing.
- Rosić, M., Pešić, D., Kukić, D., Antić, B., & Božović, M. (2017). Method for selection of optimal road safety composite index with examples from DEA and TOPSIS method. *Accident Analysis and Prevention*, 98, 277-286. doi:https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.10.007
- Rožić, T., Ogrizović, D., & Galić, M. (2016). Decision making background for the location of inland terminals. *Scientific Journal of Maritime Research*, 30(2), 141-150.
- Roy, B., and P. Bertier. (1973). La methode ELECTRE II—Une application au media planning. In OR'72, ed. M. Ross, 291–302. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Ruiz-Padillo, A., Ruiz, D. P., Torija, A. J., & Ramos-Ridao, Á. (2016). Selection of suitable alternatives to reduce the environmental impact of road traffic noise using a fuzzy multi-criteria decision model. *Environmental Impact Assessment Review*, 61, 8-18. doi:https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.06.003
- S, V. V., Shah, V. A., & Lokhande, M. M. (2016, 17-20 Oct. 2016). *Advanced Material Selection for Semiconductor Switching Devices in Electric Vehicles Using PROMETHEE Method*. 2016 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC).
- Sabri, K. (2016). *Multiple Criteria Performance Analysis: The Comparison Of Telecommunications Sectors In North Africa*. 18th International Scientific Conference on Economic and Social, Hırvatistan.
- Sadeghravesh, M. H., Khosravi, H., Abolhasani, A., & Shekoohizadeghan, S. (2016). Evaluation of Combating Desertification Alternatives Using Promethee Model. *2016*, 8(2). doi:10.5539/jgg.v8n2p1
- Sadr, S. M. K., Mashamaite, I., Saroj, D., Ouki, S., & Ilemobade, A. (2016). Membrane assisted technology appraisal for water reuse applications in South Africa. *Urban Water Journal*, 13(5), 536-552. doi:10.1080/1573062X.2014.994008
- Salehpour Jam, A., Tabatabaei, M., & Sarreshtehdari, A. (2017). Pedological Criterion Affecting Desertification in Alluvial Fans Using AHP-ELECTRE I Technique (Case Study: Southeast of Rude-Shoor Watershed Area). *ECOPERSIA*, 5(1), 1711-1730.
- Sánchez-Lozano, J. M., García-Cascales, M. S., & Lamata, M. T. (2016). Comparative TOPSIS-ELECTRE TRI methods for optimal sites for photovoltaic solar farms. Case study in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 127, 387-398. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.005



- Sangaiah, A. K., Gopal, J., Basu, A., & Subramaniam, s. R. (2017). An integrated fuzzy DEMATEL, TOPSIS and ELECTRE approach for evaluating knowledge transfer effectiveness with reference to GSD project outcome. *Neural Computing and Applications*, 28(1), 111-123. doi:10.1007/s00521-015-2040-7
- Sari, T., & Timor, M. (2016). Integrated Supplier Selection Model Using Anp, Taguchi Loss Function and Promethee Methods. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 11(1), 19-34.
- Schmid, A., Batton-Hubert, M., Naquin, P., & Gourdon, R. (2016). Multi-Criteria Evaluation of End-of-Life Vehicles' Dismantling Scenarios with Respect to Technical Performance and Sustainability Issues. *Resources*, 5(4), 42.
- Seddiki, M., Anouche, K., & Bennadji, A. (2016). *An integrated Delphi-FAHP-PROMETHEE for the thermal renovation of masonry buildings in Algeria*, Portekiz.
- Seddiki, M., Anouche, K., Bennadji, A., & Boateng, s. (2016). A multi-criteria group decision-making method for the thermal renovation of masonry buildings: The case of Algeria. *Energy and Buildings*, 129, 471-483. doi:https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.08.023
- Segura, M., & Maroto, C. (2017). A multiple criteria supplier segmentation using outranking and value function methods. *Expert Systems with Applications*, 69, 87-100. doi:https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.10.031
- Sehatpour, M.-H., Kazemi, A., & Sehatpour, H.-e. (2017). Evaluation of alternative fuels for light-duty vehicles in Iran using a multi-criteria approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 295-310. doi:https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.067
- Sendhilvel, L., Joshi, A., Sharma, A., & Rangarh, U. (2016). A Preference Ranking of possible locations for the construction of Hydroelectric Power Plants in India. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 7(7), 42-46.
- Shahmohammadi, M., & Khanaposhtani, G. F. (2016). *A Study of the Factors Affecting the Development of the Portfolio of Products of the Iranian Top Pharmaceutical Companies Using Promethee Method* (Vol. 7).
- Shanian, A., & Savadogo, D. (2009). A methodological concept for material selection of highly sensitive components based on multiple criteria decision analysis. *Expert Systems with Applications*, 36(2, Part 1), 1362-1370. doi:https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.052
- Shen, F., Lan, D., & Li, Z. (2017). An Intuitionistic Fuzzy ELECTRE-III Method for Credit Risk Assessment. In J. Xu, A. Hajiyev, S. Nickel, & M. Gen (Eds.), *Tenth International Conference on Management Science and Engineering Management* (s. 289-296). Singapore: Springer Singapore.
- Shmelev, S. (2017). Multidimensional Sustainability Assessment for Megacities. In S. Shmelev (Ed.), *Green Economy Reader: Lectures in Ecological Economics and Sustainability* (s. 205-236). Cham: Springer International Publishing.
- Shukla, S., & Mishra, s. K. (2016). Unification Of Erp System Selection Factors: An Integrated Decision Making Approach. *ELK Asia Pacific Journals* (Özel Sayı), 1-5.
- Sibevei, A., Naji Azimi, Z., Ahmadjo, S., & Mortazavi, M. M. (2016). An Integrated AHP-PROMETHEE Method for Selecting the most Suitable Ethylene Propylene Diene Termonomer. *Journal of Petroleum Science and Technology*, 6(1), 53-62. doi:10.22078/jpst.2016.568
- Sidhu, J., & Singh, S. (2017). Design and Comparative Analysis of MCDM-based Multi-dimensional Trust Evaluation Schemes for Determining Trustworthiness of Cloud Service Providers. *Journal of Grid Computing*, 1-22. doi:10.1007/s10723-017-9396-0
- Silas, S., & Rajsingh, E. B. (2016). Performance analysis on algorithms for selection of desired healthcare services. *Perspectives in Science*, 8, 107-109. doi:https://doi.org/10.1016/j.pisc.2016.04.009
- Silva, L. G. d. O., & de Almeida-Filho, A. T. (2016). A multicriteria approach for analysis of conflicts in evidence theory. *Information Sciences*, 346-347, 275-285. doi:https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.01.080
- Sinaga, T. S., & Siregar, K. (2017). Supplier Selection based on the Performance by using PROMETHEE Method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 180(1), 012118.
- Singh, A., Gupta, A., & Mehra, A. (2016). Energy planning problems with interval-valued 2-tuple linguistic information. *Operational Research*, 1-28. doi:10.1007/s12351-016-0245-x

- Singh, S., & Dasgupta, M. S. (2016). Evaluation of research on CO2 trans-critical work recovery expander using multi attribute decision making methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 119-129. doi:https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.013
- Sinha, S. K., Gupta, A., & Bharalee, R. (2016). Production of biodiesel from freshwater microalgae and evaluation of fuel properties based on fatty acid methyl ester profile. *Biofuels*, 7(1), 69-78. doi:10.1080/17597269.2015.1118781
- Smet, Y. D. (2016, 4-7 Dec. 2016). *About the computation of robust PROMETHEE II rankings: Empirical evidence*. 2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM).
- Sobrie, O., Mousseau, V., & Pirlot, M. (2017). A Population-Based Algorithm for Learning a Majority Rule Sorting Model with Coalitional Veto. In H. Trautmann, G. Rudolph, K. Klamroth, O. Schütze, M. Wiecek, Y. Jin, & C. Grimme (Eds.), *Evolutionary Multi-Criterion Optimization: 9th International Conference, EMO 2017, Münster, Germany, March 19-22, 2017*, s. 575-589. Cham: Springer International Publishing.
- Sousa, N., Coutinho-Rodrigues, J., Eng, C., & Natividade-Jesus, E. (2016). Sidewalk Infrastructure Assessment Using a Multicriteria Methodology for Maintenance Planning. *Journal of Infrastructure Systems*, 23(4). doi:10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000362
- Stamatakis, A., Mandalaki, M., & Tsoutsos, T. (2016). Multi-criteria analysis for PV integrated in shading devices for Mediterranean region. *Energy and Buildings*, 117, 128-137. doi:https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.02.007
- Stavrou, D. I., Ventikos, N. P., & Siskos, Y. (2017). Locating Ship-to-Ship (STS) Transfer Operations via Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): A Case Study. In C. Zopounidis & M. Doumpos (Eds.), *Multiple Criteria Decision Making: Applications in Management and Engineering* (s. 137-163). Cham: Springer International Publishing.
- Stoilova, S., & Nikolova, R. (2016, 3-5 March 2016). *Study of the scheme for transportation of intercity trains in the conditions of stochastic variation of passenger flows*. 2016 International Conference on Electrical, Electronics and Optimization Techniques (ICEEOT).
- Strantzali, E., Aravossis, K., & Livanos, G. A. (2017). Evaluation of future sustainable electricity generation alternatives: The case of a Greek island. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 775-787. doi:https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.085
- Sungur, O., & Maden, S. I. (2016). TR61 Bolgesi (Antalya, Isparta, Burdur) İmalat Sanayi Sektörlerinin PROMETHEE Yöntemi ile Sıralanması. *Ege Academic Review*, 16(4), 641-654.
- Supraja, S., & Kousalya, S. (2016). *ELECTRE Method for the Selection of Best Computer System*.
- Tadeu, S. F., Rodrigues, C., Tadeu, A., & Gonçalves, M. P. F. (2016). Multicriteria analysis of occupants' perceptions of the benefits of energy retrofitting of buildings. *International Journal for Housing Science and Its Applications*(40), 1-10.
- Taşkın, Ç., & Emel, G. G. (2009). *İşletme Lojistiği*. Bursa: Alfa Aktüel.
- Tavra, M., Jajac, N., & Cetl, V. (2017). Marine Spatial Data Infrastructure Development Framework: Croatia Case Study. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(4), 117.
- Torra, V. (2010). Hesitant fuzzy sets. *International Journal of Intelligent Systems*, 25(6), 529-539.
- Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, S. N., & Ray, T. (1998). Multi-criteria decision making: an operations research approach. *Encyclopedia of electrical and electronics engineering*, 15(1998), 175-186.
- Tscheikner-Gratl, F., Egger, P., Rauch, W., & Kleidorfer, M. (2017). Comparison of Multi-Criteria Decision Support Methods for Integrated Rehabilitation Prioritization. *Water*, 9(2), 68.
- Tzeng, G.-H., & Huang, J.-J. (2011). *Multiple attribute decision making : methods and applications*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Ulubeyli, S., & Manisalı, E. (2005, 29 Eylül 2005). *İnşaat Makineleri Alımında Çok Ölçütlü Karar Verme Modeli*. Yapı İşletmesi Kongresi.
- Ureten, S. (2006). *Uretim / işlemler yönetimi : Stratejik kararlar ve karar modelleri*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Uzun, S. & Kazan, H. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden AHP TOPSIS ve PROMETHEE karşılaştırılması: Gemi İnşada Ana Makine Seçimi Uygulaması. *Journal of Transportation and Logistic*. 1(1), 99-113.



- Vasto-Terrientes, L. D., Valls, A., Zielniewicz, P., & Borràs, J. (2016). A hierarchical multi-criteria sorting approach for recommender systems. *Journal of Intelligent Information Systems*, 46(2), 313-346. doi:10.1007/s10844-015-0362-7
- Vujosevic, M. L., & Popovic, M. J. (2016). The Comparison of The Energy Performance Of Hotel Buildings Using PROMETHEE Decision-Making Method. *Thermal Science*, 20(1), 197-208.
- Vulević, T., & Dragović, N. (2017). Multi-criteria decision analysis for sub-watersheds ranking via the PROMETHEE method. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(1), 50-55. doi:https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2017.01.003
- Wagner, M. (2017). A Research Proposal on the Parametric City Governance. In A. Bisello, D. Vettorato, R. Stephens, & P. Elisei (Eds.), *Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions: Results of SSPCR 2015* (s. 205-219). Cham: Springer International Publishing.
- Wan, S.-p., Xu, G.-l., & Dong, J.-y. (2017). Supplier selection using ANP and ELECTRE II in interval 2-tuple linguistic environment. *Information Sciences*, 385-386, 19-38. doi:https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.12.032
- Wang, G. X., Huang, S. H., Yan, Y., & Du, J. J. (2017). Reconfiguration schemes evaluation based on preference ranking of key characteristics of reconfigurable manufacturing systems. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 89(5), 2231-2249. doi:10.1007/s00170-016-9243-7
- Wang, L., Liao, B., Liu, X., & Liu, J. (2017). Possibility-Based ELECTRE II Method with Uncertain Linguistic Fuzzy Variables. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 0(0), 1759016. doi:10.1142/s0218001417590169
- Wang, Z., & Liu, L. (2016). Optimized PROMETHEE Based on Interval Neutrosophic Sets for New Energy Storage Alternative Selection. *Revista Tecnica de la Facultad de Ingenieria Universidad del Zulia*, 39(9), 69-77. doi:10.21311/001.39.9.10
- Wei, L., Hou, J., Qin, T., Yuan, Z., & Yan, Y. (2016, 27-29 July 2016). *Evaluation of grid energy storage system based on AHP-PROMETHEE-GAIA*. 2016 35th Chinese Control Conference (CCC).
- Wen, Z., Yu, Y., & Yan, J. (2016). Best available techniques assessment for coal gasification to promote cleaner production based on the ELECTRE-II method. *Journal of Cleaner Production*, 129, 12-22. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.136
- Wiguna, K. A., Sarno, R., & Ariyani, N. F. (2016, 12-12 Oct. 2016). *Optimization Solar Farm site selection using Multi-Criteria Decision Making Fuzzy AHP and PROMETHEE: case study in Bali*. 2016 International Conference on Information and Communication Technology and Systems (ICTS).
- Wu, Y., Zhang, J., Yuan, J., Geng, S., & Zhang, H. (2016). Study of decision framework of offshore wind power station site selection based on ELECTRE-III under intuitionistic fuzzy environment: A case of China. *Energy Conversion and Management*, 113, 66-81. doi:https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.01.020
- Yakovlichev, A. Y., Milman, I. E., & Pilyugin, V. V. (2016). Using Visualization In Solving Discrete MCDA-Problem By Methods Of PROMETHEE Family. *Scientific Visualization*, 8(3), 78-94.
- Yılmaz Kaya, B., & Dağdeviren, M. (2016). Selecting Occupational Safety Equipment by MCDM Approach Considering Universal Design Principles. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing and Service Industries*, 26(2), 224-242. doi:10.1002/hfm.20625
- Yılmaz, M., & Ballı, S. (2016). Veri şifreleme algoritmalarının kullanımı için Akıllı bir seçim sistemi geliştirilmesi. *Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi*, 2(2), 18-28.
- Yoon, S., Choi, S., & Ko, W. (2017). An Integrated Multicriteria Decision-Making Approach for Evaluating Nuclear Fuel Cycle Systems for Long-term Sustainability on the Basis of an Equilibrium Model: Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution, Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation and Multiattribute Utility Theory Combined with Analytic Hierarchy Process. *Nuclear Engineering and Technology*, 49(1), 148-164. doi:https://doi.org/10.1016/j.net.2016.07.009
- You, X., Chen, T., & Yang, Q. (2016). Approach to Multi-Criteria Group Decision-Making Problems Based on the Best-Worst-Method and ELECTRE Method. *Symmetry*, 8(9), 95.
- Yuen, K.K.F. & Ting, T.O. (2012). Textbook Selection Using Fuzzy PROMETHEE Method. *International Journal of Future Computer and Communication*, 1(1): 76-78.

- Yücel, M. G., & Görener, A. (2016). Decision Making for Company Acquisition by ELECTRE Method. *International Journal of Supply Chain Management*, 5(1), 75-83.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zhang, H., Wang, J., & Chen, X. (2016). An outranking approach for multi-criteria decision-making problems with interval-valued neutrosophic sets. *Neural Computing and Applications*, 27(3), 615-627. doi:10.1007/s00521-015-1882-3
- Zhang, L., Yu, J., Sovacool, B. K., & Ren, J. (2017). Measuring energy security performance within China: Toward an inter-provincial prospective. *Energy*, 125, 825-836. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.12.030>
- Zhong, L., & Yao, L. (2017). An ELECTRE I-based multi-criteria group decision making method with interval type-2 fuzzy numbers and its application to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 57, 556-576. doi:<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.04.001>
- Zhou, H., Wang, J.-q., & Zhang, H.-y. (2017). Stochastic multicriteria decision-making approach based on SMAA-ELECTRE with extended gray numbers. *International Transactions in Operational Research*, 1-21. doi:10.1111/itor.12380
- Zinatizadeh, S., Azmi, A., Monavari, S. M., & Sobhanardakani, S. (2017). Evaluation and prediction of sustainability of urban areas: A case study for Kermanshah city, Iran. *Cities*, 66, 1-9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.03.002>
- Živković, Ž., Nikolić, D., Savić, M., Djordjević, P., & Mihajlović, I. (2017). Prioritizing Strategic Goals in Higher Education Organizations by Using a SWOT–PROMETHEE/GAIA–GDSS Model. *Group Decision and Negotiation*, 1-18. doi:10.1007/s10726-017-9533-y