



INIJOSS

İnönü University International Journal of Social Sciences / İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi

Volume/Cilt: 9 Number/Sayı:2 (2020)

<http://inonu.edu.tr/tr/inijoss> --- <http://dergipark.gov.tr/inijoss>

ARAŞTIRMA MAKALESİ | RESEARCH ARTICLE

Gönderim Tarihi: 14/05/2020 | Kabul Tarihi: 14/10/2020

ELECTRE TRI YÖNTEMİ: İŞ YAPMA KOLAYLIĞI ENDEKSİ VERİLERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA*

Sibel ŞENER

Dr. Öğr. Gör., Sivas Cumhuriyet Üniv.İİBF
matpi.ss@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6299-3712>

Hüdaverdi BİRCAN

Prof. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniv.İİBF
hbircan@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1868-1161>

Atıf / Citation:Şener, S. & Bircan H. (2020). Electre TRI Yöntemi: İş Yapma Kolaylığı Endeksi Verileri Üzerine Bir Uygulama. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, (INIJOSS)*, 9(2), 424-447.

Öz

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin sınıflandırma problemlerini çözmek için kullanılan ELECTRE TRI yöntemi, gerçek kriterler yerine sözde kriterler kullanan ve bulanık ikili üstünlük ilişkisine dayanan bir sınıflandırma yöntemidir. Bu yöntem, üstünlük ilişkisini kullanarak, önceden tanımlanmış kategorilerin bir kümesine her bir alternatifin atanması için tasarlanmıştır. Ekonomiler rekabet gücünü artırmak için küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin kuruluşlarını ve faaliyetlerini kolaylaştırmak amacıyla ciddi düzenlemeler yapmışlardır. Kolaylaştırıcı bir iş ortamını sağlayacak düzenleyici ve yasal sistemleri incelemek amacıyla, İş Yapma Kolaylığı Endeksi (İŞYKE) oluşturulmuştur. Bu endeks çok kriterli bir yapıya sahip olduğundan, ELECTRE TRI yönteminin bu alana uygulanması uygun görülmüştür. Bu çalışmada, ülke ekonomileri iş yapma kolaylığına göre dört kategoriye ayrılarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma, ELECTRE TRI yönteminin hem iyimser hem de kötümser atama kuralları göz önünde bulundurularak yapılmış ve bu iki atama

* Bu çalışma Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN'nın danışmanlığında Sibel ŞENER tarafından hazırlanan ve 22.11.2019 tarihinde savunulan "ELECTRE III, ELECTRE TRI ve TOPSİS Yöntemleri İle İş Yapma Kolaylığı Endeksi Verileri Üzerine Bir Uygulama" başlıklı doktora tezinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

kuralının sonuçları karşılaştırılmıştır. Ayrıca, yöntemin farklı parametrelerine duyarlılık analizi yapılmış ve elde edilen yeni sınıflandırmalar İŞYKE sınıflandırması ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, iyimser ve kötümser atama kurallarının çok yakın sonuçlara sahip olduğu görülmüştür. Fakat iyimser atama kuralı ile elde edilen sonuçların gerçek sınıflandırmanın sonuçları ile biraz daha uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, ELECTRE TRI, Sınıflandırma, Kötümser-Iyimser Atama Kuralları, İş Yapma Kolaylığı Endeksi.

ELECTRE TRI METHOD: AN APPLICATION ON THE EASE OF DOING BUSINESS INDEX DATA

Abstract

The ELECTRE TRI method, which is used to solve the sorting problems of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods, is a sorting method that uses so-called criteria instead of real criteria and is based on fuzzy binary outranking relationship. This method is designed to assign each alternative to a set of categories that are a priori defined using the outranking relationship. Economies have made serious arrangements in order to facilitate the establishment and activities of small and medium-sized enterprises in order to increase their competitiveness. Ease of Doing Business Index (EDBI) has been created to examine regulatory and legal systems that will provide a facilitating work environment. Since this index has a multi-criteria structure, it is considered appropriate to apply ELECTRE TRI method to this field. In this study, the economies of countries are sorted into four categories according to the ease of doing business by using this method. The sorting has been made by considering both the optimistic and pessimistic assignment rules of the ELECTRE TRI method and the results of these two assignment rules have been compared. In addition, sensitivity analysis to different parameters of the method has been made and new sortings obtained have been compared with EDBI sorting. According to the results obtained, it is seen that the rules of optimistic and pessimistic appointment had very close results. However, it is concluded that the results obtained with the optimistic assignment rule are more in line with the results of the actual sorting.

Keywords: Multi Criteria Decision Making, ELECTRE TRI, Sorting, Pessimistic-Optimistic Assignment Rules, Ease of Doing Business Index

GİRİŞ

Karmaşık karar problemlerinde, karar verme sürecini kolaylaştırmak için geçmişten günümüze çok fazla ÇKKV yöntemi önerilmiş ve geliştirilmiştir. Geniş uygulama alanlarına sahip olan bu yöntemler, yeni yaklaşımlarla gelişmeye devam etmektedir (Yürekli, 2008: 28-31; Ersöz ve Kabak, 2010). Çok fazla çeşidi bulunan ÇKKV yöntemlerinden biri de ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) yöntemi ailesidir. Bu yöntem diğer karar verme yöntemlerindeki eksiklerden dolayı, ilk kez Bernard Roy (1968) tarafından sorunların belirlenmesi ve kategorize edilmesi için ortaya atılmıştır. Aynı temel kavramlara dayanan ve aralarında çok küçük farklar bulunan ELECTRE ailesi (ELECTRE I, II, III, IV, IS ve TRI), hem işlevsel hem de karar probleminin çeşidine göre farklılık göstermektedir. Bunlardan ELECTRE I ve IS seçme problemlerinde, ELECTRE II, III, ve IV sıralama problemlerinde ve ELECTRE TRI sınıflama problemlerinde kullanılmaktadır (Figueira, Mousseau ve Roy, 2003).

ÇKKV yöntemlerinin sınıflandırma problemlerinin çözümünde kullanılan ELECTRE TRI yöntemi, Bernard Roy (1968) tarafından sorunların belirlenmesi ve kategorize edilmesi için ortaya atılmış ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) yöntemi ailesinden biridir.

ELECTRE TRI yöntemi, eksik bilgilerden kaynaklanan belirsizlik, tutarsızlık ve kötü sonuçlar ile başa çıkmak için geliştirilmiş bir sınıflandırma yöntemidir. Yöntemin ayırt edici özelliği, yüksek derecede belirsizlikten etkilenen bir veri kümesini çeşitli eşik değerleri işleme katarak yönetme kabiliyetine sahip olmasıdır. Yöntemde, gerçek kriterler yerine sözde kriterler ve bulanık ikili üstünlük ilişkisi kullanılmıştır (Mousseau, Slowinski ve Zielniewicz, 1999). Ayrıca, yöntemin telafi edici olmaması ve karşılaştırılmazlığı işleme katması, nicel ve nitel verileri ele alabilmesi, herhangi bir varsayımda bulunmaması, aykırı değerlere duyarlı olmaması gibi özellikler sayesinde birçok yöntemden daha avantajlı bir yöntem olarak kabul edilmiştir (Andriopoulos, Chrysovalantis, Fotios ve Constantin, 2012).

ELECTRE TRI yöntemi, literatürde birçok alana uygulanmıştır. Özellikle çevresel (Arondel ve Girardin 2000; Joerin, The'riault ve Musy, 2001; Raju, Duckstein ve Arondel, 2001; Merad, Verdel, Roy ve Kouniali, 2004; Madlener, Antunes ve Dias, 2009; Sebos, Progiou, Symeonidis, ve Ziomas, 2010; Brito, Almeida ve Mota, 2010; Mendas ve Delali 2012) ve enerji (Georgopoulou, Sarafidis, Mirasgedis, Zaimi ve Lalas, 2003; Nevesa, Martins, Antunes ve Dias, 2008; Karakosta, Doukas ve Psarras, 2009; Sánchez-Lozano, Antunes ve García-Cascales, 2014) alanında yoğun olarak kullanılmıştır. Khalil, Martel ve Jutras (1999), Kılıç (2006), Xidonas, Mavrotas ve Psarras (2009) banka performanslarının değerlendirilmesinde kullanırken, Siskos, Grigoroudis, Krassadaki ve Matsatsinis (2007), Nepomuceno ve Costa (2012) eğitim alanına, Gomes ve Santos (2008) iş gücü maliyet planlamasına, Galo, Calache ve Carpinetti (2018) bir tedarikçi seçim problemine uygulamıştır. Natividade-Jesus, Coutinho-Rodrigues ve Antunes (2007) konut değerlendirme problemlerinde, Lu, Wang ve Mao (2010) yazılım güvenilirliğini değerlendirme sürecinde bu yöntemi kullanmışlardır.

Sürekli kendini yenileyen ELECTRE TRI yöntemi, yeni kullanım alanları, yeni metodolojik ve teorik gelişmeler ile daha çok tercih edilmektedir. Yöntemdeki parametrelerin (eşik değerler, profil değerleri, λ -kesme seviyesi, kriter ağırlıkları) keyfi belirlenmiş olması ve dolayısıyla kategorilere alternatiflerin nihai atanması için keyfi bir tutum sergilemesi yöntemin dezavantajıdır (Dezert J ve Tacnet JM, 2012). Yöntemdeki gelişmelerin çoğu, yöntemin dezavantajı olan parametrelerindeki belirsizliklerin giderilmesi ve parametre çıkarımı üzerine yapılan çalışmalardır (Tervonen, Almeida-Dias, Figueira, Lahdelma ve Salminen, 2005; Damart ve Kalfakakou, 2007; Doumpos, Marinakis, Marinaki ve Zopounidis, 2009; Zheng, Takougang, Mousseau ve Pirlot, 2014; Dias, Antunes, Dantas, Castro ve Zamboni, 2018). ELECTRE TRI yönteminin, eleştirilen bir başka yönü olan kategori sınırlarını gösteren profil değerlerinin belirlenmesine yardımcı olacak birçok yöntem önerilmiştir (The ve Mousseau 2002; Lourenco ve Costa 2004; Köksalan, Mousseau, Özpeynirci ve Özpeynirci, 2008; Cailloux, Meyer ve Mousseau, 2012; Fernández, Figueira, Navarro ve Roy, 2017). Bu yöntemlerden en çok kullanılan ELECTRE TRI-C ve ELECTRE TRI-nC yöntemlerinde profil değerleri yerine merkezi referans alternatifleri kullanılmıştır (Almeida-Dias, Figueira ve Roy, 2008; Figueira, Almeida-Dias, Matias, Roy, Carvalho ve Plancha, 2011; Almeida-Dias, Figueira ve Roy, 2012; Bouyssou ve Marchant 2015; Corrente, Greco ve Słowiński, 2016; Doumpos ve Figueira 2018).

Bu çalışmada, İŞYKE'nin verileri dikkate alınarak ÇKKV yöntemlerinden ELECTRE TRI yöntemi ile ülkelerin iş yapma kolaylığına göre sınıflandırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın önemi,

Türkçe literatürde ELECTRE TRI ile ilgili fazla çalışmanın olmamasından dolayı Türkiye'deki boşluk doldurularak literatüre katkı sunulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, literatürde genellikle ELECTRE TRI yönteminin kötümser atama kuralıyla yapılan sınıflandırmaları göz önünde bulundurulurken, bu çalışmada yöntemin hem iyimser, hem de kötümser atama kuralları göz önünde bulundurulurken karşılaştırılabilirlik problemiyle başa çıkılmaya çalışılmıştır.

1. ELECTRE TRI YÖNTEMİ

ÇKKV yöntemlerinden ELECTRE ailesinden biri olan ELECTRE TRI yöntemi bir sınıflandırma yaklaşımıdır. Bu yöntemde, bulanık ikili üstünlük ilişkisi kullanılarak önceden tanımlanmış kategorilerin bir kümesine her bir alternatifin atanması sağlanmaktadır (Mousseau ve Slowinski, 1998: 161-162). Her bir kategori, ardışık iki kategorinin sınırını gösteren alt ve üst profilleri tarafından sınırlandırılmıştır. Atama işlemi, kategorilerin sınırlarını gösteren bu profil değerleri ile her bir alternatiflerin karşılaştırılması sonucunda elde edilmektedir (Mousseau ve Slowinski, 1998: 161-162; Mousseau vd., 1999: 9).

Sınıflandırma işlemine geçilmeden önce ilk olarak bir $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ alternatiflerin kümesi, $G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$ kriterlerin kümesi ve $B = \{b_0, b_1, b_2, \dots, b_h, \dots, b_{p+1}\}$, $p+1$ kategoriyi tanımlayan profillerin kümesi belirlenir. Her bir kategori alt ve üst profilleri tarafından sınırlandırılır. $h = 1, 2, \dots, p$ için b_h profili, C_h kategorisinin üst sınırı ve C_{h+1} kategorisinin alt sınırı olarak tanımlanmaktadır. En büyük ve en küçük profilleri temsil eden b_{p+1} ve b_0 profilleri, ideal ve ideal olmayan alternatiflere karşılık gelmektedir. ELECTRE TRI yönteminde, kategoriler en kötünden en iyiye sıralandığı varsayılmaktadır. Bu durumda alt ve üst profilleri tarafından sınırlandırılan kategorilerin bir kümesi $C = \{C_1, C_2, \dots, C_h, \dots, C_{p+1}\}$ şeklinde belirlenir (Mousseau ve Dias, 2004: 479).

ELECTRE TRI yönteminde, Karar Verici (KV) kendi tercihleri doğrultusunda sınıflandırma yapmaktadır. KV tarafından keyfi belirlenen ELECTRE TRI yönteminin parametreleri, kriterlerin göreceli ağırlıkları, eşik değerler ve kategorilerin sınırlarını belirleyen profil değerlerinden oluşmaktadır.

Sözde kriterler kullanan ELECTRE TRI yönteminde, her bir a alternatifinin bir g_j kriterine göre performans değeri $g_j(a)$ (b_h profilinin performans değeri $g_j(b_h)$) ifadesi ile gösterilmektedir. Bu performans değerinin kesin olmayan doğası için kriter içi bilgileri oluşturan q_j farksızlık ve p_j tercih eşikleri hesaplanmaktadır. Bir g_j kriterinde, q_j farksızlık eşiği, a alternatifi ve b_h profili arasındaki farksızlığı koruyan en büyük farkı, p_j tercih eşiği, a alternatifinin lehine bir tercih ile uyumlu en küçük farkı göstermektedir. Bu eşik değerler, alternatiflerin performanslarına ilişkin belirsizlik ve tutarsızlık olarak ifade edilen sınır değerlerdir (Mousseau ve Slowinski, 1998: 161-162; Mousseau vd. 1999: 9). Roy, eşik değerlerin doğru bir şekilde tespit edebilmesi için kriterlerin ana kaynaklarının analizini önermiştir. Ayrıca ilk olarak, her bir eşik için aralığın ortasına karşılık gelen değeri benimsemeyi ve daha sonra eşik değerlerin keyfi seçiminden dolayı, bu aralıktaki farklı kombinasyonları ele alarak bir duyarlılık analizini önermiştir. Genel olarak eşik değerler, her bir g_j kriteri için birer sabit olabilecekleri gibi, $q_j = \alpha_j + \beta_j g_j$, $p_j = \alpha'_j + \beta'_j g_j$ şeklinde birer fonksiyon da olabilirler (Roy, 1991: 60-70; Roy vd., 1992: 16).

Profil değerleri, kategorilerin sınırlarını gösteren ve KV tarafından belirlenen keyfi değerlerdir. Bu değerlerin başlangıç değerlerini, Mousseau ve Slowinski (1998:169-170) denklem (2.1)'i kullanarak elde etmiştir.

$$g_j(b_h) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\sum_{a_i \rightarrow C_h} g_j(a_i)}{n_h} + \frac{\sum_{a_i \rightarrow C_{h+1}} g_j(a_i)}{n_{h+1}} \right\} \quad (2.1)$$

Burada n_h ve n_{h+1} sırasıyla C_h ve C_{h+1} kategorilerine atanan alternatiflerin sayısını vermektedir. Ayrıca $g_j(b_h)$, j . kriterin h . profil değerini, $\sum g_j(a_i)$, C_h kategorisinde yer alan alternatiflerin j . kritere göre performans değerlerinin toplamını göstermektedir.

1.1. Üstünlük İlişkisinin Kurulması ve Güvenirliğin Ölçülmesi

ELECTRE TRI yönteminde, bir a alternatifi ile bir b_h profilini karşılaştırmak amacıyla bulanık ikili üstünlük ilişkisi kullanılır. Farksızlık ve tercih eşik değerleri göz önünde bulundurularak elde edilen üstünlük ilişkisi, “ a alternatifi, en az b_h profili kadar iyidir” veya “ a , b_h 'dan üstündür” anlamına gelen aSb_h ifadesi ile gösterilir. Telafi edici olmayan, yani, kriterlerden birinin çok kötü bir puanı diğer kriterler üzerinde iyi puanlar ile telafi edilemeyen bu S üstünlük ilişkisi, uyumluluk ve uyumsuzluk adında iki farklı indeks yardımıyla kurulmuştur. Ayrıca, bu S üstünlük ilişkisinin güvenirlilik derecesini tespit etmek için uyumluluk ve uyumsuzluk indeksleri birleştirilerek, bir güvenirlilik indeksi elde edilmektedir (Mousseau ve Slowinski, 1998: 162-163; Mousseau vd., 1999: 9-15).

1.1.1. Uyumluluk İndeksi

Uyumluluk indeksinde, kriterlerin w_j ağırlık önem katsayıları göz önünde bulundurularak bu kriterlerin büyük çoğunluğunun aSb_h (b_hSa) iddiası ile uyumluluğu incelenmektedir. Bu indekste, bir kısmi uyumluluk indeksi ve bir genel uyumluluk indeksi hesaplanarak bir genel uyumluluk matrisi oluşturulmaktadır. Her bir g_j kriteri için kısmi uyumluluk indeksi denklem (2.2) yardımıyla hesaplanır (Mousseau ve Slowinski, 1998: 162-163; Mousseau vd., 1999: 9-15).

$$c_j(a, b_h) = \begin{cases} 1, & g_j(a) + q_j(g_j(b_h)) \geq g_j(b_h) \text{ ise;} \\ 0, & g_j(a) + p_j(g_j(b_h)) \leq g_j(b_h) \text{ ise;} \\ \frac{g_j(a) - g_j(b_h) + p_j(g_j(b_h))}{p_j(g_j(b_h)) - q_j(g_j(b_h))} & g_j(a) + q_j(g_j(b_h)) < g_j(b_h) < g_j(a) + p_j(g_j(b_h)) \text{ ise;} \end{cases} \quad (2.2)$$

w_j ağırlık önem katsayılarından yararlanılarak, bir genel uyumluluk indeksi denklem (2.3) yardımıyla hesaplanır.

$$C(a, b_h) = \frac{1}{w} \sum_{j=1}^n w_j c_j(a, b_h), \quad w = \sum_{j=1}^n w_j, \quad 0 \leq C(a, b_h) \leq 1 \quad (2.3)$$

1.1.2. Uyumsuzluk İndeksi

Uyumsuzluk indeksinde, $aSb_h (b_hSa)$ iddiası ile uyumlu olmayan azınlık kriterleri, bir v_j veto eşiği işleme katılarak incelenmektedir. Veto eşiği, g_j kriterinde aSb_h iddiasına karşı olan en küçük $g_j(b_h) - g_j(a)$ farkını göstermektedir. Bir g_j kriteri aSb_h iddiasıyla uyumsuzsa, bu kriterde b_h profili a alternatifine tercih edilir, yani $c_j(b_h, a) = 1$ ve $c_j(a, b_h) = 0$ ise b_hPa olur. aSb_h iddiasına karşı muhalefetin gücü 0'dan 1'e doğru değişmektedir. Her bir g_j kriteri için uyumsuzluk indeksi denklem (2.4) yardımıyla hesaplanır (Mousseau ve Slowinski, 1998: 162-163; Mousseau vd., 1999: 9-15).

$$d_j(a, b_h) = \begin{cases} 0, & g_j(b_h) - g_j(a) \leq p_j(g_j(b_h)) \text{ ise;} \\ 1, & g_j(b_h) - g_j(a) > p_j(g_j(b_h)) \text{ ise;} \\ \frac{g_j(b_h) - g_j(a) - p_j(g_j(b_h))}{v_j(g_j(b_h)) - p_j(g_j(b_h))} & g_j(a) + p_j(g_j(b_h)) < g_j(b_h) < g_j(a) + v_j(g_j(b_h)) \text{ ise;} \end{cases} \quad (2.4)$$

1.1.3. Güvenirlik İndeksi

Verilen bir a alternatifi ile b_h profilinin karşılaştırılması, $aSb_h (b_hSa)$ iddiasının güvenilirliğine dayanmaktadır. Güvenirlik indeksi yardımıyla bir bulanık üstünlük ilişkisi hesaplanarak, $aSb_h (b_hSa)$ iddiasının gücünün bir güvenirlik derecesi tespit edilmektedir. $[0,1]$ aralığında değişen üstünlük ilişkisinin güvenirlik derecesi, $\sigma(a, b_h) (\sigma(b_h, a))$ ile gösterilir. Güvenirlik indeksinde, denklem (2.3) ve denklem (2.4)'den faydalanılarak bir güvenirlik matrisi oluşturulmaktadır. Bu durumda, üstünlük ilişkisinin güvenirlik indeksi denklem (2.5) yardımıyla hesaplanır (Mousseau ve Slowinski 1998: 162-163; Mousseau ve Slowinski 1999: 9-15).

$$\sigma(a, b_h) = \begin{cases} C(a, b_h) & \forall j \text{ için } d_j(a, b_h) \leq C(a, b_h) \text{ ise;} \\ C(a, b_h) \cdot \prod_{j \in J(a, b_h)} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - C(a, b_h)} & \exists j \text{ için } d_j(a, b_h) > C(a, b_h) \text{ ise;} \end{cases} \quad (2.5)$$

Eğer hiçbir kriterde uyumsuzluk yoksa, bu durum $aSb_h (b_hSa)$ iddiasının iyi kurulduğunu göstermektedir; $\sigma(a, b_h) = C(a, b_h)$. Bir veya birden fazla uyumsuz kriterin varlığında, $C(a, b_h) < d_j(a, b_h)$ olması güvenirliğin azaldığını göstermektedir. Veto etkisi ile uyumlu olarak, en az bir kriter için $d_j(a, b_h) = 1$ ise aSb_h iddiası güvenirliğe sahip değildir ve $\sigma(a, b_h) = 0$ olur (Mousseau ve Slowinski, 1998: 162-163; Mousseau vd., 1999: 9-15).

1.1.4. Sınıflandırmanın Yapılması

Güvenirlik matrisi oluşturulduktan sonra, alternatif ve profillerin arasında kesin bir S üstünlük ilişkisi elde etmek için bulanık (fuzzy) ilişkiyi durulaştırın bir λ kesme seviyesi belirlenmelidir. Genellikle, $[0.5, 1]$ aralığında bir değer alan λ kesme seviyesinden faydalanılarak, $aSb_h (b_hSa)$ iddiasının bir güvenirlik derecesi elde edilmeye çalışılmaktadır. Eğer $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ (veya $(\sigma(b_h, a) \geq \lambda)$) ise aSb_h (veya b_hSa) iddiası kabul edilmektedir (Mousseau ve Slowinski, 1998: 162-163; Mousseau vd., 1999: 9-15). Burada $\sigma(a, b_h)$, üstünlük ilişkisini destekleyen kriter ağırlıklarının toplamını (kriterlerin çoğu " a alternatifi, en az b_h

profili kadar iyidir” iddiasının lehine oy verir), λ , yeterli koalisyonu sağlayan KV'nin ağırlığını (üstünlüğü onaylamak için istenen çoğunluk eşiği) göstermektedir. λ kesme seviyesi, tüm kriterler göz önünde bulundurularak, bir üstünlük ilişkisini onaylamak veya onaylamamak için KV'nin gerekli gördüğü bir minimum güvenilirlik derecesidir. Eğer yeterli çoğunluk sağlanamazsa, a alternatifinin b_h profilinden üstün olmadığı söylenebilmektedir (Cailloux vd., 2012:134).

Keyfi bir değer olan λ kesme seviyesi, üstünlük ilişkisini destekleyen yeterli çoğunluk olduğuna göre Merad vd. (2004:174) bu değeri,

$$(1 - (\text{en büyük ağırlık} / \text{toplam ağırlık})) \quad (2.6)$$

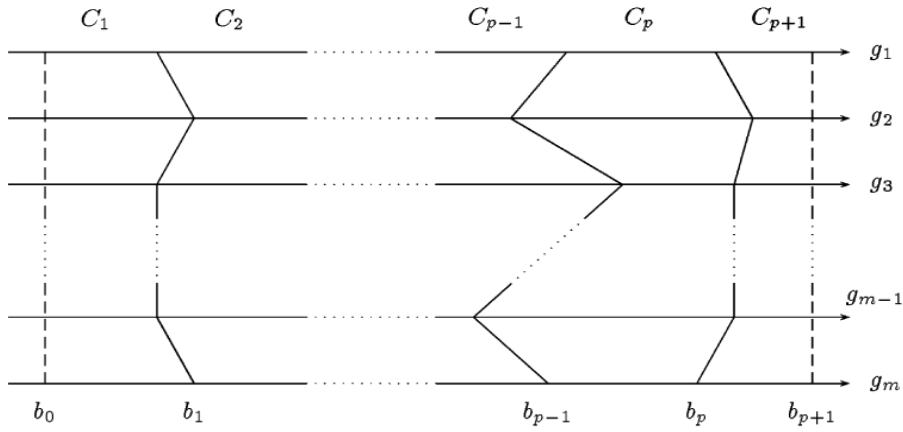
değerinden daha büyük bir değer olarak önermiştir. Bu minimum λ değeri ile bir alternatifin bir kategoriye atanabilmesi için kriter ailesi içinde birden fazla kriterin uzlaşması gerektirmektedir. Bu değer, en ağırlıklı kriterin atanma kategorisine karar verenin tek kişi olmasını engellemektedir (Merad vd. 2004: 174).

λ kesme seviyesi 1'e doğru artıkça, alternatifler ve profiller arasında yapılan karşılaştırmaların çoğu karşılaştırılamazlık ile sonuçlanacaktır. Bu durumda, λ kesme seviyesi 1'e doğru artıkça, kıyaslanamayan alternatiflerin sayısı da artacağından üstünlük ilişkisi daha güvenilir hale gelirken, karşılaştırılan alternatiflerin sayısı azalacağından karşılaştırma zayıflayacaktır. Bu değer 0.5'e doğru azaldıkça, üstünlük ilişkisi daha az güvenilir hale gelirken, karşılaştırma daha zengin olacaktır. Bu durumda, üstünlük ilişkisini çok zayıflatmadan, önemli derecede güvenilirlik kazandırmak için ara değerleri almak daha mantıklıdır (Khalil vd., 1999: 19-21).

$\sigma(a, b_h)$, $\sigma(b_h, a)$ ve λ değerleri, a alternatifi ve b_h profili arasındaki tercih durumunu belirlemektedirler. İkili üstünlük ilişkilerini gösteren Φ , I ve R sembolleri sırasıyla tercih, farksızlık ve karşılaştırılamazlık durumlarını ifade etmektedir. R karşılaştırılamazlık ilişkisi, KV'nin a alternatifi ve b_h profili arasındaki karşılaştırmanın mümkün olmayan durumlarını açıklamaktadır. Karşılaştırılamazlık durumunda, kriterlerin bir kısmı a 'nın b_h 'dan, diğer kısmı b_h 'ın a 'dan üstün olduğunu savunmakta, fakat bu iddiaları destekleyen kriterlerin gereken çoğunluğu sağlayamadıklarını göstermektedir. a ve b_h arasındaki tercih durumları aşağıdaki gibi belirlenmektedir (Mousseau ve Slowinski, 1998: 162-163; Mousseau vd., 1999: 9-15).

- a) $aIb_h : aSb_h$ ve b_hSa ise a , b_h 'dan farksızdır,
- b) $a\Phi b_h : aSb_h$ ve $\neg b_hSa$ ise a , b_h 'a tercih edilir (zayıf veya güçlü),
- c) $b_h\Phi a : \neg aSb_h$ ve b_hSa ise b_h , a 'ya tercih edilir (zayıf veya güçlü),
- d) $aRb_h : \neg aSb_h$ ve $\neg b_hSa$ ise a , b_h ile karşılaştırılamazdır.

\neg sembolü “değil” anlamına gelen, olumsuzluk belirten bir semboldür.



Şekil 1. Alternatiflerin g_j kriterlerine göre alt ve üst profiller ile sınırlandırılan C_i kategorilerine atanması (Mousseau ve Slowinski, 1998: 162).

1.1.5. Atama İşlemleri

ELECTRE TRI yönteminde atama, birleştiren (conjunctive) ve ayıran (disjunctive) şeklinde adlandırılan iki tanınmış mantık üzerine kurulmuştur. Birleştiren kuralda, bir alternatifin bir kategoriye atanabilmesi için **her bir** kriterdeki değerlendirilmesi, en azından kriterin bu kategori için tanımladığı alt sınır profili kadar iyi olması gerekmektedir. Ayıran kuralda, bir alternatifin bir kategoriye atanabilmesi için **en az bir** kritere göre, en azından kriterin bu kategori için tanımladığı alt sınır profili kadar iyi bir değerlendirmeye sahip olması gerekmektedir. Her iki atama kuralında alternatiflerin, bu durumları karşılayacak en iyi kategoriye ataması amaçlanmaktadır. Ancak, ayıran kural ile bir alternatifin atanması, birleştiren kuraldan daha yüksektir. Bu nedenle, birleştiren kural genellikle kötümser atama olarak yorumlanırken, ayıran kural ise iyimser atama olarak yorumlanmaktadır (Figueira vd., 2003: 16-18).

Her bir alternatifin atanacağı kategoriye belirlemek amacıyla, alternatiflerin profillerle karşılaştırılma şeklini analiz eden iyimser ve kötümser atama kuralları aşağıda açıklanmıştır (Mousseau vd., 1999: 18-19; Mousseau vd., 2000: 761):

Kötümser Atama Kuralı (Birleştiren): Bu kuralın algoritması, alternatifleri en iyi profilden başlayarak karşılaştırıp, mümkün olan en düşük kategoride sınıflandırmayı amaçlamaktadır.

- 1) $h = p, p-1, \dots, 0$ için a alternatifi, aSb_h iddiasını doğrulayacak b_h profilini bulmak için en büyük profilden başlayarak, sırasıyla b_h profilleriyle karşılaştırılır.
- 2) Karşılaştırma sonucunda, aSb_h iddiasını sağlayan ilk b_h profili bulununca a alternatifi C_{h+1} kategorisine atanmaktadır.

Kötümser atamada, karşılaştırma sonucunda aSb_h iddiasını sağlayacak herhangi bir profil yoksa, a alternatifi aSb_0 olacak şekilde en düşük C_1 kategorisine atanacaktır.

İyimser Atama Kuralı (Ayıran): Bu kuralın algoritması, alternatifleri en kötü profilden başlayarak karşılaştırıp, mümkün olan en yüksek kategoride sınıflandırmayı amaçlamaktadır.

- 1) $h=1,2,\dots,p+1$ için a alternatifi, $b_h \phi a$ ($\neg aSb_h$ ve b_hSa) iddiasını doğrulayacak b_h profilini bulmak için en küçük profilden başlayarak, sırasıyla b_h profilleriyle karşılaştırılır.
- 2) Karşılaştırma sonucunda, $b_h \phi a$ iddiasını sağlayan ilk b_h profili bulununca a alternatifi C_h kategorisine atanmaktadır.

İyimser atamada, karşılaştırma sonucunda $b_h \phi a$ iddiasını sağlayacak herhangi bir profil yoksa a alternatifi $b_{p+1} \phi a$ olacak şekilde en yüksek C_{p+1} kategorisine atanacaktır.

Bir alternatifi, kategorilerin sınırları olan profil değerleri ile karşılaştırıp kategorilere atayan iyimser atama kuralında, alternatifler mümkün olan en yüksek kategoride ve kötümser atama kuralında ise alternatifler mümkün olan en düşük kategoride sınıflandırılmaktadır. İyimser atama kuralında her bir alternatif, en azından kategorilerin en üst profili olan b_{p+1} tarafından kesinlikle güçlü tercih edilen en yüksek kategoriye atanabilmektedir. Kötümser atama kuralında her bir alternatif, en azından kategorinin en alt profili olan b_0 kadar iyi olduğu en düşük kategoriye atanabilmektedir. Burada b_0 , tüm alternatiflerin tercih edildiği profil (aSb_0) ve b_{p+1} , tüm alternatiflere tercih edilen profildir ($b_{p+1} > a$) (Zheng vd, 2014:29-30).

İki atama kuralının temel fikri farklı olduğundan, bu atama kuralları ile bazı alternatifler farklı kategorilerde sınıflandırılabilirler. Bir alternatif, bir veya birkaç profille karşılaştırılmaz olduğu zaman, iki atama prosedürünün sonuçları arasında bir farklılık ortaya çıkmaktadır. Diğer durumlarda, her iki atama kuralında alternatifler aynı kategoride sınıflandırılırlar. Karşılaştırılmazlık ilişkilerinin varlığında, daha temkinli olan kötümser atama kuralında alternatifler, iyimser atama kuralına göre daha düşük bir kategoride sınıflandırılırlar. Daha muhafazakar (ölçülü, riske girmek istemeyen) bir sonuç gerektiğinde, kötümser kural iyimser kurala (daha olumlu düşünür) daha çok tercih edilmektedir (Antonella vd., 2017:105). Bu durumda, bu iki atama kuralından kötümser atama kuralı, daha çok dikkat edilmesi gereken veya kaynakların az olduğu durumlar için kullanılırken, iyimser atama kuralı, ilgi çekici veya istisnai niteliklere sahip alternatifleri teşvik etmek istendiği durumlar için kullanılmaktadır (Fontana ve Cavalcante, 2013: 292).

ELECTRE TRI yönteminin bu iki atama kuralı, alternatifler ve profiller arasındaki karşılaştırılmazlık ile başa çıkmada bir avantaj sağlamaktadır. ELECTRE TRI yönteminde, alternatiflerin bazı kriterlerde yüksek performans göstermesi ve diğer kriterlerde düşük performans göstermesi durumunda kötümser ve iyimser yaklaşımlar önerilerek, değerlendirmelerinde özgünlükleri olan alternatiflere işaret edecek şekilde alternatifler arasındaki karşılaştırılmazlık yönetilmektedir. Bu durumda iki atama kuralı arasındaki farklar, alternatiflerin profiller ile karşılaştırmasını zorlaştıran özel niteliklere sahip alternatiflerin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, karşılaştırılmazlık ilişkisi alternatifler arasında gerçekçi olmayan ve zorunlu

karşılaştırmalar yapılmasını önlemekte ve KV için önemli bilgileri ortaya koymaktadır (Zopounidis ve Doumpos 2002); (Siskos vd. 2007); (Doumpos vd. 2009).

Literatürde genellikle ELECTRE TRI yönteminin kötümser atama kuralı kullanılmıştır (Mousseau ve Slowinski 1998; Mousseau, Slowinski ve Zielniewicz, 2000; Arondel ve Girardin 2000; Mousseau ve Dias 2004; Lourenco ve Costa 2004; Damart vd. 2007; Lu vd. 2010; Nepomuceno ve Costa 2012). İyimser atama kuralı, kötümser atama kuralından daha karmaşık olduğu için kötümser atama kuralı daha çok tercih etmiştir. İyimser atama kuralında iki güvenilirlik indeksi ($\sigma(b_h, a) \geq \lambda$ ve $\sigma(a, b_h) < \lambda$ ise, yani $b_h Sa$ ve $\neg aSb_h$) kullanılırken, kötümser atama kuralında sadece bir güvenilirlik indeksi ($\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ ise, yani aSb_h) kullanılmaktadır (Doumpos vd., 2009:503). Bu çalışmada, kötümser ve iyimser atama kuralları birlikte kullanılarak bir sınıflandırma yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca, duyarlılık analizi yapılarak, yöntem tarafından elde edilen sınıflandırma, İŞYKE'nin sınıflandırmasına yeterince uyumlu hale getirilmiş ve başlangıç çözüm sonuçlarının kararlılığı test edilmiştir.

2. UYGULAMA

Günümüz teknolojisi ile birlikte ekonomilerin rekabet gücü de artmaktadır. Gelişen ülke ekonomileri, rekabet gücünü arttırmak için ekonominin gelişmesine büyük katkı sağlayan, küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin kuruluşlarını ve faaliyetlerini kolaylaştırmak amacıyla ciddi düzenlemeler yapmışlardır. Kolaylaştırıcı bir iş ortamını sağlayacak, düzenleyici ve yasal sistemleri incelemek amacıyla Dünya Bankası ve Uluslararası Finans Kurumu tarafından İş Yapma Kolaylığı Endeksi (İŞYKE) oluşturulmuştur. Bu endeks, bir ekonominin en büyük iş şehrinde faaliyet gösteren küçük ve orta ölçekli limitet şirketleri ele alarak, bu şirketleri açmanın ve çalıştırmanın ne kadar kolay ve ne kadar zor olduğuna ışık tutmakta ve böylece ülkelerin yatırım ortamının kalitesini belirlemeye çalışmaktadır (Doing Business, 2015: 20-22). İŞYKE'de, 10 temel kriter ve 41 alt kriteri göz önünde bulundurularak, bu kriterlerin her birinin sınıra uzaklık puanının basit bir ortalaması alınıp, 189 ülke ekonomisi iş yapma kolaylığı açısından en iyiden en kötüye doğru sıralanmaktadır (Doing Business 2017a, sy. 164-167).

İŞYKE'de, Dünya Bankası'nın bölgesel ve gelir grubu sınıflandırmaları kullanılmaktadır. Dünya Bankası 189 ülke ekonomisini, düşük gelirli, orta düşük gelirli, üst orta gelirli ve yüksek gelirli olacak şekilde dört gelir gruba ayırmıştır. İŞYKE'nin gelir grupları, Dünya Bankası Atlas sınıflandırma yöntemi kullanılarak, yerel para biriminden ABD dolarına dönüştürülen kişi başına düşen Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur. Herhangi bir yıl için Atlas dönüşüm faktörü, bir ülke için o yılki döviz kurunun ortalaması ve önceki iki yıla ait döviz kuru oranlarıdır. Dünya Bankası 2015 gelirlerine göre analitik sınıflandırmanın eşik değer (1 Temmuz 2014) verileri; düşük gelirli (1.045 \$ veya daha az), orta düşük gelirli (1.046 ila 4.125 \$), üst orta gelirli (4.126 ila 12.745 \$), yüksek gelirli (12.745 \$ veya daha fazla) şeklinde elde edilmiştir. Bu eşik değerler yıllık olarak Dünya Bankası'nın mali yılının başlangıcında enflasyona göre ayarlanarak güncellenmektedir (Doing Business 2017b).

Bu çalışmada, İŞYKE'nin 2015 verileri göz önünde bulundurularak 10 temel kritere göre 189 ülke ekonomisi, uygun iş yapma ortamlarına sahip olma durumlarına göre, ELECTRE TRI yöntemiyle dört kategoriye (C_1 , C_2 , C_3 , C_4) ayrılarak sınıflandırılmıştır. Sınıflama işlemi, MATLAB (MATrix LABoratory) 2017 programlama dilinde kod yazılarak yapılmıştır. İŞYKE'nin 10 temel kriteri ve kısaltmaları Tablo 1'de verilmiştir.

Kriterler:**Tablo 1. İŞYKE'nin 10 Temel Kriteri ve Kısaltmaları**

10 Temel Kriter	Kısaltma
Bir İşe Başlama	BirİşBş
İnşaat Ruhsatı İşlemleri	İnRhİş
Elektrik Bağlatma	EltrBağ
Tapu Sicili	TapSicl
Kredi Erişimi	KrdErş
Azınlık Yatırımcıların Korunması	AzYatKr
Vergilerin Ödenmesi	VrgÖd
Dış Ticaret	DşTic
Sözleşmelerin Uygulanması	SözUyg
İflas Durumların Çözümü	İfDrÇz

Kategoriler:

Dünya Bankasının oluşturduğu sınıflandırmaları kullanan İŞYKE, ülkeleri gelirlerine göre dört kategoriye (C_1 düşük gelirli, C_2 orta düşük gelirli, C_3 üst orta gelirli, C_4 yüksek gelirli) ayırarak sınıflandırdığı için bu çalışmada da ülke ekonomileri, uygun iş yapma ortamlarına göre dört kategoride sınıflandırılmıştır. İş yapma ortamlarının uygunluğuna göre oluşturulmuş bu dört kategori, aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

C_1 (**kötü iş yapma ortamı**): Bu kategoride sınıflandırılan ülkeler, bir iş yapma ortamı açısından en çok sıkıntı yaşayan ülkelerdir. Bu ülkeler, etkin olmayan iş ortamlarına ve oldukça zayıf yasal kurumlara sahiptirler. İŞYKE'nin sınıflandırması ile karşılaştırıldığında, C_1 kategorisine ait ülkelerin genellikle gelir düzeyi düşük olan ülkeleri kapsadığı görülmüştür.

C_2 (**orta düzeyde kötü iş yapma ortamı**): Bu kategori, düşük orta düzeyde düzenleyici ortama sahip olan ülkeleri kapsamaktadır. Bu kategoride yer alan ülkelerin iş yapma ortamları düşük orta düzeyde kısıtlayıcıdır ve bu ülkeler tatmin edici olmayan düzenleyici ortamlara sahiptirler. İŞYKE'nin sınıflandırması ile karşılaştırıldığında, C_2 kategorisine ait ülkelerin genellikle gelir düzeyi düşük orta gelirli olan ülkeleri kapsadığı görülmüştür.

C_3 (**orta düzeyde iyi iş yapma ortamı**): Bu kategori, üst orta düzeyde düzenleyici ortama sahip olan ülkeleri kapsamaktadır. Bu ülkelerin kriterlerindeki performansları biraz daha genel ortalamaya yakın değerlerdir. İŞYKE'nin sınıflandırması ile karşılaştırıldığında, C_3 kategorisine ait ülkelerin genellikle üst orta düzey gelire sahip ülkeleri kapsadığı görülmüştür.

C_4 (**en iyi iş yapma ortamı**): Bu kategoride yer alan ülkeler, tüm kriterlerdeki performanslarına göre iş yapma kolaylığı açısından en iyi düzeyde olan ülkelerdir. Diğer ülke ekonomilerine göre, daha etkin bir iş ortamına ve daha güçlü yasal kuramlara sahiptirler. İŞYKE'nin sınıflandırması ile karşılaştırıldığında, C_4 kategorisine ait ülkelerin genellikle gelir düzeyi yüksek olan ülkeleri kapsadığı görülmüştür.

Yöntemi kullanabilmek için çeşitli eşik değerler (q_j , p_j , v_j), göreceli kriter ağırlıkları (w_j), kategorilerin sınırlarını gösteren profil (b_h) değerleri ve λ kesme seviyesinin belirlenmesi gerekmektedir.

Üstünlüğün Elde Edilmesinde Kullanılan Eşik Değerler ve Kriter Ağırlıkları:

ELECTRE TRI yönteminde, eşik değerler (farksızlık, tercih, veto) ve kriterlerin göreceli ağırlıkları Karar Verici (KV) tarafından belirlenen keyfi değerlerdir. Bu çalışmada eşik değerler, İŞYKE'nin 2015 verilerinin her bir kriterine göre alternatif performansları arasındaki farklar incelenerek, q_j farksızlık, p_j tercih ve v_j veto eşik değerleri makul bir minimum ve maksimum değer arasına yerleştirilmiştir. Her bir kriterdeki, alternatifler arasındaki en küçük farklar farksızlık eşiği, orta değerler tercih eşiği ve en büyük farklar veto eşiği olarak alınmıştır. Eşik değerler, her bir kriterdeki alternatif performansları büyükten küçüğe doğru sıralandıktan sonra elde edilmiştir. Bu durumda, eşik değer aralıkları $q_j = [0, 5]$, $p_j = [43, 65]$ ve $v_j = [71, 100]$ şeklinde elde edilmiş ve başlangıç eşik değerler için bu aralıkların ortasına karşılık gelen değerler göz önünde bulundurulmuştur. Tüm kriterler için eşit olarak alınan başlangıç eşik değerleri $q_j = 2.5$, $p_j = 54$ ve $v_j = 85.5$ şeklinde elde edilmiştir. Başlangıç eşik değerleri ile yapılan ilk sınıflandırmadan sonra, İŞYKE'nin verilerinden yararlanarak oluşturulmuş eşik değer aralıklarının farklı kombinasyonları oluşturularak duyarlılık analizi yapılmıştır. İŞYKE her bir kriteri eşit ağırlıklandırdığı için bu çalışmada da her bir kriter eşit ağırlıklandırılmıştır.

Profil Değerleri:

Profil değerleri, kategorilerin sınırlarını gösteren ve KV tarafından belirlenen keyfi değerlerdir. Bu çalışmada ülkeler, iş ortamlarının uygunluğuna göre dört kategoriye ayrıldıkları için üç sınır profil değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu değerlerin başlangıç değerleri, Mousseau ve Slowinski (1998: 162) tarafından önerilen (2.1) denkleminde faydalanılarak elde edilmiştir. Bu sezgisel kural yardımıyla, gerçek verilerin dört sınıfından faydalanarak yöntemin başlangıç profil değerleri elde edilmiştir. İlk olarak, İŞYKE'nin her bir sınıfında yer alan alternatiflerin, her bir kritere göre performans değerlerinin ortalamaları hesaplanmıştır. Bu değerler üç ondalığa yuvarlanarak Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. İŞYKE'nin Her Bir Sınıfında Yer Alan Alternatiflerin Her Bir Kritere Göre Performans Değerlerinin Ortalaması

	BirİşBş	İnRhİş	EltrBağ	TapSicl	KrdErş	AzYatKr	VrgÖd	DşTic	SözUyg	İfDrÇz
C_1	66,523	53,733	40,578	48,039	27,414	39,195	56,837	50,134	45,354	27,342
C_2	78,013	61,656	58,3	50,221	38,621	50,172	62,442	51,577	47,886	33,312
C_3	80,515	65,37	67,424	61,426	48,898	53,22	68,55	67,698	59,814	43,063
C_4	87,461	73,339	80,992	72,077	56,148	60,76	81,062	85,317	64,799	65,658

Her bir sınıf için alternatiflerin her bir kritere göre, iş yapma kolaylığı performans değerlerinin ortalaması hesaplandıktan sonra, bu değerlerden faydalanarak her bir kritere göre, ardışık iki kategorinin ortalaması alınıp profillerin başlangıç değerleri hesaplanmış olacaktır. Örneğin b_1 profilinin “Bir İşe Başlama” kriterine göre başlangıç değeri,

$$g_1(b_1) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\sum_{a_i \rightarrow C_1} g_1(a_i)}{n_1} + \frac{\sum_{a_i \rightarrow C_2} g_1(a_i)}{n_2} \right\} = \frac{C_1 + C_2}{2} = \frac{1}{2} \{66,52345 + 78,01276\} = 72,26811 \quad h=1, j=1$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Tüm kriterler için hesaplanan başlangıç profil değerleri, üç ondalığa göre yuvarlanarak Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Ardışık İki Sınıfın Ortalamasına Göre Bulunmuş Başlangıç Profil Değerleri

	BirİşBş	İnRhİş	EltrBağ	TapSicl	KrdErş	AzYatKr	VrgÖd	DşTic	SözUyg	İfDrÇz
b_1	72,268	57,695	49,439	49,13	33,017	44,684	59,639	50,856	46,62	30,327
b_2	79,264	63,513	62,862	55,824	43,76	51,696	65,496	59,637	53,85	38,187
b_3	83,988	69,355	74,208	66,752	52,523	56,99	74,806	76,508	62,306	54,36

ELECTRE TRI yöntemi ile ilk olarak bu başlangıç profil değerleri kullanılarak bir sınıflandırma elde edilmiş ve daha sonra bu değerlere yakın profil değerleri kullanılarak bir duyarlılık analizi yapılmıştır.

λ Kesme Seviyesi:

Bu çalışmada, Merad vd. (2004: 174) önerdiği denklem (2.6)’da verilen yöntem kullanılarak, başlangıç çözüm için λ kesme seviyesi $\left| 1 - \left(\frac{0.1}{1} \right) \right| = 0.90$ ’dan daha büyük bir değer olarak seçilmiştir. Bu değer, bir a ülke ekonomisinin bir kategoriye atanabilmesi için kriter ailesinin %90’ından fazlasının bu durumu onaylaması gerektiğini göstermektedir (gereken çoğunluk 9/10). Bu durumda, ilk sınıflandırma için kullanılacak λ kesme seviyesi $\lambda = 0,91$ olarak belirlenmiştir. λ kesme seviyesinin sınıflandırmanın sonuçları üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla $\lambda = 0,91$ değerinden küçük ve büyük değerler göz önünde bulundurularak bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Kesme seviyesi 0.5’e doğru azaldığında üstünlük ilişkisi daha az güvenilir olacağından ve 1’ doğru arttığında daha güvenilir olduğu halde, alternatifler ile kategorilerin sınır profil değerleri arasında yapılan karşılaştırmaların çoğu karşılaştırılmazlık ile sonuçlanacağından, duyarlılık analizi için λ kesme seviyesi değerleri $[0.75, 0.95]$ aralığında seçilmesi uygun görülmüştür. Kesme seviyesi 1’e doğru büyüdükçe kötümser atama kuralı alternatiflerin çoğunu C_1 kategorisinde sınıflandırırken, iyimser atama kuralı C_4 kategorisinde sınıflandırmaktadır.

Atama Kuralları:

Alternatiflerin kategorilere atanması için gereken hazırlıklar yapıldıktan sonra, yöntemin kötümser ve iyimser atama kuralları kullanılarak, alternatifler kategorilerin sınır profil değerleri ile karşılaştırılıp sınıflandırılacaktır. Bu çalışmada ülke ekonomileri iş yapma kolaylığına göre 4 kategoride sınıflandırıldığı için 3 sınır profil değeri vardır. Ayrıca b_0 , tüm ülke ekonomilerin tercih edildiği en alt profil değerini, b_4 ise tüm ülke ekonomilerine tercih edilen profil değerini göstermektedir. İŞYKE’nin sınıra uzaklık puanları göz önünde bulundurulduğunda, $b_0 = 0$ ve $b_4 = 100$ olarak alınmıştır.

Kötümser atama kuralında, bir a ülkesi en üst profilden başlayarak sırasıyla b_h (b_3, b_2, b_1) profili ile karşılaştırılır. aSb_h ($a \phi b_h$ veya alb_h) iddiasını sağlayan ilk profil bulunursa a alternatifi C_{h+1} (C_4, C_3, C_2, C_1) kategorisine atanır. Aksi takdirde aSb_0 olacak şekilde en düşük

C_1 kategorisine atanacaktır. İyimser atama kuralında, bir a ülkesi en alt profilden başlayarak sırasıyla b_h (b_1, b_2, b_3) profili ile karşılaştırılır. $b_h Sa$ ve $\neg a Sb_h$ ($b_h \phi a$) iddialarını sağlayan ilk profil bulunursa a alternatifi C_h (C_1, C_2, C_3, C_4) kategorisine atanır. Aksi takdirde $b_4 \phi a$ olacak şekilde en yüksek C_4 kategorisine atanacaktır.

$$\begin{array}{c} | \quad C_1 \int C_2 \int C_3 \int C_4 \quad | \\ \begin{array}{c} b_0=0 \\ a \phi b_0 \end{array} \quad b_1 \quad b_2 \quad b_3 \quad \begin{array}{c} b_4=100 \\ b_4 \phi a \end{array} \\ \rightarrow \text{iyimser} \quad \leftarrow \text{kötümser} \end{array}$$

Başlangıç Parametreleri İle Elde Edilen Sınıflandırma Sonuçları:

İlk olarak başlangıç profil değerleri (Tablo 3), başlangıç eşik değerleri ($q_j = 2.5$, $p_j = 54$ ve $v_j = 85.5$) ve $\lambda = 0.91$ başlangıç kesme seviyesi kullanılarak kötümser ve iyimser kurallara göre ilk sınıflandırma elde edilmiştir. ELECTRE TRI yöntemiyle ülkelerin iş yapma kolaylığına göre elde edilen sınıflandırılması, İŞYKE'nin gelir seviyesine göre elde edilen sınıflandırma ile karşılaştırılarak aynı kategoride sınıflandırılan ülkelerin yüzdeliği hesaplanmıştır. İlk sınıflandırmanın sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Başlangıç Değerlere Göre İlk Sınıflandırma

$\lambda=0,91$	Kötümser	İyimser
C1	39	34
C2	29	30
C3	56	57
C4	65	68
% (.)*	%44 (84)	%46 (87)

(% (.)*; Yöntem ile İŞYKE'nin aynı kategoride sınıflandırdığı ülkelerin yüzdeliği ve sayısı)

Bu sonuçlara göre kriter ailesinin %91 ($\lambda = 0.91$) desteği ile, yöntemin kötümser atama kuralı ile 84 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak %44, iyimser atama kuralı ile 87 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak %46 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulunmuştur. Kötümser atama kuralına göre ülkelerin yaklaşık %21'i (39/189) çok kötü bir iş ortamına sahipken, %34'ü (65/189) çok iyi bir iş ortamına sahiptir. Benzer şekilde iyimser atama kuralına göre ülkelerin yaklaşık %18'i (34/189) çok kötü bir iş ortamına sahipken, %36'sı (68/189) çok iyi bir iş ortamına sahiptir. $\lambda = 0.91$ kesme seviyesi ile elde edilen sonuçlara göre ülkelerin %6'sı (189 ülkeden 11'si) sınır profil değerleri ile karşılaştırılmaz olduğu bulunmuştur. Karşılaştırılmayan ülkelerin %50'nin altında olması yeterince önemli bir kesme seviyesinin alındığı, üstünlük ilişkisinin kurulmasında kayda değer bir yoksulluk üretilmediği anlamına gelmektedir. Ayrıca bu değer 1'e yakın olması da üstünlük ilişkisinin daha güvenilir olduğunu göstermektedir. λ kesme seviyesinin 1'e doğru artması üstünlük ilişkisinin güvenilirliğini artırmasına rağmen, karşılaştırılan ülke ekonomilerin sayısını azaltacağından karşılaştırmayı zayıflatacaktır.

İŞYKE'ne göre gelir seviyesi en yüksek olan ülkelerin %72'si (57 ülkeden 41'ni doğru tahmin edilmiştir) kötümser atama kuralı ile, %74'ü (57 ülkeden 42'sini doğru tahmin etmiştir) iyimser atama kuralı ile en iyi iş yapma ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırılmıştır. Gelir

seviyesine göre diğer kategoriler dikkate alındığında, sırasıyla kötümser atama kuralı ile ülkelerin %55'i C_1 'de (29 ülkeden 16'sı doğru tahmin edilmiştir), %17'si C_2 'de (52 ülkeden 9'u doğru tahmin edilmiştir), %35'i C_3 'de (51 ülkeden 18'i doğru tahmin edilmiştir) sınıflandırılmıştır. İyimser atama kuralı ile ülkelerin %55'i C_1 'de (29 ülkeden 16'sı doğru tahmin edilmiştir), %21'i C_2 'de (52 ülkeden 11'i doğru tahmin edilmiştir), %35'i C_3 'de (51 ülkeden 18'i doğru tahmin edilmiştir) sınıflandırılmıştır.

Duyarlılık analizi:

Bazı parametrelerin (eşik değerler, profil değerleri ve kesme seviyesi) sınıflandırmanın sonuçları üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu çalışmada, ülkeleri iş yapma kolaylığına göre sınıflandırmak için profil değerlerini değiştirerek üç temel senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryoların her birinde farklı eşik değerleri ve λ kesme seviyeleri kullanılarak çok sayıda alt senaryo incelenmiştir. Farklı eşik değerleri ile yapılan duyarlılık analizinin sonuçları birbirine çok yakın çıkmıştır. Başlangıç çözüm sonuçları ve üç senaryo göz önünde bulundurulduğunda en iyi sonucu sağlayan eşik değerler $q_j = 1, p_j = 54, v_j = 85.5$ değerleri olarak kabul edilmiştir. Başlangıç çözüm için λ kesme seviyesi $\lambda = 0.91$ olarak alınmıştır. Bu değerden küçük ve büyük değerler göz önünde bulundurularak, duyarlılık analizi için λ kesme seviyesinin değerleri $[0.75, 0.95]$ aralığında seçilmesi uygun görülmüştür. Üç temel senaryo için de aynı kesme seviyeleri kullanılmıştır. Farklı eşik değerlere, profillere ve λ kesme seviyesine uygulanan duyarlılık analizinin tüm sonuçları bu çalışmada verilmemiştir. Sadece çok fazla duyarlılık gösteren sonuçlar eklenmiştir.

Senaryo 1

Duyarlılık analizi için ilk senaryoda Tablo 3'de verilen başlangıç profil değerleri seçilmiştir. Bu başlangıç profil değerleri ile farklı eşik değerleri ve λ kesme seviyeleri göz önünde bulundurularak alt senaryolar elde edilmiştir. Duyarlılık için seçilen λ kesme seviyeleri sırasıyla $\lambda = 0.75, \lambda = 0.82, \lambda = 0.89, \lambda = 0.91, \lambda = 0.93$ ve $\lambda = 0.95$ olarak alınmıştır. Başlangıç profil değerleri göz önünde bulundurularak, farklı eşik değer senaryoları ile yapılan duyarlılık analizi sonucunda, tüm senaryolarda birbirine çok yakın sonuçlar elde edilmiştir. Farklı kesme seviyeleri ile değerlendirildiğinde, diğer eşik değer senaryolarına göre $q_j = 1, p_j = 54, v_j = 85.5$ eşik değerleri ile elde edilen sonuçlar daha iyi çıkmıştır. Diğer eşik değerler ile yapılan duyarlılık analizinde çok fazla bir değişiklik olmamıştır. $q_j = 1, p_j = 54, v_j = 85.5$ eşik değerlere, farklı λ kesme seviyeleri uygulanarak elde edilen sınıflandırma sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5: Senaryo 1 İçin Farklı Kesme Seviyeleri Kullanılarak Kötümser ve İyimser Kurallara Göre Elde Edilmiş Sınıflandırma Sonuçları

$\lambda=0,75$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,82$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,89$	Kötümser	İyimser
C1	7	7	C1	19	19	C1	38	33
C2	16	16	C2	23	23	C2	28	32
C3	37	37	C3	41	41	C3	53	54
C4	129	129	C4	106	106	C4	70	70
%(.)*	%40 (76)	%40 (76)	%	%41 (78)	%41 (78)	%	%44 (83)	%46 (87)
$\lambda=0,91$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,93$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,95$	Kötümser	İyimser

C1	43	36	C1	54	33	C1	69	21
C2	29	28	C2	33	32	C2	32	32
C3	54	53	C3	48	54	C3	38	55
C4	63	72	C4	54	70	C4	50	81
%(.)*	%45 (85)	%48 (91)	%	%49 (93)	%52 (98)	%	%45 (85)	%47 (88)

(% (.)*; Yöntem ile İŞYKE'nin aynı kategoride sınıflandırdığı ülkelerin yüzdeliği ve sayısı).

Bu sonuçlara göre gerçek verilere en yakın tahmini $\lambda = 0.93$ kesme seviyesi vermiştir. Kriter ailesinin % 93 desteği ile, yöntemin kötümser atama kuralı ile 93 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak % 49, iyimser atama kuralı ile 98 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak %52 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulunmuştur. $\lambda = 0.93$ kesme seviyesi ile elde edilen sonuçlara göre ülkelerin % 26'sının (189 ülkeden 49'i) sınır profil değerleri ile karşılaştırılmaz olduğu bulunmuştur. Bu durum yeterince önemli bir kesme seviyesinin alındığını, üstünlük ilişkisinin kurulmasında kayda değer bir yoksulluk üretilmediği anlamına gelmektedir. Ayrıca bu değer 1'e yakın olması da üstünlük ilişkisinin daha güvenilir olduğunu göstermektedir.

İŞYKE'ne göre gelir seviyesi en yüksek olan ülkelerin %68'i (57 ülkeden 39'u doğru tahmin edilmiştir) kötümser atama kuralı ile, %79'u (57 ülkeden 45'i doğru tahmin edilmiştir) iyimser atama kuralı ile en iyi iş yapma ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırılmıştır. Gelir seviyesine göre diğer kategoriler dikkate alındığında, sırasıyla kötümser atama kuralı ile ülkelerin %76'sı C_1 'de (29 ülkeden 22'si doğru tahmin edilmiştir), %25'i C_2 'de (52 ülkeden 13'ü doğru tahmin edilmiştir), %37'si C_3 'de (51 ülkeden 19'u doğru tahmin edilmiştir) sınıflandırılmıştır. İyimser atama kuralı ile ülkelerin %62'si C_1 'de (29 ülkeden 18'i doğru tahmin edilmiştir), %31'i C_2 'de (52 ülkeden 16'sı doğru tahmin edilmiştir), %37'si C_3 'de (51 ülkeden 19'u doğru tahmin edilmiştir) sınıflandırılmıştır.

$\lambda = 0.75$ ve $\lambda = 0.82$ kesme seviyeleri ile elde edilen sonuçlara göre, kötümser ve iyimser atama kuralı ile aynı alternatifler aynı kategoride sınıflandırılmıştır. $\lambda = 0.89$ kesme seviyesine göre ise her iki atama kuralı ile 6 ülke farklı kategorilerde sınıflandırılmıştır. Gerçek verilere göre, bu ülkelerden Kamboçya, Mikronezya ve Timor-Leste C_2 kategorisinde, Ürdün, Marshall Adaları ve Surinam C_3 kategorisinde sınıflandırılırken, $\lambda = 0.89$ kesme seviyesine göre kötümser atama kuralı ile bu ülkelerden Ürdün hariç diğer ülkeler (bu ülkeler b_1 profili ile karşılaştırılmaz olduğundan) C_1 , iyimser atama kuralı ile C_2 kategorisinde sınıflandırılmıştır. Ürdün ise b_2 profili ile karşılaştırılmaz olduğundan kötümser atama kuralı ile bu ülke C_2 , iyimser atama ile C_3 kategorisinde sınıflandırılmıştır. Bu durumda, gerçek veriler ile karşılaştırıldığında iyimser atama kuralı ile Kamboçya, Mikronezya, Timor-Leste ve Ürdün doğru sınıflandırılırken, daha temkinli davranan kötümser atama kuralı ile hepsi yanlış sınıflandırılmıştır. İki atama kuralı arasında farka sebep olan karşılaştırılmazlık, bu ülkelerin b_1 ve b_2 sınır profil değerlerinden veya tam tersi b_1 ve b_2 'nin bu ülkelerden üstün olmasını gerektiren kriterlerin yeterli çoğunluğu sağlayamadığını göstermektedir. İki atama kuralı arasındaki farklar, profillerle karşılaştırmasını zorlaştıran özel niteliklere sahip ülke ekonomilerin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır. Örneğin, karşılaştırılmayan bu ülkelerin kriterleri incelendiğinde, bazı temel ve alt kriterler ile ilgili bilgilerin eksik olduğu ve bu eksik bilgilerden kaynaklanan veri yokluğu karşılaştırılmazlığa sebep olduğu düşünülmüştür. Diğer sonuçlar incelendiğinde, kesme seviyesi 1'e doğru arttıkça karşılaştırılmayan alternatiflerin

sayısının artışı görülmüştür. Sonuç her ne kadar güvenilir olsa da λ 'nın büyümesi karşılaştırılan alternatiflerin sayısını azaltacağından büyük λ değerleri çok tercih edilmemektedir.

Senaryo 2

İkinci senaryoda, başlangıç profil değerlerinin %10'nu azaltılıp iki ondalığa yuvarlatılmıştır. Tablo 6'da verilen yeni profil değerleri ile farklı eşik değerleri ve λ kesme seviyeleri göz önünde bulundurularak alt senaryolar elde edilmiştir. Duyarlılık için seçilen λ kesme seviyeleri sırasıyla, $\lambda = 0.75$, $\lambda = 0.82$, $\lambda = 0.89$, $\lambda = 0.91$, $\lambda = 0.93$ ve $\lambda = 0.95$ olarak alınmıştır.

Tablo 6. Başlangıç Profil Değerlerinin %10'u Azaltılarak Elde Edilmiş Profil Değerleri

Profil	BirleşBş	İnRhİş	ElBağ	TaSiCl	KrdErş	AzYatKr	VrgÖd	DşTic	SözUyg	İfDrÇz
b_1	65,04	51,93	44,5	44,22	29,72	40,22	53,68	45,77	41,96	27,29
b_2	71,34	57,16	56,58	50,24	39,38	46,53	58,95	53,67	48,47	34,37
b_3	75,59	62,42	66,79	60,08	47,27	51,29	67,33	68,86	56,08	48,92

Başlangıç profil değerlerinin %10'u azaltılarak yapılan duyarlılık analizi sonucunda, en iyi sonucu veren eşik değerler $q_j = 1, p_j = 54, v_j = 85.5$ değerleri olmuştur. Diğer eşik değerler ile yapılan duyarlılık analizinde, farklı λ kesme seviyeleri kullanılarak bir birine çok yakın sonuçlar elde edilmiştir. $q_j = 1, p_j = 54, v_j = 85.5$ eşik değerlere farklı λ kesme seviyeleri kullanılarak elde edilen sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Senaryo 2 için Farklı Kesme Seviyeleri Kullanılarak Kötümser ve İyimser Kurallara Göre Elde Edilmiş Sınıflandırma Sonuçları

$\lambda=0,75$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,82$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,89$	Kötümser	İyimser
C1	2	2	C1	10	9	C1	25	16
C2	17	17	C2	15	16	C2	20	25
C3	24	24	C3	30	30	C3	34	36
C4	152	152	C4	134	134	C4	110	112
%(.)*	%34 (64)	%34 (64)	%	%39 (74)	%40 (75)	%	%41 (77)	%42 (79)
$\lambda=0,91$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,93$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,95$	Kötümser	İyimser
C1	30	16	C1	37	10	C1	49	6
C2	25	26	C2	28	32	C2	27	22
C3	35	43	C3	42	43	C3	47	42
C4	99	104	C4	82	104	C4	66	119
%(.)*	%39 (73)	%40 (75)	%	%41 (78)	%43 (81)	%	%42 (79)	%42 (79)

(% (.)*; Yöntem ile İŞYKE'nin aynı kategoride sınıflandırdığı ülkelerin yüzdeliği ve sayısı).

Bu sonuçlara göre gerçek verilere en yakın tahmini $\lambda = 0.93$ kesme seviyesi vermiştir. Kriter ailesinin % 93 desteği ile yöntemin kötümser atama kuralı ile 78 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak % 41, iyimser atama kuralı ile 81 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak %43 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulunmuştur. Başlangıç profil değerleri ile kıyaslandığında, bu senaryoda gerçek sınıflandırma ile yöntemin oluşturduğu sınıflandırma arasındaki uyumsuzluk artmıştır. Ayrıca $\lambda = 0.93$ değeri ile ülkelerin % 32'si (189 ülkeden 60'i) sınır profil değerleri ile karşılaştırılmaz olduğu bulunmuştur.

İŞYKE'ne göre gelir seviyesi en yüksek olan ülkelerin %77'si (57 ülkeden 44'ü doğru tahmin edilmiştir) kötümser atama kuralı ile, %89'ü (57 ülkeden 51'i doğru tahmin edilmiştir) iyimser atama kuralı ile en iyi iş yapma ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırılmıştır. Gelir seviyesine göre diğer kategoriler dikkate alındığında, sırasıyla kötümser atama kuralı ile ülkelerin %45'i C_1 'de (29 ülkeden 13'ü doğru tahmin edilmiştir), %15'i C_2 'de (52 ülkeden 8'i doğru tahmin edilmiştir), %25'i C_3 'de (51 ülkeden 13'ü doğru tahmin edilmiştir) sınıflandırılmıştır. İyimser atama kuralı ile ülkelerin %21'i C_1 'de (29 ülkeden 6'sı doğru tahmin edilmiştir), %25'i C_2 'de (52 ülkeden 13'ü doğru tahmin edilmiştir), %22'si C_3 'de (51 ülkeden 11'i doğru tahmin edilmiştir) sınıflandırılmıştır.

Senaryo 3

Üçüncü senaryoda, başlangıç profil değerlerinin %10'unu artırılıp iki ondalığa yuvarlatılmıştır. Tablo 8'de verilen yeni profil değerleri ile farklı eşik değerleri ve λ kesme seviyeleri göz önünde bulundurularak alt senaryolar elde edilmiştir. Duyarlılık için seçilen λ kesme seviyeleri sırasıyla, $\lambda = 0.75$, $\lambda = 0.82$, $\lambda = 0.89$, $\lambda = 0.91$, $\lambda = 0.93$ ve $\lambda = 0.95$ olarak alınmıştır.

Tablo 8. Başlangıç Profil Değerlerinin %10'u Artırılarak Elde Edilmiş Profil Değerleri

Profil	BirİşBş	İnRhİş	ElBağ	TaSiCl	KrdErş	AzYatKr	VrgÖd	DşTic	SözUyg	İfDrÇz
b_1	79,49	63,46	54,38	54,04	36,32	49,15	65,6	55,94	51,28	33,36
b_2	87,19	69,86	69,15	61,41	48,14	56,87	72,05	65,6	59,24	42,01
b_3	92,39	76,29	81,63	73,43	57,78	62,69	82,29	84,16	68,54	59,8

Başlangıç profil değerlerinin %10'u artırılarak yapılan duyarlılık analizi sonucunda, en iyi sonucu veren eşik değerler $q_j = 1, p_j = 54, v_j = 85.5$ değerleri olmuştur. Diğer eşik değerler ile yapılan duyarlılık analizinde, farklı λ kesme seviyeleri kullanılarak bir birine çok yakın sonuçlar elde edilmiştir. $q_j = 1, p_j = 54, v_j = 85.5$ eşik değerlere farklı λ kesme seviyeleri kullanılarak elde edilen sonuçlar Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9: Senaryo 3 için Farklı Kesme Seviyeleri Kullanılarak Kötümser ve İyimser Kurallara Göre Elde Edilmiş Sınıflandırma Sonuçları

$\lambda=0,75$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,82$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,89$	Kötümser	İyimser
C1	19	19	C1	32	32	C1	55	50
C2	26	26	C2	29	29	C2	38	39
C3	49	49	C3	60	60	C3	44	48
C4	95	95	C4	68	68	C4	52	52
%(.)*	%43 (82)	%43 (82)	%	%47 (88)	%47 (88)	%	%49 (92)	%50 (95)
$\lambda=0,91$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,93$	Kötümser	İyimser	$\lambda=0,95$	Kötümser	İyimser
C1	61	51	C1	72	50	C1	86	45
C2	42	46	C2	47	49	C2	44	46
C3	42	45	C3	35	46	C3	33	50
C4	44	47	C4	35	44	C4	26	48
%(.)*	%50 (95)	%53(101)	%	%48 (91)	%57(107)	%	%42 (80)	%53(100)

(% (.)*; Yöntem ile İŞYKE'nin aynı kategoride sınıflandırdığı ülkelerin yüzdeliği ve sayısı).

Bu sonuçlara göre gerçek verilere en yakın tahmini $\lambda = 0.93$ kesme seviyesi vermiştir. Kriter ailesinin % 93 desteği ile, yöntemin kötümser atama kuralı ile 91 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak % 48, iyimser atama kuralı ile 107 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak %57 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulunmuştur. $\lambda = 0.93$ değeri ile ülkelerin % 24'ü (189 ülkeden 46'sı) sınır profil değerleri ile karşılaştırılmaz olduğu bulunmuştur. Bu durum, yeterince önemli bir kesme seviyesinin alındığı, üstünlük ilişkisinin kurulmasında kayda değer bir yoksulluk üretilmediği anlamına gelmektedir. Ayrıca bu değer 1'e yakın olması da üstünlük ilişkisinin daha güvenilir olduğunu göstermektedir.

Bu senaryoda, diğer senaryolara göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. $\lambda = 0.93$ kesme seviyesine göre kötümser atama kuralı ile ülkelerin %38'i (72/189) çok kötü bir iş ortamına sahip olan C_1 kategorisinde, %25'i (47/189) C_2 'de, %19'u (35/189) C_3 'de ve %19'u (35/189) çok iyi bir iş ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırılmıştır. İyimser atama kuralı ile ülkelerin %26'sı (50/189) çok kötü bir iş ortamına sahip olan C_1 kategorisinde, %26'sı (49/189) C_2 'de, %24'ü (46/189) C_3 'de ve %23'ü (44/189) çok iyi bir iş ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırılmıştır. İŞYKE'nin gelir seviyesine göre oluşturulan sınıflandırmasında ise, ülkelerin %15'i (29/189) C_1 'de, %28'i (52/189) C_2 'de, %27'si (51/189) C_3 'de ve %30'u (57/189) C_4 kategorisinde sınıflandırılmıştır.

İŞYKE'ne göre gelir seviyesi en yüksek olan ülkelerin %53'ü (57 ülkeden 30'u doğru tahmin edilmiştir) kötümser atama kuralı ile, %63'ü (57 ülkeden 36'sı doğru tahmin edilmiştir) iyimser atama kuralı ile en iyi iş yapma ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırılmıştır. Gelir seviyesine göre diğer kategoriler dikkate alındığında, sırasıyla kötümser atama kuralı ile %93'ü C_1 'de (29 ülkeden 27'si doğru tahmin edilmiştir), %37'si C_2 'de (52 ülkeden 19'u doğru tahmin edilmiştir), %29'u C_3 'de (51 ülkeden 15'i doğru tahmin edilmiştir) sınıflandırılmıştır. İyimser atama kuralı ile %90'nı C_1 'de (29 ülkeden 26'sı doğru tahmin edilmiştir), %44'ü C_2 'de (52 ülkeden 23'ü doğru tahmin edilmiştir), %43'ü C_3 'de (51 ülkeden 22'si doğru tahmin edilmiştir) sınıflandırılmıştır.

ELECTRE TRI yöntemin ön görü kapasitesini ölçmek için, yöntem ile elde edilen sınıflandırma ile İŞYKE'nin gelir seviyesine göre elde edilen sınıflandırması karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, Senaryo 3'te diğer senaryolara göre gerçek verilere daha yakın sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Başlangıç çözüm sonuçları ve üç senaryo göz önünde bulundurulduğunda en iyi sonucu sağlayan eşik değerler $q_j = 1, p_j = 54, v_j = 85.5$ değerleri ve profil değerleri de Tablo 8'de verilen değerler olarak kabul edilmiştir. Üç senaryo göz önünde bulundurulduğunda, farklı eşik değerler ile yapılan sınıflandırmaların sonuçları bir birine çok yakın çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, sınıflandırmaların eşik değerlere çok fazla duyarlı olmadığı, en çok kategorilerin sınır profil değerlerine ve kesme seviyelerine duyarlılık gösterdiği görülmüştür. Ayrıca üstünlük ilişkisinin güvenilirliğini artırdığından ve karşılaştırılmayanların sayısının az olmasından dolayı, üstünlük ilişkisinde kayda değer bir yoksulluk üretilmediğinden, en iyi sonucu sağlayan kesme seviyesi de $\lambda = 0.93$ olarak kabul edilmiştir. $\lambda = 0.93$ kesme seviyesi tüm senaryolarda en iyi sonucu elde etmiştir.

Başlangıç çözümün sonuçları ve duyarlılık analizinin üç senaryosu karşılaştırıldığında, kötümser ve iyimser atama kuralları ile ülke ekonomilerinin %24'ü (45/189) aynı kategorilerde

sınıflandırılmıştır. İki atama kuralı ile aynı kategorilerde sınıflandırılan 45 ülke ekonomisinden 10'nu C_1 'de, 35'i ise C_4 kategorisinde sınıflandırılmıştır. Bir ülke ekonomisinin tüm senaryolarda aynı kategoriye atanması durumunda, bu ülke ekonomisinin atanmasının iyi kurulduğu sonucuna varılabilir. Sadece kötümser atama kuralı ile yapılan atamada ülke ekonomilerin %39'u (189 ülkeden 71'i) aynı kategoride (36'sı C_1 'de, 35'i C_4 'de) sınıflandırılırken, iyimser atama kuralı ile yapılan atamada ülke ekonomilerin %28'i (189 ülkeden 53'ü) aynı kategoride (10'nu C_1 'de, 43'ü C_4 'de) sınıflandırılmıştır. Ayrıca, başlangıç çözüm sonuçlarına göre C_4 'de sınıflandırılan 65 ülkeden 35'i üç senaryoda C_4 'de sınıflandırılırken, 30'u ise bir alt kategori olan C_3 'de sınıflandırılmıştır. C_2 ve C_3 'de sınıflandırılan ülkelerden hiç biri üç senaryoda aynı kategoriye atanmamıştır. Bu kategorilerde genellikle sapmalar, kötümser atamada bir alt kategoriye olurken, iyimser atamada senaryolar arasında farklılıklar oluşmuştur. Bu farklılıklardaki sapmalar genellikle bir üst veya bir alt kategori şeklinde değişmiştir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

ÇKKV yöntemlerinden ELECTRE ailesinden olan ELECTRE TRI yöntemi, bulanık üstünlük ilişkisine dayanan, telafi edici olmayan ve çeşitli eşik değerleri işleme katarak gerçek kriterler yerine sözde kriterler kullanılan bir sınıflandırma yöntemidir. Ayrıca, yöntemin alternatifler arasındaki tercih ilişkisine karşılaştırılmazlık ilişkisinin de getirilmesi yöntemin bir avantajı sayılmaktadır. Bu çalışmada, ELECTRE TRI yöntemi ile İŞYKE'nin 2015 verilerinden faydalanarak, 189 ülke ekonomisi, 10 temel kritere göre dört kategoriye (C_1 , C_2 , C_3 , C_4) ayrılarak iş yapma kolaylığına göre sınıflandırılmıştır.

Çalışmada, ilk olarak parametrelerin başlangıç değerleri (başlangıç profil değerleri, başlangıç eşik değerleri ve $\lambda = 0,91$ kesme seviyesi) göz önünde bulundurularak ilk sınıflandırma elde edilmiştir. Bu sınıflandırmada, yöntemin kötümser atama kuralı ile 84 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak %44, iyimser atama kuralı ile 87 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak %46 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulunmuştur. Daha sonra yöntemin çeşitli parametrelerine (eşik değerler, profiller, λ kesme seviyesi) yapılan duyarlılık analizi ile üç farklı senaryo incelenmiştir. Bu üç senaryo ve başlangıç çözüm sonuçları karşılaştırıldığında, gerçek verilere en yakın sonuçları veren Senaryo 3 olduğu görülmüştür. Bu senaryoda, en iyi sonucu sağlayan $\lambda = 0,93$ kesme seviyesi ile yapılan atamada, kötümser atama kuralı ile 91 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak %48, iyimser atama kuralı ile 107 ülke gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırılarak %57 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulunmuştur. Bu durumda, gerçek sınıflandırmaya yakın olan bu çözüm, en uygun çözüm olarak kabul edilmiştir. Üç senaryo göz önünde bulundurulduğunda, farklı eşik değerler ile yapılan sınıflandırmaların eşik değerlere çok fazla duyarlı olmadığı, en çok kategorilerin sınır profil değerlerine ve kesme seviyelerine duyarlılık gösterdiği görülmüştür. Ayrıca üstünlük ilişkisinin güvenilirliğini artırdığından ve karşılaştırılamayanların sayısının az olmasından dolayı, üstünlük ilişkisinde kayda değer bir yoksulluk üretmediğinden, en iyi sonucu sağlayan kesme seviyesi de $\lambda = 0.93$ olarak kabul edilmiştir. $\lambda = 0.93$ kesme seviyesi tüm senaryolarda en iyi sonucu elde etmiştir.

Yöntemin başlangıç çözümün sonuçları ve üç senaryo karşılaştırıldığında, genellikle en iyi ve en kötü kategoride sınıflandırılan ülkelerin doğru sınıflandırıldığı, orta kategorilerde sınıflandırılan ülkeler ise, farklı senaryolarda genellikle bir üst veya bir alt kategoride sınıflandırıldığı görülmüştür.

Bu durumda, en kötü ve en iyi kategoride sınıflandırılan ülkelerin, genellikle değişen parametre değerlerine (eşik değerler, profiller ve kesme seviyesi) duyarız kaldığı, diğerlerinin ise ardışık kategoriler arasında salındığı, çok önemli bir değişikliğe sebep olmadığı sonucuna varılmıştır.

ELECTRE TRI yönteminde, iyimser ve kötümser atama kurallarının beraber kullanılması sınıflandırmada bir avantaj olarak görülmektedir. Alternatiflerin performanslarının, bazı kriterlerde yüksek performans göstermesi ve diğer kriterlerde düşük performans göstermesi durumunda bu her iki atama kuralı, alternatifler arasındaki karşılaştırılabilirliği yönetmektedir. Bu durumda iki atama kuralı arasındaki farklar, alternatiflerin profiller ile karşılaştırmasını zorlaştıran, özel niteliklere sahip alternatiflerin belirlenmesini kolaylaştırmakta ve alternatifler arasında gerçekçi olmayan ve zorunlu karşılaştırmalar yapılmasını önlemektedir. Bu çalışmada, en iyi sonuçları sağlayan Senaryo 3'de ülkelerin yaklaşık %24'ü iyimser ve kötümser atama kuralı ile farklı kategorilerde sınıflandırılmıştır. Bunun anlamı bu ülkelerin en az bir profil ile karşılaştırılmaz olduğu, yani üstünlüğün sağlanması için kriterlerin %93 desteğini alamadığı anlamına gelmektedir. Bu ülkelerin kriterleri incelediğinde, genellikle bazı temel ve alt kriterler ile ilgili bilgilerin eksik olduğu ve bu eksik bilgilerden kaynaklanan veri yokluğu karşılaştırılabilirliğe sebep olduğu düşünülmüştür. Yapılan analizler sonucunda, iyimser ve kötümser atama kurallarının bir birine yakın sonuçlar elde ettiği görülmüştür. Fakat tüm senaryolar göz önünde bulundurulduğunda iyimser atama kuralı ile elde edilen sonuçların gerçek sınıflandırmanın sonuçları ile biraz daha uyumlu olduğu görülmüştür. Bu durumda, iyimser atama kuralının bu çalışma için daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

ELECTRE TRI yöntemi kullanılarak, ülkelerin iş yapma kolaylığına göre elde edilen sınıflandırması ile İŞYKE'nin gelir seviyesine göre oluşturulmuş sınıflandırması karşılaştırıldığında, genel olarak ülkelerin gelir seviyelerinin iş yapma ortamlarını etkilediği görülmüştür. Genellikle gelir seviyesi yüksek olan ülkelerin en iyi iş ortamı düzenlemelerine ve yasal kurumlarına sahip olduğu ve dolayısıyla bu ülkelerde iş yapmanın daha kolay olduğu, gelir seviyesinin düşük olduğu ülkelerde ise iş yapmanın çok daha zor olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca bazı ülkelerin gelir seviyesi yüksek olmasına rağmen bir iş yapma kolaylığı açısından zayıf düzenleyici ortamlara sahip oldukları için yöntem bu ülkeleri düşük kategorilerde sınıflandırmıştır. Örneğin bir iş kurmada sıkıntı yaşayan bu ülkelere Angola gelir seviyesine göre 3. kategoride sınıflandırılırken bir iş kurmada hem iyimser hem de kötümser atama kuralına göre tüm senaryolarda C_1 kategorisinde sınıflandırılmıştır. Bu ülke ekonomisinin iş yapma kriterleri incelendiğinde en çok kredi almada sıkıntı yaşadığı görülmektedir. Angola'nın krediye erişim kriterinin sınıra uzaklık puanı 5 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu ülkenin 10. kriteri olan şirket tasfiyesine (İflas Durumlarının Çözümü) ait bilgilerinin olmadığı da görülmüştür. Bu ülke İŞYKE sıralamasında 183. sırada yer almaktadır.

Gelecek çalışmalar için, farklı sınıflandırma yöntemleri kullanılarak (özellikle ELECTRE TRI yönteminin farklı türevleri olan ELECTRE-nB, ELECTRE TRI-C ve ELECTRE TRI-nC), elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

Almeida-Dias, J., Figueira, J. R. ve Roy, B. (2008). ELECTRE TRI-C: A Multiple Criteria Sorting Method Based on Central Reference Actions. *HAL Id: hal-00281307v2*, <https://hal.archives-ouvertes.fr>.

- Almeida-Dias, J., Figueira, J. R. ve Roy, B. (2012). A multiple criteria sorting method where each category is characterized by several reference actions: The ELECTRE TRI-NC method. *European Journal of Operational Research*, 217(3), 567–579.
- Andriosopoulos, D., Gaganis, C., Pasiouras, F. ve Zopounidis, C. (2012). An application of multicriteria decision aid models in the prediction of open market share repurchases. *Omega* 40, 882–890
- Antonella, C., Mario, E., Maria, G. G. ve Manuela, La F. C. (2017). ELECTRE TRI-based approach to the failure modes classification on the basis of risk parameters: An alternative to the risk priority number. *Computers & Industrial Engineering*, 108, 100–110.
- Aronde, C. ve Girardin, P. (2000). Sorting cropping systems on the basis of their impact on groundwater quality. *European Journal of Operational Research*, 127(3), 467- 482.
- Bouyssou, D. ve Marchant, T. (2015). On the relations between ELECTRE TRI-B and ELECTRE TRI-C on a new variant of ELECTRE TRI-B. *European Journal of Operational Research*, 242(1), 201–211.
- Brito, A. J., Almeida, A. T. ve Mota, C. M.M. (2010). A multicriteria model for risk sorting of natural gas pipelines based on ELECTRE TRI integrating Utility Theory. *European Journal of Operational Research*, 200(3), 812–821.
- Cailloux, O., Meyer, P. ve Mousseau, V. (2012). Eliciting ELECTRE TRI category limits for a group of decision makers. *European Journal of Operational Research*, 223(1), 133–140.
- Corrente, S., Greco, S. ve Słowiński, R. (2016). Multiple Criteria Hierarchy Process for ELECTRE Tri methods. *European Journal of Operational Research*, 252(1), 191–203.
- Damart, S., Dias, L. C. ve Mousseau, V. (2007). Supporting groups in sorting decisions: Methodology and use of a multi-criteria aggregation/disaggregation DSS. *Decision Support Systems*, 43(4), 1464–1475.
- Damaskos, X. ve Kalfakakou, G. (2005). Application of ELECTRE III and DEA methods in the BPR of a bank branch network. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 15 (2), 259-276.
- Dezert, J. ve Tacnet, J.-M. (2012). Soft ELECTRE TRI outranking method based on belief functions. *15th International conference on information fusion proceedings, Singapore*, 607–614.
- Dias, L. C., Antunes, C. H., Dantas, G., Castro, N. ve Zamboni, L., (2018). A multi-criteria approach to sort and rank policies based on Delphi qualitative assessments and ELECTRE TRI: The case of smart grids in Brazil. *Omega*, 76, 100–111.
- Doing Business (2015). *A World Bank Group Flagship Report. Going Beyond Efficiency*, 12.edition, 20-22.
- Doing Business (2017a). *A World Bank Group Flagship Report. Equal Opportunity for All*, 14. edition, 164-167.
- Doing Business (2017b). *Country Classification*. <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/topics/19280-country-classification>.
- Doumpos, M., Marinakis, Y., Marinaki, M. ve Zopounidis, C. (2009). An evolutionary approach to construction of outranking models for multicriteria classification: The case of the ELECTRE TRI method. *European Journal of Operational Research*, 199(2), 496–505.
- Doumpos, M. ve Figueira, J.R., (2018). A multicriteria outranking approach for modeling corporate credit ratings: An application of the Electre Tri-nC method. *Omega*, 0 0 0, 1–15.
- Ersöz, F. ve Kabak, M. (2010). Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması. *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 97-125.
- Fernández, E., Figueira, J. R., Navarro, J. ve Roy, B. (2017). ELECTRE TRI-nB: A new multiple criteria ordinal classification method. *European Journal of Operational Research*, 263(1), 214–224.
- Figueira, J. R., Mousseau, V. ve Roy, B. (2003). ELECTRE Methods. Chapter 1. 11 Ekim 2016 tarihinde <https://pdfs.semanticscholar.org/b4ac/6cfbd4878f652079900ed2b6dea4565cda5c.pdf> adresinden erişildi.

- Figueira, J. R., Almeida-Dias, J., Matias, S., Roy, B., Carvalho, M. J. ve Plancha, C. E. (2011). ELECTRE TRI-C, a multiple criteria decision aiding sorting model applied to assisted reproduction. *International journal of medical informatics*, 80(4), 262–273.
- Fontana, M. E. ve Cavalcante, C. A. V. (2013). Electre tri method used to storage location assignment into categories. *Pesquisa Operacional*, 33(2), 283-303.
- Galo, N. R., Calache, L. D. D. R. ve Carpinetti, L. C. R. (2018). A group decision approach for supplier categorization based on hesitant fuzzy and ELECTRE TRI. *International Journal of Production Economics*, 202, 182–196.
- Georgopoulou, E., Sarafidis, Y., Mirasgedis, S., Zaimi, S. ve Lalas, D. (2003). A multiple criteria decision-aid approach in defining national priorities for greenhouse gases emissions reduction in the energy sector. *European Journal of Operational Research*, 146(1), 199–215.
- Gomes, L. Flávio, A. M. ve Santos, L. J. L. (2008). An application of the ELECTRE Tri method to human resource management in telecommunications in Brazil. *Rio's International Journal on Sciences of Industrial and Systems Engineering and Management*, 2, 1 – 20.
- Jabeur, K. ve Martel, J. M. (2007). An ordinal sorting method for group decision-making. *European Journal of Operational Research*, 180(3), 1272–1289.
- Joerin, F., The'riault, M. ve Musy, A. (2001). Using GIS and outranking multicriteria analysis for land-use suitability assessment. *INT. j. Geographical Information Science*, 15(2), 153-174.
- Karakosta, C., Doukas, H. ve Psarras, J. (2009). Directing clean development mechanism towards developing countries' sustainable development priorities. *Energy for Sustainable Development*, 13(2), 77–84.
- Köksalan, M., Mousseau, V., Özpeynirci, Ö. ve Özpeynirci, S. B. (2008). A New Outranking-Based Approach for Assigning Alternatives to Ordered Classes. *Naval Research Logistics*, 56(1), 74–85.
- Khalil, J., Martel, J. M. ve Jutras, P. (1999). A Multicriterion System For Credit Risk Rating. *Document De Travail 1999-014, Faculté des sciences de l'administration, Université Laval, Canada*.
- Kılıç, S. B. (2006). Türk bankacılık sistemi için çok kriterli karar alma analizine dayalı bir erken uyarı modelinin tahmini. *ODTÜ Gelisme Dergisi*, 33, 117-154.
- Lourenco, R. P. ve Costa, J. P. (2004). Using ELECTRE TRI outranking method to sort MOMILP nondominated solutions. *European Journal of Operational Research*, 153(2), 271–289.
- Lu, G., Wang, H. ve Mao, X. (2010). An Using ELECTRE TRI Outranking Method to Evaluate Trustworthy Software. *Autonomic and Trusted Computing Lecture Notes in Computer Science*, 6407, 219-227.
- Madlener, R., Antunes, C. H. ve Dias, L. C. (2009). Assessing the performance of biogas plants with multi-criteria and data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 197(3), 1084–1094.
- Mendas, A. ve Delali, A. (2012). Integration of MultiCriteria Decision Analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: Application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. *Computers and Electronics in Agriculture*, 83, 117–126.
- Merad, M. M., Verdel, T., Roy, B. ve Kouniali S. (2004). Use of multi-criteria decision-aids for risk zoning and management of large area subjected to mining-induced hazards. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 19(2), 125–138.
- Mousseau, V. ve Slowinski, R. (1998). Inferring an ELECTRE TRI Model from Assignment Examples. *Journal of Global Optimization*, 12, 157–174.
- Mousseau, V., Slowinski, R. ve Zielniewicz, P. (1999). ELECTRE TRI 2.0a Methodological Guideand User's Manual. *LAMSADE, Universite Paris Dauphine, Place du M De Lattre de Tassigny, 75 775 Paris cedex 16*.
- Mousseau, V., Slowinski, R. ve Zielniewicz, P. (2000). A user-oriented implementation of the ELECTRE-TRI method integrating preference elicitation support. *Computers & Operations Research*, 27(7-8), 757- 777.

- Mousseau, V. ve Dias, L. (2004). Valued outranking relations in ELECTRE providing manageable disaggregation procedures. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 467–482.
- Natividade-Jesus, E., Coutinho-Rodrigues, J. ve Antunes, C. H. (2007). A multicriteria decision support system for housing evaluation. *Decision Support Systems*, 43(3), 779–790.
- Nevesa, L. P., Martins, A. G., Antunes, C. H. ve Dias, L. C. (2008). A multi-criteria decision approach to sorting actions for promoting energy efficiency. *Energy Policy*, 36(7), 2351–2363.
- Nepomuceno, L. D. O. ve Costa, H. G. (2012). Multiple Criteria Model for Evaluating a Master Course Influence over Professional Skills of Alumni. *Proceedings of the 2012 Industrial and Systems Engineering Research Conference G. Lim and J.W. Herrmann*.
- Raju, K. S., Duckstein, L. ve Arondel, C. (2001). Multicriterion Analysis for Sustainable Water Resources Planning: A Case Study in Spain. *Water Resources Management*, 14, 435–456.
- Roy, B. (1968). Classement et choix en presence de points de vue multiples (la methode ELECTRE). *Revue Francaise d'Automatique Information et Research Operationelle*, 57-75.
- Roy, B. (1991). The Outranking Approach and the Foundations of ELECTRE Methods. *Theory and Decision*, 31, 49-73.
- Roy, B., Slowinski, R. ve Treichel, W. (1992). Multicriteria Programming of Water Supply Systems for Rural Areas. *Water Resources Bulletin, American Water Resources Association*, 28(1), 13-31.
- Sánchez-Lozano, J. M., Antunes, C. H. ve García-Cascales, M. S. (2014). GIS-based photovoltaic solar farms site selection using ELECTRE-TRI: Evaluating the case for Torre Pacheco, Murcia, Southeast of Spain. *Renewable Energy*, 66, 478-494.
- Sebos, I., Progiou, A., Symeonidis, P. ve Ziomas, I. (2010). Land-use planning in the vicinity of major accident hazard installations in Greece. *Journal of Hazardous Materials*, 179(1-3), 901–910.
- Siskos, Y., Grigoroudis, E., Krassadaki, E. ve Matsatsinis, N. (2007). A multicriteria accreditation system for information technology skills and qualifications. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 867–885.
- Tervonen, T., Almeida-Dias, J., Figueira, J., Lahdelma, R. ve Salminen, P. (2005). SMAA-TRI: A Parameter Stability Analysis Method for ELECTRE TRI. *Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra INESC – Coimbra*, 6, ISSN: 1645-2631.
- The, A. N. ve Mousseau, V. (2002). Using Assignment Examples to Infer Category Limits for the ELECTRE TRI Method. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11(1), 29–43.
- Trojan, F. ve Morais, D. C. (2012). Using ELECTRE TRI to Support Maintenance of Water Distribution Networks. *Pesquisa Operacional*, 32(2): 423-442.
- Xidonas, P., Mavrotas, G. ve Psarras, J. (2009). A multicriteria methodology for equity selection using financial analysis. *Computers & Operations Research*, 36(12), 3187--3203.
- Yürekli, H. (2008). *Taarruz Helikopterleri Seçiminde ELECTRE Yönteminin Kullanılması*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 28-31.
- Zheng, J., Takougang, S. A. M., Mousseau, V. ve Pirlot, M. (2014). Learning criteria weights of an optimistic Electre Tri sorting rule. *Computers & Operations Research*, 49, 28–40.
- Zopounidis Constantin ve Doumpos Michael (2002). Multicriteria classification and sorting methods: A literature review. *European Journal of Operational Research* 138, 229–246.