



SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Ana Bilim Dalı

**ELECTRE III, ELECTRE TRI VE TOPSİS YÖNTEMLERİ İLE İŞ
YAPMA KOLAYLIĞI ENDEKSİ VERİLERİ ÜZERİNE BİR
UYGULAMA**

Doktora Tezi

Sibel ŞENER ALKAN

Sivas
Ocak 2020

SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Ana Bilim Dalı

**ELECTRE III, ELECTRE TRI VE TOPSİS YÖNTEMLERİ İLE İŞ
YAPMA KOLAYLIĞI ENDEKSİ VERİLERİ ÜZERİNE BİR
UYGULAMA**

Doktora Tezi



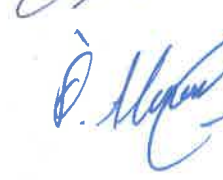

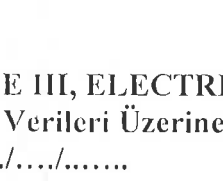
Sibel ŞENER ALKAN

Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN

Sivas
Ocak 2020

KABUL VE ONAY

Üniversite: : Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Ana Bilim Dalı : İşletme
Tezin Başlığı : ELECTRE III, ELECTRE TRI ve TOPSİS Yöntemleri ile
İş Yapma Kolaylığı endeksi Verileri Üzerine Bir Uygulama
Savunma Tarihi : 22/11/2019
Danışmanı : Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN

| | Unvanı - Adı Soyadı | İmza |
|--------------|----------------------------------|---|
| Jüri Başkanı | : Prof. Dr. Erkan OKTAY |  |
| Üye | : Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN |  |
| Üye | : Prof. Dr. Ziya Gökalg GÖKTOLGA |  |
| Üye | : Prof. Dr. Oğuz KAYNAR |  |
| Üye | : Doç. Dr. Ömer ALKAN |  |

Oy Birliği

Oy Çokluğu

Sibel ŞENER ALKAN tarafından hazırlanan "ELECTRE III, ELECTRE TRI ve TOPSİS Yöntemleri ile İş Yapma Kolaylığı endeksi Verileri Üzerine Bir Uygulama" başlıklı tez, kabul edilmiştir./..../.....

Prof. Dr. Ahmet ŞENGÖNÜL
Enstitü Müdürü

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırladığım bu Doktora tezinin bizzat tarafımdan ve kendi sözcüklerimle yazılmış orijinal bir çalışma olduğunu ve bu tezde;

- 1- Çeşitli yazarların çalışmalarından faydalandığımda bu çalışmaların ilgili bölümlerini doğru ve net biçimde göstererek yazarlara açık biçimde atıfta bulunduğumu;
- 2- Yazdığım metinlerin tamamı ya da sadece bir kısmı, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmışsa bunu da açıkça ifade ederek gösterdiğimi;
- 3- Başkalarına ait alıntılanan tüm verileri (tablo, grafik, şekil vb. de dahil olmak üzere) atıflarla belirttiğimi;
- 4- Başka yazarların kendi kelimeleriyle alıntıladığım metinlerini, tırnak içerisinde veya farklı dizerek verdiğim yine başka yazarlara ait olup fakat kendi sözcüklerimle ifade ettiğim hususları da istisnasız olarak kaynak göstererek belirttiğimi,

beyan ve bu etik ilkeleri ihlal etmiş olmam halinde bütün sonuçlarına katlanacağımı kabul ederim.

19/01/2020

Sibel ŞENER ALKAN

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince anlayışını ve desteğini esirgemeyen ve tezimin sonuçlanmasında emeği geçen değerli hocam Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN'a, çok değerli katkıları ve destekleri için Prof. Dr. Oğuz KAYNAR ile Prof. Dr. Ziya Gökalgp GÖKTOLGA'ya, tezim için gerekli olan kodların yazılmasında bana yardımcı olan sevgili kuzenim Arş. Gör. Fadime ŞENER'e, tezimin her aşamasında yanımda olan sevgili dostlarım Arş. Gör. Ferhan DEMİRKOPARAN ve Dr. Öğr. Üyesi Özge GÜNDOĞDU'ya, özellikle de eğitimi her şeyden üstün tutan ve aldığım her kararın arkasında duran canım babam İsmet ŞENER ve annem Nazmiye ŞENER'e, varlıklarından güç aldığım kardeşlerime ve sevgili eşim Ali ALKAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-------------|
| İÇİNDEKİLER | i |
| TABLO LİSTESİ | vii |
| ŞEKİL LİSTESİ | ix |
| ÖZET | xi |
| ABSTRACT | xiii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Literatür Özeti | 3 |
| 2. KARAR VERME VE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ | 21 |
| 2.1. Karar Verme | 21 |
| 2.1.1. Karar Verme Süreci | 22 |
| 2.1.2. Karar Verme Ortamları | 23 |
| 2.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri | 23 |
| 2.2.1. ÇKKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması | 25 |
| 3. BELİRLİLİK ORTAMINDA ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ | 29 |
| 3.1. ELECTRE Yöntemleri | 29 |
| 3.1.1. ELECTRE Ailesinin Gelişim Süreci | 29 |
| 3.1.2. ELECTRE Yönteminde Üstünlük İlişkisinin Kurulması | 31 |
| 3.2. ELECTRE III Yöntemi | 34 |
| 3.2.1. Tercih İlişkisi | 34 |
| 3.2.2. Sıralama İşlemleri | 36 |
| 3.2.2.1. Hazırlık Aşaması | 36 |
| 3.2.2.2. Üstünlük İlişkisinin Kurulması ve Güvenirliğin Ölçülmesi | 38 |
| 3.2.2.3. Distilasyon Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması | 44 |
| 3.3. ELECTRE TRI Yöntemi | 49 |
| 3.3.1. Sınıflama İşlemi | 49 |
| 3.3.1.1. Hazırlık Aşaması | 49 |
| 3.3.1.2. Üstünlük İlişkisinin Kurulması ve Güvenirliğin Ölçülmesi | 50 |

| | |
|--|------------|
| 3.3.1.3. Sınıflandırmanın Yapılması | 53 |
| 3.4. TOPSIS Yöntemi | 60 |
| 4. UYGULAMA | 67 |
| 4.1. Uygulama Metodolojisi | 68 |
| 4.1.1. İş Yapma Kolaylığı Endeksi | 68 |
| 4.1.1.1. Sınır Değere Uzaklık ve İş Yapma Kolaylığı Sıralaması | 72 |
| 4.1.1.2. Sınıra Uzaklık Puanı | 72 |
| 4.1.1.3. Sınıra Uzaklık Puanının Hesaplanması | 72 |
| 4.1.2. İş Yapma Kolaylığı Endeksinin Temel Kriterleri | 76 |
| 4.1.2.1. Bir İşe Başlama (Starting a Business) | 76 |
| 4.1.2.2. İnşaat Ruhsatı İşlemleri (Dealing whit Construction Permits) | 76 |
| 4.1.2.3. Elektrik Bağlatma (Getting Electricity) | 76 |
| 4.1.2.4. Tapu Kaydı (Registering Property) | 77 |
| 4.1.2.5. Kredi Erişimi (Getting Credit) | 77 |
| 4.1.2.6. Azınlık Yatırımcıların Korunması (Protecting Minority Investores) | 79 |
| 4.1.2.7. Vergilerin Ödenmesi (Paying Taxes) | 79 |
| 4.1.2.8. Dış Ticaret (Trading Acroos Bordes) | 80 |
| 4.1.2.9. Sözleşmelerin Uygulanması (Enforcing Contracts) | 80 |
| 4.1.2.10. İflas Durumlarının Çözümü (Resolving Insolvency) | 80 |
| 4.2. Uygulama Sonuçları | 81 |
| 4.2.1. ELECTRE III Yöntemi ile Ekonomilerin İş Yapma Kolaylığına Göre Sıralanması | 81 |
| 4.2.2. TOPSIS Yöntemi ile Ekonomilerin İş Yapma Kolaylığına Göre Sıralanması | 95 |
| 4.2.3. ELECTRE TRI Yöntemi ile Ekonomilerin İş Yapma Kolaylığına Göre Sınıflandırılması | 98 |
| SONUÇ VE ÖNERİLER | 119 |
| KAYNAKLAR | 125 |
| EKLER | 141 |
| Ek 1: 2015 İŞYKE'nin 10 Temel Kriterine Göre 189 Ülkenin Verileri | 141 |

| | |
|---|------------|
| Ek 2: Yöntemlerin Matlab 2017 Programlama Dili Kullanılarak Yazılan Kodları | 147 |
| Ek 3: Ülkelerin İŞYKE'nin Sıralaması İle ELECTRE III Yönteminin Sıralamasının Karşılaştırılması | 153 |
| Ek 4: Ülkelerin İŞYKE'nin Sıralaması ile ELECTRE III ve TOPSIS Yöntemlerinin Sıralamalarının Karşılaştırılması. | 158 |
| Ek 5: Ülkelerin İŞYKE'nin Sınıflandırması İle ELECTRE TRI Yönteminin Yönteminin Sınıflandırması Karşılaştırılması. | 163 |
| ÖZ GEÇMİŞ..... | 169 |





KISALTMALAR

| | |
|----------------|---|
| KV | : Karar Verici |
| ÇKKV | : Çok Kriterli Karar Verme |
| ELECTRE | : Elemination and Choice Translating Reality |
| TOPSİS | : Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solition |
| İŞYKE | : İş Yapma Kolaylığı Endeksi |
| CBS | : Coğrafi Bilgi Sistemleri |
| ANP | : Analytic Network Process |
| KDS | : Karar Destek Sistemi |
| CPM | : Competitive Profile Matrix |
| AHP | : Analytic Hierarchy Process |
| ÇNKV | : Çok Nitelikli Karar Verme |
| ÇAKV | : Çok Amaçlı Karar Verme |
| CBR | : Case-Based Reasoning |
| CP | : Compromise Programming |
| VZA | : Veri Zarflama Analizi |
| IRIS | : Interactive Robustness analysis and parameters' Inference for multicriteria Sorting problems |
| NSGA-II | : Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II |
| UTADIS | : UTilities Additives DIScriminantes |
| SMAA | : Stochastic Multi-Criteria Acceptability Analysis-TRI |
| MOMILP | : Multiple Objective Mixed Integer Linear Program |
| HKO | : Hata Kareleri Ortalaması |



TABLO LİSTESİ

| | |
|---|-----|
| Tablo 1. İş Yapma Kolaylığı Endeksinin Temel Kriterleri ve Alt Kriterleri | 71 |
| Tablo 2. Ekonomilerin Bir İşe Başlama Kriterinin Alt Kriterleri | 74 |
| Tablo 3. Bir İşe Başlama Kriterinin Alt Kriterlerinin Sınır ve En Kötü Performans Değerleri | 75 |
| Tablo 4. Normalleştirilmiş Değerlere Göre Bir İşe Başlama Kriterinin Sınır Uzaklık Puanları | 75 |
| Tablo 5. İŞYKE'nin 10 Temel Kriteri ve Kısaltmaları | 82 |
| Tablo 6. Kriterlerin Başlangıç Eşik Değerleri ve Ağırlıkları | 85 |
| Tablo 7. Başlangıç Değerlere Göre ELECTRE III ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması | 85 |
| Tablo 8. Senaryo 1 İçin ELECTRE III ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması | 87 |
| Tablo 9. Senaryo 2 İçin ELECTRE III ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması | 88 |
| Tablo 10. Senaryo 3 İçin ELECTRE III ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması | 90 |
| Tablo 11. Senaryo 4 İçin ELECTRE III ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması | 91 |
| Tablo 12. Senaryo 5 İçin ELECTRE III ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması | 92 |
| Tablo 13. TOPSIS Yönteminin ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması | 96 |
| Tablo 14. ELECTRE III, TOPSIS ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması | 97 |
| Tablo 15. ELECTRE TRI Yönteminde Kullanılan Eşik Değerler ve Kriter Ağırlıkları | 101 |
| Tablo 16. İŞYKE'nin Her Bir Sınıfında Yer Alan Alternatiflerin Her Bir Kriterine Göre Performans Değerlerinin Ortalaması | 103 |
| Tablo 17. Ardışık İki Sınıfın Ortalamasına Göre Bulunmuş Başlangıç Profil Değerleri | 104 |
| Tablo 18. Başlangıç Değerlere Göre İlk Sınıflandırma | 107 |
| Tablo 19. Senaryo 1 İçin Farlı Kesme Seviyeleri Kullanılarak Kötümser ve İyimser Kurallara Göre Elde Edilmiş Sınıflandırma Sonuçları 1 | 109 |
| Tablo 20. Senaryo 1 İçin Farlı Kesme Seviyeleri Kullanılarak Kötümser ve İyimser Kurallara Göre Elde Edilmiş Sınıflandırma Sonuçları 2 | 111 |
| Tablo 21. Başlangıç Profil Değerlerinin %10'u Azaltılarak Elde Edilmiş Profil Değerleri | 112 |

| | |
|--|-----|
| Tablo 22. Senaryo 2 için Farlı Kesme Seviyeleri Kullanılarak Kötümser ve İyimser Kurallara Göre Elde Edilmiş Sınıflandırma Sonuçları..... | 113 |
| Tablo 23. Başlangıç Profil Değerlerinin %10'u Artırılarak Elde Edilmiş Profil Değerleri | 114 |
| Tablo 24. Senaryo 3 için Farlı Kesme Seviyeleri Kullanılarak Kötümser ve İyimser Kurallara Göre Elde Edilmiş Sınıflandırma Sonuçları..... | 115 |



ŞEKİL LİSTESİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması..... | 26 |
| Şekil 2. Sözde Kriter ile Modellenen Tercih Durumları..... | 36 |
| Şekil 3. a ve b alternatifleri arasındaki uyumluluk indeksi..... | 41 |
| Şekil 4. a ve b alternatifleri arasındaki uyumsuzluk indeksi..... | 43 |
| Şekil 5. Alternatiflerin g_j kriterlerine göre alt ve üst profiller ile sınırlandırılan C_i kategorilerine atanması (Mousseau ve Slowinski 1998). | 54 |





ÖZET

Günümüzde değişen teknoloji ve artan rekabet ortamı ile birlikte işletmeler varlığını sürdürebilmeleri için doğru ve etkili kararlar vermek zorundadırlar. İşletmeler, bulunduğu belirlilik ve belirsizlik ortamlarında nitelikli bir nihai karar verebilmek için birden fazla kriteri göz önünde bulunduran çeşitli Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerini uygulamışlardır. Karar verme sürecinde ÇKKV yöntemleri, Karar Verici'nin (KV) birden fazla kriter kullanmasına izin vererek en iyi alternatifin seçilmesinde, alternatiflerin en iyiden en kötüye sıralanmasında veya benzer özellikleri ve davranışları gösteren alternatiflerin sınıflandırılmasında kolaylık sağlamaktadır.

Gelişen teknoloji ile birlikte ekonomilerin rekabet gücü de artmaktadır. Ekonomiler rekabet gücünü artırmak için küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin kuruluşlarını ve faaliyetlerini kolaylaştırmak amacıyla ciddi düzenlemeler yapmışlardır. Dünya Bankası Grubu ve Uluslararası Finans Kurumu, kolaylaştırıcı bir iş ortamını sağlayacak iş düzenlemeleri ve yasal sistemleri incelemek amacıyla İş Yapma Kolaylığı Endeksi'ni (İŞYKE) oluşturmuşlardır. Bu endeks, 189 ülke ekonomisini, iş yapmak için uygun ortama sahip olma kriterlerine göre sıralamaktadır.

Çok kriterli bir yapıya sahip olan İŞYKE belirsiz, kesin olmayan ve tutarsız kriterler içerdiğinden, bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden ELECTRE III ve ELECTRE TRI yöntemleri bu sorunu çözmeye uygun yöntemler olarak seçilmiştir. Çeşitli eşik değerleri işleme katan bu yöntemler, ülke ekonomilerini iş yapma kolaylığı açısından sıralamak (ELECTRE III) ve sınıflandırmak (ELECTRE TRI) için kullanılmıştır. Her iki yöntemin elde ettiği sonuçların güvenilirliğini test etmek ve başlangıç parametre değerlerinin iyi kurulup kurulmadığını bulmak için, yöntemlerin değişik parametrelerine duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu duyarlılık analizinin sonuçları gerçek veriler ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, literatürde çok kullanılan ÇKKV yöntemlerinde biri olan TOPSİS yöntemi, ELECTRE III yönteminin güvenilirliğini test etmek için bu çalışmada kullanılmıştır. Literatürde genellikle ELECTRE TRI yönteminin kötümser atama kuralıyla yapılan sınıflandırması göz

önünde bulundurulurken, bu çalışmada yöntemin hem iyimser, hem de kötümser atama kuralları göz önünde bulundurularak her iki atama kuralının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, gerçek veriler ile karşılaştırıldığında ELECTRE III yönteminin ülkeleri iş yapma kolaylığı açısından sıralamada iyi bir performans gösterdiği, TOPSİS yönteminin ise aynı performansı göstermediği belirlenmiştir. ELECTRE TRI yöntemi ile hem iyimser hem de kötümser atama kuralı kullanılarak yapılan sınıflandırmada, gerçek veriler ile karşılaştırıldığında her iki atama kuralının birbirine çok yakın sonuçlar elde ettiği görülmüştür. Fakat iyimser atama kuralı ile elde edilen sonuçların gerçek sınıflandırmanın sonuçları ile biraz daha uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, ülkelerin iş yapma kolaylığı gelir seviyeleriyle karşılaştırıldığında, ülkelerin gelir seviyelerinin iş yapma ortamlarını etkilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, ELECTRE III, ELECTRE TRI, TOPSİS, İş Yapma Kolaylığı, Eşik Değer, İyimser-Kötümser

ABSTRACT

Nowadays, with the changing technology and increasing competition environment, enterprises have to make the right and effective decisions for survive. In order to make a qualified final decision in the certainty and uncertainty environments, enterprises have applied various Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods that take into consideration multiple criteria. In the decision-making process, MCDM methods allow the Decision Maker (DM) to use more than one criteria, allowing the selection of the best alternative, the ranking of alternatives from the best to the worst, or the classification of alternatives that show similar characteristics and behaviors. With the developing technology, the competitiveness of economies also increases.

Economies have made serious arrangements to facilitate the establishment and activities of small and medium-sized enterprises to increase their competitiveness. The World Bank group and the International Finance Corporation created the Ease of Doing Business Index (EDBI) to examine regulatory and legal systems that will facilitate a facilitating business environment. This index ranks 189 countries' economies according to the criteria for having a suitable environment for doing business.

Since EDBI, which has a multi-criteria structure, contains imprecise, uncertain and inconsistent criteria, in this study, MCDM methods ELECTRE III and ELECTRE TRI have been chosen as appropriate methods to solve this problem. These methods, which incorporate various thresholds, have been used to rank (ELECTRE III) and sort (ELECTRE TRI) the economies of the country in terms of ease of doing business. In order to test the reliability of the results obtained by both methods and to find out whether the initial parameter values are well established, sensitivity analysis was performed to different parameters of the methods. In addition, TOPSIS method which is one of the most widely used MCDM methods in literature is used in this study to test the reliability of ELECTRE III method. While generally considering the sorting of ELECTRE TRI method with pessimistic assignment rule in the literature, this study aimed to compare both assignment rules by taking into account both optimistic and pessimistic assignment rules.

According to the results, when compared with the actual data, it was determined that ELECTRE III method performed well in ranking countries in terms of ease of doing business, whereas TOPSIS method did not show the same performance. As a result of the sensitivity analysis, very close to the actual data were obtained. As a result of the sorting made using both the optimistic and pessimistic assignment rule of ELECTRE TRI method, it was seen that both assignment rules had very close results when compared with the actual data. However, it was concluded that the results obtained by the optimistic assignment rule were slightly more consistent with the results of the actual sorting. Moreover, when the ease of doing business of the countries is compared with their income levels, it is seen that the income levels of the countries affect the business environment.

Keywords: Multi Criteria Decision Making Methods, ELECTRE III, ELECTRE TRI, Ease of Doing Business, Threshold, Optimist-Pessimistic Assignment Rules.

1. GİRİŞ

Günümüzde değişen teknoloji ve artan rekabet ortamı ile birlikte işletmeler varlığını sürdürebilmeleri için doğru ve etkili kararlar vermek zorundalar. Karar verme sürecinde doğru kararların verilmesi için, yani optimal sonuçların belirlenmesi için, yönetici veya Karar Verici (KV) bazı kısıtlamalara bağlı kalmak ve birden fazla kriteri göz önünde bulundurmaları zorundadır. Karmaşık karar analizleri ile uğraşan KV'ler için, belirsizliklerin ve alternatiflerin artması ile birlikte doğru zamanda, doğru kararların verilmesi işlemi daha zor hale gelmiştir. İşletmeler bulunduğu belirlilik ve belirsizlik ortamlarında nitelikli bir nihai karar verebilmek için çeşitli Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerini uygulamışlardır. ÇKKV yöntemleri çok sayıda ve birbirinden bağımsız kriteri göz önünde bulundurarak karar vermeyi kolaylaştırdığı için birçok alana rahatlıkla uygulanabilmiştir. ÇKKV yöntemleri, karar verme sürecinde KV'ye belirli kısıtlamalar altında, birden fazla kriter kullanarak en iyi alternatifin seçilmesine, alternatiflerin en iyiden en kötüye sıralanmasına veya benzer özellikleri ve davranışları gösteren alternatiflerin sınıflandırmasına kolaylık sağlamaktadırlar.

Karmaşık karar problemlerinde karar verme sürecini kolaylaştırmak için geçmişten günümüze çok fazla ÇKKV yöntemi önerilmiş ve geliştirilmiştir. Bu yöntemler yeni yaklaşım ve yöntem geliştirerek gelişmeye devam etmekte ve geniş uygulama alanlarında kullanılmaktadır. 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. Bu yöntem üstünlük ilişkisini kullanarak, alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yapmaktadır. 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.

Bu çalışmada çok kriterli bir yapıya sahip olan İş Yapma Kolaylığı Endeksi (İŞYKE) verilerine göre ekonomileri sıralamak ve sınıflandırmak için iki ÇKKV yöntemi kullanılmıştır. İŞYKE, kolaylaştırıcı bir iş ortamını sağlayacak iş

düzenlemeleri ve yasal sistemleri incelemek amacıyla Dünya Bankası Grubu ve Uluslararası Finans Kurumu tarafından oluşturulmuş bir endekstir. Bu endeks Dünya Bankası Kurumsal Anketleri'nden alınan veriler ile 189 ülke ekonomisinin iş yapma kolaylığını ölçmektedir. Anketler, bir ekonominin en büyük iş şehrinde faaliyet gösteren küçük ve orta ölçekli limited şirketleri ele alarak bu şirketleri açmanın ve çalıştırmanın ne kadar kolay ve ne kadar zor olduğuna ışık tutmaktadır. Endeks 10 temel kriteri (1. İşe Başlama 2. İnşaat ruhsatının alınması 3. Elektrik bağlatma 4. Tapu kaydı 5. Kredi erişimi 6. Azınlık Yatırımcıların Korunması 7. Vergi ödeme 8. Dış ticaret 9. Sözleşmelerin uygulanması 10. İflas Durumlarının Çözümü) ve 41 alt kriteri göz önünde bulundurup, bu kriterlerin her birinin sınıra uzaklık puanının basit bir ortalamasını alarak ekonomileri 1'den 189'a sıralamaktadır. İŞYKE belirsiz, kesin olmayan ve tutarsız kriterler içerdiğinden, bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden ELECTRE III ve ELECTRE TRI yöntemleri bu sorunu çözmede uygun yöntemler olarak ele alınmıştır. Çeşitli eşik değerleri işleme katarak, gerçek kriterler yerine sözde kriterler ve bulanık ikili üstünlük ilişkisi kullanan bu yöntemlerden ELECTRE III yöntemi alternatifleri sıralamak ve ELECTRE TRI yöntemi alternatifleri sınıflandırmak için kullanılmıştır. Bu yöntemler eksik bilgilerden kaynaklanan belirsizlik, tutarsızlık ve kötü sonuçlarla başa çıkmak için geliştirilmiş yöntemlerdir. Bu çalışmada İŞYKE'nin 2015 verileri göz önünde bulundurularak ve MATLAB 2017 programlama dili kullanılarak 189 ülke ekonomisi, ELECTRE III yöntemi ile en iyiden en kötüye doğru sıralanmış ve ELECTRE TRI yöntemi ile de ülke ekonomileri dört kategoriye ayrılarak sınıflandırılmıştır. Her iki yöntemin değişik parametrelerine duyarlılık analizi yapılarak, bu parametre değerlerinin sıralama ve sınıflama sonuçları üzerindeki etkisi test edilmiş ve gerçek verilere uygunluğu ölçülmüştür. Ayrıca ELECTRE III yönteminin güvenilirliğini başka bir sıralama yöntemle test etmek için literatürde çok kullanılan ÇKKV yöntemlerinde biri olan TOPSIS yöntemi de bu çalışmada kullanılmıştır. Elde edilen sıralamalar arasında ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla da bir korelasyon analizi yapılmıştır. Literatürde genellikle ELECTRE TRI yönteminin kötümser atama kuralıyla yapılan sınıflandırması göz önünde bulundurulurken, bu çalışmada yöntemin hem iyimser, hem de kötümser atama kuralları göz önünde bulundurularak bu iki atama kuralı karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma, ELECTRE III ve ELECTRE TRI yöntemleri ile ilgili fazla Türkçe çalışma ve kaynağın olmamasından dolayı diğer araştırmacılara yardımcı olmak ve uygulamaya katkı amaçlı yapılmıştır. Özellikle ELECTRE TRI'nin iyimser ve kötümser atama kurallarının teorik kısımdaki açıklığı kapatmaya çalışarak Türkiye'deki boşluk doldurulmaya çalışmıştır.

1.1. Literatür Özeti

ELECTRE ailesinden olan ve literatürde belirsizlik ve tutarsızlıkları da işleme kattığı için çok tercih edilen ELECTRE III yöntemi gerçek dünya problemlerin birçok alanına uygulanmıştır. En çok çevresel ve enerji yönetimi problemlerinde yaygın olarak kullanılan bu yöntemi Roy ve Bouyssou (1986), fayda teorisi ile birlikte kullanarak bir nükleer tesis yerleşimi problemini çözmeye çalışmışlardır. Bu çalışmada sözde kriter kullanan ELECTRE III ile gerçek kriter kullanan fayda teorisi karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda her modelin belirli alanlarda avantajlı olabileceği vurgulanmıştır. Georgopoulou vd. (1997) ve Beccali vd. (2003) bölgesel enerji planlamasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının optimum üretim ve dağıtım yapabilmesi için en uygun yerin seçilmesinde kullanmışlardır. Beccali vd. (1998), yenilenebilir enerji strateji planının geliştirilmesi için bir bulanık küme yaklaşımı ile ELECTRE III yöntemini karşılaştırmıştır. Bu iki yöntemle elde edilen sonuçlar, iki yöntem arasında bir tutarlılık olduğunu göstermiştir. Papadopoulos ve Karagiannidis (2008), uzak ve yalıtılmış ada topluluklarında, sürdürülebilir enerji projelerin planlanması ve uygulanması için bir araç oluşturan yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar ve güneş enerji sistemlerin uygulaması üzerine entegre bir teknik-ekonomik fizibilite çalışması geliştirmiş ve sunmuşlardır. Cavallaro (2010), yenilenebilir enerji sektöründen ince film güneş teknolojisinin üretim süreçlerinin seçimini değerlendirmiştir. Xu vd. (2012), ham petrol fiyatlarının rekabetçi tahmin modellerini sıralamak için ELECTRE III, PROMETHEE I ve II yöntemlerini kullanmıştır. Bu iki yöntem arasındaki fark, ELECTRE III, bir tahmin modeli veya alternatif lehine olan kriter sayısına bağlı olduğu genel tercihin çoğunluk ilkesine dayanırken, PROMETHEE, bir tahmin modeli veya alternatifin sıralamasının toplamına bağlı olduğu genel tercihin ceza ilkesine dayanmaktadır. Maslov vd. (2014), uygun bir alanda bir deniz enerjisi çiftliğini etkin bir şekilde kurmak için,

deniz çiftliği sahalarını ve teknolojik çözümleri araştıran üç aşamalı bir yaklaşım sunmuşlardır. Uygulanan metodolojide Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), çok kriterli analiz ve bir optimizasyon algoritmasının birleştirilmesi ile geliştirilmiştir. En uygun deniz alanlarının sosyal kabul derecesi ELECTRE III ile değerlendirilirken, enerji maliyetinin optimizasyonu bir genetik algoritma ile tahmin edilmiştir. Saracoglu (2015), sıralama için ELECTRE III/IV yöntemlerini birlikte kullanarak, Türkiye’de özel küçük hidroelektrik santrallerinin en uygun olanlarını değerlendirmiş ve sıralamıştır.

Su kaynaklarının planlanması alanında, Roy vd. (1992), kırsal alana yönelik bir su tedarik sisteminin programlanması aşamasında karar vermeye yardımcı olmak için bu yöntemi kullanmıştır. Yöntem su kullanıcılarının yeni bir su tedarik sistemine bağlanması gereken öncelik sıralamasını bulmuştur. Raju ve Duckstein (2004), kümeleme analizi ve ELECTRE III yönteminin entegre uygulamasını, sulama alanını analiz etmek için kullanmışlardır. Bu çalışmada, kümeleme analizi, ELECTRE III yöntemini daha ileri düzeyde kullanmak için, büyük boyutlu karar matrisini yönetilebilir bir alt kümeye indirmek için getirilmiştir. Ayrıca, çeşitli senaryolardan elde edilen sıralamalar arasındaki ilişkiyi analiz etmek için Kendall sıralama korelasyonu katsayısını kullanmışlardır. Vasto-Terrientes vd. (2016) en iyi su tahsis stratejilerini bulmak için kriterlerin bir hiyerarşi halinde düzenlendiği karmaşık sistemler için özel olarak tasarlanmış ELECTRE III’ün bir uzantısı olan ELECTRE III-H adlı bir yöntemi önermişlerdir.

Karagiannidis ve Moussiopoulos (1997), Hokkanen ve Salminen (1997), Rogers ve Bruen (1998b) ve Tervonen vd. (2005a) en büyük çevresel sorunlardan biri olan katı atık yönetim sistemlerinin seçimi için bu yöntemi kullanmışlardır. Norese (2006), kül ve diğer atıkların depolanması için bir çöp yakma ve atık bertaraf tesis yerinin seçiminde kullanmıştır. Banar vd. (2010), bir ambalaj atık yönetim sisteminin seçilmesi için Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process: ANP) ve ELECTRE III yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Bu yöntemler arasındaki en belirgin fark, ANP karşılaştırılmazlığı dikkate almazken, ELECTRE III yöntemi karşılaştırılmazlığı dikkate almaktadır. Her iki yöntemde en iyi geri dönüşüm senaryosu aynı çıkmıştır.

Çok kriterli proje seçim uygulamaları için uygun olan ELECTRE III yöntemini, Rogers ve Bruen (1998a), otoyol projeleri için çevresel etki değerlendirme süreci dahilinde bir karayolu projesinden kaynaklanan gürültü seviyelerinin değerlendirmek için, Buchanan vd. (1999), Yeni Zelanda Elektrik Şirketi'nin kuzey üretimi için bir proje seçim uygulamasında kullanmışlardır. Yapılan çalışmalarda küçük projeleri sıralamak için ELECTRE III yöntemi başarılı bulunmuştur.

Yapılan diğer çalışmalar, Boer vd. (1998), bir tedarikçi seçim probleminde satın alma kararlarını desteklemek için kullanılan geleneksel yöntemler ile ELECTRE III yöntemini karşılaştırmışlardır. ELECTRE III yöntemi, tedarikçi seçim problemlerin yapısındaki belirsizliği modele kattığı için diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar elde etmiştir. Tam vd. (2003), birçok inşaat mühendisliği problemlerinin çözümünde iyi sonuçlar veren bu yöntemi, uygun bir inşaat tesisinin seçiminde kullanmıştır. Damaskos ve Kalfakakou (2005), küçük bir ticari bankanın şube ağının yeniden yapılandırılması için, ELECTRE III ile Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemlerini uygulamışlardır. ELECTRE III yöntemi, banka şubelerinin sıralanması ve kategorize edilmesi için ve VZA yöntemi personel verimliliğinin değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Montazer vd. (2009), İran petrol endüstrisinin en büyük ve en ünlü şirketlerinden biri olan OIEC'de gerçek bir tedarikçi seçim problemini çözmek için mevcut belirsizliği iki kez ele alan, birbiriyle ilişkili iki farklı yöntem önermiştir. Bu yöntemlere göre, satıcılar belirli kriterlere göre uzman bir Karar Destek Sistemi (KDS) yardımı ile değerlendirilerek performans matrisi elde edilmekte ve bu şekilde değerlendirilen satıcılar ELECTRE III yöntemine göre sıralanmaktadır. Uzmanlarla yapılan görüşmelerde, yöntemin son sıralamanın doğruluğu açısından çok tatmin edici olduğuna karar verilmiştir. Avgelis ve Papadopoulos (2010), yeni ve mevcut binalarda ısıtma, havalandırma ve klima sistemlerinin tasarımı ile ilgili senaryoları sıralamak için kullanmışlardır. Tomasz (2010), ofis binasına yönelik ısıtma-soğutma sistemi seçim problemini ele almıştır. Marzouk (2011), ELECTRE III modelini, inşaat projelerinde değer mühendisliği uygulamasına yardımcı olan bir geçiş modeli olarak sunmuştur. Borajee ve Haji (2011), işletmenin ana rakiplerini ve örnek bir işletmenin stratejik konumu ile ilgili güçlü ve zayıf yönlerini tanımlayan Rekabetçi Profil Matrisi (Competitive Profile

Matrix: CPM) yöntemini, ÇKKV yöntemleri ile entegre etmişlerdir. Burada kullanılan ÇKKV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process: AHP), CPM yönteminin yapısını analiz etmek ve faktörlerin ağırlıklarını belirlemek için, ELECTRE III rakiplerin önceliklerini belirlemek için kullanılmıştır. AHP'den elde edilen ağırlıklar, ELECTRE III hesaplamalarında kullanılarak rakiplerin öncelikleri bu ağırlıklara göre belirlenmiştir. Abedi vd. (2012), keşif sondajına en iyi alanı seçmek için önermişlerdir. Bu yöntem, bakır yatağını içeren alanda bir maden prospeksiyon haritası oluşturmak için kullanılmıştır. Silva ve Almeida (2012), karmaşık inşaat mühendisliği projelerinin değerlendirilmesinde uygun bir karar destek tekniği olarak düşündükleri ELECTRE III yöntemi, bina içi ortam kalitesini optimize edecek en uygun çözümleri seçmek için önermişlerdir.

Giannoulis ve Ishizaka (2010), ELECTRE III yöntemini ilk kez üniversitelerin sıralanması için kullanmışlardır. ELECTRE III yöntemi ile İngiliz üniversitelerinin isteğe uyarlanmış bir sıralamasını üreten üç katmanlı Web sistemi açıklanmıştır. Üniversite seçiminde öğrencilere yardımcı olmak için önerilen bu yöntemde, ilk olarak Web sistemini ziyaret eden öğrencilerden anonim bir anketi doldurulması istenmekte ve daha sonra bu ankettten faydalanılarak ELECTRE III ile üniversiteler sıralanmaktadır.

Oktem ve Ergül (2012), Türkiye İMKB-Hisse Senedi Piyasasında en yüksek performans stoklarını seçmek için önermişlerdir. Bu yöntemin İMKB'de işlem gören yatırımcılar tarafından hisse senedi seçimi için başarılı bir karar verme aracı olarak kullanılabilir olduğunu göstermişlerdir.

Chanvarasuth ve Boongasame (2014), bir durum tabanlı seyahat danışmanlığı sistemi için Durum Tabanlı Çıkarsama (Case-Based Reasoning: CBR) ile ELECTRE III yönteminde üstünlük ilişkisinin nasıl birleştirileceğini ele almışlardır. CBR, seyahat öneri sistemlerinden biri olan işbirlikçi filtrelemede kullanılan yaklaşımlardan biridir. Modelin sonuçları, bu yöntemin etkinliğin desteklemek için klasik CBR modellerinde Öklid mesafe ölçümü ile karşılaştırılmıştır. Kullanıcı memnuniyet değerlendirmesinin sonuçlarına göre, ELECTRE III – CBR modelinin, Öklid-CBR modelinden çok daha iyi bir sıralama performansı sunduğunu göstermişlerdir.

ELECTRE III yönteminin uygulanması için, en önemli parametrelerden biri olan göreceli kriter ağırlıklarının bilinmesi gerekmektedir. Bu yöntemin kriter ağırlıkları genellikle karar vericiler tarafından belirlenen subjektif verilerdir. KV'ler tarafından verilen kararlar tamamen keyfilik içerdiğinden, literatürde yer alan kriter ağırlıklarını belirleyen birkaç yöntem önerilmiştir. Rogers ve Bruen (1998b) kriter ağırlıklarını değerlendirmek için Hinkle tekniğini kullanmışlardır. Basit ve kullanımı kolay olan, ayrıca değişime karşı dirençli olan bu yöntemin Çevresel Etki Değerlendirmesi için ELECTRE III yönteminde çok kullanışlı olduğunu göstermişlerdir. Beccali vd. (2003), Cavallaro (2010) basit Simos yaklaşımını, Shanian vd. (2008) revize edilmiş Simos yöntemini önermişlerdir. Ayrıca Merad vd. (2013), Simos yönteminin geliştirilmiş bir versiyonu olan kart yöntemini, bir kamu kuruluşunda sürdürülebilir kalkınma alternatiflerini sıralamak için kullanmışlardır. Buna göre her bir kriter bir kartla ilişkilendirilmiş ve en az önemli olandan en önemli kritere kadar olan kartlar sıralanmıştır. Bu yöntem, kriterlere sıfır ağırlık atanması önlediği için bunu yöntemin avantajı olarak görmüşlerdir. Tervonen vd. (2005a) bir ters ağırlık uzayı analizini tanıtmıştır. Bu analiz, Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi'nin (SMAA) değiştirilmiş bir versiyonu olarak ele alınmıştır. Ters ağırlık alanı analizi, hangi ağırlıkların alternatiflerin belli sıralamasına neden olduğunu tanımlamak için ağırlık alanını keşfetmeye dayanmaktadır. Kullanılan ağırlıklar, tüm karar vericilerin tercihlerini içeren aralıklarla belirlendiğinden bu analiz avantajlı bulunmuştur. Liu ve Zhang (2011), entropi ağırlığına dayanan, geliştirilmiş bir ELECTRE-III yöntemi kullanmışlardır. Entropi, bilginin belirsizliğini ölçmek için olasılık teorisini kullanan bir ölçü olarak tanımlanmıştır. Saracoglu (2015), kriter ağırlıkları için entropi ve AHP yöntemlerini ve Abedi vd. (2012) bilgi odaklı olan Delphi yöntemini kullanmışlardır.

Zaman içinde, ELECTRE III yöntemindeki eksiklikler çeşitli yöntemler geliştirilerek azaltılmaya çalışılmıştır. Literatürde yöntemin eksiklerini telafi etmek için yapılan çalışmalardan Wang vd. (2004, 2008), ELECTRE II ve ELECTRE III yöntemleri ile elde edilen sıralamaları, sıralamayı tersine çevirme yaklaşımını kullanarak, sıralama düzensizliklerine çözüm getirmeye çalışmışlardır. En çok AHP yaklaşımı için kullanılan sıralama düzensizliği yaklaşımını ilk kez ELECTRE yöntemlerine uygulanmıştır. Sıralama düzensizlikleri alternatifler birbirine çok yakın

olduğu durumlarda ortaya çıkmıştır. Alternatifler birbiriyle çok yakından ilişkili olduğu durumlarda, daha güçlü ÇKKV yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yaklaşıma göre, ÇKKV yöntemleri ile en iyi alternatif belirlendikten sonra, optimal olmayan bir alternatif rasgele daha kötü bir alternatifle değiştirilip ve diğer verilerde herhangi bir değişiklik yapılmadan alternatifler yeniden sıralanmaktadır. Bu yöntem ELECTRE II ve III yöntemlerinin en iyi alternatifin göstergesini değiştirebileceğini, yani sıralamayı tersine çevirebileceğini ortaya koymuştur. Mousseau ve Dias (2004), ELECTRE III ve ELECTRE TRI yöntemlerinde kullanılan üstünlük ilişkisinin bir uyarlaması ile ilgilenmişlerdir. Bunlar, orijinal uyumsuzluk kavramını koruyarak uyumsuz olmayan (non-discordance) kavramını yönteme eklemişlerdir. Uyumsuz olmama ilişkisini, azınlık kriterlerin toplu olarak aSb (a , en az b kadar iyidir) iddiasının bir vetosuna karşı olma derecesi olarak belirtmişlerdir. Bu kavrama göre, hiçbir kriter “ a alternatifi, b alternatifinden üstündür” iddiasının vetosuna karşı değilse uyumsuz olmama durumu yerine getirilmiştir. Bu değişikliğin amacını, bütünsel tercihlerden parametre değerlerini çıkarabilmek için, çözülecek matematiksel programın hesaplama zorluğunu azaltmak olarak vurgulamışlardır. Optimizasyona sahip bu yeni sistemin, yani değiştirilmiş üstünlük ilişkisinin parametre çıkarım programlarını çözmeyi kolaylaştırdığı görülmüştür. Gong ve Xu (2006), uyumsuz olmayan kavrama, tercih ve veto eşiği arasına bir eşik değer daha getirerek üstünlük ilişkisini yeniden tanımlamışlardır. Bunlar üstünlük ilişkisindeki yetersizlikleri göz önünde bulundurarak, sıralama problemi için entegre bir üstünlük ilişkisini önermişlerdir. Bu entegre yöntemin, bazı parametreleri değiştirerek, sıralama problemlerini daha esnek hale getirdiği ve belirsizlik durumlarına daha uyumlu olduğu görülmüştür. Orijinal üstünlük ilişkisindeki uyum ve uyumsuzluk endeksleri, aynı p tercih eşiğini kullandıkları için iki endeks birbiriyle ilişkili olmuştur. Entegre üstünlük ilişkisinde ise uyum ve uyumsuzluk endeksleri arasındaki ilişki, yeni bir parametrenin getirilmesi ile ortadan kaldırılmıştır. Bu iki endeksin bağımsız olması için ve ayrıca genel uyumsuz olmayan ilişkinin standartlaştırılması için tercih ve veto eşiği arasına bir eşik değer daha getirilmiştir. Bu yeni eşik değer uyumsuzluk eşiği olarak adlandırılmıştır. Dias ve Mousseau (2006), ELECTRE III ve ELECTRE TRI yöntemlerindeki uyumsuzlukla ilgili parametrelerin çıkarımı üzerine odaklanmışlardır. Yine bunlar da uyumsuz olmama ilişkisini ele alarak,

uyumsuzluğun üstünlük ilişkisini zayıflatmaya başladığı yerde, yeni bir eşik değeri getirerek entegre bir yapı sunmuşlardır. Bu entegre yapı bir şirkete ait kredi riskini analiz etmek için kullanılmıştır.

ELECTRE III yönteminde sıralama süreci, ek bir eşik değeri getirilmesiyle oluşmaktadır. Alternatiflerin sıralanmasının bu eşik değerin büyüklüğüne bağlı olması ve final sıralamasının kısmi bir sıralama olması bu yöntemin zayıf yönü olarak belirtilmiştir. Li ve Wang (2007), ELECTRE III yöntemindeki bu sıralama problemleri ile başa çıkmak için yeni bir sıralama yöntemini geliştirmişlerdir. Bunlar uyumluluğun güvenilirlik derecesi, uyumsuzluğun güvenilirlik derecesi ve net güvenilirlik derecesi olmak üzere üç tanımlı modele katarak yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yöntemde önce normal ELECTRE III yönteminin güvenilirlik matrisi elde edilmektedir. Bu güvenilirlik matrisinin satırlarının toplamı uyumluluğun güvenilirlik derecesini (örneğin birinci satırın toplamı, birinci satırda yer alan alternatifinin diğer tüm alternatiflerden üstün olma derecesini vermektedir), sütunlarının toplamı ise uyumsuzluğun güvenilirlik derecesini (örneğin birinci sütunun toplamı, birinci sütunda yer alan alternatifinin diğer tüm alternatifler tarafından baskınlığın derecesini vermektedir) elde etmektedir. Uyum ve uyumsuzluk arasındaki fark, güvenilirlik derecesini vermekte ve bu güvenilirlik derecesinin mutlak büyüklüğüne göre de alternatifler tam sıralanmaktadır.

Kriterlerin analizi, genellikle hiyerarşide tanımlanan alt kümelerle göre ve aşağıdan yukarıya yaklaşımında öncelik ilişkilerine göre yapılmaktadır. Vasto-Terrientes vd. (2015a); Vasto-Terrientes vd. (2015b), bu tip hiyerarşik yapılarla başa çıkmak için ELECTRE III yönteminin bir uzantısı olan ELECTRE III-H adı verilen yeni bir yöntem önermişlerdir. Bu yöntem KV'ye hiyerarşinin her bir düğümünde kendi amaçlarına ve alt problem özelliklerine göre, bir yerel tercih modeli tanımlama imkanı vermektedir. Yöntem hiyerarşinin her bir ara düğümünde kısmi bir ön-sıralama üretmekte ve böylece KV'nin her bir kriter kümesi için bir çözüm sunmaktadır. Kriterlerin bir hiyerarşi halinde düzenlendiği karmaşık sistemler için özel olarak tasarlanmış ELECTRE III-H yöntemi aşağıdan yukarıya doğru bir yaklaşım izlemekte ve KV, hiyerarşinin her düğümünde farklı alternatiflerin bir

sıralamasını elde etmektedir. Yöntem turistik markaların tanıtımında WEB sitelerinin kalite değerlendirmesini yapmak için önerilmiştir.

Bu çalışmada kullanılacak ELECTRE ailesinden bir diğeri olan ELECTRE TRI yöntemi bir sınıflama yaklaşımıdır. Bu yöntem, üstünlük ilişkisini kullanarak önceden tanımlanan kategorilerin bir kümesine her bir alternatifin atanmasını sağlamaktadır. Alternatifler, kategorilerin sınır değerlerini gösteren profil değerleri ile karşılaştırılarak kategorilere atanmaktadır (Mousseau ve Slowinski 1998). Sınıflama problemlerin çoğuna kolaylıkla uygulanabilen ve sürekli gelişmekte olan bu yöntem oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Khalil vd. (1999), kredi riskini değerlendirmek, yani borçluları çeşitli risk kategorilerine ayırmak için, Arondel ve Girardin (2000), sürdürülebilir tarım ve özellikle yeni ürün yetiştirme sistemlerini yeraltı suyu kalitesi üzerindeki etkilerine göre sınıflandırmak için, Georgopoulou vd. (2003), enerji sektöründeki sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik ulusal öncelikleri tanımlamak ve gerçekçi bir zamanlama uygulaması geliştirmek için, Merad vd. (2004), madencilik faaliyetlerin sona ermesinden sonra ortaya çıkabilecek çökmelere karşı önlem alabilmek için risk bölgelerini belirlemede kullanmışlardır. Kılıç (2006), Türkiye’de bankaların mali başarısızlıkların öngörülmesine yönelik bir erken uyarı modelinin tahmininde kullanmıştır. Çalışmada başarısız olan ve faaliyetlerini sürdüren bankaları birbirinde ayırt eden erken uyarı göstergeleri kriter olarak ele alınmış ve bu kriterlere göre bankalar sınıflandırılmıştır. Natividade-Jesus vd. (2007), konut değerlendirme problemleri için ELECTRE TRI’ye entegre bir KDS sunmuşlardır. Jabeur ve Martel (2007), grup karar verme durumlarında kendi parametre değerlerinden emin olmayan karar vericilere yardımcı olmak için bu yöntemi kullanmışlardır. Siskos vd. (2007), bilgi teknolojisindeki yeterliliklerin ve becerilerin değerlendirilmesine yönelik entegre bir yaklaşım önermişlerdir. Metodoloji, adayları mesleki deneyimleri, çalışmaları ve mesleki eğitimleri açısından sınıflandırmıştır. Nevesa vd. (2008), elektrik hizmetlerinin teşvik ettiği enerji verimliliği girişimlerini sınıflamak için, Gomes ve Santos (2008), telekomünikasyon şirketi içinde yıllık kurumsal bütçe vesilesiyle işgücü maliyetlerini planlamada, şirketin insan kaynakları alanına destek sağlamak için kullanmışlardır. Karakosta vd. (2009) inceledikleri beş ülkede, elektrik üretimi için sürdürülebilir enerji teknolojisi önceliklerini belirleyerek, Temiz Kalkınma Mekanizması’nı (Clean

Development Mechanism) ulusal sürdürülebilir kalkınma öncelikleri doğrultusunda yönlendirmeyi amaçlamışlardır. Xidonas vd. (2009), finansal analize dayanarak, hisse senedi seçimini ilgilendiren kararların desteklenmesi ve portföy yönetimi sürecinin en önemli aşamalarından biri olan güvenlik seçim aşamasının modellenmesi (Xidonas vd. 2010) için önermiştir. Yöntem, ilgili işletmelerin genel kurumsal performansının değerlendirilmesi yolu ile cazip hisse senetlerinin seçilmesine yardımcı olmuştur. Önerilen metodolojinin geçerliliği Atina Menkul Kıymetler Borsası'nda geniş çaplı bir uygulama ile test edilmiştir. Lu vd. (2010), karmaşık bir karar verme süreci olan yazılım güvenilirliğini değerlendirme süreci için, Sebos vd. (2010), tehlikeli endüstriyel tesisler çevresinde kentsel ve mekânsal planlama ile ilgili konularda karar vermeye yardımcı olmak için, Nepomuceno ve Costa (2012), yüksek lisans derecesinin öğrencilerin becerileri üzerindeki etkisine ilişkin algıları (Çok Olumlu, Pozitif, Nötr, Negatif veya Çok Negatif) sınıflamak için, Fontana ve Cavalcante (2013), KV'nin tercihlerine göre bir depodaki ürünleri özelliklerine göre sınıf tabanlı depolamaya atmasına yardımcı olmak için, Antonella vd. (2017), sistem/süreç hata modlarının kritikliğine göre en yüksekte en düşük riskli olana kadar hata modlarını sınıflandırmak için kullanmışlardır.

ELECTRE TRI yöntemi başka yöntemler ile birleştirilerek daha kapsamlı alanlara uygulanmış ve daha faydalı bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. CBS bu yönteme entegre edilerek, konut için arazi uygunluğunun değerlendirilmesine (Joerin vd. 2001) ve sürdürülebilir tarım için yararlı olan en iyi arazileri belirleyecek arazi uygunluk haritalarını geliştirilmesine (Mendas ve Delali 2012) çalışılmıştır. ELECTRE TRI ve CBS yöntemlerinin birleştirilmesinin temel fikri, CBS'nin çok kriterli yöntemlerin kullanımı için uygun bir platform hazırlamasına yardımcı olmasıdır. CBS mekânsal referans verilerin elde edilmesini, saklanmasını çıkarılmasını ve analizini yani kısaca alternatiflerin (arazi birimlerini) ve kriterlerin belirlenmesini sağlamaktadır. Raju vd. (2001), sürdürülebilir su kaynaklarının planlanması için ELECTRE TRI yöntemi ile birlikte beş ÇKKV yöntemini (PROMETHEE-2, EXPROM-2, ELECTRE-3, ELECTRE-4 ve Compromise Programming: CP) kullanmışlardır. ELECTRE TRI yöntemini, büyük boyutlu karar matrisini önceden tanımlanmış kategorilere indirgemek için, diğer ÇKKV yöntemlerini de alternatifleri sıralamak için kullanmışlardır. Rocha ve Dias (2008),

ELECTRE TRI yöntemi ile ELECTRE yöntemine dayanan Aşamalı Destekli Sınıflama Algoritması'nı (Progressive Assisted Sorting Algorithm) karşılaştırmışlardır. Bu yaklaşım ELECTRE TRI gibi sadece sıralı sınıflama problemleri için kullanılmıştır. ELECTRE TRI yönteminden farklı olarak, kategorin limitleri olarak tanımlanan ve çıkarılması zor olan profil değerlerini kullanmaması bu yöntemin avantajı olarak kabul edilmektedir. Madlener vd. (2009), tarımsal biyogaz tesislerinin verimliliğini değerlendirmek için VZA ve IRIS/ELECTRE TRI yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Bunlar, performans değerlendirme aracı olarak bu iki yöntemi tamamlayıcı teknikler olarak kullanılmasını önermişlerdir. IRIS/ELECTRE TRI yöntemi, Karar Verme Birimleri'ni verimlilik kategorilerine göre sınıflamaktadır. IRIS (Etkileşimli Sağlık analizi ve çok kriterli Sınıflama problemleri için parametrelerin Çıkarımı yöntemi: Interactive Robustness analysis and parameters' Inference for multicriteria Sorting problems (IRIS)) yazılımı, ağırlıklardaki belirsizliğin dikkate alınmasına izin vermektedir. Brito vd. (2010) doğal gaz boru hatlarındaki riski değerlendirmek ve boru hattının bölümlerini risk kategorilerine ayırmak için Fayda Teorisi ve ELECTRE TRI yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Her bir risk boyutu için kriter içi değerlendirme sürecinde Fayda Teorisi'ni ve boru hatları risklerinin kriterler arası değerlendirme sürecinde ELECTRE TRI yöntemini uygulamışlardır. Bu iki yöntemin birlikte kullanılması senaryolardaki belirsizlikleri tam olarak yansıtmayı amaçlamak ve KV'nin insani, çevresel ve finansal risklerle ilgili isteksizliğini bir araya getirmektir. Malekmohammadi vd. (2011), su taşkın kontrolü ve su tedarik hedeflerini birleştiren kademeli rezervuar sisteminin, çok amaçlı işletim optimizasyonu için geliştirilen Baskın Olmayan Sınıflama Genetik Algoritması-II'nin (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II: NSGA-II) optimal çözümlerini sıralamak için önermişlerdir. NSGA-II algoritmasını, çok-amaçlı modelin baskın olmayan çözümleri arasında bir denge sağlamak için (Pareto çözümler bulmak için) ve ELECTRE TRI yöntemini, KV'nin tercihlerine dayanarak NSGA-II modelinin en iyi çözümlerini belirlemek ve tanımlamak için kullanmışlardır. Andriosopoulos vd. (2012), ELECTRE TRI yöntemi ile başka bir sınıflama yöntemi olan UTADIS (UTilities Additives DIScriminantes) yöntemini karşılaştırmış ve ilk kez sınıflandırma modellerini açık pazar hisse geri alım bildirimlerinin olasılığını tahmini için kullanmışlardır. Sánchez-

Lozano vd. (2014), fotovoltaik güneş çiftliklerinin kurulması için uygun olan en iyi parselleri belirlemek için CBS ve KDS-IRIS kombinasyonu birlikte kullanmışlardır. Bunlar CBS'lerini verileri yapılandırmak için, yani bilgileri toplamak ve düzenlemek için, ELECTRE TRI yönteminin en yaygın varyantı olan kötümser varyanta dayanan KDS-IRIS'i çok kriterli bir model geliştirmek için kullanarak her bir alternatifi bir kriter kümesine göre sınıflamışlardır. Galo vd. (2018), bir tedarikçi seçim problemine ELECTRE TRI ile birlikte tedarikçi seçimindeki belirsizliklerle başa çıkmak için tereddüt (Hesitant) bulanıklığı kullanımını önermişlerdir.

Genellikle KV tarafından belirlenen, ELECTRE TRI yönteminin kriter ağırlıklarını belirlemek için birkaç yöntem önerilmiştir. Bunlardan bazıları Simos (Arondel ve Girardin 2000), (Figueira vd. 2011), (Doumpos ve Figueira 2018), sıfır ağırlığın atanması ile kriterlerin ortadan kaldırılmasını önleyen Simos yönteminin yeniden düzenlenmiş hali olan Kartlar Metodu (Merad vd. 2004), Değişime Direnç Ağırlık Sistemi (Xidonas vd. 2010), hiyerarşik bir şekilde düzenlenen kriterleri ele almak için genişletilen SRF (Simos – Roy – Figueira) yöntemleridir (Bouyssou ve Marchant 2015).

Sürekli kendini yenileyen ELECTRE TRI yöntemi yeni kullanım alanları, yeni metodolojik ve teorik gelişmeler ile daha çok tercih edilmektedir. Yöntemdeki gelişmelerin çoğu, yöntemin bir dezavantajı olan parametrelerindeki belirsizliklerin giderilmesi ve parametre çıkarımı üzerine yapılan çalışmalardır.

ELECTRE TRI yönteminin uygulanması çeşitli parametrelerin belirlenmesini gerektirmektedir. Bu parametreler ayırım eşikleri (tercih, farksızlık veto eşikleri ve lamda kesme seviyesi), kriterlerin önem katsayılarını gösteren kriter ağırlıkları ve ardışık kategorileri arasındaki sınırları belirleyen profillerdir. ELECTRE TRI yönteminde kullanılan bu parametreler KV tarafından belirlenen ve onların tecrübelerini ve uzmanlık alanlarını ifade eden keyfi değerlerdir. Bu parametrelerin değeri ile ilgili bazı belirsizlikler, çelişkiler ve keyfilik söz konusu olduğunda, tüm parametre değerleri için kesin rakamlar sağlamak genellikle zordur (Mousseau ve Slowinski 1998). Günümüzde karar süreçlerin artan karmaşıklığı sebebiyle KV'nin karar vermesine yardımcı olacak birçok parametre çıkarım yöntemi geliştirilmiştir. İlk olarak Mousseau ve Slowinski (1998), toplama / ayırıştırma paradigmasını

kullanarak KV tarafından verilen atama örneklerinin bir analizi ile ELECTRE TRI yönteminin parametrelerini (eşik değerler, ağırlıklar) çıkarmayı amaçlamışlardır. Bunlar, ELECTRE TRI tarafından yapılan atamalar ile KV tarafından yapılan atamalar arasındaki farkları en aza indirmek için bir optimizasyon prosedürünü kullanmışlardır. Daha sonra Mousseau vd. (2000), tercih çıkarım sürecinde KV'yi destekleyen yeni bir yöntem önermişlerdir. ELECTRE TRI Asistanı olarak adlandırılan bu yöntem, KV tarafından elde edilen atama örneklerinden ELECTRE TRI yönteminin model parametrelerinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Yapılan bir diğer çalışmada, sadece ağırlıkların (eşikler ve kategori limitleri sabitleniyor) belirlenmesinin alt problemlerini göz önünde bulundurmamak amacıyla, doğrusal olmayan bir optimizasyon programı önerilmiştir (Mousseau vd. 2001).

Parametre çıkarım yöntemleri ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda, kriter ağırlıkları ve λ - kesme seviyesi değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Dias vd. (2002), kriter ağırlıkları ve λ - kesme seviyesi değerlerinin belirlenmesi için interaktif bir yaklaşım önermişlerdir. Bunlar bir KDS'nin iki aşamasını temsil eden tercih çıkarma tekniği ve sağlamlık analizinin etkileşimini göz önünde bulundurmışlardır. Tercih çıkarma teknikleri, KV'ler tarafından sağlanan atama örneklerinden faydalanarak parametreler için kabul edilebilir birkaç değer kombinasyonu elde etmektedir. Bu elde edilen kombinasyon değerlerinin genel tercihler üzerindeki etkisini araştırmak için de sağlamlık analizi yapılmaktadır. Dias ve Mousseau (2003), yaptıkları bir diğer çalışmada IRIS yöntemini önermişlerdir. Kesin değerler gerektirmeyen IRIS, kısıtlamaları ihmal etmeden, sınıflandırabildiği kategorilerin aralığını belirten "merkezi" bir değer kombinasyonunu hesaplamaktadır. Mousseau vd. (2003), model parametrelerinin kısıtlamaları arasındaki tutarsızlıkları çözmek için iki algoritma önermişlerdir. Bu algoritmaların amacı tutarsızlık durumunda, tercih çıkarma sürecinde KV'ye destek sağlamaktır. Yöntem bir toplama/ayırıştırma işlemi kullanılarak tercihleri ortaya koymakta ve bir algoritma ile de KV'nin tutarsız bilgilerinin çözümlenmesine yardımcı olmaktadır. Mousseau ve Dias (2004), yine parametre çıkarımı için üstünlük ilişkisinin zayıf bir uyarlaması ile ilgilenmişlerdir. Önerilen modifikasyon, olmayan uyumsuzluk (non-discordance) kavramının uygulanmasına ilişkindir. Bu modifikasyonun amacı, bütünsel tercihlerden parametre değerlerini çıkarabilmek için çözülecek

matematiksel programın hesaplama zorluğunu azaltmaktır. Modifiye edilmiş üstünlük ilişkisinin parametre çıkarım programlarını optimize ettiği ve çözmei kolaylaştırdığı gösterilmiştir. Tervonen vd. (2005b), ELECTRE TRI yönteminin parametrelerinin kararlılığını analiz etmek ve güçlü sonuçlar üretmek için Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizine (Stochastic Multi-Criteria Acceptability Analysis: SMAA) dayanan SMAA-TRI yöntemini önermişlerdir. Bu yöntem λ – kesme seviyesi ve ağırlıklar için ELECTRE TRI yöntemini stokastik değerler ile uygulanmasını izin vermektedir. Yaptıkları bir diğer çalışmada ağırlıklar ve λ - kesme seviyesi ile birlikte profil değerlerini de ele almışlardır (Tervonen vd. 2009). Damart vd. (2007), grup karar vermede ELECTRE TRI yönteminin kriter ağırlıklarını ve λ - kesme seviyesinin değerlerinin belirlenmesi için KDS-IRIS yöntemini kullanmışlardır. Zheng vd. (2014), literatürde çok değinilmeyen iyimser ELECTRE TRI yöntemi için kriter ağırlıklarını ve λ – kesme seviyesini bulmaya yardımcı olacak, karma tamsayı programına dayana bir algoritma önermişlerdir. Kriter ağırlıklarının ortaya çıkarılması için kullanılan matematiksel formülasyonlar, öğrenme kümesindeki “atama hataları” ile başa çıkmaya yardımcı olmaktadır.

Doumpos vd. (2009), atama örneklerinden ELECTRE TRI yönteminin parametrelerinin çıkarılması için diferansiyel evrim algoritmasına dayalı bir evrimsel yaklaşım önermişlerdir. Genetik algoritmaya benzer olan diferansiyel evrim algoritması, sınıflama problemlerinde üstünlük modellerinin geliştirilmesi için kullanılmıştır. ELECTRE TRI yöntemine dayanan bu evrimsel model, hem iyimser hem de kötümser ortamda, yöntemin tüm parametrelerinin eş zamanlı tahminini mümkün kılmaktadır. Gerçek ve yapay veriler ile yapılan değerlendirmeler sonucunda diferansiyel evrim algoritmasının yüksek derecede tutarlı modeller sağlayabildiği gösterilmiştir. Dezert ve Tacnet (2012), kanaat fonksiyonuna dayanan ELECTRE TRI yönteminin yumuşak bir versiyonunu geliştirmişlerdir. Soft ELECTRE TRI olarak adlandırılan bu yöntem ELECTRE TRI yönteminin üstünlük adımının λ – kesme seviyesinin keyfi seçimini ve alternatiflerin nihai atama adımındaki keyfi tutum seçimini engellemesine izin vermektedir. Bu yeni yöntem katı atama yapan ELECTRE TRI'ya göre girdileri daha etkili kullanmakta ve olasılıksal üstünlük yöntemine dayandığı için yumuşak bir atama çözümü sunmaktadır. Dias vd. (2018), kriterlerin önemini sorgulamak için kalitatif ölçekler

kullanan Delphi tekniğini kullanmışlardır. Yöntemi akıllı şebekelere evrimleşme bağlamında, elektrik sektöründeki teknolojik yenilikleri teşvik eden için politikaların değerlendirmesinde kullanmışlardır. Delphi değerlendirmelerine dayanan politikaların sınıflandırılması, uzmanlar tarafından sağlanan kalitatif önem seviyelerinin ağırlıklandırılması hipotezinden elde edilen kriter ağırlıklarının kısmi sıralamasına dayanan bir SMAA-TRI tipi stokastik analize dayanmaktadır.

ELECTRE TRI yönteminin eleştirilen bir başka yönü ise kategori sınırlarını gösteren profil değerlerinin genellikle KV tarafından belirlenmesinin zor bir görev olmasıdır. Son zamanlarda kategori sınırlarını belirleyen birçok yöntem önerilmiştir. The ve Mousseau (2002), atama örneklerine dayanarak ELECTRE TRI yönteminin kategori sınırlarını belirleyen yeni bir çıkarım prosedürünü önermişlerdir. Çıkarım prosedürlerin amacı, KV tarafından verilen atama örnekleri ile mümkün olduğunca uyumlu bir ELECTRE TRI modeli bulmaktır. Lourenco ve Costa (2004), Çok Amaçlı Karışık Tam Sayı Doğrusal Programı (Multiple Objective Mixed Integer Linear Program: MOMILP) ile ELECTRE TRI yönteminin entegre bir çalışmasını sunmuşlardır. Bu çalışmada MOMILP problemlerinde kaynaklanan baskın olmayan çözümlerin tanımlanması ve sınıflandırılması için KV'ye yardımcı olacak bir algoritma geliştirilmiştir. Burada kullanılan algoritma ELECTRE TRI yönteminde gerekli olan tercih parametrelerini (ağırlık önem katsayıları, kategorilerin sınırlarını belirleyen profil değerleri) çıkarmaya çalışmaktadır. LineerTRI algoritması olarak sunulan algoritma tercih parametrelerini bir doğrusal programlama problemi aracılığıyla çıkarmaktadır.

Köksalan vd. (2008), kategorilerin sınırlarını belirleyen profil değerleri yerine KV tarafından belirlenen referans alternatiflerini kullanan ve üstünlük yaklaşımına dayanan yeni bir yöntem önermişlerdir. Referans alternatifleri, bir kategorinin tipik örnekleri olarak düşünülen, yani o kategoriye ait olabilecek alternatiflerden oluşmaktadır. Bu yöntemde göre referans alternatifleri belirlendikten sonra, geriye kalan alternatifler referans alternatifleri ile karşılaştırılarak sıralı kategorilere atanmışlardır. Atama bir tamsayı programından faydalanılarak yapılmaktadır. KV'nin sıralı kategorilerde, kategori sınırlarını gösteren profil değerleri yerine referans alternatiflerini daha kolay belirleyebilmesi yöntemin avantajı olarak görülmüştür. Benzer şekilde Almeida-Dias vd. (2008), profil değerleri yerine

merkezi referans alternatiflerini kullanan yeni bir yöntem önermiştir. ELECTRE TRI-C olarak adlandırdıkları bu yeni yönteme göre alternatifler, her bir kategorinin temsili özelliklerini içeren “merkezi” referans alternatifleri ile karşılaştırılarak sıralı kategorilere atanmışlardır. ELECTRE TRI-C yöntemi atama işlemini azalan ve artan kural olarak adlandırılan iki ortak kural yardımıyla yapmaktadır. Bu kuralların her biri, bir alternatifin olası bir ataması için yalnızca bir kategori veya bir dizi olası kategori seçmektedir. Almeida-Dias vd. (2010), bir başka çalışmasında “merkezi” referans alternatifleri ifadesi yerine karakteristik referans alternatifleri ifadesini kullanmışlardır. Ayrıca bazı yanlış anlaşılmalara önlemek için, sınır alternatiflerine dayanan ELECTRE TRI yöntemini ELECTRE TRI-B olarak belirtmişlerdir. Almeida-Dias vd. (2012), ELECTRE TRI-C yöntemini genelleştiren yeni bir sınıfla yöntemi daha önermişlerdir. ELECTRE TRI-C yönteminde her bir kategori tek bir karakteristik referans alternatif ile tanımlanırken, ELECTRE TRI-nC olarak adlandırılan bu yeni yöntemde her bir kategori birden fazla karakteristik referans alternatif ile tanımlanabilmektedir. Bu yöntem de ELECTRE TRI-C yöntemindeki kurallara dayanan azalan kural ve artan kural olarak adlandırılan iki ortak kuraldan oluşmaktadır. Önerilen bu yeni yöntemin kategorileri karakterize etmek için KV’ye yeni olasılıklar getirdiği ve tüm olası atamaları önerebileceği düşünülmüştür. Bazı ilgili sınıflama yöntemleriyle kıyaslandığında, kategorilerin her birini tanımlamak için çeşitli referans alternatifleri kullanarak, ELECTRE TRI-nC'nin sınıflama sorunlarıyla başa çıkmaya uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Cailloux vd. (2012), birden çok KV tarafından sağlanan atama örneklerinden ELECTRE TRI yönteminin kategori sınırlarını çıkarmaya yönelik algoritmalar önermiştir. Bu algoritmalar her bir KV’nin değişken ağırlıkları ile tüm KV’ler için ortak olan bir kategori sınır kümesini ve vetoyu hesaplamaktadır. Önerilen çıkarım prosedürü, karışık tam sayılı doğrusal programlamaya dayanmakta ve gerçek dünyadaki karar problemlerine karşılık gelen veri kümeleri için iyi performans göstermektedir.

Bouyssou ve Marchant (2015), ELECTRE TRI-B ve ELECTRE TRI-C yöntemlerini karşılaştıran bir çalışma yapmışlardır. Yapılan analizler sonucunda sezgisel olan ELECTRE TRI-C yönteminin orijinalinden kıyasla daha avantajlı olduğu görülmüştür. Corrente vd. (2016), kriterlerin hiyerarşik bir yapısı ile başa

çıkabilmek için Çok Kriterli Hiyerarşi Süreci (Multi-Criteria Hierarchy Process: MCHP) yöntemini, ELECTRE TRI yöntemlerine (ELECTRE TRI-B, ELECTRE TRI-C ve ELECTRE TRI-nC) uygulanmışlardır.

Fernández vd. (2017), ELECTRE TRI-B'nin geliştirilmiş hali olan ELECTRE TRI-nB yöntemini önermişlerdir. Klasik ELECTRE TRI-B yönteminde komşu kategoriler tek bir sınırlayıcı profil ile karakterize edilirken, bu yeni yöntemin getirdiği yenilik, komşu kategoriler bir dizi sınırlayıcı profil ile karakterize edilebilmektedirler. Klasik yöntem, bu sınırlayıcı profiller ile alternatifleri karşılaştırırken bir seferlik ilişkiden yararlanmaktadır. ELECTRE TRI-B ile kıyaslandığında, ELECTRE TRI-nB yöntemindeki atama örnekleri, alternatifler ve sınırlayıcı profiller arasında daha zengin tercih ilişkilerini dikkate alınarak yapılmakta ve bu zenginleştirme daha uygun atamalara yol açabilmektedir. Klasik yöntemde, KV sınırlayıcı profil kümeleri hakkında çok az bilgiye sahipken, yeni yöntem daha fazla bilgiye sahip olup, ek bilgileri yeterli şekilde organize edebilmekte ve işleyebilmektedir. ELECTRE TRI-nB'nin ELECTRE TRI-B'ye temel katkısı, özellikle karşılaştırılmazlıkların sayısını azaltarak, sınırlayıcı profillere göre atanacak alternatiflerin karşılaştırmalarını zenginleştirmesidir.

Figueira vd. (2011), ordinal sınıflama problemleri için çok kriterli bir KDS olan ELECTRE TRI-C yöntemini yardımcı üremeye uygulamışlardır. Doumpos ve Figueira (2018), ELECTRE TRI-nC yöntemini kredi riskinin değerlendirilmesi ve risk derecelendirme modellerinin oluşturulması için kullanmışlardır. Yöntem, kredi derecelendirme uzmanlarına her bir derecelendirme sınıfı için çoklu referans (karakteristik) profillerin kullanılmasına izin verdiği için, onlara risk kategorilerini daha kapsamlı bir şekilde tanımlamasına olanak vermiştir.

İlk kez Hwang ve Yoon (1981) tarafından ortaya atılmış olan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi alternatifler arasında en iyi seçimin yapılmasına imkan sağlayan bir yöntemdir. ELECTRE yönteminin temel yaklaşımını kullanan bu yöntem literatürde çok fazla yer almaktadır.

Demireli (2010), Türkiye'de yaygın olarak faaliyet gösteren kamu bankalarının performanslarının değerlendirmesinde, Akyüz vd. (2011), IMKB'de

işlem gören ve seramik sektöründe faaliyette bulunan bir anonim şirketin 10 yıllık finansal performanslarını değerlendirmesinde, Bilbao-Terol vd. (2014), devlet tahvili fonlarının sürdürülebilirliğini değerlendirmesinde, Alsu ve Taşdemir (2017), Borsa İstanbul'da (BİST) işlem gören 15 dokuma, giyim eşyası ve deri sanayi işletmelerinin 2012-2016 dönemine ait mali tabloları kullanılarak, işletmelerin finansal performanslarını analiz etmede kullanmışlardır. Alp ve Engin (2011), TOPSIS ve AHP yöntemlerini kullanarak trafik kazalarının nedenleri ile sonuçları arasındaki ilişki matematiksel olarak hesaplanmış ve analiz edilmiştir. Tavana ve Adel (2011), insan uzay uçuşu görev simülatörlerinin önceliğini değerlendirmek, Barros ve Wanke (2015), havayollarının verimliliğini değerlendirmek, Hsieh (2018), acil servislerde insan hata faktörlerinin önemini değerlendirmek için kullanmışlardır. Şimşek vd. (2015), Supçiller ve Çapraz (2011), bir işletmeye en uygun tedarikçinin seçilmesi için kullanmışlardır. Akın (2016), bir personel seçim problemine uyguladığı bu yöntemi, bir kamu üniversitesine araştırma görevlisi alımı sürecinde bilim sınavına alınacak adayların belirlenmesi için kullanmıştır. Akyüz ve Kılınç (2016), bu yöntemi sağlık sektörüne uygulayarak, bir özel hastanenin kuruluş yerini tespit etmeye çalışmışlardır. Sánchez-Lozano vd. (2016), fotovoltaik güneş çiftliklerini inşa etmek için en iyi yerleri seçmede kullanmışlardır. Gökkaya ve Kellegöz (2017) personel tayin işlemlerinde bu yöntemi kullanarak atama puanlarını hesaplamışlardır. Ranjbar ve Nekooie (2018), deprem sırasında herhangi bir risk teşkil edecek binaları belirlemek, Akgün ve Erdal (2019), bir askeri mühimmat dağıtım ağı tasarım problemini çözmek, Kumar vd. (2019), bir ağır lokomotif şirketi için en güvenilir tedarikçiyi bulmada ve Konstantinos vd. (2019), rüzgar santrali kurulum yerlerinin seçiminde bu yöntemi kullanmışlardır.

Bu tezde, ÇKKV yöntemlerinden ELECTRE III, ELECTRE TRI ve TOPSIS yöntemleri incelenmiş, İş Yapma Endeksi'nin verileri kullanılarak 189 ülke ekonomisi ELECTRE III yöntemi ile sıralanmış ve ELECTRE TRI yöntemi ile de sınıflandırılmıştır. Ayrıca ELECTRE III yönteminin güvenilirliğini ölçmek için bu yöntem, TOPSIS yöntemi ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın 2. Bölümünde karar verme ve çok kriterli karar verme yöntemleri ile ilgili kısa bir bilgi verilmiştir. 3. Bölümde belirsizlik altında çok kriterli karar verme yöntemlerinden ELECTRE ailesi ile ilgili kısaca bilgi verilmiş, ELECTRE III,

ELECTRE TRI ve TOPSIS yöntemleri geniş bir şekilde ele alınarak incelenmiştir. 4. Bölümde uygulamada kullanılacak İŞYKE'nin metodolojisi incelenmiş ve bu endeksin veri setinden faydalanılarak ELECTRE III, ELECTRE TRI ve TOPSIS yöntemlerinin elde ettiği sonuçlara yer verilmiştir. Daha sonra yöntemlerin elde ettiği sonuçlar, İŞYKE'nin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, ELECTRE III yöntemin elde ettiği sonuçlar TOPSIS yönteminin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Son kısımda sonuç ve önerilerde, bulgular irdelenmiş, elde edilen sonuçlar yorumlanmış ve gelecek çalışmalara yönelik bilgi ve öneriler paylaşılmıştır.



2. KARAR VERME VE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

2.1. Karar Verme

İşletmelerde yönetim sürecinin en önemli aşaması olan karar, herhangi bir kişi tarafından yapılan bir seçim olgusudur. Karar verme aşamasında yönetici ya da herhangi bir KV elinde bulunan seçenekler arasında amacına en uygun olanı seçmeye çalışacaktır. Günümüzde artan rekabet ortamı, değişen bilgi ve teknoloji ile birlikte karar vermenin de önemi artmıştır. Bunun sonucunda işletmelerin her bir yönetim seviyesi farklı karar problemleri ile ilgilenerak çok çeşitli kararlar vermekte ve bu kararlar sonucunda varlıklarını sürdürmektedirler (Ünal 2015: 3-5).

Günümüzde değişen teknoloji ile birlikte işletme yöneticileri çok yönlü kararlar almak zorundadırlar. Bir işletme yöneticisi verdiği kararların şirketin amacına uygun olup olmadığını, ne kadar zamanda ulaşılabileceğini, şirketin parasını ve çalışanlarını gözetip gözetmediğini, uzun veya kısa vadeli olup olmadığını iyi bilmek zorundadır. Klasik yaklaşımda bu kararlar verilirken yöneticiler, çeşitli parametreleri ve değişkenleri göz önünde bulundurup, kendi bilgi ve deneyimlerinden faydalanarak karar vermeye çalışmaktadırlar. Bu bilgi ve deneyimler karmaşık karar alma süreçlerinde yeterli olmadığı için, yöneticilerin güvenilir, kaliteli ve zamanında karar almalarına yardımcı olacak farklı Karar Destek Sistemleri (KDS) ortaya çıkmıştır. Özellikle belirsiz, tutarsız ve eksik bilgilerle karşı karşıya kalındığında bu KDS, KV'nin doğru ve güvenilir kararlar almasına yardımcı olmaktadır. İşletmeler verilen kararların önemine ve özelliğine göre karar türlerini iki temel grupta incelemektedirler. İlki, alt ve orta düzey yöneticiler tarafından verilen yapısal kararlardır. Bu kararlar, her gün karşılaşılan rutin kararlardır. Bu tür kararlar belirsizlik içermezler ve üst düzey yöneticilerin verdiği kararların uygulanmaya geçirilmesini sağlayan, çok önemli olmayan kararlardır. İkincisi, üst düzey yöneticileri tarafından verilen yapısal olmayan kararlardır. Bu tür kararlar bir defaya özgü, çözümünü kesin bilinmeyen, belirsizlik ve risk içeren karmaşık kararlardır (Emhan 2007).

2.1.1. Karar Verme Süreci

Karar verme süreci, verilen bir alternatif kümesinden, belirlenen bir veya birden fazla amaca ulaşabilmek için, belirli kriterlere dayanarak en uygun alternatifin tercih edilmesi sürecidir. KV bu alternatifleri değerlendirecek yeterli ve güvenilir bilgiye ve deneyime sahip olmak zorundadır (Yılmaz ve Talas 2010). Bu süreçte KV alternatifler arasında bir seçim, sıralama veya sınıflandırma yapması gibi problemleri çözmeye çalışmaktadır (Alpay 2010: 60-61).

Karar verme süreci, bir işletmenin amacının belirlenmesinden kararın uygulanmasına kadar geçen sürece denir. Bu süreç belli aşamalardan geçtikten sonra kesin bir karara bağlanır. Karşılaşılan problemin yapısına göre karar verme sürecinin aşamaları değişiklik gösterebilmektedir. Genel olarak her problemde olabilecek karar verme sürecinin aşamaları; problemin belirlenmesi ve tanımlanması, kriterlerin ve amacın belirlenmesi, alternatiflerin tanımlanması ve değerlendirilmesi, seçim yapılması ve kararın uygulanmasıdır (Alpay 2010: 60-61).

Karar verme sürecinin ilk aşamasında problem belirlenmekte ve tanımlanmaktadır. Bu aşamada gerekli bilgiler toplanıp, belirsizlikler ortadan kaldırılarak uygun bir ortam oluşturulmaktadır. Problem açıkça ortaya konduktan sonra kriterler ve amaç belirlenmektedir. Belirlenen kriterler problemin yapısına göre tek kriterli veya çok kriterli olabilmektedir. Alternatifler belirlenen kriterlere göre değerlendirilmektedirler. Amaç, gelecekte işletmenin ulaşmak istediği durumu ifade etmektedir. Bu amaçlar kısa dönemli veya uzun dönemli olabilirler. Kısa dönemli amaçlar taktik düşünmeyi ve karar vermeyi gerektirmektedir. Bu amaçlara yönelik taktik kararlar işletmenin orta veya alt kademe yöneticileri tarafından alınan yapısal kararlardır ve belirsizlik içermezler. Uzun dönemli amaçlar genellikle stratejik düşünmeyi ve karar vermeyi gerektirmektedir. Bu amaçlara yönelik stratejik kararlar örgütlerin üst kademe yöneticileri tarafından alınan yapısal olmayan kararlardır ve belirsizlik içermektedirler (Kıral 2015).

Karar verme sürecinde kriterler ve amaç belirlendikten sonra, KV uygun bir alternatif kümesini oluşturmalıdır. KV, alternatif kümesini çeşitli parametreler yardımıyla değerlendirilip, işletmenin amacına en uygun alternatif veya alternatifleri seçer. KV bu alternatifleri seçerken konuyla ilgili bilgisi, deneyimi ve

yaratıcılığından faydalanmaktadır. Alternatifler her bir karar kriteri ile değerlendirildikten sonra süreç, KV'nin belirli kısıtlamalar altında, alternatifler arasında bir seçim, sıralama veya sınıflandırma yapmasıyla sona ermektedir (Yılmaz ve Talas 2010).

2.1.2. Karar Verme Ortamları

Karar verme sürecinde KV'nin farklı ortamlara göre aldığı kararlar vardır. Söz konusu bu ortamların kesin olarak bilip bilinmemesine, yani KV'nin elindeki seçeneklerin gerçekleşme olasılık derecelerine göre belirlilik altında, belirsizlik altında ve risk altında karar verme olarak üç farklı şekilde sınıflandırılmıştır (Güner 2005).

Belirlilik altında karar verme ortamı ile ilgili alternatifler kesin olarak bilinen değerlere sahiptir. Olayların hangi şartlar altında gerçekleştiği ve nasıl sonuçlandığına ilişkin kesin bilgiler mevcuttur. Bir olayın ortaya çıkma olasılığı 1'dir. Belirlilik ortamı daha önce yaşanmış benzer olayların deneyimlerine sahiptir. Bu deneyimler sayesinde KV'ler karşılaştıkları problemlerin çözümü hakkında fikir sahibi olabilecek ve alternatifleri kolayca karşılaştırabileceklerdir. Belirlilik ortamındaki problemler AHP, ELECTRE ailesi, TOPSIS gibi yöntemlerle çözülebilmektedir. Risk altında karar verme ortamında alternatifler bilinmemektedir. Alternatiflerin alabilecekleri değerleri KV olasılıklara dayalı olarak tahmin edebilmektedir. Belirsizlik altında karar verme ortamında gelecek olayların olasılığını belirlemek zordur ve alternatifler kesin olarak bilinmemektedir. Belirsizlik problemin karmaşıklığı ve kesin bilinmemesi ile ilgilidir. KV'nin seçenekleri azdır ve neye göre karar vereceğini bilmemektedir. KV'nin alacağı kararlar daha önce karşılaşılmamış kararlardır, yani KV belli bir deneyime sahip değildir. Bilginin tam ve kesin olarak bilinip bilinmediğine bakıldığında belirlilik ve belirsizlik iki uç durumu gösterirken risk ikisi arasındaki bir durumu göstermektedir (Çil 2018).

2.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

İnsanoğlu varoluşundan bu yana karar verme sorunu ile karşı karşıya kalmıştır. KV'ler için, doğru zamanda doğru kararı vermek ve kesin sonuçlar elde etmek çok önemlidir. Karar verme sürecinde doğru kararların verilmesi için, yani

optimal sonuçların belirlenmesi için, KV bazı kısıtlamalara bağlı kalmak ve birden fazla kriteri göz önünde bulundurmamak zorundadır. Ayrıca KV problemi çok iyi tanımlanmalı, amaçları, kriterleri ve alternatifleri kesin olarak bilmelidir (Umarusman 2007: 6-7).

Bazı karar süreçlerinde KV birden fazla ve bir birleriyle çelişen amaçları göz önünde bulundurmaktadır. Bu gibi durumlarda yani belirsizliklerin ve alternatiflerin artması durumlarında karar verme işlemi daha zor hale gelmektedir. KV bu gibi zorluklarla başa çıkmak ve doğru kararlar verebilmek için, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden faydalanmaktadır. Bu yöntemle göre birden fazla kriter göz önünde bulundurulmuş en çok tercih edilen çözüm ile bir alternatif seçilmektedir. ÇKKV yöntemi bir KV veya bir grup KV'nin, çoğu zaman birbiriyle çelişen, birden fazla amaç için belirlenen alternatifler arasında seçim yapması gerektiği durumlarda kullanılan bir matematiksel modelleme aracıdır (Özbey 2012: 5-6).

ÇKKV yöntemleri, klasik karar verme yöntemlerinden farklı olarak sadece nicel verileri değil aynı zamanda nitel verileri de göz önünde bulundurmaktadır. Bu yöntemler karmaşık, belirsiz ve çelişen amaçlara kolay uygulanabilen, doğru kararların verilmesini sağlayan yöntemlerdir. ÇKKV yöntemleri, 20. yüzyıldan bu yana literatürde çok tartışılan bir konu olmuştur. Modern ÇKKV'nin kökleri II. Dünya Savaşı sırasında Yöneylem Araştırmaları (Operations Research) ve optimizasyon üzerinde yoğunlaşması ile başlamıştır. ÇKKV yöntemlerinin temel yaklaşımı, çeşitli nitelik veya kriterleri kullanarak alternatifleri karşılaştırmak ve daha sonra her bir kriter için bir öncelik veya ağırlık atamaktır. Bu ağırlıklar KV'nin deneyimleri, bakış açısı ve hedeflerine dayalı olarak değişmektedir. Bir karar verme analizi sürecinin sonucunda, alternatiflerin her biri ile ilişkili kriter öncelikleri ve veri değerlerinin bazı birleşimleri kullanılarak hesaplanan alternatifler üç farklı şekilde değerlendirilir. Belirli kriterlere göre değerlendirilen alternatifler seçilir, sıralanır veya sınıflandırılır (Taranu 2009). Seçim problemlerinde amaç, bir alternatif kümesinde en iyi alternatifi belirlemektir. Sıralama problemlerinde alternatifler en iyiden en kötüye doğru sıralanmaktadır. Sınıflama problemlerinde ise birbirine yakın özelliklere sahip alternatifler önceden tanımlanmış belirli kategorilere atanarak sınıflandırılmaktadır (Karabıçak vd. 2016).

Yetmişli yılların başında gelişmeye başlayan ve üstünlük yaklaşımına dayanan ÇKKV yöntemlerinin amacı, zıt kriterleri göz önünde bulunduran çok kriterli karar problemlerin çözümünde KV'ye yardımcı olmaktır. Karmaşık problemlerde karar verme sürecini kolaylaştıran ÇKKV yöntemlerinin hemen hemen hepsi ortak karakteristik özelliklere sahiptir. Bu karakteristik özellikler; 1) seçme, sıralama ve sınıflama için bir veya birden fazla alternatifin bulunması, 2) alternatiflerin değerlendirmesini kolaylaştıran çoklu kriterlerin olması, 3) çoğu zaman kriterlerin birbiriyle uyumsuzluk göstermelerinden dolayı kriterler arası zıtlığın olması, 4) her bir kriter farklı ölçüm birimlerine sahip olduğundan kıyaslanamayan birimlerin olması (örneğin kar ve zaman kriterleri farklı ölçüm birimlerine sahiptir), 5) kriterlerin göreceli önem ağırlıklarına sahip olması (bu kriterlerin toplam ağırlıkları 1'e eşittir ve genellikle KV tarafından belirlenir veya bazı ağırlık belirleme yöntemleri kullanılarak hesaplanır) ve 6) alternatiflerin kriterlere göre performans değerlerinin gösterildiği bir karar matrisinin elde edilmesidir (Öztel 2016: 7-10).

2.2.1. ÇKKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması

ÇKKV yöntemleri, karar verme sürecini kriterlere göre modelleme ve analiz etme sürecine dayanır. Bu yöntemlerin ortak amacı belirli kriterlere göre farklı alternatifleri kıyaslayacak farklı ağırlıktaki verilerin toplanmasıdır. KV ilk olarak amacını gerçekleştirmeye yönelik kriterleri belirlemekte ve daha sonra alternatifleri belirlenen bu kriterler ile uygunluğunu incelemektedir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemleri, Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) ve Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) olarak iki kategoride sınıflandırılmaktadır. ÇNKV yöntemleri, önceden belirlenmiş sınırlı sayıda alternatiflere sahiptir. Bu yöntemler alternatifler arasından en iyi alternatifin seçilmesi sürecini kapsamaktadır. En iyi alternatiflerin seçilme süreci, alternatiflerin var olan nitelikler ile karşılaştırması yapılarak gerçekleşmektedir. ÇAKV yöntemleri, en iyi alternatifi belirlemeyi amaçlayan sınırsız sayıdaki alternatifleri içeren amaç problemleri için kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde alternatiflerin sayısı önceden belirlenmemektedir. Alternatiflerin sayısının belirlenmediği bu durumlarda, problemin çözümünde optimizasyon tekniği çözüm yolu bulabilmektedir (Alpay 2010: 60-61).

ÇNKV yöntemleri seçme için, ÇAKV yöntemleri tasarım, yani sentez için kullanılmaktadır. ÇAKV problemlerinde karar uzayı sürekli, ÇNKV problemlerinde ise karar uzayı kesikli yani ayrıktır. Literatürde ÇKKV ve ÇNKV yöntemleri aynı sınıf olarak kabul edilmektedir. ÇKKV yöntemleri, kullanılan veri türüne göre deterministik ve olasılıklı (stokastik) ve bazı durumlarda bulanık ÇKKV yöntemleri olarak sınıflandırılırlar. Bir diğer sınıflandırma şekli de KV sayısına göre, tek KV veya grup KV şeklinde yapılan sınıflandırmalardır (Öznel, 2016: 7-10).

Bu çalışmada kriterlerin yapısından ve KV'nin değerlendirmesinden kaynaklanan belirsizlikleri göz önünde bulunduran, ÇKKV yöntemlerinden ELECTRE III ve ELECTRE TRI yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerde nihai karar, kriterler arası ve kriterler içi karşılaştırmalara dayanmaktadır. Kriterler arası karşılaştırmada, kriterler birbirleriyle kıyaslanarak kriterlerin önem dereceleri belirlenmektedir. Kriterler içi karşılaştırmada ise, belirli bir kriter esas alınarak, o kriterde daha cazip olan alternatif tespit edilmeye çalışılmaktadır (Yürekli 2008: 28-31).

Şekil 1'de ÇKKV yöntemlerinin bir sınıflandırılması gösterilmiştir (Yürekli, 2008: 28-31).

| Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri | | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Temel Yöntemler | Tek Sentezleme Kriter Yöntemleri | Sıralama Yöntemleri | Etkileşimli Yöntemler |
| 1. Baskınlık Yöntemi | 1.MAVT | 1. ELECTRE I, IS | 1. Hedef |
| 2. Yetinme Yöntemi | 2.MAUT | 2. ELECTRE II, III, IV | Programlama |
| 3. Leksikografik Yöntem | 3. UTA | 3. ELECTRE TRI | 2. STEM |
| 4. Ayrıştırıcı Yöntem | 4.AHP | 4. PROMETHEE I | 3. IMGF |
| 5. Bağlayıcı Yöntem | 5.SMART | 5. PROMETHEE II | 4. PRIAM |
| 6. Maksimaks | 6.TOPSIS | 6. MELCHIOR | |
| 7. Maksimin | 7.EVAMIX | 7. ORESTRE | |
| | 8.Fuzzy Max | 8. REGIME | |
| | 9.Fuzzy Wighted Sum. | 9. NAIADE | |

Şekil 1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması

Diğer ÇKKV yöntemlerinden bazıları da, Srinivasan ve Shocker Yöntemi (LINMAP=Linear Programming Techniques for Multi-dimensional Analysis of Preferences), Toplu Kriter Yöntemi, Değer Fonksiyonu Yöntemi (Value Function Methods), Sınırlanmış Amaçlar Yöntemi (Bounded Objectives Method), Ardışık

Sıralama Yöntemi, Hedefe Erişim Tekniği, Etkileşimli Hedef Programlama, STEUER Yöntemi, Yedek Değer İkame Yöntemi, Etkileşimli Uzlaşık, Programlama (ICP), Geoffrion, Dyer ve Feinberg (GDF) Yöntemi, Zionts-Wallenius Yöntemi, Basit Toplamalı Ağırlıklandırma, Ağırlıklı Çarpım Yöntemi, Analitik Şebeke Süreci (ANP), AHS Puanlama Yöntemi şeklinde sıralanabilir (Ersöz ve Kabak 2010).





3. BELİRLİLİK ORTAMINDA ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

3.1. ELECTRE Yöntemleri

ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) yöntemi, diğer karar verme yöntemlerindeki eksikliklerden dolayı, ilk kez Bernard Roy (1968) tarafından sorunların belirlenmesi ve kategorize edilmesi için ortaya atılmıştır. Bu yöntem, karar matrisinde bulunan bilgileri kullanarak her bir alternatifin ikili ilişkilerini kriterler bazında karşılaştıran ve bir üstünlük ilişkisine dayanan sistematik bir yaklaşımdır. ELECTRE yöntemi, çok kriterli karar verme analizinin bir ailesini temsil etmektedir. Aynı temel kavramlara dayanan ve aralarında çok küçük farklar bulunan ELECTRE ailesi (ELECTRE I, II, III, IV, IS ve TRI), hem işlevsel olarak hem de karar probleminin çeşidine göre farklılık göstermektedir (Roy 1991).

3.1.1. ELECTRE Ailesinin Gelişim Süreci

ELECTRE ailesi, zamanla ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda bir gelişim süreci izlemiştir. Bu gelişim süreci aşağıdaki gibi ilerlemiştir (Figueira vd. 2003):

1965’de Avrupa’da SEMA danışmanlık şirketi mühendisleri, gerçek yaşam problemi üzerinde karar verirken, yeni faaliyetlerin seçimi için MARSAN yönteminin bünyesinde bulunan ağırlıklı-toplam tabanlı tekniğin uygulamasında ciddi eksiklikler fark etmişlerdir. MARSAN yönteminin sınırlamalarının üstesinden gelmek amacıyla Bernard Roy’a başvurmuşlardır. Bernard Roy önerilen alternatifler kümesinden en iyi alternatifi seçmek için ELECTRE yöntemini önermiştir. Bu metot daha sonra ELECTRE I olarak adlandırılmıştır.

Altmışlı yılların sonlarında, bir reklam planının belirlenmesine ilişkin medya planlanması için “sürelî yayınların (gazete, dergi vb.) sıralanmasında yeterli bir sistem nasıl oluşturulur?” şeklinde bir karar verme problemi ortaya çıkmıştır. Böyle bir problemin çözüm süreci ELECTRE II’nin doğmasına neden olmuştur. Bu yöntem, alternatiflerin en iyiden en kötüye doğru sıralanmasını sağlamıştır.

Her zaman tam bilgiye ulaşılamadığından eksik bilgilerle ELECTRE yöntemi, ancak olasılık dağılımları ve beklenen fayda kriterlerinin kullanılmasıyla

dikkate alınabilmektedir. ELECTRE yönteminin bu eksikliğini giderebilmek için, yönteme eşik değerler katılarak eksik bilgilerden kaynaklanan belirsizlik, tutarsızlık ve kötü sonuçlarla başa çıkmak için yeni bir yöntem geliştirilmiştir. ELECTRE III olarak adlandırılan bu yeni yöntem eşik değerleri işleme katarak alternatifleri en iyiden en kötüye doğru sıralamaktadır. Bu yöntemde sözde- kriterler ve bulanık ikili üstünlük ilişkisi kullanılarak yeni fikirler ortaya çıkmıştır.

ELECTRE IV olarak adlandırılan bir diğer ELECTRE yöntemi, Paris metro ağı ile ilgili bir gerçek-yaşam problemiyle ortaya çıkmıştır. Bu yöntem, göreceli kriterlerin önem katsayılarını kullanmadan sıralama yapmaktadır. ELECTRE IV yöntemi, bu tür katsayıları kullanmayan tek ELECTRE yöntemidir. Bu yeni yöntem, bir üstünlük ilişkisi çerçevesi ile donatılmıştır.

Buraya kadar oluşturulan yöntemler, özellikle alternatifleri seçme ve sıralamada karar vermeye yardımcı olacak şekilde tasarlanmıştır. Daha sonraki yıllarda, önceden tanımlanmış ve düzenlenmiş kategoriler içinde alternatifleri sınıflamak için yeni bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntem karar ağacı tabanlı bir yaklaşım yöntemidir. Birkaç yıl sonra kredilerinin kabul edilmesi veya reddedilmesi problemi ile karşı karşıya kalan büyük bir bankacılık şirketine yardımcı olmak amacıyla özel bir yöntem olan ELECTRE A yöntemi geliştirilmiş ve bu yöntem faaliyette olan 10 sektöre uygulanmıştır.

En son olarak bir sınıflama yöntemi olan ELECTRE TRI yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem alternatifleri önceden tanımlanmış kategorilere atayarak sınıflandırmaktadır. ELECTRE TRI yöntemi bütün ELECTRE ailesinin önceki çalışmalarına dayanmaktadır. Bu yeni yöntemin, diğerlerine göre hem basit hem de daha genel olduğu savunulmuştur.

ELECTRE yöntemleri, üstünlük ilişkisini kullanarak göz önünde bulundurulmuş problemin durumuna göre alternatiflerin seçilmesini, sıralanmasını veya sınıflanmasını sağlamaktadır. Nepomuceno ve Costa (2015) yeni geliştirilen ELECTRE yöntemlerini de dikkate alarak bu problemleri aşağıdaki gibi gruplandırmıştır:

Seçme Problemi: Bu problem için, ELECTRE I ve ELECTRE IS yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler, bir alternatif kümesinde bir tek alternatifin seçilmesine yardımcı olmaktadır.

Sıralama Problemi: Bu problem için, ELECTRE II, ELECTRE III ve ELECTRE IV yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler, alternatiflerin en iyiden en kötüye sıralanmasına yardımcı olmaktadır.

Sınıflama Problemi: Bu problem için, ELECTRE TRI, ELECTRE TRI-C ve ELECTRE TRI-nC yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler, önceden tanımlanmış kategorilerin bir kümesine her bir alternatifin atanmasını sağlamaktadır. Her bir kategori, ardışık iki kategorinin sınırını gösteren alt ve üst profilleri tarafından sınırlanmıştır. Atama işlemi kategorilerin sınırlarını gösteren bu profil değerleri ile her bir alternatiflerin karşılaştırılması sonucunda elde edilmiştir

ELECTRE yönteminde seçme, sıralama ve sınıflama problemleri üstünlük ilişkisi kurularak çözülmektedir. ELECTRE yönteminin önemli kavramlardan biri olan üstünlük ilişkisi aşağıda açıklanmıştır (Roy 1991):

3.1.2. ELECTRE Yönteminde Üstünlük İlişkisinin Kurulması

Üstünlük yaklaşımı çeşitli somut problemler ile karşılaşılan zorluklardan dolayı ortaya çıkmıştır. Üstünlük yaklaşımının ne olduğunu ve gerçek dünya problemlerinin hangi türüne değindiğini anlamak için ilk olarak bazı temel kavramları belirtmek gerekmektedir.

Bir karar problemi, objektif olarak tanımlanan alternatiflerin bir kümesini ve sübjektif olarak tanımlanan kriterlerin bir kümesini içerecek şekilde tasarlanmıştır. Bu durumda $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ alternatiflerin bir kümesini ve $G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$ karar probleminin belli özelliklerine göre bir KV'nin tercihlerini yansıtan g_j kriterlerin bir kümesini temsil etmektedir. Ayrıca $g_j(a)$ ifadesi, a alternatifinin j . kritere göre performansını göstermektedir. $g_j(a)$ değeri niteliksel değerlendirmeyi yansıtsa bile bir reel değeri göstermektedir. Bu reel değer tutarsızlık, belirsizlik ve yanlış belirlenmiş kaynakların analizine dayanan sabit olmayan veya tam olarak bilinmeyen bir değerdir.

Bir j . kriteri ve $\forall a, b \in A$ için $g_j(a) \geq g_j(b)$ ise “ a alternatifi en az b alternatifi kadar iyidir” denir.

Bir k kriterinin önemi göz önünde bulundurulursa;

$\forall j \neq k$ için $g_k(a) \neq g_k(b)$ olsa bile, eğer $g_j(a) = g_j(b)$ ise “ a alternatifi b ’den farksızdır” denir.

$\forall j \neq k$ için sadece $g_k(a) - g_k(b)$ farkı yeterince anlamlı ve $g_j(a) = g_j(b)$ ise bu durumda “ a alternatifi, b ’ye güçlü tercih edilir” denir.

$g_j(a)$ ve $g_j(b)$ performanslarına sahip a ve b alternatifleri karşılaştırılsın. Karar sürecinde yer alan KV’ler aynı yargıya sahip olmadığından tercihlerin kapsamlı modeli aşağıdaki üç durumdan ikisi arasındaki tereddütleri göz önünde bulundurmaktadır:

aIb : a , b ’den farksızdır,

aPb : a , b ’ye kuvvetli tercih edilir,

bPa : b , a ’ya kuvvetli tercih edilir.

Farksızlık ve tercih arasındaki tereddütü gösteren durumlar aşağıdaki şekilde belirtilmiştir;

Zayıf Tercih İlişkisi (W):

aWb : Eğer tereddüt aIb ve aPb arasında ise a , b ’ye zayıf tercih edilir (bPa olmadığından emin).

bWa : Eğer tereddüt aIb ve bPa arasında ise b , a ’ya zayıf tercih edilir (aPb olmadığından emin).

Karşılaştırılmazlık İlişkisi (R):

aRb : Eğer tereddüt aPb ve bPa olmasını ele alıyorsa a ve b karşılaştırılmazdır.

ELECTRE yöntemlerinde tercihler, bir S ikili üstünlük ilişkisi kullanılarak modellenmiştir. S üstünlük ilişkisi, “en azından o kadar iyi”, “daha kötüsü değil” anlamına gelmektedir. Eğer j . kritere göre a ve b gibi iki alternatifin $g_j(a)$ ve $g_j(b)$ performans değerleri, “ a , en az b kadar iyidir” ifadesini göz önünde bulunduracak şekilde yeterince güçlü bir argüman sağarlarsa, bu durumda aSb iddiası kabul edilmektedir. S üstünlük ilişkisinin, aSa olacak şekilde $\forall a \in A$ için yansıma özelliği vardır. Fakat S 'nin bir geçişme ikili ilişki olması gerekmemektedir, yani aSb ve bSc iken aSc olması gerekmemektedir.

aSb iddiasını doğrulamak için sağlanması gereken koşulların biçimsel anlatımı ve niteliği bir çok faktör tarafından etkilenebilir. En önemli olanları;

*F kriter kümesinde dikkate alınan kriterlerin önem derecesi,

*Kullanılan kavramların temel niteliği; uyumluluk, uyumsuzluk, değişim oranı, tercih yoğunluğu, vb.,

*Gerekli bilgilerin kriterler arası niteliği,

*Gerekli argümanların gücü (aSb iddiasını doğrulamak için düşünülebilen güçlü argüman, “ a , b 'den üstündür” ifadesidir).

a ve b gibi iki alternatif göz önünde bulundurulursa, S üstünlük ilişkisi için aşağıdaki dört durum ortaya çıkmaktadır (Figueira vd. 2003):

aSb ve $\neg bSa$ ise a , b 'ye güçlü tercih edilir (aPb).

bSa ve $\neg aSb$ ise b , a 'ya güçlü tercih edilir (bPa).

aSb ve bSa ise a , b 'den farksızdır (aIb).

$\neg aSb$ ve $\neg bSa$ ise a , b ile karşılaştırılmazdır (aRb).

(\neg sembolü “değil” anlamına gelmektedir, örneğin $\neg bSa$ ise “ b , a 'dan üstün değildir” anlamına gelir)

Bu ikili üstünlük ilişkisinde, P tercihi, I farksızlık ilişkisini ve R 'de ikili ilişkilerin karşılaştırılmazlığını göstermektedir. R karşılaştırılmazlık ilişkisi,

KV'nin iki alternatifin karşılaştırmasının mümkün olmayan durumlarını açıklamaktadır. Burada I farksızlık ve R karşılaştırılamazlık ilişkisi simetrik ve geçişlidir, P tercih ilişkisi ise ne simetrik ne de geçişlidir (Damaskos ve Kalfakakou 2005).

3.2. ELECTRE III Yöntemi

Roy ve Bouyssou (1986) tarafından önerilen ELECTRE III yöntemi, ELECTRE II yöntemini geliştirmek ve kriterlerdeki eksik, belirsiz, tutarsız ve kötü belirlenmiş bilgiler ile başa çıkmak için tasarlanmış çok kriterli bir karar verme yöntemidir. ELECTRE III yöntemi, gerçek kriterler yerine sözde kriterler (pseudo-criteria) kullanan ve telafi edici olmayan bir sıralama yöntemidir.

ELECTRE III yönteminin diğer ELECTRE yöntemlerinden temel farkı eşik değerler içermesidir. Eşik değer, KV'nin tercihlerini her bir kriter düzeyinde modellemek amacıyla performans değerlendirmesindeki tutarsızlığı, belirsizliği ve kararsızlığı hesaba katmaktadır. Yöntem, gerçek kriterler yerine sözde kriterleri ele almıştır. Gerçek kriterler, eşik değerler içermeyen kriterlerin geleneksel formudur. Bu kriterlerde bir alternatifin diğerine tercih edilebilirliğini belirlemek için alternatiflerin performans değerleri arasındaki farkına bakmak yeterli olacaktır, yani daha büyük değerler daha küçük değerlere tercih edilmektedirler. Sözde kriterler, q farksızlık eşiği ve p tercih eşiği gibi iki ayırım eşiğini işleme katarak karar verme yapısına bulanıklığı dahil etmiştir (Giannoulis ve Ishizaka 2010).

3.2.1. Tercih İlişkisi

Klasik karar verme modellerinde kullanılan gerçek kriterlerde, bir j kriteri için a ve b alternatifleri arasındaki ikili tercih ilişkisi,

alb : Eğer a ve b alternatiflerinin performans değerleri eşit ise, yani $g_j(a) = g_j(b)$ ise, a ve b farksızdır,

aPb : Eğer a ve b alternatiflerinin performans değerleri eşit değilse, yani $g_j(a) > g_j(b)$ (veya $g_j(a) < g_j(b)$) ise, a , b 'ye (veya b , a 'ya) tercih edilir,

şeklinde ifade edilmektedir (Roy vd. 1992).

q_j ve p_j gibi iki ayrım eşliğinin yönteme dahil edilmesi ile birlikte her bir g_j kriteri bir sözde kriter oluşturmaktadır (Hokkanen ve Salminen 1997). Bu sözde kriter kavramına belirsizliğin bir alt sınırını belirleyen q_j farksızlık eşiği getirilerek a ve b alternatifleri arasındaki ikili tercih ilişki aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Roy vd. 1992):

aIb : Eğer $|g_j(a) - g_j(b)| \leq q_j$ ise a ve b farksızdır.

aPb : Eğer $g_j(a) - g_j(b) \geq q_j$ ise a , b 'ye tercih edilir.

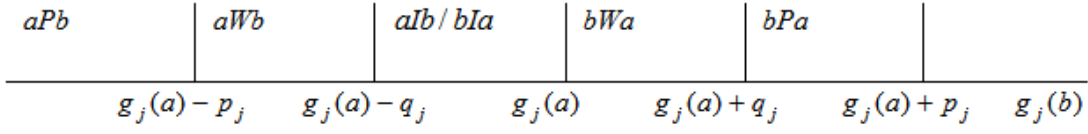
KV'nin farksızlıktan güçlü tercihe ani bir değişimini önlemek için farksızlık ve güçlü tercih arasında belli bir tereddütü temsil eden iki ara bölge tanımlanmıştır. Zayıf tercih olarak adlandırılan bu ara bölge bir p_j tercih eşiği getirilerek aşağıdaki gibi modellenmiştir (Roy vd. 1992):

aWb : Eğer $q_j < g_j(a) - g_j(b) < p_j$ ise a , b 'ye zayıf tercih edilir.

aPb : Eğer $g_j(a) - g_j(b) \geq p_j$ ise a , b 'ye güçlü tercih edilir.

Bazı alternatifler birbirlerinden oldukça farklı olduğundan KV bu alternatifleri karşılaştıramayabilir. ELECTRE III yöntemi böyle bir olasılığı göz önünde bulundurarak, iki alternatifin karşılaştırılmaz oluşunu ifade eden karşılaştırılmazlık ilişkisine de izin vermektedir. Bir tereddütü gösteren bu karşılaştırılmazlık ilişkisi aPb ve bPa olması durumlarında meydana gelmekte ve aRb şeklinde gösterilmektedir.

Yukarıda anlatılan alternatifler arasındaki ikili tercih ilişkisi Şekil 2'de özetlenmiştir (burada eşikler, $g_j(a)$ 'dan bağımsızdır); P güçlü tercih; W zayıf tercih; I farksızlık (Roy vd. 1992):



Şekil 2. Sözde Kriter ile Modellenen Tercih Durumları

3.2.2. Sıralama İşlemleri

ELECTRE III yöntemi ile sıralama, üç aşamada gerçekleşmektedir.

- 1) Hazırlık aşaması
- 2) Üstünlük ilişkisinin kurulması ve güvenilirliğinin ölçülmesi
- 3) Distilasyon yöntemi ile alternatiflerin sıralanması

3.2.2.1. Hazırlık Aşaması

İlk olarak kriterlerin bir $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ kümesi ve bu kriterlere göre değerlendirilen alternatiflerin bir $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ kümesi belirlenir. Her bir a alternatifinin bir g_j kriterine göre performans değeri $g_j(a)$ ifadesi ile gösterilir. Daha sonra her bir kriterin göreceli ağırlıkları ve eşik değerleri tespit edilir. Eşik değerler ve kriter ağırlıkları KV tarafından belirlenen subjektif değerlerdir.

ELECTRE III yönteminde ikili karşılaştırma, alternatiflerin performans farklarına göre yapılır. İki alternatif arasındaki performans farkı KV'nin algısına bağlı olarak değişebilir. Farklı yargılara sahip olan KV'lerden biri için belirleyici olmayan bir fark, bir başkası için belirleyici olabilir. Bu durumda performans farklarının doğru bir şekilde ölçülmesi için kriter içi bilgileri oluşturan farksızlık ve tercih eşiklerinin belirlenmesi gerekmektedir (Roy 1991). Bu eşik değerler alternatiflerin performans değerleri arasındaki farklara ilişkin hata, belirsizlik veya tutarsızlık olarak ifade edilen sınır değerlerdir. Farksızlık eşiği belirli bir kriterle ilişkin minimum belirsizlik payı (belirsizliğin alt sınırı) ve tercih eşiği de söz konusu kriterle ilişkin maksimum hata payı (belirsizliğin üst sınırı) olarak yorumlanmıştır. $q_j(g_j(a))$ farksızlık eşiği, KV'nin bir kriterde iki alternatiften birinin diğerine ayırt edilebilir olduğunu düşündüğü en küçük fark olarak tanımlanmaktadır. Bir başka

ifadeyle iki alternatif arasındaki farksızlığı koruyan, KV tarafından ihmal edildiği düşünülen en büyük fark olarak da yorumlanabilir. Bu sınır değer altında kalan performans farkları iki alternatif arasında bir farkın olmadığını göstermektedir. $p_j(g_j(a))$ tercih eşiği, KV'nin bir kriterde iki alternatiften birini diğerine açıkça tercih edebileceğini algıladığı en küçük fark olarak tanımlanmaktadır. Bu sınır değer üstünde kalan performans farkları bir alternatifi diğerine kesin olarak tercih edebileceğini göstermektedir. İki alternatif arasındaki fark farksızlık ve tercih eşiği arasında kalırsa, performans değeri büyük olan alternatifin küçük olan alternatifte zayıf tercih edileceği anlamına gelmektedir. (Rogers ve Bruen 1998a);(Rogers ve Bruen 1998b).

Kriterler arası bilgi iki çeşit veride sentezlenmiştir. Her bir g_j kriterinin önem derecesini gösteren bu veriler KV tarafından seçilen $v_j(g_j(a))$ veto eşiği ve w_j önem katsayılarıdır. Veto eşiği, bir kriterde iki alternatifin performans değerleri arasındaki farkın çok büyük olmasını engellemek amacıyla modele dahil edilmiş bir sınır değerdir. Bu sınır değer bir alternatifin diğerinden üstünlüğünü engelleyen, iki alternatifin performans değerleri arasında kabul edilemeyecek kadar büyük olan farkı temsil etmektedir (Roy ve Bouyssou 1986). Başka bir ifadeyle veto eşiği, tek bir kriter için bir alternatifi diğerinden üstün yapacağına inanılan fark olarak tanımlanabilmektedir. Bir a alternatifinin üstünlüğü, tüm kriterlerin toplamında b alternatifinden iyi çıksa bile, tek bir kriter için b 'nin a 'dan farkı kabul edilemez veto eşiğinden büyük çıkarsa, b alternatifi a 'nın üstünlüğünü reddetmektedir. Bu durum, b alternatifinin a alternatifinden üstün olduğunu göstermektedir (Rogers ve Bruen 1998a).

p_j tercih eşiği, q_j farksızlık eşiğinden önemli ölçüde daha büyük bir değer olarak alınırken, v_j veto eşiği de p_j tercih eşiğinden belirgin bir şekilde daha büyük bir değer olarak alınmaktadır. v_j , p_j 'ye ne kadar yakın olursa, kriter değerlendirme farkına o kadar düşük veto uygulanmaktadır. Bu nedenle daha az önemli kriterlerde v_j 'nin değeri, p_j 'ye göre daha büyük bir değer olarak alınırken, daha önemli

kriterlerde p_j 'ye daha yakın değerler alınmaktadır. Bu durumda bir a alternatifinin bir g_j kriterine göre farksızlık, tercih ve veto eşikleri arasındaki ilişki $v_j(g_j(a)) > p_j(g_j(a)) > q_j(g_j(a)) \geq 0$ şeklinde ifade edilmektedir (Rogers ve Bruen 1998a).

Roy (1991) çalışmasında, her bir kriterin göreceli önemini gösteren w_j önem katsayısını, bir oylama prosedüründe g_j kriterini destekleyen temsilcilerin sayısı olarak değerlendirmiştir. Oylama gücünü temsil eden w_j her bir kritere verilen göreceli değeri yansıtmaktadır.

Eşik değerler ve kriterlerin önem katsayıları kriterleri KV tarafından belirlenen keyfi değerler olduğundan bu değerlere kesin bir nümerik değer vermek çok zordur.

Performanslar arasındaki farkların doğru bir şekilde yorumlanabilmesi için getirilen farksızlık ve tercih eşiklerinin doğru bir şekilde tespit edebilmesi için Roy (1991), Roy vd. (1992) tutarsız, belirsiz ve yanlış belirlenmiş kriterlerin ana kaynaklarının analizini önermiştir. Genel olarak eşik değerler aşağıdaki gibi belirlenmektedir:

1. Eşik değerler her bir g_j kriteri için bir a alternatifinin $g_j(a)$ performans değerinden bağımsız birer sabit olabilirler; $q_j = \alpha_j$, $p_j = \alpha'_j$.
2. Her bir g_j kriteri için karşılaştırılan bir a alternatifinin $g_j(a)$ performans değeri ile orantılı olabilirler; $q_j = \beta_j g_j(a)$, $p_j = \beta'_j g_j(a)$.
3. Yukarıda verilen iki durumun birleşiminden oluşan birer fonksiyon olabilirler; $q_j = \alpha_j + \beta_j g_j(a)$, $p_j = \alpha'_j + \beta'_j g_j(a)$.

3.2.2.2. Üstünlük İlişkisinin Kurulması ve Güvenirliğin Ölçülmesi

ELECTRE III yönteminde üstünlük ilişkisi, farksızlık ve tercih eşikleri göz önünde bulundurularak bir bulanık (fuzzy) ikili üstünlük ilişkisine dayanmaktadır. Her bir kriter için alternatiflerin bir ikili üstünlük ilişkisi S ile tanımlanmaktadır.

(a, b) alternatif ikilileri için bir aSb üstünlük ilişkisi, “ a , en az b kadar iyidir” veya “ a , b ’den üstündür” iddiasının güvenilirliğini değerlendirmek için kullanılmaktadır (Roy ve Bouyssou 1986).

Farklı kriterler açısından a ve b gibi iki alternatif değerlendirildiğinde aSb veya bSa iddiaları kabul edilebilir veya reddedilebilir, veya belirsizlik durumunda bir güvenilirlik ölçeği ile değerlendirilebilir. Bu iki durumdan birinin kabulü veya reddi diğerinin kabulü veya reddi ile ilgili herhangi bir bilgi vermez. Ayrıca S üstünlük ilişki telafi edici değildir, yani kriterlerden birinin çok kötü bir puanı diğer kriterler üzerinde iyi puanları ile telafi edilemezdir (Roy ve Bouyssou 1986).

Roy, ELECTRE III yönteminde, iki alternatifin bir S üstünlük ilişkisini uyumluluk ve uyumsuzluk adında iki farklı indeks yardımıyla hesaplamıştır. Ayrıca bu S üstünlük ilişkisinin güvenilirlik derecesini tespit etmek için, uyumluluk ve uyumsuzluk indekslerini birleştirerek bir güvenilirlik indeksi elde etmiştir. Bu kavramlar aşağıda açıklanmıştır (Roy 1991):

Uyumlu kriter:

Herhangi bir g_j kriterinin aSb iddiası ile uyumlu olması için gerek ve yeter şart $aS_j b$ olması gerekmektedir. Burada S_j , g_j kriterine göre a alternatifinin b ’den üstün olma durumunu göstermektedir.

$$aS_j b \Leftrightarrow g_j(a) \geq g_j(b) - q_j$$

aSb iddiası ile uyumlu olan G ’nin tüm kriterlerinin alt kümesine, uyumlu koalisyon denir ve $C(aSb)$ ile gösterilir.

Uyumsuz kriter:

Herhangi bir g_j kriterinin aSb iddiası ile uyumsuz olması için gerek ve yeter şart $bP_j a$ olması gerekmektedir. Burada P_j , g_j kriterine göre b alternatifinin a ’ya güçlü tercih durumunu göstermektedir.

$$bP_j a \Leftrightarrow g_j(b) \geq g_j(a) + p_j$$

aSb iddiası ile uyumsuz olan G 'nin tüm kriterlerinin alt kümesine uyumsuz koalisyonu denir ve bPa iddiasıyla uyumlu koalisyon olarak görülebileceği için $C(bPa)$ ile gösterilir.

Yukardaki tanımlardan,

$C(aSb) \cap C(bPa) = \phi$ ve $C(aSb) \cup C(bPa) \subset G$ ifadeleri elde edilir.

Ayrıca G kriterler kümesinde, aSb iddiası ile ne uyumlu ne de uyumsuz olan en az bir kriter bulunabilir;

$$g_j(b) - p_j < g_j(a) < g_j(b) - q_j, \quad (p_j > q_j)$$

Bu son durumu sağlayan G 'nin tüm kriterlerinin alt kümesi bir tereddütü ifade etmektedir. Zayıf tercih olarak değerlendirilen bu durum $C(bWa)$ ile gösterilir ve $C(aSb) \cup C(bPa) \neq G$ şeklinde ifade edilir.

Sonuç olarak;

$$g_j \in C(bW_j a) \Leftrightarrow bW_j a$$

olmaktadır. Burada W_j , g_j kriterine göre b alternatifinin a 'ya zayıf tercih durumunu göstermektedir.

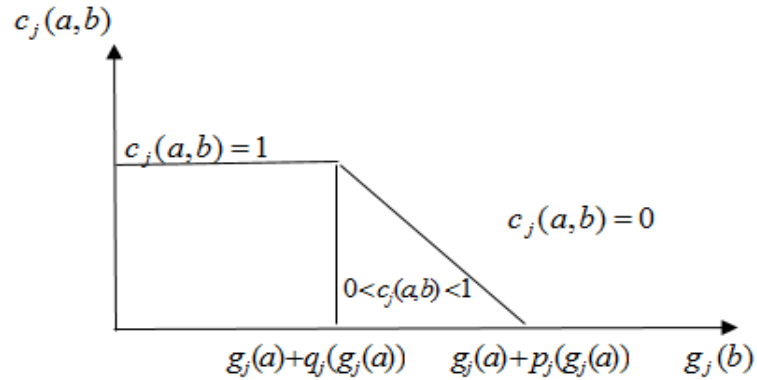
Uyumluluk İndeksi

Uyumluluk indeksi, kriterlerin göreceli ağırlıkları göz önünde bulundurularak bu kriterlerin büyük bir çoğunluğun “ a , en az b kadar iyidir (aSb)” iddiası ile uyumluluğunu incelemektedir. $C(a,b)$ ile gösterilen bu indeks, aSb iddiasının lehine olan pozitif argümanların gücünü karakterize etmektedir. $C(a,b)$, 0 ve 1 arasında değişen bulanık bir değerdir ($0 \leq C(a,b) \leq 1$). $C(a,b) = 1$ olması iddianın tamamen doğru olduğunu, yani tüm kriterler içinde a alternatifinin b alternatiflerinden daha iyi olduğunu veya farksız olduğunu göstermektedir. $C(a,b) = 0$ olması iddianın tamamen yanlış olduğunu, yani tüm kriterler için a alternatifinin b alternatiflerinden daha kötü olduğunu göstermektedir. Bir başka ifadeyle aSb iddiasının lehine argümanların yetersiz olduğunu ve böylece b 'nin a

'ya tercih edileceğini veya kıyaslanamayacağını göstermektedir. Her bir g_j kriteri için bir $c_j(a,b)$ kısmi uyumluluk indeksi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$c_j(a,b) = \begin{cases} 1, & g_j(a) + q_j(g_j(a)) \geq g_j(b) \text{ ise;} \\ 0, & g_j(a) + p_j(g_j(a)) \leq g_j(b) \text{ ise;} \\ \frac{g_j(a) - g_j(b) + p_j(g_j(a))}{p_j(g_j(a)) - q_j(g_j(a))}, & g_j(a) + q_j(g_j(a)) < g_j(b) < g_j(a) + p_j(g_j(a)) \text{ ise;} \end{cases} \quad (3.2.1)$$

Burada $g_j(a)$ ve $g_j(b)$, a ve b alternatiflerinin g_j kriterine göre performans değerlerini, $p_j(g_j(a))$ ve $q_j(g_j(a))$ ise g_j kriteri için tercih ve farksızlık eşiklerini göstermektedir. $g_j(a) + q_j(g_j(a)) \geq g_j(b)$, a alternatifinin $q_j(g_j(a))$ farksızlık eşiği kadar b 'den daha iyi olduğu, yani b alternatifinin tercih edilmeyeceği, $g_j(a) + p_j(g_j(a)) \leq g_j(b)$, a alternatifinin $p_j(g_j(a))$ tercih eşiği kadar b 'den daha iyi olmadığı, yani b alternatifinin tercih edileceği anlamına gelmektedir. Bu uyumluluk indeksi Şekil 3'de gösterilmiştir:



Şekil 3. a ve b alternatifleri arasındaki uyumluluk indeksi.

Şekil 3'deki birinci bölge, a alternatifinin b alternatifinden farksız olduğunu gösteren bölgedir, yani " a , en az b kadar iyidir" iddiası ile uyumludur;

$$g_j(a) + q_j(g_j(a)) \geq g_j(b) \text{ ise } c_j(a,b) = 1.$$

İkinci bölge, b alternatifinin a alternatifine zayıf tercih edildiğini gösteren bölgedir, yani " a , en az b kadar iyidir" iddiası ile kısmi uyumludur;

$$g_j(a) + q_j(g_j(a)) < g_j(b) < g_j(a) + p_j(g_j(a)) \text{ ise} \\ 0 < c_j(a,b) < 1.$$

Üçüncü bölge, b alternatifinin a alternatifine güçlü tercih edildiğini gösteren bölgedir, yani “ a , en az b kadar iyidir” iddiası ile uyumlu değildir;

$$g_j(a) + p_j(g_j(a)) \leq g_j(b) \text{ ise } c_j(a,b) = 0$$

Genel uyumluluğun hesaplanabilmesi için her bir g_j kriterine bir w_j göreceli önem ağırlığı atanmalıdır. Bu durumda (3.2.1)’den faydalanarak genel uyumluluk indeksi $C(a,b)$ aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$C(a,b) = \frac{1}{w} \sum_{j=1}^n w_j c_j(a,b) , \quad w = \sum_{j=1}^n w_j , \quad 0 \leq C(a,b) \leq 1 \quad (3.2.2)$$

Eğer $C(bPa) = G$ ise $C(a,b) = 0$,

Eğer $C(aSb) = G$ ise $C(a,b) = 1$.

Uyumsuzluk İndeksi

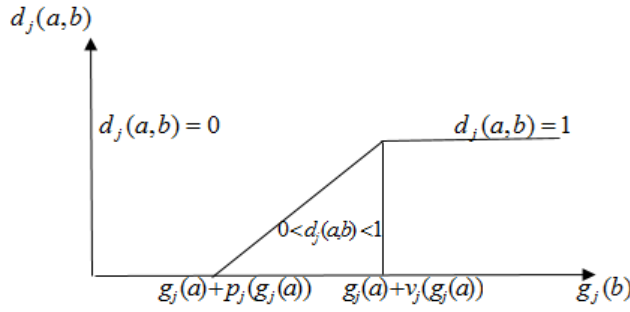
Uyumsuzluk indeksi, a alternatifinin b alternatifinden üstün olma hipotezine karşı kurulmuştur. Bu indeks “ a , en az b kadar iyidir” iddiası ile uyumlu olmayan azınlık kriterlerini, bir v_j veto eşiğini işleme katarak incelemektedir. Bu kriterler a alternatifinin b alternatifinden üstünlüğünün güvenilirliğini azaltmaktadırlar. Uyumun güvenilirliğinin azalması, yani $C(a,b)$ değerinin azalması veto etkisini güçlendirmektedir.

Diğer kriterlerdeki değerlendirmeler dikkate alınmadan, herhangi bir g_j kriteri için a ve b gibi iki alternatifin performans farkları, yani $g_j(b) - g_j(a)$ değeri, $v_j(g_j(a))$ veto eşiğinden büyük çıkarsa aSb iddiası reddedilmektedir. $v_j(g_j(a))$ veto eşiği, söz konusu iddiaya karşı olan g_j kriterinin gücünü veren uyumsuzluğun minimum değeridir. Bu kriterin gücü, iddianın kabulü ile az ya da çok uyumlu olabilir. $[p_j, v_j]$ aralığında $g_j(b) - g_j(a)$ farkının durumuna göre, aSb iddiasına

karşı muhalefetin gücü 0'dan 1'e doğru değişmektedir. Her bir g_j kriteri için bir $d_j(a,b)$ uyumsuzluk indeksi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$d_j(a,b) = \begin{cases} 0, & g_j(a) + p_j(g_j(a)) \geq g_j(b) \text{ ise;} \\ 1, & g_j(a) + v_j(g_j(a)) \leq g_j(b) \text{ ise;} \\ \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j(g_j(a))}{v_j(g_j(a)) - p_j(g_j(a))}, & g_j(a) + p_j(g_j(a)) < g_j(b) < g_j(a) + v_j(g_j(a)) \text{ ise;} \end{cases} \quad (3.2.3)$$

$d_j(a,b) = 0$ olması, b alternatifinin tercih edilmeyeceğini, yani b alternatifinin a alternatifinden üstün olmadığını ve $d_j(a,b) = 1$ olması b alternatifinin tercih edileceğini göstermektedir. Bu uyumsuzluk indeksi Şekil 4'de gösterilmiştir:



Şekil 4. a ve b alternatifleri arasındaki uyumsuzluk indeksi.

Şekil 4'deki birinci bölge, b alternatifinin a alternatifine zayıf tercih edildiği bölgedir, yani “ a , en az b kadar iyidir” iddiası ile uyumsuz değildir;

$$g_j(a) + p_j(g_j(a)) \geq g_j(b) \text{ ise } d_j(a,b) = 0.$$

Şekildeki ikinci bölge, b alternatifinin a alternatifine güçlü tercih edildiğini gösteren bölgedir, yani “ a , en az b kadar iyidir” iddiası ile zayıf uyumsuzdur;

$$g_j(a) + p_j(g_j(a)) < g_j(b) < g_j(a) + v_j(g_j(a)) \text{ ise } 0 < d_j(a,b) < 1.$$

Üçüncü bölge, a ve b alternatifi arasındaki farkın veto eşliğini aştığını gösteren bölgedir, yani “ a , en az b kadar iyidir” iddiası ile tamamen uyumsuzdur;

$$g_j(a) + p_j(g_j(a)) \leq g_j(b) \text{ ise } d_j(a,b) = 1.$$

Güvenirlilik İndeksi

Güvenirlilik indeksi, “ a , en az b kadar iyidir” iddiasının gücünün bir güvenirlilik derecesini tespit etmek için, uyum ve uyumsuzluk indeksleri birleştirilerek bir güvenirlilik matrisi oluşturmaktadır. Bu indeks, üstünlük ilişkisini zayıflatan $d_j(a,b)$ uyumsuzluk indeksini işleme katarak, $C(a,b)$ genel uyum indeksine müdahale etmektedir. aSb üstünlüğünün güvenirlilik derecesi olarak adlandırılan $\sigma(a,b)$, aSb iddiasının doğrulanmasına izin veren ve $[0,1]$ aralığında değişen bir bulanık reel sayı değeridir. Bu değer 0.5’e yakın olması doğrulamanın bozulmasını göstermektedir (Roy vd. 1992). (3.2.2) ve (3.2.3)’den faydalanarak $\sigma(a,b)$ güvenirlilik indeksinin derecesi aşağıdaki gibi belirlenmektedir:

$$\sigma(a,b) = \begin{cases} C(a,b) & \forall j \text{ için } d_j(a,b) \leq C(a,b) \text{ ise;} \\ C(a,b) \cdot \prod_{j \in J(a,b)} \frac{1-d_j(a,b)}{1-C(a,b)} & \exists j \text{ için } d_j(a,b) > C(a,b) \text{ ise;} \end{cases} \quad (3.2.4)$$

Burada $J(a,b)$, uyumsuzluk değerinin uyumluluk değerinden büyük olduğu kriterlerin bir kümesini göstermektedir; $J(a,b) = \{j \in J : d_j(a,b) > C(a,b)\}$. Tüm kriterlerde uyumsuzluk değerinin uyumluluk değerine eşit veya küçük olması uyumsuz kriterlerin olmadığını ve aSb iddiasının iyi kurulduğunu ifade etmektedir. Bu durumda güvenirlilik değeri uyumluluk değerine eşit olmaktadır; $\sigma(a,b) = C(a,b)$. Bir veya birden fazla uyumsuz kriterin varlığında $d_j(a,b) > C(a,b)$ olması güvenirliliğin azaldığını göstermektedir. Bu azalma $d_j(a,b)$ değerinin 1’e yaklaşmasıyla daha da büyümektedir. Veto etkisi ile uyumlu olarak, en az bir kriter için $d_j(a,b) = 1$ ise aSb iddiası güvenirliliğe sahip değildir ve $\sigma(a,b) = 0$ olmaktadır (Roy 1991).

3.2.2.3. Distilasyon Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması

ELECTRE III yöntemi farksız ve karşılaştırılmayan alternatifleri de içerdiğinden tam bir sıralama oluşturmaz. Bu yöntem tüm alternatiflerin tam

sıralanmaması anlamında bulanık üstünlük ilişkisinden türetilen bir kısmi ön sıralama oluşturmaktadır. ELECTRE III yönteminde sıralama, eşitlik (3.2.4)'de hesaplanan $\sigma(a,b)$ güvenilirlik matrisinin değerlerinden faydalanılarak, distilasyon (damıtma) süreci adı verilen bir tekniğin kullanılmasıyla iki kısmi ön sıralamadan elde edilmektedir. Bulanık üstünlük ilişkisinin iki kısmi ön sıralamasından biri, alternatifleri en iyiden en kötüye doğru sıralayan azalan distilasyon süreciyle, diğeri ise alternatifleri en kötüden en iyiye doğru sıralayan artan distilasyon süreciyle elde edilmektedir. Elde edilen bu iki ön sıralamanın kesişimi ile bir kısmi final sıralama elde edilmiştir (Roy vd. 1992).

İki farklı distilasyon süreciyle elde edilen alternatiflerin sıralama algoritması, aşağıdaki prosedürler kullanılarak hesaplanmıştır (Tam, 2003):

Sıralama Algoritması

1. İlk olarak her bir (a,b) alternatif çifti için, $\sigma(a,b)$ güvenilirlik matrisinin maksimum değeri belirlenir. Bu değer;

$$\forall a,b \in A \text{ için } \lambda_0 = \max\{\sigma(a,b)\} \quad (3.2.5)$$

şeklinde ifade edilir.

2. Eşitlik (3.2.5)'deki λ_0 değerine yeterince yakın olan, $\sigma(a,b)$ güvenilirlik matrisinin bir λ_1 ayırıştırma düzeyini belirlemek için $s(\lambda_0)$ ayırıştırma eşiği, $s(\lambda_0) = \alpha + \beta\lambda_0$ şeklinde hesaplanır. Burada α ve β değerleri ampirik değerler olup genellikle $\alpha = 0.3$, $\beta = -0.15$ olarak alınmaktadır.

3. Bir distilasyon matrisini oluşturmak için gerekli olan λ_1 ayırıştırma düzeyi, ayırıştırma düzeyi üst sınırından küçük en büyük güvenilirlik değeri olarak belirlenir. Ayırıştırma düzeyi üst sınırı, güvenilirlik matrisinin maksimum üstünlük seviyesi λ_0 değeri ile $s(\lambda_0)$ ayırıştırma eşiği farkına denir ($\lambda_0 - s(\lambda_0)$).

$$\lambda_1 = \max_{\sigma(a,b) < \lambda_0 - s(\lambda_0)} \sigma(a,b) \quad (3.2.6)$$

5. Eşitlik (3.2.6)'daki λ_1 ayırıştırma düzeyine göre oluşturulan bir T distilasyon matrisinde, güvenilirlik matrisindeki bir (a,b) alternatif çifti için aşağıdaki durumlar sağlanıyorsa “ a, b 'den üstündür” denir:

$$T(a,b) = \begin{cases} 1 & ; \quad \sigma(a,b) > \lambda_1 \quad \text{ve} \quad \sigma(a,b) - \sigma(b,a) > s(\lambda_0) \quad \text{ise} \\ 0 & ; \quad \text{aksi halde} \end{cases} \quad (3.2.7)$$

Damıtma (ayıklama) anlamına gelen distilasyon işlemi, λ_0 değerinden 0'a doğru λ_1 ayırıştırma düzeyinin aşamalı olarak azaltılması temeline dayanmaktadır. Azalan ve artan distilasyona göre sıralama işlemi aşağıdaki adımlara göre yapılmaktadır:

Azalan Distilasyon

Azalan distilasyona göre sıralama, en büyük yeterliliğe sahip alternatiften en küçük yeterliliğe sahip alternatife doğru yapılır. Nihai yeterlilik puanı, (3.2.7)'de hesaplanan distilasyon matrisinden yararlanarak her bir alternatifin bireysel güçlülük puanlarının toplamından zayıflık puanlarının toplamının çıkarılmasıyla elde edilir.

λ_1 ayırıştırma düzeyine göre her bir alternatifin güçlülük puanları distilasyon matrisinin satırlarının toplamı ile elde edilir. Her bir “ a alternatifi, b alternatifinden üstündür” ifadesi için a 'ya +1 puanı verilir.

$$\text{Alternatifin gücü: } p_A^{\lambda_1}(a) = |\{b \in A / a\sigma_A^{\lambda_1}b\}|$$

λ_1 ayırıştırma düzeyine göre her bir alternatifin zayıflık puanları distilasyon matrisinin sütunlarının toplamı ile elde edilir. Her bir “ a alternatifi, b alternatifinden üstündür” ifadesi için b 'ye -1 puanı verilir.

$$\text{Alternatifin zayıflığı: } w_A^{\lambda_1}(a) = |\{b \in A / b\sigma_A^{\lambda_1}a\}|$$

A alternatiflerin kümesinde her bir a alternatifinin yeterliliği (net puan)

$$q_A^{\lambda_1}(a) = p_A^{\lambda_1}(a) - w_A^{\lambda_1}(a)$$

şeklinde hesaplanır.

λ_1 ayrıştırma düzeyine göre, en büyük yeterliliğe sahip alternatiflerin alt kümesi D_1 ilk distilasyon olarak elde edilir. Eğer D_1 en büyük yeterliliğe sahip bir tek alternatif içeriyorsa o alternatifin bulunduğu satır ve sütun silinerek alternatif birinci sıraya yerleştirilir. Geriye kalan $A - D_1$ kümesinin elemanları ile önceki işlemler tekrar edilir.

İlk distilasyonda aynı maksimum yeterlilik değerlerine sahip birden fazla alternatif varsa, bu durumda λ_1 ayrıştırma düzeyi biraz daha azaltılarak, aynı yeterlilik değerlerine sahip alternatiflerin kümesi ile ikinci bir D_2 distilasyonu elde edilir. λ_2 ayrıştırma düzeyine göre elde edilen D_2 distilasyonu sadece bir alternatif içeriyorsa, alternatif distilasyondan çıkarılarak sıraya yerleştirilir. Geriye kalan $D_1 - D_2$ kümesinin elemanlarıyla işlemler tekrarlanır. İkinci distilasyonda aynı maksimum yeterlilik değerlerine sahip birden fazla alternatif varsa λ_2 biraz daha azaltılarak yeni bir D_3 distilasyonu elde edilir ve böylece D_1 'de sadece bir alternatif kalana kadar veya ayrıştırma düzeyi sıfır olana kadar süreç devam eder. Eğer D_k distilasyonunda birden fazla alternatif varsa ve ayrıştırma düzeyi $\lambda_k = 0$ ise, bu durumda D_k 'da geriye kalan alternatifler arasında seçim yapılamayacağı için her bir alternatifin aynı sıralamaya sahip olduğu kabul edilir. k . adımdan $(k + 1)$. adıma giderken, λ_k ayrıştırma düzeyi aşağıdaki dönüşüm kullanılarak λ_{k+1} tarafından değiştirilir.

$$\lambda_{k+1} = \max_{\{S(a,b) < \lambda_k - s(\lambda_k), a,b \in D_k\}} S(a,b) \quad (3.2.8)$$

D_1 distilasyonunda tüm alternatifler sıralandıktan sonra işlem tekrar $A - D_1$ kümesinin elemanları ile devam eder. λ_0 , $\sigma(a,b)$ güvenilirlik matrisinin geriye kalan alternatiflerinin maksimum değeri olarak belirlenir. Böylece en büyük yeterlikten en küçüğüne doğru sıralanacak başka alternatif kalmayacak şekilde algoritma devam eder. Sonuç olarak azalan distilasyon olarak adlandırılan Z_1 ilk ön sıralaması elde edilir.

Artan Distilasyon

Artan distilasyona göre sıralama, en küçük yeterliliğe sahip alternatiften en büyük yeterliliğe sahip alternatife doğru yapılır. Artan distilasyonun, azalan distilasyondan tek farkı en küçük yeterliliğe sahip alternatifler ilk olarak seçilir. Sürecin diğer tüm işlemleri artan distilasyonla aynıdır. Süreç sonunda artan distilasyon adı verilen ikinci bir Z_2 ön sıralaması elde edilir.

Azalan ve artan distilasyona göre elde edilen Z_1 ve Z_2 iki ön sıralamanın kesiştirilmesi ile bir sıralama matrisi oluşturulur. (a,b) alternatif ikilisi için bir sıralama matrisi aşağıdaki dört farklı durum göz önünde bulundurularak elde edilir (Borajee ve Haji 2011):

1. Eğer her iki distilasyonda a alternatifi b 'den daha iyi bir sırada yer alıyorsa (aSb) veya bir distilasyonda a alternatifi b 'den daha iyi bir sırada (aSb) ve diğerinde a ve b alternatifleri aynı sırada yer alıyorsa (aIb) bu durumda a alternatifi b 'ye tercih edilir (aP^+b).
2. Eğer bir distilasyonda a alternatifi b 'den daha iyi bir sırada (aSb), fakat diğer distilasyonda da b alternatifi a 'dan daha iyi bir sırada yer alıyorsa (bSa) bu durumda a ve b alternatifleri karşılaştırılmazdır (aRb).
3. Eğer her iki distilasyonda da a ve b alternatifleri aynı sırada yer alıyorsa (aIb) bu durumda a ve b alternatifleri farksızdır (aIb).
4. Eğer her iki distilasyonda b alternatifi a 'dan daha iyi bir sırada yer alıyorsa (bSa) veya bir distilasyonda b alternatifi a 'dan daha iyi bir sırada (aSb) ve diğer distilasyonda her ikisi de aynı sırada yer alıyorsa (aIb) bu durumda a alternatifi b 'ye tercih edilmezdir (aP^-b).

Bu sıralama matrisi yardımıyla bir final sıralama oluşturulmaktadır. Final sıralama, sıralama matrisinde yer alan her bir alternatifin satırında bulunan, tercih durumunu ifade eden P^+ değerlerinin toplanmasıyla belirlenmektedir.

3.3. ELECTRE TRI Yöntemi

ELECTRE TRI yöntemi, çok kriterli karar yöntemlerinden ELECTRE ailesinin önceki çalışmalarını esas alan bir sınıflama yaklaşımıdır. Yöntem gerçek kriterler yerine sözde kriterler kullanan ve telafi edici olmayan bir sınıflama yöntemidir. q farksızlık ve p tercih eşik değerlerini işleme katarak bir bulanık ikili üstünlük ilişkisi kuran bu yöntem, üstünlük ilişkisini kullanarak önceden tanımlanmış kategorilerin bir kümesine her bir alternatifin atanmasını sağlamaktadır. 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 edilmiştir (Mousseau ve Roman 1998); (Mousseau vd. 1999).

3.3.1. Sınıflama İşlemi

ELECTRE TRI yöntemi ile sınıflama üç aşamada gerçekleşmektedir:

- 1) Hazırlık aşaması,
- 2) Üstünlük ilişkisinin kurulması ve güvenilirliğinin ölçülmesi,
- 3) Sınıflandırmanın yapılması.

3.3.1.1. Hazırlık Aşaması

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ alternatiflerin bir kümesini, $G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$ kriterlerin bir kümesini ve $B = \{b_0, b_1, b_2, \dots, b_h, \dots, b_{p+1}\}$, $p+1$ kategoriyi tanımlayan profillerin bir kümesini belirtmektedir. Her bir kategori alt ve üst profilleri tarafından sınırlandırılmaktadır. $h = 1, 2, \dots, p$ 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 gelmektedirler. ELECTRE TRI yönteminde kategoriler en kötüden 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 belirlenebilir (Mousseau ve Dias 2004).

ELECTRE III yönteminde olduğu gibi ELECTRE TRI yönteminde de KV kendi tercihleri doğrultusunda sınıflandırma yapmaktadır. KV tarafından keyfi belirlenen ELECTRE TRI yönteminin parametreleri, kriterlerin göreceli ağırlıkları, eşik değerleri 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 değer keskin olmayan doğası için kriter içi bilgileri oluşturan $q_j(g_j(b_h))$ farksızlık ve $p_j(g_j(b_h))$ tercih eşikleri hesaplanmaktadır. $q_j(g_j(b_h))$ farksızlık eşiği, g_j kriterinde a alternatifi ve b_h profili arasındaki farksızlığı koruyan en büyük farkı, $p_j(g_j(b_h))$ tercih eşiği, g_j kriterinde 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);(Mousseau vd. 1999).

3.3.1.2. Üstünlük İlişkisinin Kurulması ve Güvenirliğin Ölçülmesi

ELECTRE TRI yöntemi ile üstünlük ilişkisi, ELECTRE III yöntemine benzer şekilde kurulmaktadır. Bu yöntemde göre bir a alternatifi ile bir b_h profilini karşılaştırmak amacıyla bir bulanık ikili üstünlük ilişkisi kullanılır. Bir S ikili üstünlük ilişkisi “ a alternatifi, en az b_h profili kadar iyidir” veya “ a , b_h ’dan üstündür” anlamına gelen aSb_h ifadesi ile gösterilir. Her bir kriter için a alternatifi ve b_h profili değerlendirildiğinde, aSb_h (b_hSa) iddiası kabul edilir veya reddedilir. aSb_h (b_hSa) iddiasının kabulü için, kriterlerin yeterli bir çoğunluğunun iddianın lehine olması gerekmektedir ve ayrıca azınlık kriterlerin hiç biri çok güçlü bir şekilde aSb_h (b_hSa) iddiasının karşısında olmamalıdır (Mousseau ve Slowinski 1998);(Mousseau vd. 1999).

ELECTRE TRI yönteminde bir S üstünlük ilişkisi uyumluluk ve uyumsuzluk adında iki farklı indeks yardımıyla kurulmuştur. Ayrıca bu S üstünlük ilişkisinin güvenilirlik derecesini tespit etmek için, uyumluluk ve uyumsuzluk indeksleri birleştirilerek bir güvenilirlik indeksi elde edilmiştir. Bu kavramlar aşağıda açıklanmıştır (Mousseau ve Slowinski 1998);(Mousseau vd. 1999):

Uyumluluk İndeksi

Uyumluluk indeksi, kriterlerin w_j ağırlık önem katsayıları göz önünde bulundurularak bu kriterlerin büyük çoğunluğunun aSb_h (b_hSa) iddiası ile uyumluluğunu incelemektedir. Bu indeks, aSb_h iddiasını doğrulayabilen pozitif argümanların gücünü karakterize etmektedir.

Uyumluluk indeksi bir $c_j(a, b_h)$ ($c_j(b_h, a)$) kısmi uyumluluk indeksi ve bir $C(a, b_h)$ ($C(b_h, a)$) genel uyumluluk indeksini hesaplayarak bir kümülatif uyumluluk matrisi oluşturmaktadır.

Her g_j kriteri için $c_j(a, b_h)$ kısmi uyumluluk indeksi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$c_j(a, b_h) = \begin{cases} 1, & g_j(a) + q_j(g_j(b_h)) \geq g_j(b_h) \text{ ise;} \\ 0, & g_j(a) + p_j(g_j(b_h)) \leq g_j(b_h) \text{ ise;} \\ \frac{g_j(a) - g_j(b_h) + p_j(g_j(b_h))}{p_j(g_j(b_h)) - q_j(g_j(b_h))} & g_j(a) + q_j(g_j(b_h)) < g_j(b_h) < g_j(a) + p_j(g_j(b_h)) \text{ ise;} \end{cases} \quad (3.3.1)$$

w_j ağırlık önem katsayılarından yararlanılarak bir $C(a, b_h)$ genel uyumluluk indeksi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$C(a, b_h) = \frac{1}{w} \sum_{j=1}^n w_j c_j(a, b_h), \quad w = \sum_{j=1}^n w_j, \quad 0 \leq C(a, b_h) \leq 1 \quad (3.3.2)$$

Uyumsuzluk İndeksi

Uyumsuzluk indeksi, aSb_h (b_hSa) iddiası ile uyumlu olmayan azınlık kriterlerini, bir $v_j(g_j(b_h))$ veto eşliğini işleme katarak incelemektedir. $v_j(g_j(b_h))$

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 $b_h Pa$ olur. aSb_h iddiasına karşı muhalefetin gücü 0'dan 1'e doğru değişmektedir. Her bir g_j kriteri için $d_j(a, b_h)$ uyumsuzluk indeksi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$d_j(a, b_h) = \begin{cases} 0, & g_j(b_h) - g_j(a) \leq p_j(g_j(b_h)) \text{ ise;} \\ 1, & g_j(b_h) - g_j(a) > v_j(g_j(b_h)) \text{ ise;} \\ \frac{g_j(b_h) - g_j(a) - p_j(g_j(b_h))}{v_j(g_j(b_h)) - p_j(g_j(b_h))} & g_j(a) + p_j(g_j(b_h)) < g_j(b_h) < g_j(a) + v_j(g_j(b_h)) \text{ ise;} \end{cases} \quad (3.3.3)$$

Güvenirlilik İndeksi

Verilen bir a alternatifi ile b_h profilinin karşılaştırılması, aSb_h ve $b_h Sa$ iddialarının güvenirliliğine dayanmaktadır. Güvenirlilik indeksi, bir bulanık üstünlük ilişkisi hesaplayarak aSb_h ($b_h Sa$) iddiasının gücünün bir güvenirlilik derecesini tespit etmektedir. $[0,1]$ aralığında değişen üstünlük ilişkisinin güvenirlilik derecesi $\sigma(a, b_h)$ ($\sigma(b_h, a)$) ile gösterilir.

Güvenirlilik indeksi uyum (3.3.2) ve uyumsuzluk (3.3.3) indekslerinden faydalanarak bir güvenirlilik matrisi oluşturmaktadır. Bu durumda üstünlük ilişkisinin bir $\sigma(a, b_h)$ güvenirlilik indeksi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\sigma(a, b_h) = \begin{cases} C(a, b_h) & \forall j \text{ için } d_j(a, b_h) \leq C(a, b_h) \text{ ise;} \\ C(a, b_h) \cdot \prod_{j \in J(a, b_h)} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - C(a, b_h)} & \exists j \text{ için } d_j(a, b_h) > C(a, b_h) \text{ ise;} \end{cases} \quad (3.3.4)$$

Eğer hiçbir kriterde uyumsuzluk yoksa, aSb_h ($b_h Sa$) iddiasının iyi kurulduğunu gösterir ve bu durumda $\sigma(a, b_h)$ güvenirlilik indeksi, $C(a, b_h)$ uyumluluk indeksine eşit olur. Bir veya birden fazla uyumsuz kriterin varlığında

$C(a, b_h) < d_j(a, b_h)$ olması, güvenilirlik indeksinin bu kriter üzerinde muhalefetin etkisiyle uyumluluk indeksinden daha düşük olduğunu ifade eder, yani güvenilirliğin azaldığını gösterir. Bu azalma $d_j(a, b_h)$ değerinin 1'e yaklaşmasıyla daha da büyümektedir. Veto etkisi ile uyumlu olarak, en az bir kriter için $d_j(a, b_h) = 1$ ise aSb_h iddiası güvenilirliğe sahip değildir ve $\sigma(a, b_h) = 0$ olur.

3.3.1.3. Sınıflandırmanın Yapılması

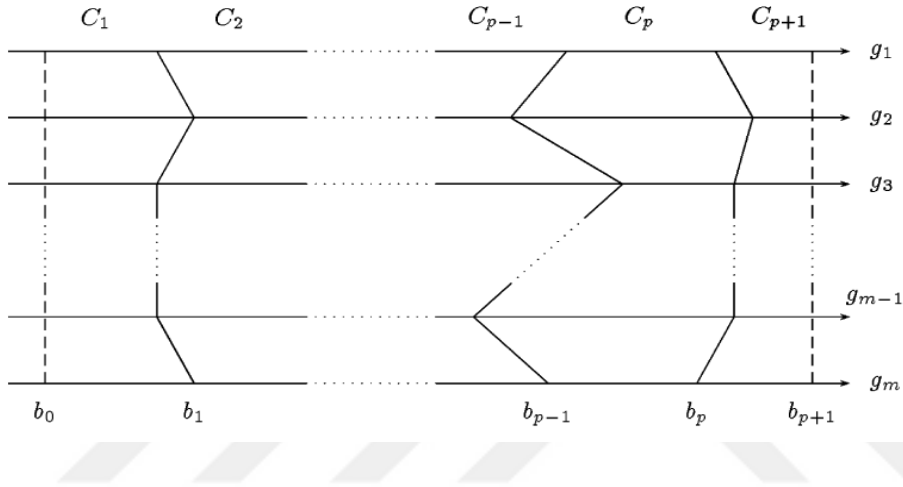
Kategorilere alternatiflerin atanması direk bir S üstünlük ilişkisiyle olmaz. Güvenirlik indeksi belirlendikten sonra bir kesin S üstünlük ilişkisi elde etmek amacıyla bulanık ilişkiyi durulaştırarak bir λ kesme seviyesi belirlenmelidir. Bu kesme seviyesi, aSb_h (b_hSa) iddiası ile uyumlu olan güvenilirlik indeksinin en küçük değeri olarak tanımlanmaktadır. Bu değer, tüm kriterler göz önünde bulundurularak bir üstünlük ilişkisini onaylamak veya onaylamamak için KV'nin gerekli gördüğü bir minimum güvenilirlik derecesidir. $[0.5, 1]$ aralığında bir değer alan λ kesme seviyesi, a ve b_h arasındaki tercih durumunu belirlemek için aSb_h (b_hSa) iddiasının bir güvenilirlik derecesi olan $\sigma(a, b_h)$ ($\sigma(b_h, a)$) ile karşılaştırılır. 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);(Mousseau vd. 1999).

$$\sigma(a, b_h) \geq \lambda \Leftrightarrow aSb_h \quad (\text{"}a\text{, en az }b_h\text{ kadar iyidir"}) \quad (3.3.5)$$

$\sigma(a, b_h)$, $\sigma(b_h, a)$ ve λ değerleri a alternatifi ve b_h profili arasındaki tercih durumunu belirlemektedirler. İkili tercih ilişkilerini gösteren \succ , I ve R sembolleri sırasıyla tercih, farksızlık ve karşılaştırılamazlık durumlarını ifade etmektedirler. a ve b_h arasındaki tercih durumları aşağıdaki gibi belirlenmektedir (Mousseau ve Slowinski 1998);(Mousseau vd. 1999):

- a) aIb_h : $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ ve $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$ (yani aSb_h ve b_hSa) ise a , b_h 'dan farksızdır,

- b) $a \succ b_h$: $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ ve $\sigma(b_h, a) < \lambda$ (yani aSb_h ve $\neg b_hSa$) ise a , b_h 'a tercih edilir (zayıf veya güçlü),
- c) $b_h \succ a$: $\sigma(a, b_h) < \lambda$ ve $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$ (yani $\neg aSb_h$ ve b_hSa) ise b_h , a 'ya tercih edilir (zayıf veya güçlü),
- d) aRb_h : $\sigma(a, b_h) < \lambda$ ve $\sigma(b_h, a) < \lambda$ (yani $\neg aSb_h$ ve $\neg b_hSa$) ise a , b_h ile karşılaştırılmazdır (\neg “değil”, olumsuzluk belirten sembol).



Şekil 5. Alternatiflerin g_j kriterlerine göre alt ve üst profiller ile sınırlandırılan C_i kategorilerine atanması (Mousseau ve Slowinski 1998).

İkili tercih ilişkilerini gösteren \succ , I ve R sembollerinin anlamını Almadias vd. (2010) aşağıdaki gibi açıklamıştır:

$alb_h \Rightarrow aSb_h$ ve b_hSa farksızlığının anlamı, hem aSb_h hem de b_hSa iddialarını destekleyen kriterlerin sayısının λ güvenilirlik seviyesine ulaştığı anlamına gelmektedir. Yani kriterlerin yeterli bir çoğunluğunun a ve b_h 'in hemen hemen aynı performansa sahip olduğunu desteklemektedir.

$a \succ b_h \Rightarrow aSb_h$ ve $\neg b_hSa$ (veya $b_h \succ a \Rightarrow \neg aSb_h$ ve b_hSa) tercihin anlamı, aSb_h (veya b_hSa) iddiasını destekleyen kriterlerin sayısının λ güvenilirlik seviyesine ulaştığı ve b_hSa (veya aSb_h) iddiasını destekleyen kriterlerin sayısının λ güvenilirlik seviyesine ulaşmadığı anlamına gelmektedir. Yani kriterlerin büyük

bir çoğunluğunun a 'nın b_h 'dan üstün olmasını (veya b_h 'ın a 'dan üstün olmasını) desteklediğini, diğer taraftan b_h 'ın a 'dan üstün olmasını (veya a 'nın b_h 'dan üstün olmasını) destekleyen kriterlerin ise azınlıkta olduğunu göstermektedir.

$aRb_h \Rightarrow \neg aSb_h$ ve $\neg b_hSa$ karşılaştırılamazlığın anlamı hem aSb_h , hem de b_hSa iddialarını destekleyen kriterlerin sayısının λ güvenilirlik seviyesine ulaşmadığı anlamına gelmektedir. Yani 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.

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 kuralı da, alternatifleri bu durumları karşılayacak en iyi kategoriye atamayı amaçlamaktadır. Ancak ayıran kural ile bir alternatifin atanması, birleştiren kuraldan daha yüksektir. Bu nedenle birleştiren kural genellikle kötümser atama, ayıran kural ise iyimser atama olarak yorumlanmaktadır (Figueira vd. 2003).

Her bir alternatifin atanacağı kategoriye belirlemek amacıyla, bir alternatifin bir profil ile karşılaştırılma şeklini analiz eden iyimser ve kötümser atama kuralları aşağıda açıklanmıştır (Mousseau vd. 1999); (Mousseau vd. 2000):

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

- 1) $h = p, p-1, \dots, 0$ için a alternatifi, aSb_h “ a alternatifi, en az b_h profili kadar iyidir” 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 , 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.

Kötümser atama kuralında, eğer C_h kategorisinin alt sınır profili b_{h-1} ve üst sınır profili b_h ise a alternatifi aSb_{h-1} olacak şekilde en yüksek C_h kategorisine atanacaktır. Eğer a alternatifi C_h kategorisinde sınıflandırılırsa, bu durumda a , bu kategorinin b_{h-1} alt sınır profilinden yeterince üstün olacak kadar iyi olduğu, fakat b_h üst sınır profilinden yeterince üstün olacak kadar iyi olmadığı anlamına gelmektedir.

$$a \rightarrow C_h \Leftrightarrow aSb_{h-1} \text{ ve } \neg aSb_h \Leftrightarrow \sigma(a, b_{h-1}) \geq \lambda \text{ ve } \sigma(a, b_h) < \lambda \quad (3.3.6)$$

Eğer $\lambda = 1$ ile bu atama kullanılırsa, her bir kriter için bir eşik değer kadar $g_j(a)$, $g_j(b_{h-1})$ değerine eşit veya büyük olması halinde bir a alternatifi C_h kategorisine atanabilir.

$$g_j(a) + q_j(g_j(b_{h-1})) \geq g_j(b_{h-1}) \Rightarrow C(a, b_{h-1}) = 1 \Rightarrow \sigma(a, b_{h-1}) = 1 \quad (3.3.7)$$

Bu durumda $\sigma(a, b_{h-1}) \geq \lambda$ olacağı için aSb_{h-1} olmaktadır. λ değerinin azalması durumunda bu kuralın birleştirme özelliği zayıflamaktadır.

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

- 1) $h=1,2,\dots,p+1$ için a alternatifi, $b_h \succ a$ “ b_h profili, a alternatifine yeterince güçlü tercih edilir” iddiasını doğrulayacak b_h profilini bulmak için, en küçük profilden başlayarak sırasıyla b_h profilleriyle karşılaştırılır.
- 2) Karşılaştırma sonucunda $b_h \succ a$ iddiasını sağlayan ilk b_h profili bulununca a , C_h kategorisine atanmaktadır.

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

İyimser atama kuralında, eğer C_h kategorisinin alt sınır profili b_{h-1} ve üst sınır profili b_h ise a alternatifi, $b_h \succ a$ olacak şekilde en düşük C_h kategorisine atanacaktır. Eğer a alternatifi C_h kategorisinde sınıflandırılırsa, bu durumda bu kategorinin b_{h-1} alt sınır profilinin a alternatifine yeterince güçlü tercih edilemediği, fakat b_h üst sınır profilinin a alternatifine yeterince güçlü tercih edildiği anlamına gelmektedir.

$$a \rightarrow C_h \Leftrightarrow b_h \succ a \text{ ve } \neg b_{h-1} \succ a \quad (3.3.8)$$

Eğer $\lambda = 1$ ile bu atama kullanılırsa, en az bir kriter için bir eşik değer kadar $g_j(b_h)$ değeri, $g_j(a)$ değerinden büyük olması halinde bir a alternatifi C_h kategorisine atanabilir.

$$g_j(b_h) > g_j(a) + p_j(g_j(b_h)) \Rightarrow C(b_h, a) = 1 \Rightarrow \sigma(b_h, a) = 1 \quad (3.3.9)$$

Bu durumda $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$ ve $\sigma(a, b_h) < \lambda$ (yani $\neg a S b_h$ ve $b_h S a$) olacağı için $b_h \succ a$ olmaktadır. λ değerinin azalması durumunda bu kuralın ayırıcı özelliği zayıflamaktadır.

Kısaca iki atama kuralının algoritmasını aşağıdaki gibi özetlenebilir (Khalil vd. 1999), (Jabeur ve Martel 2007), (Trojan ve Morais 2012), (Sánchez-Lozano vd. 2014):

Kötümser atama kuralında, bir a alternatifi en üst profilden başlayarak sırasıyla b_h profili ile karşılaştırılır. aSb_h ($a \succ b_h$ veya alb_h) iddiasını sağlayan ilk profil bulunursa a alternatifi C_{h+1} kategorisine atanır.

$$\sigma(a, b_h) \geq \lambda \text{ ise, yani } aSb_h \text{ (} a \succ b_h \text{ veya } alb_h \text{) ise } a \rightarrow C_{h+1}.$$

Aksi takdirde aSb_0 olacak şekilde en düşük C_1 kategorisine atanacaktır.

İyimser atama kuralında, bir a alternatifi en alt profilden başlayarak sırasıyla b_h profili ile karşılaştırılır. b_hSa ve $\neg aSb_h$ ($b_h \succ a$) iddialarını sağlayan ilk profil bulunursa a alternatifi C_h kategorisine atanır.

$$\sigma(b_h, a) \geq \lambda \text{ ve } \sigma(a, b_h) < \lambda \text{ ise, yani } b_hSa \text{ ve } \neg aSb_h \text{ (} b_h \succ a \text{) ise } a \rightarrow C_h \text{ olur.}$$

Aksi takdirde $b_{p+1} \succ a$ olacak şekilde en yüksek C_{p+1} kategorisine atanacaktır.

Bir alternatifi kategorilerin sınırları olan profil değerleri ile karşılaştırıp kategorilere atayan iyimser atama kuralı, alternatifleri mümkün olan en yüksek kategoride ve kötümser atama kuralı ise alternatifleri mümkün olan en düşük kategoride sınıflandırmaktadır. İyimser atama kuralında her alternatif, en azından kategorilerin en üst profili olan b_{p+1} tarafından kesinlikle güçlü tercih edilen en yüksek kategoriye atanabilmektedir. Kötümser atama kuralında her 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).

İki atama kuralının temel fikri farklı olduğundan, bu atama kuralları bazı alternatifleri farklı kategorilerde sınıflandırabilir. Bir alternatif bir veya birkaç profille

karşılaştırılmaz olduğu zaman iki atama prosedürünün sonuçları arasında bir farklılık ortaya çıkmaktadır. Diğer durumlarda her iki atama kuralı alternatifleri aynı kategoride sınıflandırmaktadır. Karşılaştırılmazlık ilişkilerinin varlığında, kötümser atama kuralı azami temkinli olmayı garanti eder ve iyimser atama kuralından daha düşük bir kategoriye alternatifi atamaktadır. Daha muhafazakar (ölçülü, riske girmek istemeyen) bir sonuç gerektiğinde, kötümser kural iyimser kurala (daha olumlu düşünür) daha çok tercih edilmektedir (Antonella vd. 2017). 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).

ELECTRE TRI yönteminin bu iki atama kuralı, alternatifler ve profiller arasındaki karşılaştırılmazlık ile başa çıkmada bir avantaj sağlamaktadır. ELECTRE TRI yöntemi, alternatiflerin performansının bazı kriterlerde yüksek performans göstermesi ve diğer kriterlerde düşük performans göstermesi durumunda kötümser ve iyimser yaklaşımlar önererek, değerlendirmelerinde özgünlükleri olan alternatiflere işaret edecek şekilde alternatifler arasındaki karşılaştırılmazlığı yönetmektedir. Bu durumda iki atama kuralı arasındaki farklar, alternatiflerin profiller ile karşılaştırmasını zorlaştıran özel niteliklere sahip alternatiflerin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca karşılaştırılmazlık 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).

Bir a alternatifi, kategorilerin b_h sınır profilleri ile karşılaştırılırken bir karşılaştırılmazlık olmadığında, yani bir alternatifin değerlendirilmesi her bir kriterde bir kategorinin iki profili arasında olduğu zaman, bu alternatif her iki atama kuralına göre aynı kategoriye atanmaktadır. Bu duruma uygun bir örnek aşağıda gösterilmiştir (Andriosopoulos vd. 2012):

$$\begin{array}{c}
\left| \begin{array}{c} C_1 \\ \int \\ b_1 \\ \succ \text{ veya } I \end{array} \right. \left| \begin{array}{c} C_2 \\ \int \\ b_2 \\ \prec \end{array} \right. \left| \begin{array}{c} C_3 \\ \int \\ b_3 \\ \prec \end{array} \right. \\
\leftarrow aSb_1 \rightarrow C_2 \leftarrow b_2 \rightarrow a
\end{array} \quad (3.3.10)$$

Kötümser kural bir a alternatifini, en büyük b_3 profilinden başlayarak sırasıyla karşılaştırdığında, ilk üstünlüğü b_1 alt sınır profilinde sağladığından (aSb_1) en yüksek C_2 kategorisine, iyimser kuralda benzer şekilde bir a alternatifini, en küçük b_0 profilinden başlayarak sırasıyla karşılaştırdığında, ilk olarak b_2 üst sınır profilinin a alternatifine tercih edilmesi sebebiyle ($b_2 \succ a$) en düşük C_2 kategorisine atamaktadır (aSb_0 ve $b_3 \succ a$).

Bir alternatif bir veya birkaç profile karşılaştırılmaz ($aRb_h \Rightarrow \neg aSb_h$ ve $\neg b_hSa$) olduğu zaman iki atama prosedürünün sonuçları arasında bir farklılık ortaya çıkmaktadır. Bu durumda kötümser atama kuralı iyimser olandan daha düşük bir kategoriye alternatifi atayacaktır. Bu duruma uygun bir örnek aşağıda gösterilmiştir (Andriopoulos vd. 2012):

$$\begin{array}{c}
\left| \begin{array}{c} C_1 \\ \int \\ b_1 \\ \succ \text{ veya } I \end{array} \right. \left| \begin{array}{c} C_2 \\ \int \\ b_2 \\ R \end{array} \right. \left| \begin{array}{c} C_3 \\ \int \\ b_3 \\ \prec \end{array} \right. \\
\leftarrow aSb_1 \rightarrow C_2 \leftarrow aRb_2 \rightarrow C_3 \leftarrow b_3 \rightarrow a
\end{array} \quad (3.3.11)$$

Bu örneğe göre bir a alternatifi b_2 profili ile karşılaştırılmazdır. Bu durumda, a alternatifi sırasıyla sınır profil değerleri ile karşılaştırıldığında, kötümser atama kuralı ile C_2 kategorisine, iyimser atama kuralı ile C_3 kategorisine atanacaktır.

3.4. TOPSIS Yöntemi

Hwang ve Yoon (1981) tarafından ortaya atılmış ÇKKV yöntemlerinden biri olan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi, alternatifler arasında en iyi seçimin yapılmasına imkan sağlayan bir

yöntemdir. Bu yöntem pozitif ideal çözüme yakınlığı ve negatif ideal çözümden uzaklığı birleştirerek pozitif ideal çözüme benzerlik ya da göreceli yakınlık denen bir indeks tanımlamaktadır. Pozitif ideal çözüme göreceli yakınlık ölçüsünü dikkate alarak alternatifleri büyükten küçüğe doğru sıralamaktadır. Yöntem, her niteliğin monoton olarak artan ya da monoton olarak azalan fayda sağladığını varsaymaktadır.

ÇKKV yöntemleri arasında kullanılan en yaygın yöntemlerden biri olan TOPSIS yöntemi, alternatiflerin değerlendirilmesini aşağıdaki ardışık adımlara göre yapmaktadır (Eraslan 2015):

ADIM 1: Problemin Tanımlanması

İlk olarak $A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\}$ alternatifler kümesi ve $G = \{g_1, g_2, \dots, g_j, \dots, g_m\}$ değerlendirme kriterleri belirlenmektedir.

ADIM 2: Karar Matrisinin Oluşturulması

Her bir KV için $X = \{x_{ij} : i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m\}$ performans değerlendirilmesi ve $w = \{w_j : j = 1, \dots, m\}$ kriter ağırlıkları belirlendikten sonra karar matrisi oluşturulmaktadır. KV tarafından elde edilen karar matrisinin satırlarında alternatifler, sütunlarında ise değerlendirme kriterleri yer almaktadır.

$$X = \begin{matrix} & g_1, & g_2, & \dots, & g_m \\ \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} & a_1 \\ & a_2 \\ & \vdots \\ & a_n \end{matrix} \quad (3.4.1)$$

burada x_{ij} değerlendirme kriterlerine göre alternatiflerin performans değerlerini, n üstünlükleri sıralanacak olan alternatiflerin sayısını ve m karar vermede kullanılacak kriterlerin sayısını temsil etmektedir.

ADIM 3: Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Her bir özellikteki alternatifleri karşılaştırmak için, normalleştirme işlemi genellikle sütun bazlı yapılmaktadır ve normalleştirilmiş değer 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Bu durumda karar matrisindeki farklı ölçümlerden kaynaklanan

hesaplama problemleri ortadan kaldırılmış olacaktır. Aşağıdaki formül kullanılarak R normalleştirilmiş performans matrisi elde edilir.

$$r_{ij}(x) = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}, \quad i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m \quad (3.4.2)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (3.4.3)$$

burada $r_{ij}(x)$ j . kritere göre, i . alternatifin performans değerini göstermektedir. Bu $r_{ij}(x)$ normalize değeri her bir özellekle aynı birim ölçeğine sahiptir.

ADIM 4: Ağırlıklandırılmış Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu adımda ilk olarak kriterlerin önemini gösteren w_j görelî ağırlık değeri belirlenmektedir ($\sum_{j=1}^m w_j = 1, 0 \leq w_j \leq 1$). Daha sonra eşitlik (3.4.3)'deki R normalleştirilmiş matrisinin her bir sütunundaki elemanları w_j ağırlık vektörü ile çarpılarak V matrisi oluşturulmaktadır. Bu durumda v_{ij} ağırlıklandırılmış normalize değeri

$$v_{ij} = w_j r_{ij}, \quad i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m \quad (3.4.4)$$

şeklinde hesaplanır.

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1m} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ v_{n1} & v_{n2} & \dots & v_{nm} \end{bmatrix} \quad (3.4.5)$$

ADIM 5: Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi

Bu adımda, V matrisinden A^+ pozitif ve A^- negatif ideal çözümleri adından iki farklı çözüm kümesi üretilmiştir.

Fayda açısından değerlendirildiğinde, V matrisinin her bir sütunun en büyük değeri pozitif ideal çözüm kümesini oluşturmaktadır (fayda kriterini maksimize eder). Bu durumda negatif ideal çözüm kümesini her bir sütunun en küçük değerleri oluşturmaktadır. Eğer maliyet açısından değerlendirilirse, V matrisinin her bir sütunun en küçük değeri ideal çözüm kümesini oluşturmaktadır (maliyet kriterini minimize eder). Bu durumda negatif ideal çözüm kümesini de her bir sütunun en büyük değerleri oluşturmaktadır.

Pozitif ideal çözümü belirlemeye yardımcı olan maksimum değerler ve negatif ideal çözümü belirlemeye yardımcı olan minimum değerler eşitlik (3.4.6) ve (3.4.7)'deki formüller kullanılarak hesaplanmaktadır.

Pozitif İdeal Çözüm Kümesi:

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_j^+, \dots, v_m^+\} = \left\{ \left(\max_i v_{ij} : j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} : j \in J' \right) \right\} \quad (3.4.6)$$

Negatif İdeal Çözüm Kümesi:

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_m^-\} = \left\{ \left(\min_i v_{ij} : j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} : j \in J' \right) \right\} \quad (3.4.7)$$

Burada J fayda (maksimizasyon) kriterlerinin kümesini, J' maliyet (minimizasyon) kriterlerinin kümesini göstermektedir. Ayrıca A^+ her bir kriter için en uygun alternatifin seçilebileceğini gösteren küme (pozitif ideal çözüm), A^- her bir kriter için en az tercih edilen alternatifi gösteren kümedir (negatif ideal çözüm). v_j^+ , j . kriter için tüm alternatifler arasında en iyi değerdir. v_j^- , j . kriter için tüm alternatifler arasında en kötü değerdir.

ADIM 6: Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması

Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözümden sapmaları, Öklidiyen Uzaklık formülü yardımıyla hesaplanmaktadır.

Her bir alternatifin A^+ pozitif ideal çözümlerinden sapmalarına S_i^+ Pozitif İdeal Ayrım Ölçüsü denir ve

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad i = 1, \dots, n \quad (3.4.8)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Benzer şekilde her bir alternatifin A^- negatif ideal çözümlerinden sapmalarına S_i^- Negatif İdeal Ayrım Ölçüsü denir ve

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i = 1, \dots, n \quad (3.4.9)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada S_i^+ , i . alternatifinin ideal çözümden uzaklığını, S_i^- , i . alternatifinin negatif ideal çözümden uzaklığını temsil etmektedir.

ADIM 7: İdeal Çözüme Alternatiflerin Görelî Yakınlığının Hesaplanması

Her bir alternatifin pozitif ideal çözüme görelî yakınlığı (C_i^+), pozitif ideal ayırım (3.4.8) ve negatif ideal ayırım (3.4.9) ölçülerinden yararlanılarak,

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, \quad 0 \leq C_i^+ \leq 1, \quad i = 1, \dots, n \quad (3.4.10)$$

şeklinde bir oran ile hesaplanmaktadır. Bu oran, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. Bu değere göre negatif ideal çözümden uzaklık değeri artıkça pozitif ideal çözüme yakınlık değeri artmaktadır. Burada, $C_i^+ = 1$ ilgili alternatifin pozitif ideal çözüme, $C_i^+ = 0$ ilgili alternatifin negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir. İdeal çözüme en yakın seçenekler, en uygun seçenek olarak belirlenmektedir.

ADIM 8: Tercih Sırasının Sıralanması

Bu adımda, bir alternatif kümesi C_i^+ pozitif ideal çözüme benzerlik değerinin azalan sırasına göre sıralanacaktır. Buna göre alternatif kümesinde pozitif ideal çözüme en kısa uzaklıktaki alternatif en iyi alternatif olarak seçilmektedir, yani

en büyük C_i^+ değerine sahip alternatif birinci sırada yer almaktadır. Diğer alternatifler de C_i^+ değerlerinin büyüklüğüne göre büyükten küçüğe doğru sıralanırlar.





4. 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. Gerekli olan bu düzenlemeler ile yerel işletmelerin uygun iş ortamları oluşmuş, verimliliği artmış ve ülke ekonomisine büyük katkı sağlamışlardır.

Kolaylaştırıcı bir iş ortamını sağlayacak iş düzenlemeleri ve yasal sistemleri incelemek amacıyla Dünya Bankası grubu İş Yapma Kolaylığı Endeksi'ni (İŞYKE) oluşturmuştur. Bu endeks ekonomileri, küçük ve orta büyüklükteki yerel işletmelerin uygun iş yapma ortamlarına sahip olma durumlarına göre çeşitli iş yapma kolaylığı kriterleri açısından sıralamaktadır.

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) süreçleri, bir veya birden fazla KV'nin birçok kriteri değerlendirerek alternatifler arasında seçim yapması gerektiği durumlarda kullanılan bir matematiksel modelleme aracıdır. Bu yönteme göre, KV birden fazla kriteri değerlendirerek alternatifler arasında en iyi tercihi bulmaya çalışmaktadır. Bu çalışmada, çok kriterli bir yapıya sahip olan İŞYKE verilerine göre ekonomileri sıralamak ve sınıflamak için iki ÇKKV yöntemi kullanılmıştır. İŞYKE belirsiz, kesin olmayan ve tutarsız kriterler içerdiğinden, bu endekse göre ülke ekonomilerini en iyiden en kötüye sıralamak için ELECTRE III yöntemi, alternatifleri dört kategoriye ayıracak şekilde sınıflama yapmak için ELECTRE TRI yöntemi bu sorunu çözmede uygun yöntemler olarak kabul edilmişlerdir. Ayrıca, ELECTRE III yönteminin güvenilirliğini başka bir sıralama yöntemiyle test etmek amacıyla, literatürde çok kullanılan ÇKKV yöntemlerinde biri olan TOPSIS yöntemi de bu çalışmada kullanılmıştır.

Bu yöntemler, İŞYKE'nin 2015 verilerini göz önünde bulundurarak 10 temel kritere göre 189 ülke ekonomisini, MATLAB (MATrix LABoratory) 2017 programlama dilini kullanılarak sıralayacak ve sınıflandıracaktır. Yöntemlerin İŞYKE'ne uygulanabilmesi için ilk olarak aşağıda iş yapma kolaylığının 10 temel kriteri ve 41 alt kriteri ile ilgili gerekli açıklamalar verilmiştir.

4.1. Uygulama Metodolojisi

4.1.1. İş Yapma Kolaylığı Endeksi

İş Yapma Endeksi (Doing Business, DB), Dünya Bankası (World Bank, WB) ve Uluslararası Finans Kurumu (International Finance Corporation, IFC) tarafından 2003 yılından itibaren her yıl yayınlanan ve 189 ülke ekonomisinin iş yapma kolaylığını ölçen bir endekstir. Endeks, bir ekonominin en büyük iş şehrinde faaliyet gösteren küçük ve orta ölçekli limited 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 2015a).

İş Yapma yıllık raporu, ekonomik faaliyetlerin, özellikle de özel sektörlerin gelişmesini sağlayacak açık ve tutarlı kurallardan yararlanılması fikrine dayanmaktadır. Bu kurallar mülkiyet haklarını belirleyen ve netleştiren, anlaşmazlıkların çözümünü kolaylaştıran, ekonomik etkileşimlerin öngörülebilirliğini artıran kurallardır. Kuralların kalitesi ekonomilerin gelişmesine büyük ölçüde yön vermektedir. İyi kurallar gelir seviyesine bakılmaksızın herkesin faydalanmasına, iyi fikirleri olan yeni katılımcıların iş dünyasına rahatlıkla başlayabilmelerine ve iş dünyasında olan işletmelerin yatırım yapmalarına ve genişleyebilmelerine imkan sağlamaktadır (Doing Business 2015a).

Rapor, yerli işletmelere yönelik yapılan düzenleyici ortamın zaman içindeki değişiminin değerlendirilmesine imkan sağlamak ve yapılan düzenlemeleri objektif olarak ölçmektedir. Rapora göre, yapılan katı düzenlemeler girişimcilerin enerjilerini azaltmakta ve işlerini geliştirmelerinden uzaklaştırmaktadır. Ancak etkin, şeffaf ve basit şekilde uygulanan düzenlemeler, işin gelişmesini ve yeni fikirlerin ortaya konmasını, ayrıca girişimcilerin eşit derecede rekabet etmesini kolaylaştırmaktadır (Doing Business 2015a).

Standartlaştırılmış vaka analizlerine dayanan İş Yapma, her ekonominin en büyük iş şehrinde bulunan ve özel sektörün büyük bir kısmını oluşturan küçük ve orta ölçekli yerli işletmeleri etkileyen, işletme düzenlemelerinin yönünü ölçmektedir. İş Yapma, iş dünyasının farklı evrelerinde bulunan işletmelere uygulanan

düzenlemeler hakkında sayısal göstergeler sunmaktadır. Çeşitli kriterleri göz önünde bulundurarak, her bir ülke ekonomisinin sonuçlarını 189 ülke ekonomisi ile karşılaştırmaktadır (Doing Business 2015a).

İş Yapma kriterlerinin seçimi ekonomik araştırmalar ve işletme düzeyindeki veriler ile özellikle de Dünya Bankası Kurumsal Anketler'inden alınan veriler tarafından oluşturulmuştur. Bu anketler 120 ekonomideki girişimcinin rapor ettiği, işletme faaliyetleri için engel teşkil eden temel verileri sağlamaktadır. Dünya Bankası uzmanlarının akademik danışmalar ile birlikte tasarladıkları bu anketler işletmelerin yasal yapısı, büyüklüğü, konumu ve faaliyetlerinin yapısı ile ilgili varsayımlarıyla yıllık olarak ekonomiler arasında karşılaştırılmalı bir değerlendirme yapmaktadır. Anketlerde yer alan sorular avukatlar, işletme danışmanları, muhasebeciler, nakliye şirketleri, yerel uzmanlar, hükümet yetkilileri ve yasal düzenleyici danışmanlık gerektiren diğer profesyonellerde dahil olmak üzere çok sayıda yerel uzman tarafından değerlendirilmektedir. Bu anketlerde yer alan veriler iş yapmanın önündeki engellerin neler olduğuna dikkat çekmekle kalmamakta, aynı zamanda düzenleyici reform tasarımları yapan politikaları desteklemekte ve engellerin kaynağını belirlemeye yardımcı olmaktadır. İş Yapma anketi, çok sayıda yerel katılımcının etkileşimini sağladığı için şeffaftır ve ayrıca bu anket istatistiksel bir anket değildir (Doing Business 2015a).

Ekonomilerde İŞYK raporu çeşitli kısıtlamalara sahip olan (bir ekonominin büyük pazarlara yakınlığı, hırsızlık ve yağmacılıktan dolayı mal güvenliği, devlet ihalelerinde şeffaflık vb.), zaman içinde değişen, farklı veri kaynaklarını kullanan ve ekonomilerin yatırım ortamlarını çeşitli kriterler açısından kıyaslayan bir rapordur. Bu rapor verileri yorumlarken beş kısıtlamayı göz önünde bulundurmaktadır. Bunlardan ilki, toplanan veriler en büyük iş şehrindeki işletmelere atıfta bulunmaktadır ve ekonominin diğer bölgelerindeki düzenlemeleri temsil etmeyebilir. İkincisi, veriler genellikle belirli bir işletmeye odaklanmaktadır. Bu işletme genellikle belirli büyüklükte bir limited şirket veya yasal eşdeğeri olmaktadır. Diğer işletmelere (örneğin, tek mülk sahibi) ilişkin düzenlemeyi temsil etmeyebilir. Bu kısıtlamanın nedeni, özel limited şirketleri dünyanın birçok ülkesinde en yaygın işletme şekilleri olmasından kaynaklanmaktadır. Üçüncüsü, standart bir vaka senaryosunda açıklanan işlemler belirli bir konu kümesine atıfta bulunmaktadır ve

bir işletmenin karşılaştığı sorunların tümünü temsil etmeyebilir. Dördüncü olarak, zaman ölçüleri uzman katılımcılar tarafından bir yargılama unsuru içermektedir. Kaynaklar farklı tahminler gösterdiğinde, İş Yapma'da bildirilen zaman göstergeleri standart durumun varsayımları altında verilen çeşitli yanıtların medyan (orta) değerlerini temsil etmektedir. Ayrıca metodoloji prosedürleri tamamlarken zaman kaybetmediğini varsaymaktadır (Doing Business 2015a).

Raporda, 10 temel kriter ve 41 alt kriter, sınıra uzaklık puanı ve ekonomilerin İş Yapma Kolaylığı sıralaması yer almaktadır. Bu temel kriter ve alt kriterlere göre ekonomiler 1'den 189'a doğru sıralanmaktadır. Sıralama bu 10 temel kriter ve alt kriterlerinin her birinin sınıra uzaklık puanının basit bir ortalaması alınarak yapılmaktadır. İş Yapma Kolaylığı'nın en üst sırasında yer alan ekonomiler, hükümetlerin özel sektörün gelişimini gereksiz yere engellemeden, pazardaki etkileşimlerini kolaylaştıracak düzenlemeler oluşturmayı başaran ekonomilerdir (Doing Business 2015a).

İş Yapma Kolaylığı sıralaması ve temel kriterleri, işletmeler ve yatırımcılar için önemli olan ya da ekonominin rekabet gücünü etkileyen iş ortamlarını bütün yönleriyle ölçmemektedir. Fakat yine de bir üst düzey sıralama, hükümetlerin bir işletmeyi çalıştırması için elverişli bir düzenleyici ortam yaratmaktadır. Ayrıca genel sıralama yıl içindeki değişiklikleri yansıtmamaktadır (Doing Business 2015a).

Raporda yer alan 10 temel kriter ve 41 alt kriter Tablo 1'de gösterilmiştir (Doing Business 2015a).

Tablo 1. İş Yapma Kolaylığı Endeksinin Temel Kriterleri ve Alt Kriterleri

| Temel Kriterler | Alt Kriterler |
|--|---|
| İşe Başlama | Prosedür (işlem sayısı) |
| | Süre (gün) |
| | Maliyet (kişi başına düşen gayri safi milli gelirin yüzdesi %) |
| | Ödenen minimum sermaye (kişi başına düşen gayri safi milli gelirin yüzdesi %) |
| İnşaat Ruhsatının Alınması | Prosedür (işlem sayısı) |
| | Süre (gün) |
| | Maliyet ((kişi başına düşen gayri safi milli gelirin yüzdesi |
| Elektrik Bağlatma | Prosedür (işlem sayısı) |
| | Süre (gün) |
| | Maliyet (kişi başına düşen gayri safi milli gelirin yüzdesi %) |
| Tapu Kaydı (Mülk Kaydı) | Prosedür (işlem sayısı) |
| | Süre (gün) |
| | Maliyet (kişi başına düşen gayri safi milli gelirin yüzdesi %) |
| Kredi Erişimi | Yasal haklar gücü endeksi (0-12) |
| | Kredi bilgi derinlik endeksi (0-8) |
| | Kredi kayıt kapsamı (yetişkin sayısı yüzdesi %) |
| | Kredi bürosu kapsamı (yetişkin sayısı yüzdesi %) |
| Azınlık Yatırımcıların Korunması | Bilgilendirme endeksinin derecesi (0-10) |
| | Yönetici sorumluluk endeksinin derecesi (0-10) |
| | Hissedar davaları kolaylığı endeksi (0-10) |
| | Hisse düzenleme anlaşmazlıkları endeksinin derecesi (0-10) |
| | Hissedar hakları endeksinin derecesi (0-10.5) |
| | Yönetim yapısı gücü endeksi (0-10.5) |
| | Kurumsal şeffaflık endeksinin derecesi (0-9) |
| | Hissedar yönetim endeksinin derecesi (0-10) |
| Azınlık yatırımcı koruma gücü endeksi (0-10) | |
| Vergi Ödeme | Ödenen vergiler (yılıda kaç kez ödeme yapıldığı) |
| | Harcanan zaman (yıllık saat) |
| | Toplam vergi oranı(karın yüzdesi)(kar vergisi, işçi vergisi katkıları, diğerleri) |
| Dış Ticaret | İhracat için gerekli belge sayısı |
| | İhracat için gerekli süre (gün) |
| | İhracat maliyeti (konteyner başına dolar) |
| | İthalat için gerekli belge sayısı |
| | İthalat için gerekli süre (gün) |
| | İthalat maliyeti (konteyner başına dolar) |
| Sözleşmelerin Uygulanması | Prosedür (işlem sayısı) |
| | Süre (gün) |
| | Maliyet (talebin yüzdesi) |
| İflas Durumlarının Çözümü | Süre (yıl) (borcu tahsis etmek için gereken zaman) |
| | Maliyet (Mülkün yüzdesi) |
| | Kazanım oranı (Dolar başına sent) (alacaklar için) |

4.1.1.1. Sınır Değere Uzaklık ve İş Yapma Kolaylığı Sıralaması

İş yapma, sınıra uzaklık puanı ve sınır puanına dayanan iş yapma kolaylığı sıralaması şeklinde iki toplam ölçüm için veriler sunmaktadır. İş yapma kolaylığı sıralanması, yerel işletmelere yönelik iş düzenlemeleri alanında ekonomileri birbiriyle karşılaştırmaktadır. Bu sıralama ekonomilerin toplam sınıra uzaklık puanına göre belirlenmektedir. Düzenleyici ortamı en iyi uygulayanla kıyaslanan ekonomilerin sınıra uzaklık puanı, her bir iş yapma kriterinin en yüksek puana mutlak uzaklığını göstermektedir. Her bir kriterden elde edilen en yüksek puan sınır olarak kabul edilmektedir. Sınıra uzaklık puanı daha yüksek olan ekonomilerin, daha etkin bir iş ortamı ve daha güçlü yasal kurumlara sahip olduğunu göstermektedir. Yıllar arasında karşılaştırma yapıldığında, sınıra uzaklık puanı, bir ekonomideki yerel girişimcilerin düzenleyici ortamının zaman içinde mutlak anlamda ne kadar değiştiğini gösterirken, iş yapma kolaylığı sıralaması düzenleyici ortamının diğer ekonomilere göre nasıl değiştiğini göstermektedir (Doing Business 2015b).

4.1.1.2. Sınıra Uzaklık Puanı

Sınıra uzaklık puanı, İş Yapma Kolaylığı Endeksinin 10 temel kriter ve 41 alt kriterini göz önünde bulundurarak, bir ekonominin performansını ve en iyi performanslar ile arasındaki farkını göstermektedir. Örneğin 2015 verilerine göre tüm ekonomiler arasında, bir iş kurmak için gereken en düşük prosedür sayısı Yeni Zelanda' da 1 ve bunları yerine getirmek için gereken en kısa süre 0.5 gündür. Bu durumda bir iş kurmak için Yeni Zelanda en az prosedür sayısına ve bu prosedürleri yerine getirecek en kısa süreye sahip olduğundan bu değerler sınır kabul edilmektedir. Bu durumda diğer ekonomilerin bu sınır değerlere olan uzaklığı sınıra uzaklık puanını vermektedir. Benzer şekilde, Slovenya en düşük maliyete sahiptir (0 maliyet) ve Avustralya, Kolombiya ve diğer 110 ekonomide herhangi bir ödenmiş asgari sermaye gerekliliği bulunmamaktadır (Doing Business 2015b).

4.1.1.3. Sınıra Uzaklık Puanının Hesaplanması

Her bir ekonomi için sınıra uzaklık puanının hesaplanması iki temel adımda gerçekleşmektedir. İlk olarak 10 temel kriterin 41 alt kriterinin (y) her birinin (toplam vergi oranı hariç), (en kötü -y)/(en kötü- sınır) lineer dönüşümü kullanılarak,

yeniden ölçeklendirildiği ortak bir birime normalleştirilmektedir. Bu formülasyonda sınır, 2005 yılından bu yana veya kriter verilerin toplandığı yıldan sonraki üçüncü yıldan itibaren tüm ekonomiler arasında o kritere ilişkin en iyi performansı temsil etmektedir. 2015 verileri için İş Yapma Kolaylığı raporu, bir işi kurmak için gereken en az prosedür sayısını 1 ve bunu tamamlayacak en kısa süreyi de 0.5 gün olarak belirlemiştir. En iyi performans ve en kötü performans, kurulduğu yıldaki İş Yapma verilerini temel alarak her beş yılda bir oluşturulur ve ara yıllardaki verilerde herhangi bir değişikliğe bakılmaksızın beş yıl boyunca bu seviyede kalmaktadır. Bir İşe Başlama, İnşaat Ruhsatı İşlemleri, Elektrik Bağlatma, Tapu Sicili, Vergilerin Ödenmesi, Dış Ticaret, Sözleşmelerin Uygulanması kriterlerinde sınır (en iyi performans) mümkün olan en düşük değer iken, en kötü performans için en yüksek olan değer alınmaktadır. Kredi Erişimi, Azınlık Yatırımcıların Korunması, İflas Durumlarının Çözümü gibi yasal kriterleri için sınır mümkün olan en yüksek değer iken, en kötü performans için en düşük olan değer alınmaktadır. Toplam vergi oranı için, sıralamalarının hesaplanmasında bir eşik değerinin kullanımına uygun olacak şekilde sınır, analize dahil edilen tüm yıllar için genel dağılımın yüzde 15'lik toplam vergi oranı olarak tanımlanmaktadır. Vergi ödeme zamanı için sınır, üç önemli vergiyi (gelir vergisi, emek vergisi ve katma değer vergisi (KDV)) tahsil eden tüm ekonomiler arasında kaydedilen en düşük süre olarak tanımlanmaktadır (Doing Business 2015b).

Aynı formülasyonda, yeniden ölçeklendirilmiş alt kriterler verilerinin dağılımında, aşırı aykırı değerlerin etkilerini azaltmak için (çok az ekonomi bir işi kurmada prosedürleri tamamlamak için 700 güne ihtiyaç duyar, fakat çoğu 9 günde tamamlamaktadır) en kötü performans, aykırı değer çıkarıldıktan sonra hesaplanmaktadır. Aykırı değerlerin tanımı her bir alt kriterin dağılımına dayanmaktadır (Doing Business 2015b).

Sınıra uzaklık puanının hesaplanmasının ikinci adımında, alt kriterlerin her biri için elde edilen puanlar toplanarak, tek bir sınıra uzaklık puanı elde edilmesi için basit bir ortalama alınmaktadır. İlk olarak her bir temel kriter için alt kriterlerinin sınıra uzaklık puanının basit bir ortalaması alınır ve daha sonra 10 temel kriterin ortalaması alınarak tek bir sınıra uzaklık puanı elde edilir. Her bir ekonomi için elde edilen bu sınıra uzaklık puanının büyüklüğüne göre ekonomiler, İş Yapma Kolaylığı

açısından en iyiden en kötüye doğru sıralanmaktadır. İş yapma Kolaylığı, her bir temel kriter ve her kriterin içinde bulunan alt kriterleri eşit şekilde ağırlıklandırmaktadır (Doing Business 2015b).

Bir ekonominin sınıra uzaklık puanı 0 ve 100 arasında ölçeklendirilmektedir. Burada 0 en kötü performansı, 100 ise sınırı yani en iyi performansı temsil etmektedir. Örneğin puanı 70 olan bir ekonominin tüm ekonomiler içinde en iyi performansı oluşturan sınırdan uzaklığı 30 olarak belirlenmiştir. Sınıra uzaklık puanları 5 ondalığa, kriter sıralama puanları ve iş yapma kolaylığı puanları 2 ondalığa yuvarlanarak sıralama belirlenmektedir (Doing Business 2015b).

İş Yapma Kolaylığı'nın sınıra uzaklık puanının daha iyi anlaşılması için, aşağıda Bir İşe Başlama kriterinin sınıra uzaklık puanının hesaplanması ile ilgili bir örnek sunulmuştur.

Bir işe başlama kriteri prosedür, zaman, maliyet ve ödenen minimum sermaye olmak üzere dört alt kriterden oluşmaktadır. Bir işe başlama kolaylığı sınıra uzaklık puanı, bu dört alt kriterin sınıra uzaklık puanlarının basit bir ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Önce her bir y alt kriteri bir lineer dönüşüm yardımıyla yeniden ölçeklendirilerek ortak bir birime normalleştirilmiştir. Bu lineer dönüşüm

$$\frac{\text{en kötü performans} - y}{\text{abs}(\text{en kötü performans} - \text{sınır})} \times 100 \quad (4.1.1)$$

şeklinde formüle edilmektedir. Bu formülasyon yardımıyla her bir alt kriterin sınıra uzaklık puanları ayrı ayrı değerlendirilerek hesaplanmıştır. Bu puanların basit bir ortalaması alınarak bir işe başlama kolaylığının sınıra uzaklık puanı hesaplanmıştır. Bu durumda İş Yapma raporunun 2015 verileri için belirttiği sınır değerlere göre, bir işe başlama kolaylığı açısından üç ekonominin alt kriterlerinin sınıra uzaklık puanları Tablo 2' de örnek olarak sunulmuştur.

Tablo 2. Ekonomilerin Bir İşe Başlama Kriterinin Alt Kriterleri

| | Prosedür | Zaman | Maliyet | Ödenen min. Sermaye | Sınıra uzaklık puanı |
|--------------|----------|-------|---------|---------------------|----------------------|
| Yeni Zelanda | 1 | 0.5 | 0.3 | 0 | 99.96 |
| Kanada | 2 | 5.45 | 0.4 | 0 | 97.23 |
| Türkiye | 8 | 7.5 | 16.44 | 12.14 | 85.13 |

Tablo 3. Bir İşe Başlama Kriterinin Alt Kriterlerinin Sınır ve En Kötü Performans Değerleri

| Parametreler | Prosedür | Zaman | Maliyet | Ödenen min. sermaye |
|-----------------------------------|----------|-------|---------|---------------------|
| Sınır | 1 | 0.5 | 0 | 0 |
| En kötü performans | 18 | 100 | 200 | 400 |
| Mutlak (En kötü performans-Sınır) | 17 | 99.5 | 200 | 400 |

Tablo 2 ve Tablo 3’ deki bilgilere göre, Yeni Zelanda’da bir işe başlanması için 1 belge, Türkiye’ de ise 8 belge gerekmektedir. Bu durumda Türkiye için prosedür sayısının normalleştirilmiş hali aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\frac{\text{en kötü performans} - y}{\text{mutlak(en kötü performans - sınır)}} \cdot 100 = \frac{18-8}{17} \cdot 100 = \frac{10}{17} \cdot 100 = 58.82353 \quad (4.1.2)$$

0 ve 100 arasında ölçeklendirilen sınıra uzaklık puan aralığına göre bir işe başlama prosedürün normalleştirilmiş hali olan 58.82353 değerine göre sınıra uzaklığı $100-58,82353= 41.17647$ olarak belirlenmektedir. Benzer şekilde hesaplanan diğer alt kriterlerin normalleştirilmiş değerleri Tablo 4’ te verilmiştir.

Tablo 4. Normalleştirilmiş Değerlere Göre Bir İşe Başlama Kriterinin Sınıra Uzaklık Puanları

| | Prosedür(sayı) | Zaman(gün) | Maliyet(kişi başı gelir) | Ödenen min. Sermaye | Sınıra uzaklık puanı(ortalama) |
|--------------|----------------|------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Yeni Zelanda | 100 | 100 | 99.85 | 100 | 99.96 |
| Kanada | 94.11765 | 94.97487 | 99.8 | 100 | 97.23 |
| Türkiye | 58.8235 | 92.9648 | 91.7800 | 96.9650 | 85.13 |

Tablo 4’ deki bilgilere göre, Türkiye’nin bir işe başlama kolaylığı kriterinin sınıra uzaklık puanı alt kriterlerin basit bir ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Bir işe başlama kriterinin Sınıra Uzaklık Puanı,

$$(\text{prosedür} + \text{zaman} + \text{maliyet} + \text{ödenen minimum sermaye}) / 4 \quad (4.1.3)$$

$$(58.8235 + 92.9648 + 91.7800 + 96.9650) / 4 = 85.13$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Bu değere göre bir işe başlama kriterinin sınırdan uzaklığı $100-85.13=14.87$ birimdir.

Bu tablodaki değerlere göre, sınıra uzaklık puanı en yüksek olan değer bir işe başlamada en iyi durumda olan ekonomiyi göstermektedir. Bu durumda Yeni

Zelanda'nın sınıra uzaklık puanı 99.96 olduğu için, yani sınıra en yakın değer olduğu diğer iki ülkeden daha iyi bir konumdadır (Doing Business 2015b). Bu çalışmada kullanılan İŞYKE'nin 10 temel kriterine göre 189 ülkenin 2015 verileri EK 1'de verilmiştir.

4.1.2. İş Yapma Kolaylığı Endeksinin Temel Kriterleri

4.1.2.1. Bir İşe Başlama (Starting a Business)

İş Yapma, bir limited şirketi başlatmak ve resmi olarak çalıştırmak için bir girişimcinin yapması gereken tüm işlemleri ve ayrıca bu işlemlerin tamamlanması için gereken zaman ve maliyeti kaydederek bir ekonomide bir işi kurmanın kolaylığını ölçmektedir (Doing Business 2015a).

Bir işe başlama kolaylığında ekonomilerin sıralanması sınıra uzaklık puanının sıralanması ile belirlenmektedir. Bu puanlar alt kriterlerin her biri için sınıra uzaklık puanının basit bir ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Bu alt kriterler, bir işe başlamak için gerekli prosedürler, bu prosedürlerin yapılabilmesi için gereken zaman, iş kurmak için gerekli maliyet ve ödenmiş minimum sermaye olarak belirlenmiştir (Doing Business 2015a).

4.1.2.2. İnşaat Ruhsatı İşlemleri (Dealing with Construction Permits)

İnşaat ruhsatı işlemleri, ekonominin en büyük iş şehrinde bir ticari deponun inşa edilebilmesi için gerekli tüm işlemler ve bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli zaman ve maliyetlerdir (Doing Business 2015a).

İnşaat ruhsatı kolaylığında ekonomilerin sıralanması sınıra uzaklık puanının sıralanması ile belirlenmektedir. Bu puanlar alt kriterlerin her biri için sınıra uzaklık puanının basit bir ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Bu alt kriterler, prosedürler, zaman ve maliyettir (Doing Business 2015a).

4.1.2.3. Elektrik Bağlatma (Getting Electricity)

İş Yapma, bir standart depo için kalıcı bir elektrik bağlantısı ve kaynağı elde etmek için gerekli tüm işlemleri ve bu işlemlerin tamamlanması için gereken zaman ve maliyeti hesaplamaktadır (Doing Business 2015a).

Elektrik alma kolaylığında ekonomilerin sıralanması sınıra uzaklık puanının sıralanması ile belirlenmektedir. Bu puanlar alt kriterlerin her biri için sınıra uzaklık puanının basit bir ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Bu alt kriterler, prosedürler, zaman ve maliyettir (Doing Business 2015a).

4.1.2.4. Tapu Kaydı (Registering Property)

İş Yapma, bir işletmenin (alıcı) başka bir işletmeden (satıcı) mülk satın alması ve alıcı adına mülkiyet ismini transfer etmek için gerekli tüm işlemleri ve bu işlemlerin tamamlanması için gerekli zaman ve maliyeti hesaplamaktadır (Doing Business 2015a).

Tapu sicili kolaylığında ekonomilerin sıralanması sınıra uzaklık puanının sıralanması ile belirlenmektedir. Bu puanlar alt kriterlerin her biri için sınıra uzaklık puanının basit bir ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Bu alt kriterler, prosedürler, zaman ve maliyettir (Doing Business 2015a).

4.1.2.5. Kredi Erişimi (Getting Credit)

İş Yapma, kriterlerin bir kümesi aracılığıyla güvenli işlemlerle ilgili borç alanların ve borç verenlerin yasal haklarını ve bir başka küme aracılığıyla da kredi bilgilerinin paylaşımını ölçmektedir (Doing Business 2015a).

Kredi alma kolaylığında ekonomilerin sıralanması sınıra uzaklık puanının sıralanması ile belirlenmektedir. Bu puanlar, yasal haklar endeksinin gücü ve kredi bilgi endeksinin derinliğinin toplamının sınıra uzaklık puanıdır (Doing Business 2015a).

a) Yasal Haklar Endeksinin Gücü

Yasal haklar endeksinin gücü, teminat ve iflas kanunlarının borç alan ve borç verenlerin haklarının korunması ve dolayısıyla krediyi kolaylaştırmadaki derecesini ölçmektedir (Doing Business 2015a).

Yasal haklar endeksinin gücü, teminat kanununun yasal haklarla ilgili 10 yönünü ve iflas kanununun 2 yönünü kapsamaktadır. Bu kanunlar ile ilgili 12 özelliğin her biri için birer puan atanmakta ve endeks bu puanlara göre 0 ile 12 arasında değerler almaktadır. Teminat ve iflas kanunlarının krediye erişimini

genişletmek için en iyi tasarlanmış olduğunu gösteren en yüksek değerler 0 ile 12 arasında değişmektedir (Doing Business 2015a).

b) Kredi Bilgi Endeksinin Derinliği

Kredi bilgi endeksinin derinliği, ya kredi kayıt ya da kredi bürosu yoluyla mevcut kredi bilgilerinin sigorta kapsamını, faaliyet alanını ve erişilebilirliğini etkileyen kural ve uygulamaları ölçmektedir (Doing Business 2015a).

Kredi kayıt veya kredi bürosunun (veya her ikisi) 8 özelliğinin her biri için birer puan atanmakta ve endeks bu puanlara göre 0 ile 8 arasında değerler almaktadır. Kredi kararlarını kolaylaştırmak için bir kredi kayıt veya kredi bürosundan daha fazla kredi bilgisinin kullanılabilirliğini gösteren en yüksek değerler 0 ile 8 arasında değişmektedir. Eğer, kredi kayıt veya bürosu işlevsel değilse veya yetişkin nüfusun %5'den daha az bir sigorta kapsamına sahipse, bu durumda kredi bilgi endeksinin derinliğinin puanı 0 olarak alınmaktadır (Doing Business 2015a).

c) Kredi Kayıt Kapsamı

Kamu kredi kayıt kapsamı kriteri, son 5 yılda kredi kullanan veya talep eden, kredi kayıt veri tabanında yer alan kişilerin ve işletmelerin sayılarını bildirmektedir. Sayı, yetişkin nüfusun (Dünya Bankası'nın Dünya Kalkınma Kriterleri'ne göre 15 yaş ve üzeri) bir yüzdesi olarak ifade edilmektedir (son 5 yılda kredi kullanan veya talep eden kişilerin ve işletmelerin sayılarının ülkenin yetişkin nüfusa oranını göstermektedir) (Doing Business 2015a).

d) Kredi Bürosu Kapsamı

Kredi bürosu kapsamı kriteri, son 5 yılda kredi kullanan veya talep eden, bir kredi bürosunun veri tabanında yer alan kişilerin ve işletmelerin sayılarını bildirmektedir. Sayı, yetişkin nüfusun (Dünya Bankası'nın Dünya Kalkınma Kriterleri'ne göre 15 yaş ve üzeri) bir yüzdesi olarak ifade edilmektedir (son 5 yılda kredi kullanan veya talep eden kişilerin ve işletmelerin sayılarının ülkenin yetişkin nüfusa oranını göstermektedir) (Doing Business 2015a).

4.1.2.6. Azınlık Yatırımcıların Korunması (Protecting Minority Investores)

İş Yapma, kişisel kazanç için yöneticilerin şirket varlıklarını kötüye kullanmalarına karşı azınlık hissedar (küçük hissedar) korunmalarının gücünü ölçmektedir. Azınlık yatırımcıların korunması kriteri, bilgilendirme endeksindeki derecesi, yönetici sorumluluk endeksindeki derecesi, hissedar davaları endeksinin kolaylığı şeklinde üç boyutta incelenmektedir (Doing Business 2015a).

Azınlık yatırımcıların korunması gücünde ekonomilerin sıralanması, azınlık yatırımcıların korunması için sınıra uzaklık puanının sıralanması ile belirlenmektedir. Bu puan hisse düzenleme anlaşmazlıkları endeksinin derecesi ve hissedar yönetim endeksinin derecesi için sınıra uzaklık puanının basit bir ortalama alınarak hesaplanmaktadır (Doing Business 2015a).

4.1.2.7. Vergilerin Ödenmesi (Paying Taxes)

İş yapma, orta büyüklükteki işletmelerin bir yıl içinde ödemesi gereken vergi ve zorunlu primleri kaydetmesinin yanı sıra vergi ve prim ödemelerinin şirket için idari külfetini de ölçmektedir (Doing Business 2015a).

Vergi ödemeleri kriterleri, ödenen vergi ve primlerin toplam sayısını, ödeme yöntemini, ödeme sıklığını, dosyalama sıklığını ve işletmenin ikinci yılında şirketin standartlaştırılmış vaka çalışması için ilgili kurumların sayısını yansıtmaktadır. Ödemelerin sayısı, elektronik dosyalama hesabını da içine almaktadır.

Vergi ödeme kolaylığında ekonomilerin sıralanması, vergi ödeme için sınıra uzaklık puanının sıralanması ile belirlenmektedir. Bu puanlar, toplam vergi oranı alt kriterlerin birine uygulanan bir eşik değer ve bir doğrusal olmayan dönüşüm ile her bir kriter için sınıra uzaklık puanının basit bir ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Eşik değer toplam vergi oranı kriteri için sınır olarak ayarlanmaktadır. Eşik değer, analize dahil edilen tüm yıllar için toplam vergi oranı kriteri genel dağılımının %15' i olan toplam vergi oranı olarak tanımlanmaktadır. 2015 yılı eşik değeri %26.1 olarak belirlenmiştir. Toplam vergi oranı bu eşik değerinin altında olan ekonomiler eşik seviyesindeki ekonomi kadar aynı sınıra uzaklık puanını almaktadırlar. Eşik değer genel bir ekonominin vergi sisteminde verimliliği maksimize edecek veya bozulmayı

minimize edecek bir “optimal vergi oranının” herhangi bir ekonomik teorisine dayanmamaktadır (Doing Business 2015a).

4.1.2.8. Dış Ticaret (Trading Across Borders)

İş Yapma, deniz taşımacılığı ile malların standart bir kargo yardımıyla ihracat ve ithalatı ile ilgili harcanan zaman ve maliyeti ölçmektedir. Malların ihracat ve ithalatı için her bir resmi prosedürün tamamlanmasında gerekli olan zaman ve maliyeti kaydetmektedir. Ancak deniz taşımacılığında harcanan zaman ve maliyeti içermemektedir. Sınırdaki malların ihracatı ve ithalatı için tüccar tarafından gerekli tüm belgeler de kaydedilmektedir. Yerel nakliyeciler (forwarder), nakliye hatları, gümrük komisyoncuları, liman yetkilileri ve bankalar, gerekli belgeler ve maliyetin yanı sıra her bir prosedürü tamamlamak için gerekli zamanla ilgili bilgileri sağlamaktadır (Doing Business 2015a).

Dış ticaret kolaylığında ekonomilerin sıralanması sınıra uzaklık puanının sıralanması ile belirlenmektedir. Bu puanlar alt kriterlerin her biri için sınıra uzaklık puanının basit bir ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Doing Business 2015a).

4.1.2.9. Sözleşmelerin Uygulanması (Enforcing Contracts)

Sözleşmelerin uygulanması kriterleri, bir ticari anlaşmazlığın çözümünde yargı sisteminin etkinliğini ölçmektedir. Veriler, yerel mahkemelerde bir ticari satış anlaşmazlığının adım adım takip edilmesiyle inşa edilmektedir (Doing Business 2015a).

Sözleşmelerin uygulanması kolaylığında ekonomilerin sıralanması sınıra uzaklık puanının sıralanması ile belirlenmektedir. Bu puanlar alt kriterlerin her biri için sınıra uzaklık puanının basit bir ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Doing Business 2015a).

4.1.2.10. İflas Durumlarının Çözümü (Resolving Insolvency)

Bir tüccar statüsündeki bir borçlunun borcunu ödememesi hali iflas olarak tanımlanmaktadır. İş Yapma, yerli varlıkları içeren iflas davaları için gerekli olan zaman, maliyet ve sonucunu incelemektedir (Doing Business 2015a).

İflas durumlarının çözümü kolaylığında ekonomilerin sıralanması sınıra uzaklık puanlarının sıralanması ile belirlenmektedir. Bu puanlar geri kazanım oranı ve iflas çerçevesinin gücü endeksi için sınıra uzaklık puanının basit bir ortalaması alınarak hesaplanmaktadır (Doing Business 2015a).

4.2. Uygulama Sonuçları

Bu çalışmanın uygulama kısmında, İş Yapma Endeksi'nin 10 temel kriterine göre 189 ülke ekonomisini sıralamak ve sınıflamak için iki ÇKKV yöntemi kullanılmıştır. İş Yapma Kolaylığı Endeksi belirsiz, kesin olmayan ve tutarsız kriterler içerdiğinden (bazı kriterlerdeki bilgi eksikliğinden dolayı), bu endekse göre ekonomileri en iyiden en kötüye sıralamak için ELECTRE III yöntemi ve alternatifleri dört kategoriye ayıracak şekilde sınıflama yapmak için ELECTRE TRI yöntemi bu sorunu çözmede uygun yöntemler olarak kabul edilmişlerdir. Ayrıca ELECTRE III yöntemi, literatürde çok kullanılan bir başka ÇKKV yöntemlerinden biri olan TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Literatürde ELECTRE TRI yönteminin daha çok kötümser atama kuralı kullanılırken (Mousseau ve Slowinski 1998), (Mousseau vd. 2000), (Arondel ve Girardin 2000), (Mousseau ve Dias 2004), (Lourenco ve Costa 2004), (Damart vd. 2007), (Lu vd. 2010), (Nepomuceno ve Costa 2012), bu çalışmada hem kötümser atama kuralı hem de iyimser atama kuralı kullanılarak bu iki atama kuralı karşılaştırılmıştır. Her iki yöntemin değişik parametrelerine duyarlılık analizi yapılarak, bu parametre değerlerinin sıralama ve sınıflama sonuçları üzerindeki etkisi test edilmiş, gerçek veriler ve başlangıç parametre çözüm sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Uygulamada sonuçlar MATLAB (MATrix LABoratory) 2017 programlama dili kullanılarak elde edilmiştir. MATLAB 2017 programlama dilini kullanılarak yazılan yöntemlerin kodları EK 2'de verilmiştir.

4.2.1. ELECTRE III Yöntemi ile Ekonomilerin İş Yapma Kolaylığına Göre Sıralanması

ELECTRE III yöntemini kullanabilmek için ilk olarak kriterler belirlenmektedir. Daha sonra bu kriterler için çeşitli eşik değerler (q_j , p_j , v_j) ve kriterlerin göreceli ağırlıkları (w_j) belirlenerek, yöntem bu parametreler yardımıyla

alternatifler arasında bir üstünlük ilişkisi kurmaktadır. Son olarak yöntem distilasyon (damıtma) süreci adı verilen bir algoritma tekniğini kullanarak alternatifleri en iyiden en kötüye doğru sıralamaktadır.

Kriterler

ELECTRE III yöntemi, İŞYKE'nin 10 temel kriterini göz önünde bulundurularak ülkeleri, iş yapma ortamı açısından en iyiden en kötüye doğru sıralamaktadır. Bu temel kriterler ve kısaltmaları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. 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 |

Üstünlüğün elde edilmesinde kullanılan eşik değerler ve kriter ağırlıkları

ELECTRE III yönteminde ilk olarak alternatiflerin ikili karşılaştırmaları ile bir bulanık üstünlük ilişkisi kurularak bir kısmi ön sıralama oluşturulur. Bir ön sıralama, her bir kriterin eşik değerlerinin ve kriter ağırlıklarının belirlenmesine dayanmaktadır. Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi için kullanılan kriterlerin farksızlık, tercih ve veto eşikleri ile kriterlerin göreceli ağırlıkları Karar Verici (KV) tarafından belirlenen keyfi değerlerdir. KV bu değerleri belirlerken tecrübelerinden faydalanmaktadır. Eşik değerler birer sabit olabileceği gibi $\alpha_j + \beta_j g_j(a)$ ($\beta_j \in [0,1]$) şeklinde bir fonksiyon da olabilir. q_j farksızlık eşiği ve p_j tercih eşiği, performanslar arasındaki farkların doğru şekilde yorumlanabilmesi ve kriter içi önemi göz önünde bulundurmak için, w_j göreceli kriter ağırlığı ve v_j veto eşiği ise kriterler arasındaki önemi göz önünde bulundurmak için getirilmiş değerlerdir. Pek çok durumda bu parametrelere kesin bir nümerik değer vermek

zordur. Böyle parametrelere bir nümerik değer vermenin en basit yolu, tutarsız, belirsiz ve yanlış belirlenmiş kriterlerin ana kaynaklarını analizine dayanmaktadır (Roy 1991). Roy (1991) eşik değerleri makul bir minimum ve maksimum değer arasına yerleştirmeyi 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.

Bu çalışmada İş Yapma Kolaylığı Endeksi'nin her bir kriterine göre alternatifler arasındaki farklar incelenerek q_j farksızlık, p_j tercih ve v_j veto eşik değerleri bir minimum ve maksimum değer arasına yerleştirilmiştir. Bu eşiklerden q_j eşiği, belirli bir kritere ilişkin minimum belirsizlik payı ve p_j eşiği de söz konusu kritere ilişkin maksimum hata payı olarak yorumlanmıştır. 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. İlk olarak bu sıralamalardan faydalanarak her bir kriter için ayrı ayrı ardışık iki alternatif performansları arasındaki farklar alınarak q_j farksızlık eşiğinin aralığı elde edilmiştir. Bu farklardan en küçüğü 0 olurken en büyük fark 5 olarak elde edilmiştir (ayrıca ardışık 10 alternatiften en büyük ve en küçük değer arasındaki farklar incelendiğinde de ortalama olarak 0 ve 5 arasında değerler elde edilmiştir). Kriterlerdeki sıfır değeri, bilgileri eksik olan alternatif performanslarını gösterdiği için bu değerler ile elde edilen farklar hesaplamaya katılmamıştır. Çünkü bu değer farksızlık eşiğinin üst sınırını diğer farklara oranla çok fazla artırmıştır. Örneğin İnşaat Ruhsatının Alınması ile ilgili kriterde en küçük değere sahip ülke (Afganistan) performansı 22,39 iken, bilgi eksikliğinden dolayı üç ülkenin (Eritra, Libya ve Suriye) performans değeri sıfırdır. Ardışık alternatifler arasındaki diğer farklar göz önünde bulundurulduğunda, 22.39 – 0 gibi bir fark bir ülkeyi bir diğerinden, belli bir oranda ayırabilecek bir öneme sahip olabileceği düşünülmüştür. Bu durumda q_j farksızlık eşiği aralığı $q_j = [0, 5]$ olarak elde edilmiştir. Benzer şekilde her bir kriter için büyükten küçüğe sıralanan verilerden faydalanarak en büyük alternatif

performans değeri ile en küçük alternatif performans değerinin farkı alınarak veto eşiği aralığı belirlenmiştir. Bu farkların en küçük değeri 71, en büyük değeri ise 100 olarak hesaplanmıştır. Bu durum da v_j veto eşiği aralığı da $v_j = [71,100]$ olarak elde edilmiştir. Tercih eşiği ise her bir kriterin ortalamasına karşılık gelen değerler dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bu ortalamaların yaklaşık olarak en küçük değeri 43, en büyük değeri ise 79 olarak elde edilmiştir. Fakat v_j veto eşiği, p_j tercih eşiğinden her daim daha büyük bir değere sahip olduğundan (v_j alt sınırı 71), p_j tercih eşiğinin üst sınırının 79 olarak seçilmesi çok mantıklı gözükmemektedir. Bu durumda daha makul değerler seçilerek, tercih eşiğini $p_j = [43,65]$ aralığında belirlemek daha anlamlı gözükmemektedir. İş Yapma Kolaylığı Endeksi her bir kriteri eşit ağırlıklandığı için bu çalışmada da her bir kriter eşit ağırlıklandırılmıştır.

Duyarlılık Analizi

Keyfi değerlerden dolayı sonuçları güvenilir hale getirmek ve kriterlerin eşik değerlerinin sıralama sonuçları üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizinde temel amaç, sıralamanın eşik değerlerdeki değişikliklerden nasıl etkilendiğini belirlemek ve başlangıç eşik değerlerinin iyi kurulup kurulmadığını test etmektir (Roy 1991). $q_j = [0,5]$, $p_j = [43,65]$ ve $v_j = [71,100]$ aralıklarında eşik değerlerin farklı kombinasyonları (keyfi alt kümeleri) oluşturarak çok sayıda farklı senaryo incelenmiş ve elde edilen sıralamaların Hata Kareleri Ortalaması (HKO) hesaplanarak gerçek verilere en yakın çözüm en uygun çözüm olarak kabul edilmiştir. Farklı eşik değerler ile yapılan duyarlılık analizinin tüm sonuçları bu çalışmada verilmemiştir. Sadece çok fazla duyarlılık gösteren sonuçlar eklenmiştir. Ülkelerin İŞYKE'nin sıralaması ile ELECTRE III yönteminin başlangıç çözüm ve duyarlılık analizi sonuçlarının karşılaştırılması EK 3'de verilmiştir.

Başlangıç Parametreleri İle Elde Edilen Sıralama

İlk olarak, başlangıç eşik değerler göz önünde bulundurularak ilk sıralama elde edilmiştir. Başlangıç eşik değerler tablosu, İŞYKE'nin verilerinden yararlanarak

oluşturulmuş $q_j = [0,5]$, $p_j = [43,65]$ ve $v_j = [71,100]$ aralıkların ortasına karşılık gelen değerler göz önünde bulundurularak elde edilmiştir. Tüm kriterler için eşit olarak alınan eşik değerler Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Kriterlerin Başlangıç Eşik Değerleri ve Ağırlıkları

| | BirleşBş | İnRhİş | EltrBağ | TapSicl | KrdErş | AzYatKr | VrgÖd | DşTic | SözUyg | İfDrÇz |
|---|----------|--------|---------|---------|--------|---------|-------|-------|--------|--------|
| q | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| p | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| v | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 |
| w | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |

İlk eşik değerlere göre yöntemin elde ettiği sıralamada 189 ülkeden 80 ülke sıralaması gerçek veriler ile aynı sırada çıkmıştır. Gerçek veriler ile yöntem arasındaki mutlak sıralama farkı 67 ülkede 1; 22 ülkede 2; 14 ülkede 3; 3 ülkede 4; 2 ülkede 5 ve 1 ülkede 6 çıkmıştır. Tablo 7’de İŞYKE’ne göre elde edilmiş en iyi ilk 10 ülke ve Türkiye, ELECTRE III yöntemi ile elde edilmiş sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 7. Başlangıç Değerlere Göre ELECTRE III ve İŞYKE’nin Karşılaştırılması

| Ülkelerin Sınıra uzaklık Puanına Göre En İyiden En Kötüye Doğru Sıralaması | | HKO: 415 | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------|---------------|
| DFT skor | Ekonomiler | İş Yapma Kolaylığı Sıralaması | ELECTRE III Sıralaması | Mutlak Fark | Hata Kareleri |
| 86.70 | Yeni Zelanda | 1 | 1 | | 0 0 |
| 85.08 | Singapur | 2 | 2 | | 0 0 |
| 84.69 | Danimarka | 3 | 3 | | 0 0 |
| 83.69 | Kore, Temsilci | 4 | 4 | | 0 0 |
| 82.97 | Hong Kong SAR, Çin | 5 | 5 | | 0 0 |
| 82.80 | Norveç | 6 | 6 | | 0 0 |
| 82.55 | Birleşik Krallık | 7 | 7 | | 0 0 |
| 81.96 | Amerika Birleşik Devletleri | 8 | 8 | | 0 0 |
| 81.11 | İsveç | 9 | 9 | | 0 0 |
| 80.87 | Tayvan, Çin | 10 | 11 | | 1 1 |
| 69.96 | Türkiye | 53 | 54 | 1 | 1 |

HKO alınarak yöntem ile İŞYKE sıralamaları arasındaki ilişkinin derecesine bakılmaktadır. Bu durumda başlangıç eşik değerleri ile yapılan sıralamada HKO=415 olarak elde edilmiştir. HKO’nun düşük çıkması ve aynı zamanda yöntem ile elde edilen sıralamadaki en iyi ilk 9 ülke sıralamasının, İŞYKE ile aynı sırada çıkması model parametrelerin iyi kurulduğu anlamına gelebilir. Bu sonucun doğruluğunu ve güvenilirliğini test etmek için, eşik değerlerin farklı kombinasyonları (keyfi alt

kümeleri) denenerak bir duyarlılık analizi yapılmış ve bu duyarlılık analizi yardımıyla en uygun çözüm araştırılmıştır.

Eşik değerlerin duyarlılık analizi, $q_j = [0,5]$, $p_j = [43,65]$ ve $v_j = [71,100]$ aralığındaki değerler göz önünde bulundurularak yapılmış ve bu aralıklarda beş farklı senaryo incelenmiştir.

Senaryo 1

İlk senaryoda, q_j farksızlık eşliğindeki değişimin alternatif sıralamaları üzerindeki etkisi incelenmiştir. $q_j = [0,5]$ aralığında yer alan q_j farksızlık eşliğinin duyarlılığı incelenirken, p_j ve v_j eşik değerleri sabit tutulmuştur. Farksızlık eşliğinin duyarlılığı, başlangıç eşik değerinden büyük ve küçük değerler alınarak incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda $q_j = 4$ için HKO=962; $q_j = 3$ için HKO=664; $q_j = 2$ için HKO=339 ve $q_j = 1$ için HKO=299 olarak elde edilmiştir. Azalan q_j eşik değerine karşı HKO'nun azalması, q_j 'nin optimal çözümde etkili olduğu anlamına gelmektedir. Bu sonuca göre, alternatif performansları arasındaki farkları az olan verilerde, daha küçük q_j eşik değerlerinin seçimi daha mantıklı görülmektedir. Bu durumda, başlangıç eşik olarak aldığımız değer küçük seçilmesi bu eşik değerinin iyi kurulduğu anlamına gelebilir. En düşük HKO $q_j = 1$ 'de elde edilmiştir. Bu değer, yöntemin elde ettiği sıralamanın gerçek sıralamaya biraz daha yaklaştığını göstermektedir. Bu durumda q_j farksızlık eşliğinin $q_j = 1$ değeri en iyi performans olarak kabul edilmiştir.

Yapılan duyarlılık analizi sonucunda tüm kriterler için eşit olarak alınan eşik değerler $q_j = 1$, $p_j = 54$ ve $v_j = 85.5$ şeklinde elde edilmiştir.

Elde edilen yeni eşik değerlere göre 189 ülkeden 97 ülke sıralaması gerçek veriler ile aynı sırada çıkmıştır. Gerçek veriler ile yöntem arasındaki mutlak sıralama farkı 64 ülkede 1; 17 ülkede 2; 6 ülkede 3; 4 ülkede 4 ve 1 ülkede 7 çıkmıştır. Bu değerlere bakıldığında az da olsa yöntemde bir iyileşme görülmüştür. Tablo 8'de

İŞYKE'ne göre elde edilmiş en iyi ilk 10 ülke ve Türkiye, ELECTRE III yöntemi ile elde edilmiş sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 8. Senaryo 1 İçin ELECTRE III ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması

| Ülkelerin Sınıra uzaklık Puanına Göre En İyiden En Kötüye Doğru Sıralaması | | | | HKO: 299 | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------|---------------|
| DFT skor | Ekonomiler | İş Yapma Kolaylığı Sıralaması | ELECTRE III Sıralaması | Mutlak Fark | Hata Kareleri |
| 86.70 | Yeni Zelanda | 1 | 1 | 1 0 | 0 |
| 85.08 | Singapur | 2 | 2 | 2 0 | 0 |
| 84.69 | Danimarka | 3 | 3 | 4 0 | 0 |
| 83.69 | Kore, Temsilci | 4 | 5 | 3 1 | 1 |
| 82.97 | Hong Kong SAR, Çin | 5 | 5 | 5 0 | 0 |
| 82.80 | Norveç | 6 | 6 | 6 0 | 0 |
| 82.55 | Birleşik Krallık | 7 | 7 | 8 0 | 0 |
| 81.96 | Amerika Birleşik Devletleri | 8 | 8 | 7 0 | 0 |
| 81.11 | İsveç | 9 | 9 | 9 0 | 0 |
| 80.87 | Tayvan, Çin | 10 | 11 | 11 1 | 1 |
| 69.96 | Türkiye | 53 | 54 | 1 | 1 |

Senaryo 2

q_j farksızlık eşiğinin duyarlılığından sonra p_j tercih eşiğinin duyarlılığı incelenmiştir. p_j eşik değerinin duyarlılığı incelenirken, q_j ve v_j eşik değerleri sabit tutulmuştur. Bu eşiğinin duyarlılığı $p_j = [43,65]$ aralığındaki değerler göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Yapılan duyarlılık analizi sonucunda 10 alt senaryo incelenmiştir. Bunlar $p_j = 64$ için HKO=555; $p_j = 63$ için HKO=454; $p_j = 60$ için HKO=556; $p_j = 58$ için HKO=645; $p_j = 55$ için HKO=495; $p_j = 52$ için HKO=432; $p_j = 50$ için HKO=463 ve $p_j = 48$ için HKO=687; $p_j = 46$ için HKO=1092; $p_j = 44$ için HKO=1121 şeklinde elde edilmiştir. Elde edilen HKO'dan, ülke sıralamalarının p_j eşik değerine duyarlı olduğu görülmüştür. Artan ve azalan p_j eşik değerlerine karşı HKO değişkenlik göstermiştir. En düşük HKO, $p_j = 52$ 'de elde edilmiştir. Bu değer, yöntemin elde ettiği sıralamanın gerçek

sıralamaya biraz daha yaklaştığını göstermektedir. Bu durumda p_j tercih eşliğinin $p_j = 52$ değeri en iyi performans olarak kabul edilmiştir.

Yapılan duyarlılık analizi sonucunda tüm kriterler için eşit olarak alınan eşik değerler $q_j = 2.5$, $p_j = 52$ ve $v_j = 85.5$ şeklinde elde edilmiştir.

Elde edilen yeni eşik değerlere göre 189 ülkeden 72 ülke sıralaması gerçek veriler ile aynı sırada çıkmıştır. Gerçek veriler ile yöntem arasındaki mutlak sıralama farkı 67 ülkede 1; 34 ülkede 2; 8 ülkede 3; 6 ülkede 4; 1 ülkede 5 ve 1 ülkede 6 çıkmıştır. Tablo 9’da İŞYKE’ne göre elde edilmiş en iyi ilk 10 ülke ve Türkiye, ELECTRE III yöntemi ile elde edilmiş sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 9. Senaryo 2 İçin ELECTRE III ve İŞYKE’nin Karşılaştırılması

| Ülkelerin Sınıra uzaklık Puanına Göre En İyiden En Kötüye Doğru Sıralaması | | | HKO: 432 | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------|---------------|
| DFT skor | Ekonomiler | İş Yapma Kolaylığı Sıralaması | ELECTRE III Sıralaması | Mutlak Fark | Hata Kareleri |
| 86.70 | Yeni Zelanda | 1 | 1 | 1 0 | 0 |
| 85.08 | Singapur | 2 | 2 | 2 0 | 0 |
| 84.69 | Danimarka | 3 | 3 | 4 0 | 0 |
| 83.69 | Kore, Temsilci | 4 | 4 | 3 0 | 0 |
| 82.97 | Hong Kong SAR, Çin | 5 | 6 | 5 1 | 1 |
| 82.80 | Norveç | 6 | 6 | 6 0 | 0 |
| 82.55 | Birleşik Krallık | 7 | 7 | 8 0 | 0 |
| 81.96 | Amerika Birleşik Devletleri | 8 | 8 | 7 0 | 0 |
| 81.11 | İsveç | 9 | 9 | 9 0 | 0 |
| 80.87 | Tayvan, Çin | 10 | 11 | 11 1 | 1 |
| 69.96 | Türkiye | 53 | 54 | 1 | 1 |

Yapılan duyarlılık analizleri sonucunda elde edilen q_j ve p_j eşik değerlerinin en iyi performans gösterdiği $q_j = 1$ ve $p_j = 52$ değerleri ve veto eşliğinin ilk değeri olan $v_j = 85.5$ beraber kullanıldığında HKO=345 olarak elde edilmiştir.

Senaryo 3

q_j ve p_j eşik değerlerin duyarlılığından sonra v_j veto eşiğinin sıralama üzerindeki etkisi incelenmiştir. v_j veto eşiği ile yapılan duyarlılık analizi $v_j = [71,100]$ aralığındaki değerler göz önünde bulundurularak yapılmıştır. v_j veto eşik değerinin duyarlılığı incelenirken, q_j ve p_j eşik değerleri sabit tutulmuştur. Yapılan duyarlılık analizi sonucunda 8 alt senaryo incelenmiştir. Bunlar $v_j = 73$ için HKO=615; $v_j = 76$ için HKO=525; $v_j = 80$ için HKO=418; $v_j = 84$ için HKO=415; $v_j = 88$ için HKO=471; $v_j = 90$ için HKO=481; $v_j = 95$ için HKO=488; $v_j = 98$ için HKO=490 şeklinde elde edilmiştir. En düşük HKO, $v_j = 84$ 'de elde edilmiştir. Bu durumda v_j tercih eşiğinin $v_j = 84$ değeri en iyi performans olarak kabul edilmiştir.

Yapılan duyarlılık analizi sonucunda tüm kriterler için eşit olarak alınan eşik değerler $q_j = 2.5$, $p_j = 54$ ve $v_j = 84$ şeklinde elde edilmiştir.

Elde edilen yeni eşik değerlere göre 189 ülkeden 80 ülke sıralaması gerçek veriler ile aynı sırada çıkmıştır. Gerçek veriler ile yöntem arasındaki mutlak sıralama farkı 67 ülkede 1; 22 ülkede 2; 14 ülkede 3; 3 ülkede 4; 2 ülkede 5 ve 1 ülkede 6 çıkmıştır. Tablo 10'da İŞYKE'ne göre elde edilmiş en iyi ilk 10 ülke ve Türkiye, ELECTRE III yöntemi ile elde edilmiş sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 10. Senaryo 3 İçin ELECTRE III ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması

| Ülkelerin Sınıra uzaklık Puanına Göre En İyiden En Kötüye Doğru Sıralaması | | | | HKO: 415 | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------|---------------|
| DFT skor | Ekonomiler | İş Yapma Kolaylığı Sıralaması | ELECTRE III Sıralaması | Mutlak Fark | Hata Kareleri |
| 86.70 | Yeni Zelanda | 1 | 1 | 1 0 | 0 |
| 85.08 | Singapur | 2 | 2 | 2 0 | 0 |
| 84.69 | Danimarka | 3 | 3 | 4 0 | 0 |
| 83.69 | Kore, Temsilci | 4 | 4 | 3 0 | 0 |
| 82.97 | Hong Kong SAR, Çin | 5 | 5 | 5 0 | 0 |
| 82.80 | Norveç | 6 | 6 | 6 0 | 0 |
| 82.55 | Birleşik Krallık | 7 | 7 | 8 0 | 0 |
| 81.96 | Amerika Birleşik Devletleri | 8 | 8 | 7 0 | 0 |
| 81.11 | İsveç | 9 | 9 | 9 0 | 0 |
| 80.87 | Tayvan, Çin | 10 | 11 | 11 1 | 1 |
| 69.96 | Türkiye | 53 | 54 | 1 | 1 |

Duyarlılık analizi ile optimal çözümdeki değişiklikler yeniden analiz edilebilir. Yapılan duyarlılık analizleri sonucunda, en iyi performansı gösteren eşik değerler ($q_j = 1$, $p_j = 52$ ve $v_j = 84$) ile yeniden analiz yapıldığında, HKO=340 olarak elde edilmiştir. Bundan sonraki duyarlılık analizi, en iyi performansı sağlayan $q_j = 1$ ve $p_j = 52$ eşik değerleri sabit tutularak bu değerler ile birlikte veto eşiğinin sıralama üzerindeki etkisi ve $q_j = 1$, $v_j = 84$ eşik değerleri sabit tutularak bu değerler ile birlikte tercih eşiğinin sıralama üzerindeki etki incelenmiştir.

Senaryo 4

$q_j = 1$ ve $p_j = 52$ eşik değerleri ile birlikte kullanılan veto eşiği, $v_j = [71,100]$ aralığında seçilen ve her bir kriter için eşit olarak alınan farklı alt senaryolardan oluşmuştur. Yapılan duyarlılık analizi sonucunda 5 alt senaryo incelenmiştir. Bunların HKO; $v_j = 75$ için HKO=332; $v_j = 81$ için HKO=324; $v_j = 83$ için HKO=341; $v_j = 85$ için HKO=345; $v_j = 88$ için HKO=348 şeklinde elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 5 senaryodaki sıralamalarda çok fazla bir değişiklik olmamıştır. Değişen sıralamalardaki sıra farkı ise genellikle 1 olarak çıkmıştır.

Yapılan duyarlılık analizi sonucunda tüm kriterler için eşit olarak alınan eşik değerler $q_j = 1$, $p_j = 52$ ve $v_j = 81$ şeklinde elde edilmiştir.

Elde edilen yeni eşik değerlere göre 189 ülkeden 89 ülke sıralaması gerçek veriler ile aynı sırada çıkmıştır. Gerçek veriler ile yöntem arasındaki mutlak sıralama farkı 67 ülkede 1; 20 ülkede 2; 7 ülkede 3; 4 ülke 4 ve 2 ülkede 5 çıkmıştır. Tablo 11'de İŞYKE'ne göre elde edilmiş en iyi ilk 10 ülke ve Türkiye, ELECTRE III yöntemi ile elde edilmiş sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 11. Senaryo 4 İçin ELECTRE III ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması

| Ülkelerin Sınır uzaklık Puanına Göre En İyiden En Kötüye Doğru Sıralaması | | HKO: 324 | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------|---------------|
| DFT skor | Ekonomiler | İş Yapma Kolaylığı Sıralaması | ELECTRE III Sıralaması | Mutlak Fark | Hata Kareleri |
| 86.70 | Yeni Zelanda | 1 | 1 | 1 0 | 0 |
| 85.08 | Singapur | 2 | 2 | 2 0 | 0 |
| 84.69 | Danimarka | 3 | 3 | 4 0 | 0 |
| 83.69 | Kore, Temsilci | 4 | 4 | 3 0 | 0 |
| 82.97 | Hong Kong SAR, Çin | 5 | 7 | 5 2 | 4 |
| 82.80 | Norveç | 6 | 7 | 6 1 | 1 |
| 82.55 | Birleşik Krallık | 7 | 7 | 8 0 | 0 |
| 81.96 | Amerika Birleşik Devletleri | 8 | 8 | 7 0 | 0 |
| 81.11 | İsveç | 9 | 11 | 9 2 | 4 |
| 80.87 | Tayvan, Çin | 10 | 11 | 11 1 | 1 |
| 69.96 | Türkiye | 53 | 54 | 1 | 1 |

Senaryo 5

Son olarak $q_j = 1$ ve $v_j = 84$ eşik değerleri ile birlikte kullanılan tercih eşiği, $p_j = [43,65]$ aralığında seçilen ve her bir kriter için eşit olarak alınan farklı alt senaryolardan oluşmuştur. Yapılan duyarlılık analizi sonucunda 5 alt senaryo incelenmiştir. Bunların HKO; $p_j = 50$ için HKO=576; $p_j = 52$ için HKO=340; $p_j = 55$ için HKO=253; $p_j = 58$ için HKO=243 ve $p_j = 60$ için HKO=329 şeklinde elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 5 alt senaryodaki sıralamalarda çok az bir değişiklik olmuştur.

Yapılan duyarlılık analizi sonucunda tüm kriterler için eşit olarak alınan eşik değerler $q_j = 1$, $p_j = 58$ ve $v_j = 84$ şeklinde elde edilmiştir.

Elde edilen yeni eşik değerlere göre 189 ülkeden 95 ülke sıralaması gerçek veriler ile aynı sırada çıkmıştır. Gerçek veriler ile yöntem arasındaki mutlak sıralama farkı 64 ülkede 1; 21 ülkede 2; 7 ülkede 3 ve 2 ülkede 4 çıkmıştır. Tablo 12’de İŞYKE’ne göre elde edilmiş en iyi ilk 10 ülke ve Türkiye, ELECTRE III yöntemi ile elde edilmiş sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 12. Senaryo 5 İçin ELECTRE III ve İŞYKE’nin Karşılaştırılması

| Ülkelerin Sınıra uzaklık Puanına Göre En İyiden En Kötüye Doğru Sıralaması | | HKO: 243 | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------|---------------|
| DFT skor | Ekonomiler | İş Yapma Kolaylığı Sıralaması | ELECTRE III Sıralaması | Mutlak Fark | Hata Kareleri |
| 86.70 | Yeni Zelanda | 1 | 1 | 10 | 0 |
| 85.08 | Singapur | 2 | 2 | 20 | 0 |
| 84.69 | Danimarka | 3 | 3 | 40 | 0 |
| 83.69 | Kore, Temsilci | 4 | 4 | 30 | 0 |
| 82.97 | Hong Kong SAR, Çin | 5 | 6 | 51 | 1 |
| 82.80 | Norveç | 6 | 6 | 60 | 0 |
| 82.55 | Birleşik Krallık | 7 | 7 | 80 | 0 |
| 81.96 | Amerika Birleşik Devletleri | 8 | 8 | 70 | 0 |
| 81.11 | İsveç | 9 | 10 | 91 | 1 |
| 80.87 | Tayvan, Çin | 10 | 10 | 100 | 0 |
| 69.96 | Türkiye | 53 | 54 | 1 | 1 |

Son olarak yapılan duyarlılık analizi sonucunda, $q_j = 1$, $p_j = 58$ ve $v_j = 84$ eşik değerler ile ELECTRE III yönteminin elde ettiği sıralama, gerçek sıralamaya en yakın çözüm olarak kabul edilmiştir. Bu eşik değerlere göre en düşük HKO = 243 olarak elde edilmiştir.

Bir duyarlılık analizi kullanılarak elde edilen sonuçlardan, genel olarak 189 ülkenin sıralaması göz önünde bulundurulduğunda, ülke sıralamasının eşik değerlere duyarlı (özellikle q_j ve p_j , v_j ’ye göre daha duyarlı) olduğu, ancak çoğu durumda alternatiflerin yerlerini koruduğu sonucuna varılmıştır. Tüm senaryolar incelendiğinde, 26 ülke sıralamasının gerçek veriler ile aynı sırada yer aldığı, diğer ülkelerin çoğunun ise 1 alt sırada veya bir üst sırada salındığı görülmüştür. Ayrıca tüm

senaryolardaki en büyük fark 7 olup sadece bir ülkede görülmüştür. İŞYKE'nin en iyi ilk 3 ülkesi olan Yeni Zelanda, Singapur ve Danimarka, en kötü son dört ülkesi olan Güney Sudan, Kongo, Libya ve Eritre tüm senaryolarda aynı sırada kalmıştır. Bu durum, bu ülkelerin kullanılan eşik değerlere hiç duyarlı olmadığını göstermektedir.

Başlangıç çözüm eşikleri ile elde edilen ilk sıralamanın kararlılığını ortaya çıkarmak için, yöntemin başlangıç çözüm sonuçları ile beş senaryonun (S1, S2, S3, S4, S5) sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda, 36 ülke sıralaması tüm senaryolarda başlangıç çözüm sonuçları ile aynı sırada çıkmıştır. 32 ülkede ise sadece bir senaryoda değişiklik görülmüş ve diğer senaryolarda aynı sırada kalmıştır. Ayrıca sıralamadaki en yüksek sapmaların Barbados ülkesinin sıralamasında ortaya çıktığı görülmüştür. Bu ülke için S1'de sapma 6, S2 ve S5'de 4, S3'de sıfır ve S4'de 2 olarak çıkmıştır. Bunun sebebi, bu ülkenin kriter değerlerinden 4 tanesinin ortalamasının üstünde, 6 tanesinin ise ortalamasının altında olması gösterilebilir. S1'deki sıralamaya göre, 90 ülke başlangıç çözüm sonuçları ile aynı sırada kalmıştır. Sıralamadaki sapmalar ise 65 ülkede 1, 24 ülkede 2, 5 ülkede 3, 4 ülkede ise 4 ve 1 ülkede 6 çıkmıştır. S2'deki sıralamaya göre, 93 ülke başlangıç çözüm sonuçları ile aynı çıkmıştır. Sıralamadaki sapmalar ise 59 ülkede 1, 25 ülkede 2, 9 ülkede 3, 2 ülkede 4 ve 1 ülkede 6 çıkmıştır. S1 ve S2 beraber karşılaştırıldığında, bu senaryolar 59 ülkeyi başlangıç çözüm sonuçları ile aynı sırada bulmuştur. S3'de ise sadece 2 ülke farklı sırada çıkmış ve sıralamadaki sapma ise 1 olarak elde edilmiştir (Kıbrıs ve Seyseller). S4'deki sıralamaya göre, 74 ülke başlangıç çözüm sonuçları ile aynı sırada kalmıştır. Sıralamadaki sapmalar ise 69 ülkede 1, 31 ülkede 2, 8 ülkede 3, 5 ülkede 4 ve 2 ülkede 5 çıkmıştır. Başlangıç çözüm sonuçlarına biraz daha uzak olan sıralamalar S4'de elde edilmiştir. En iyi çözümleri bulan S5 ise, 92 ülkeyi başlangıç çözüm sonuçları ile aynı sırada bulmuştur. Sıralamadaki sapmalar, 61 ülkede 1, 18 ülkede 2, 13 ülkede 3 ve 2 ülkede 4 olarak çıkmıştır.

Eşik değerler, her ne kadar sıralamalarda farklılıklar oluştursalar da, tam bir değişikliğe neden olmadığından, başlangıç çözüm sonuçlarına yakın sonuçların çıkması, bu eşik değerlerin iyi kurulduğu anlamına gelebilir. Özellikle veto eşığının iyi kurulmuştur. Eşik değerlerdeki değişimin, başlangıç çözüm sonucuna çok büyük bir etkide bulunmuyor olması, yapılan ilk sıralamanın sağlıklı olduğunu

göstermektedir. Değişen sıralamalardaki sapmaların az olması da modelin iyi kurulduğu anlamına gelebilir.

Elde edilen sıralamalar arasında ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır.

Hipotez

H_0 : Sıralamalar arasında ilişki yoktur.

H_1 : Sıralamalar arasında ilişki vardır.

İlk olarak verilerin normal dağılıma uygunluğu incelenmiş ve normal dağılımlı olmadığı görülmüştür. Bu nedenle analizde Spearman Korelasyon Katsayısı kullanılmıştır. Hesaplanan korelasyon matrisi aşağıda verilmiştir. Burada B başlangıç çözümü, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 'de senaryoları göstermektedir.

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} İŞYKE & B & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} İŞYKE \\ B \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 \\ 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 \\ 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 \\ 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 \\ 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 \\ 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 \\ 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 1,000 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Korelasyon anlamlılık düzeyi 0,01'dir.

%1 anlamlılık düzeyinde bütün korelasyon katsayıları anlamlı çıkmıştır. Bununla birlikte korelasyon katsayıları incelendiğinde tüm ikili sıralamalarda pozitif yönlü tam bir ilişki olduğu görülmüştür. Özellikle İŞYKE ile elde edilen sıralamalar ile yöntemin elde ettiği sıralamalar arasındaki korelasyona bakıldığında tam bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Bu durumda yöntemin elde ettiği sıralamanın gerçek sıralamaya uygun olduğu söylenebilir.

Yöntemin başlangıç eşik değerlerine ve bu eşik değerlere yapılan duyarlılık analizi sonucunda ortaya çıkan 5 farklı senaryoya göre elde ettiği 189 ülke ekonomisinin sıralaması ve bu sıralamanın İŞYKE'nin sıralaması ile karşılaştırılması EK 3'de verilmiştir.

4.2.2. TOPSIS Yöntemi ile Ekonomilerin İş Yapma Kolaylığına Göre Sıralanması

ÇKKV yöntemleri içinde en yaygın kullanılan TOPSIS yöntemi, ideal çözüme göre alternatiflerin sıralanması esasına dayanmaktadır. Bu yöntemde göre, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan alternatif en iyi alternatif olarak seçilmektedir. Ayrıca bu yöntem fayda kriterlerini maksimize ederken, maliyet kriterlerini minimize etmektedir.

TOPSIS yöntemi, İŞYKE'nin verilerini kullanarak 189 ülke ekonomisini iş yapma kolaylığı açısından en iyiden en kötüye doğru sıralamıştır. Bu yöntemin elde ettiği sonuçlara göre 16 ülke sıralaması gerçek veriler ile aynı sırada çıkmıştır. Gerçek veriler ile yöntem arasındaki mutlak sıralama farkı 23 ülkede 1; 14 ülkede 2; 18 ülkede 3; 16 ülkede 4; 22 ülkede 5; 12 ülkede 6; 11 ülkede 7; 7 ülkede 8; 9 ülkede 9; 6 ülkede 10; 4 ülkede 11; 5 ülkede 12; 4 ülkede 13; 2 ülkede 14; 5 ülkede 15; 4 ülkede 16; 1 ülkede 17; 2 ülkede 18; 2 ülkede 20 ve 1'er ülkede 21, 22, 23, 24, 28, 29 olarak çıkmıştır. Tablo 13'te İŞYKE'ne göre elde edilmiş en iyi 10 ülke ve Türkiye, TOPSIS yöntemi ile elde edilmiş sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlara göre sadece Yeni Zelanda gerçek veriler ile aynı sırada çıkmıştır. Türkiye ise dört basamak geridedir.

Tablo 13. TOPSIS Yönteminin ve İŞYKE'nin Karşılaştırılması

| Ülkelerin Sınır uzaklık Puanına Göre En İyiden En Kötüye Doğru Sıralaması | | | | HKO: 13608 | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|------------|---------------|
| DFT skor | Ekonomiler | İş Yapma Kolaylığı Sıralaması | TOPSIS Sıralaması | Fark | Hata Kareleri |
| 86.70 | Yeni Zelanda | 1 | 1 | 10 | 0 |
| 85.08 | Singapur | 2 | 3 | 21 | 1 |
| 84.69 | Danimarka | 3 | 4 | 41 | 1 |
| 83.69 | Kore, Temsilci | 4 | 6 | 32 | 4 |
| 82.97 | Hong Kong SAR, Çin | 5 | 7 | 52 | 4 |
| 82.80 | Norveç | 6 | 10 | 64 | 16 |
| 82.55 | Birleşik Krallık | 7 | 5 | 82 | 4 |
| 81.96 | Amerika Birleşik Devletleri | 8 | 2 | 76 | 36 |
| 81.11 | İsveç | 9 | 16 | 97 | 49 |
| 80.87 | Tayvan, Çin | 10 | 14 | 14 | 16 |
| 69.96 | Türkiye | 53 | 57 | 4 | 16 |

ELECTRE III yöntemi çeşitli eşik değerler kullanarak belirsizliği işleme kattığı için diğer sıralama yöntemlerine göre daha çok tercih edilmektedir. Bu çalışmada, ELECTRE III yönteminin güvenilirliğini test etmek için literatürde çok kullanılan TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

TOPSIS yöntemi ile elde edilen sıralama ELECTRE III yöntemi ile karşılaştırıldığında, ELECTRE III yöntemi İŞYKE sıralamasına daha yakın sonuçlar elde etmiştir. İş Yapma Kolaylığı sıralamasında ilk sırada olan Yeni Zelanda her iki yöntemde de en iyi senaryo olarak ilk sırada yer almıştır. Ayrıca yöntem ile İŞYKE sıralaması arasındaki HKO en fazla TOPSIS yönteminde ortaya çıkmıştır. Bu durumda TOPSIS yönteminde HKO=13608 çıkarken, ELECTRE III yönteminin başlangıç eşik değerleri ile elde ettiği sıralamada HKO=415, yapılan duyarlılık analizi sonucunda en düşük hata kareler ortalamasını veren Senaryo 5'de ise HKO=243 olarak çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre TOPSIS yöntemi toplam 16 ülkeyi, ELECTRE III yöntemi HKO=415 değerine göre 80 ülkeyi, HKO=243 değerine göre ise toplam 95 ülkeyi İŞYKE sıralaması ile aynı sırada bulmuştur. Yöntem ile İŞYKE arasındaki en büyük sıralama farkı TOPSIS yönteminde 29 (Bhutan), ELECTRE III yönteminde HKO=352 olan sıralamada 6 (Kribati), HKO=243 olan sıralamasında ise fark 4 (Seyşeller ve Tongo) çıkmıştır.

Tablo 14’de İŞYKE’ne göre elde edilmiş en iyi 10 ülke ve Türkiye, ELECTRE III ve TOPSIS yöntemlerinin sıralama sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlara göre Yeni Zelanda, her iki yöntemde de en iyi senaryo olarak ilk sırada yer almıştır.

Tablo 14. ELECTRE III, TOPSIS ve İŞYKE’nin Karşılaştırılması

| Ülkelerin Sınıra uzaklık Puanına Göre En İyiden En Kötüye Doğru Sıralaması | | İş Yapma Kolaylığı Sıralaması | ELECTRE III Sıralaması HKO: 415 | TOPSIS Sıralaması |
|--|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| DFT skor | Ekonomiler | Sıra | Sıra | Sıra |
| 86.70 | 1 Yeni Zelanda | 1 | 1 | 1 |
| 85.08 | 2 Singapur | 2 | 2 | 3 |
| 84.69 | 3 Danimarka | 3 | 3 | 4 |
| 83.69 | 4 Kore, Temsilci | 4 | 4 | 6 |
| 82.97 | 5 Hong Kong SAR, Çin | 5 | 5 | 7 |
| 82.80 | 6 Norveç | 6 | 6 | 10 |
| 82.55 | 7 Birleşik Krallık | 7 | 7 | 5 |
| 81.96 | 8 Amerika Birleşik Devletleri | 8 | 8 | 2 |
| 81.11 | 9 İsveç | 9 | 9 | 16 |
| 80.87 | 10 Tayvan, Çin | 10 | 11 | 14 |
| 69.96 | Türkiye | 53 | 54 | 57 |

Sıralamalar arasında ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır.

Hipotez

H_0 : Sıralamalar arasında ilişki yoktur.

H_1 : Sıralamalar arasında ilişki vardır.

İlk olarak verilerin normal dağılıma uygunluğu incelenmiş ve normal dağılımlı olmadığı görülmüştür. Bu nedenle analizde Spearman Korelasyon Katsayısı kullanılmıştır. Hesaplanan korelasyon matrisi aşağıda verilmiştir.

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} İŞYKE & B & S_5 & TOPSİS \end{matrix} \\ \begin{matrix} İŞYKE \\ B \\ S_5 \\ TOPSİS \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1,000 & 1,000 & 1,000 & ,950 \\ 1,000 & 1,000 & 1,000 & ,951 \\ 1,000 & 1,000 & 1,000 & ,950 \\ ,950 & ,951 & ,950 & 1,000 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Korelasyon anlamlılık düzeyi 0,01'dir.

%1 anlamlılık düzeyinde bütün korelasyon katsayıları anlamlı çıkmıştır. Bununla birlikte korelasyon katsayıları incelendiğinde tüm ikili sıralamalarda pozitif yönlü tam bir ilişki olduğu görülmüştür. Özellikle İŞYKE ile elde edilen sıralamalar ile yöntemlerden elde edilen sıralamaları arasındaki korelasyona bakıldığında tam bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Bu durumda yöntemlerden elde edilen sıralamaların gerçek sıralamaya uygun olduğu söylenebilir.

Ülkelerin İŞYKE'nin sıralaması ile ELECTRE III yönteminin başlangıç eşik değerleri ve Senaryosu 5 ile elde edilen sıralamasının ve TOPSIS yönteminin sıralamasının karşılaştırılması EK 4'de verilmiştir.

4.2.3. ELECTRE TRI Yöntemi ile Ekonomilerin İş Yapma Kolaylığına Göre Sınıflandırılması

İŞYKE, Dünya Bankası'nın bölgesel ve gelir grubu sınıflandırmalarını kullanmaktadır. Dünya Bankası, 189 üye ülkeyi ve 30.000'den fazla nüfusa sahip ekonomileri, analitik amaçlar için dört gelir gruba ayırmaktadır; düşük gelirli, orta düşük gelirli, üst orta gelirli ve yüksek gelirli. Gelir, Dünya Bankası Atlas sınıflama yöntemi kullanılarak yerel para biriminden ABD dolarına dönüştürülen, kişi başına düşen Gayri Safi Milli Hasıla'yı (GSMH) kullanılarak ölçülmektedir. Dünya Bankası, belirli operasyonel ve analitik amaçlar için ABD doları cinsinden gayrisafi milli gelirin hesaplanmasında, basit döviz kurları yerine Atlas dönüşüm faktörünü kullanmaktadır. Atlas dönüşüm faktörünün amacı, ulusal gelirlerin ülkeler arası karşılaştırılmasında döviz kuru dalgalanmalarının etkisini azaltmaktır. Herhangi bir yıl için Atlas dönüşüm faktörü, bir ülke için o yılki döviz kurunun ortalaması ve önceki iki yıla ait döviz kuru oranlarıdır. Bir ülkenin enflasyon oranı, Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) deflatöründeki değişikliklerle ölçülür. GSMH tahminleri, başta ülkeler tarafından yayınlanan resmi verilere dayanan, Dünya Bankası ülkelerindeki

ekonomistler tarafından elde edilmektedir. Uluslararası enflasyonu temsil eden ülkelerin (Çin, Japonya, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri ve Euro bölgesi) ABD doları cinsinden enflasyon oranı, SDR (Special Drawing Rights: Özel Çekme Hakları, IMF' nin hesap birimidir) deflatöründeki değişikliklerle ölçülmektedir.

Nüfusun büyüklüğü, Dünya Bankası'nın iki yılda bir Dünya Nüfusu Beklentileri de dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan gelen bilgiler doğrultusunda, Dünya Bankası demografları tarafından tahmin edilmektedir. Ülkeler, her yıl bir önceki takvim yılı için kişi başına düşen GSMH tahminine göre 1 Temmuz'da sınıflandırılmaktadır. Bu resmi analitik gelir sınıflamaları, Dünya Bankası mali yılı boyunca (yani, bir sonraki yılın 1 Temmuz tarihine kadar), bu arada kişi başına düşen GSYİH tahminleri revize edilmiş olsa bile, sabit kalmaktadır.

Dünya Bankası 2015 gelirlerine göre analitik sınıflandırmanın eşik değeri (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.

ELECTRE TRI yöntemi ile, İŞYKE'nin 10 temel kriteri göz önünde bulundurularak ülke ekonomileri dört kategoriye ayrılıp sınıflandırılacaktır. Yöntemi kullanabilmek için çeşitli eşik değerleri (q_j , p_j , v_j), göreceli kriter ağırlıklarını (w_j), kategorilerin sınırlarını gösteren profil (b_h) değerlerini ve λ kesme seviyesi belirlemek gerekmektedir. ELECTRE TRI yöntemi, bu parametreler yardımıyla bir üstünlük ilişkisi kurarak, önceden tanımlanan kategorilerin bir kümesine alternatiflerin bir kümesini atamak için tasarlanmıştır. Yöntem, kötümser ve iyimser atama adında iki atama kuralı yardımıyla alternatifleri kategorilere ayırarak sınıflandırmaktadır.

Literatürde daha çok kötümser atama kuralı ile sınıflandırma yapılırken 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.

Kriterler

ELECTRE TRI yöntemi, İŞYKE'nin 10 temel kriterini göz önünde bulundurularak ülkeleri dört kategoride sınıflandırmıştır. Bu temel kriterler ve kısaltmaları Tablo 5'te verilmiştir.

Üstünlüğün Elde Edilmesinde Kullanılan Eşik Değerler ve Kriter Ağırlıkları

Bu yöntemle göre sınıflama, her bir alternatifin kategorilerin sınır profil değerleri ile karşılaştırılması sonucunda meydana gelmiştir. Ülke ekonomilerinin sınır profiller ile karşılaştırılması işlemi, yani bir ekonominin bir profile göre üstünlüğünün belirlenmesi süreci ELECTRE III yöntemiyle aynı şekilde kurulmuştur. Bu durumda, ELECTRE TRI yönteminde üstünlüğün belirlenmesi için kullanılacak q_j farksızlık eşiği, p_j tercih eşiği, v_j veto eşiği ve w_j göreceli önem katsayısı değerleri, ELECTRE III yönteminin sıralamasında kullanılan eşik değerler ile aynı alınmıştır. İŞYKE her bir kriteri eşit ağırlıklandırdığı için bu çalışmada da kriterler eşit ağırlıklandırılmıştır.

ELECTRE TRI yöntemi, ülke ekonomilerinin ilk sınıflandırmasını ELECTRE III yönteminin ilk sıralamasında kullanılan başlangıç eşik değerlerini göz önünde bulundurarak yapmıştır. Başlangıç eşik değerleri ile yapılan ilk sınıflandırmadan sonra, ELECTRE III yönteminin duyarlılık analizinde kullanılan 5 farklı eşik değer senaryosu göz önünde bulundurularak bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Başlangıç eşik değer ve eşik değer senaryoları (S1,S2, S3, S4, S5) Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. ELECTRE TRI Yönteminde Kullanılan Eşik Değerler ve Kriter Ağırlıkları

| | Başlangıç Değerler | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
|-------|--------------------|------|------|-----|-----|-----|
| q_j | 2.5 | 1 | 2.5 | 2.5 | 1 | 1 |
| p_j | 54 | 54 | 52 | 54 | 52 | 58 |
| v_j | 85.5 | 85.5 | 85.5 | 84 | 81 | 84 |
| w_j | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |

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 ülkeler, uygun iş ortamlarına göre dört kategoride sınıflandırılmışlardır. İş yapma ortamlarının uygunluğuna göre oluşturulmuş bu dört kategori, aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

C_1 (kötü iş yapma ortamı): Bu kategoride sınıflandırılan ülkeler bir iş ortamı açısından (bir iş yapma kolaylığı açısından) en çok sıkıntı yaşayan ülkelerdir. Bu kategorideki ülkeler, tüm kriterlere göre oldukça zayıf düzenleyici ortamlara sahiptirler. Diğer ülkelere göre ortalama değerlerin oldukça altında yer alırlar. Bu kategori ülkelerin etkin olmayan iş ortamlarına ve oldukça zayıf yasal kurumlara sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca 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 tatmin edici olmayan düzenleyici ortamlara sahiptir. 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. Tüm kriterler için orta üst düzeyde bir iş ortamı düzenlemelerine ve yasal kurumlarına sahiptirler. 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, düzenleyici ortamı en iyi uygulamakta ve sıralamada en üst sırada yer almaktadırlar. Bu kategoride yer alan ülkeler 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.

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) tarafından önerilen aşağıdaki yöntem kullanılarak elde edilmiştir.

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

Burada n_h ve n_{h+1} sırasıyla C_h ve C_{h+1} kategorilerine atanan alternatiflerin sayısını vermektedir. b_h , C_h kategorisinin üst sınırını ve C_{h+1} kategorisinin alt sınırını temsil etmektedir. Ayrıca $g_j(b_h)$, j . kriterin h . profil değerini, $\sum_{a_i \rightarrow C_h} g_j(a_i)$, C_h kategorisinde yer alan alternatiflerin j . kritere göre performans değerlerinin toplamını göstermektedir. Bu sezgisel kural yardımıyla, gerçek verilerin dört

sınıfından faydalanarak yöntemin başlangıç profilleri elde edilmiştir. Bu değerler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

İlk olarak İŞYKE'nin her bir sınıfında yer alan alternatiflerin her bir kritere

göre performans değerlerinin ortalamaları hesaplanmıştır $\left(\frac{\sum_{a_i \rightarrow C_h} g_j(a_i)}{n_h} \right)$. Bu değerler

üç ondalığa yuvarlanarak Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. 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 İŞYK 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 , b_2 ve b_3 profillerinin Bir İşe Başlama kriterine göre başlangıç değeri,

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

$$g_1(b_2) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\sum_{a_i \rightarrow C_2} g_1(a_i)}{n_2} + \frac{\sum_{a_i \rightarrow C_3} g_1(a_i)}{n_3} \right\} = \frac{C_2 + C_3}{2} = \frac{1}{2} \{78,01276 + 80,51492\} = 79,26384 \quad h=2, j=1$$

$$g_1(b_3) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\sum_{a_i \rightarrow C_3} g_1(a_i)}{n_3} + \frac{\sum_{a_i \rightarrow C_4} g_1(a_i)}{n_4} \right\} = \frac{C_3 + C_4}{2} = \frac{1}{2} \{80,51492 + 87,46098\} = 83,98795 \quad h=3, j=1$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Tüm kriterler için hesaplanan başlangıç profil değerleri üç ondalığa göre yuvarlanarak Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. 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

Alternatif ve profillerin uyum ve uyumsuzluğunu ölçen matrislerin karşılaştırılmasıyla elde edilen güvenilirlik matrisi oluşturulduktan sonra, kesin bir üstünlük ilişkisi elde etmek için bulanık (fuzzy) ilişkiyi durulaştırarak bir λ kesme seviyesi belirlenmelidir. Genellikle $[0.5,1]$ aralığında bir değer alan λ kesme seviyesinden faydalanılarak, aSb_h iddiasının bir $\sigma(a, b_h)$ güvenilirlik derecesi elde edilmeye çalışılmaktadır. Eğer $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ ise aSb_h iddiası kabul edilmektedir. Burada $\sigma(a, b_h)$ üstünlük ilişkisini destekleyen kriter ağırlıklarının toplamını (kriterlerin çoğu “ aSb_h : a alternatifi, en az b_h profili kadar iyidir” iddiasının lehine oy verir), λ yeterli koalisyonu sağlayan KV'nin ağırlığını, yani üstünlüğü onaylamak için istenen çoğunluk eşiğini göstermektedir. Eğer yeterli çoğunluk sağlanamazsa, a alternatifinin b_h profilinden üstün olmadığı söylenebilmektedir.

λ , üstünlük ilişkisini destekleyen yeterli çoğunluk olduğuna göre, Merad vd. (2004) bu değeri $(1 - (\text{en büyük ağırlık} / \text{toplam ağırlık}))$ değerinden daha büyük bir değer olarak önermişlerdir. Bu minimum λ değeri ile bir alternatifi bir kategoriye atanmasında, kriter ailesi içinde birden fazla kriterin uzlaşması gerektirmektedir. Bu değer, en ağırlıklı kriterin atanma kategorisine karar verenin tek kişi olmasını engellemektedir.

λ kesme seviyesi 1'e doğru arttıkça alternatifler ve profiller arasında yapılan karşılaştırmaların çoğu karşılaştırılmazlık ile sonuçlanacaktır. Bu durumda λ

kesme seviyesi artıkça, kıyaslanamayan alternatiflerin sayısı da artacağından üstünlük ilişkisi daha güvenilir olacaktır, fakat karşılaştırılan alternatiflerin sayısı azalacağından karşılaştırma zayıflayacaktır. Bu değer 0.5'e doğru azalır, üstünlük ilişkisi daha az güvenilir hale gelecektir, fakat karşılaştırma daha zengin olacaktır. Bu durumda, üstünlük ilişkisini çok zayıflatmadan önemli derecede güvenilirlik kazandırmak için ara değerleri almak daha mantıklı görünmektedir (Khalil vd. 1999).

Bu çalışmada Merad vd. (2004) önerdiği yöntem kullanılarak başlangıç çözümü için λ kesme seviyesi $\left[1 - \left(\frac{0.1}{1}\right)\right] = 0.9$ '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 çalışmada ilk sınıflama 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'e 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, iyimser atama kuralı ise C_4 kategorisinde sınıflandıracağından bu durum çok mantıklı gözükmemektedir.

Atama Kuralları

Alternatiflerin kategorilere atanması için gereken hazırlıklar yapıldıktan sonra, yöntem kötümser ve iyimser atama adında iki atama kuralı yardımıyla alternatifleri kategorilere ayırarak sınıflandırmaktadır. Bu iki atama kuralı, alternatifleri kategorilerin sınır profil değerleri ile karşılaştırıp sınıflandırma yapmaktadır. Karşılaştırma yaparken $\sigma(a, b_h)$ güvenilirlik indeksi ve λ kesme

seviyesinden faydalanmaktadır. Temel fikri farklı olan bu iki tama kuralı, alternatifler ve profiller arasındaki karşılaştırılmazlık ile başa çıkmada bir avantaj sağlamaktadır. Bir alternatif ve profil karşılaştırılmaz olduğu zaman, iki atama kuralı alternatifini farklı kategorilere atamaktadır. Diğer durumlarda aynı kategoride sınıflandırmaktadır.

Bu çalışmada ülke ekonomileri, İŞYKE'ne göre 4 kategoride sınıflandırıldığı için 3 sınır profil değeri vardır. Burada 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 puanına göre elde edilen verileri $[0,100]$ aralığında değiştiği için $b_0 = 0$ 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 ($a \succ b_h$ 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.

$$\sigma(a, b_h) \geq \lambda \text{ ise, yani } aSb_h \text{ (} a \succ b_h \text{ veya } alb_h \text{) ise } a \rightarrow C_{h+1}.$$

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

$$\sigma(b_h, a) \geq \lambda \text{ ve } \sigma(a, b_h) < \lambda \text{ ise, yani } b_hSa \text{ ve } \neg aSb_h \text{ (} b_h \succ a \text{) ise } a \rightarrow C_h.$$

$$\left| \begin{array}{cccc} C_1 & \int & C_2 & \int & C_3 & \int & C_4 \\ b_0=0 & & b_1 & & b_2 & & b_3 & & b_4=100 \\ a > b_0 & & & & & & & & b_4 > a \end{array} \right|$$

$$\rightarrow \text{iyimser} \qquad \leftarrow \text{kötümser}$$

İyimser atama kuralı, kötümser atama kuralından daha karmaşık olduğu için genellikle literatürde kötümser atama kuralı daha çok tercih edilmiştir. İyimser atama

kuralı iki güvenilirlik indeksi ($\sigma(b_h, a) \geq \lambda$ ve $\sigma(a, b_h) < \lambda$ ise, yani $b_h Sa$ ve $\neg aSb_h$) kullanırken, kötümser atama kuralı sadece bir güvenilirlik indeksi ($\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ ise, yani aSb_h) kullanmıştır (Doumpos vd. 2009). Bu çalışmada hem iyimser atama kuralı hem de kötümser atama kuralı kullanılmış ve bu iki atama kuralının sonuçları karşılaştırılmıştır.

Başlangıç Parametreleri İle Elde Edilen Sınıflama

İlk olarak başlangıç profil değerleri (Tablo 17), ELECTRE III yönteminde kullanılan başlangıç eşik değerleri (Tablo 6) ve $\lambda = 0.91$ başlangıç kesme seviyesi kullanılarak kötümser ve iyimser kurallara göre ilk sınıflama elde edilmiştir. İlk sınıflamanın sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Başlangıç Değerlere Göre İlk Sınıflandırma

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

(DSÜ: Doğru Sınıflandırılan Ülke Yüzdesi ve Sayısı)

Bu sonuçlara göre kriter ailesinin %91 ($\lambda = 0.91$) desteği ile yöntem, kötümser atama kuralı ile 84 ülkeyi gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak %44, iyimser atama kuralı ile 87 ülkeyi gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak %46 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulmuştur. 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 seviyesi aldığımız, üstünlük ilişkisinin kurulmasında kayda değer bir yoksulluk üretmediğimiz 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'sini (57 ülkeden 41'ni doğru tahmin etmiştir) kötümser kural, %74'nü (57 ülkeden 42'sini doğru tahmin etmiştir) iyimser kural en iyi iş yapma ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırmıştır. Gelir seviyesine göre diğer kategoriler dikkate alındığında, sırasıyla kötümser kural %55'ni C_1 'de (29 ülkeden 16'sı doğru tahmin edilmiş), %17'sini C_2 'de (52 ülkeden 9'nu), %35'ni C_3 'de (51 ülkeden 18'i), iyimser kural ise %55'ni C_1 'de (29 ülkeden 16'sını), %21'ni C_2 'de (52 ülkeden 11'ni), %35'ni C_3 'de (51 ülkeden 18'sini) doğru sınıflandırmıştır.

Duyarlılık analizi

Bazı parametrelerin (eşik değerler, profil değerleri ve kesme seviyesi) sınıflandırmanın sonuçları üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu çalışmada ekonomileri sınıflandırmak için profil değerlerini değiştirerek üç temel senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryoların her birinde farklı eşik değerler ve λ kesme seviyeleri kullanılarak çok sayıda alt senaryo incelenmiştir. Eşik değerler için duyarlılık analizi, ELECTRE III yönteminde kullanılan eşik değerler (Tablo 15) göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Başlangıç çözüm için λ kesme seviyesi $\lambda = 0.91$ olarak alınmıştır. Bu değerden küçük ve büyük değerler göz önünde bulundurularak, bir duyarlılık analizi için λ kesme seviyesi değerleri $[0.75, 0.95]$ aralığında seçilmesi uygun görülmüştür. Üç temel senaryo içinde aynı kesme seviyeleri kullanılmıştır. Ayrıca ara değerlerde sınıflamalarda çok fazla değişiklik olmadığı için bu çalışmada gösterilmemiştir.

Farklı eşik değerlere, profillere ve λ kesme seviyesine uygulanan duyarlılık analizinin tüm sonuçları bu çalışmada verilmemiştir. Sadece çok fazla duyarlılık gösteren sonuçlar eklenmiştir. Duyarlılık analizinin sonuçları EK 5'de verilmiştir.

Senaryo 1

Duyarlılık analizi için ilk senaryoda Tablo 17’de verilen başlangıç profil değerleri seçilmiştir. Bu başlangıç profil değerleri ile ELECTRE III yönteminde kullanılan 6 farklı eşik değer tablosu (başlangıç eşik değerler de dahil olmak üzere) ve farklı 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.

İlk olarak başlangıç profil değerleri ve başlangıç eşik değerleri ($q_j = 2.5, p_j = 54, v_j = 85.5$) kullanılarak farklı kesme seviyeleri ile bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu duyarlılık analizin sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Senaryo 1 İçin Farklı Kesme Seviyeleri Kullanılarak Kötümser ve İyimser Kurallara Göre Elde Edilmiş Sınıflandırma Sonuçları 1

| $\lambda=0,75$ | Kötümser | İyimser | $\lambda=0,82$ | Kötümser | İyimser | $\lambda=0,89$ | Kötümser | İyimser |
|----------------|----------|----------|----------------|----------|----------|----------------|----------|----------|
| C1 | 4 | 4 | C1 | 17 | 17 | C1 | 33 | 28 |
| C2 | 17 | 17 | C2 | 23 | 23 | C2 | 29 | 33 |
| C3 | 36 | 36 | C3 | 35 | 35 | C3 | 49 | 50 |
| C4 | 132 | 132 | C4 | 114 | 114 | C4 | 78 | 78 |
| %DSÜ | %38 (72) | %38 (72) | % | %41 (7) | %41 (78) | % | %42 (79) | %44(83) |
| | | | | | | | | |
| $\lambda=0,91$ | Kötümser | İyimser | $\lambda=0,93$ | Kötümser | İyimser | $\lambda=0,95$ | Kötümser | İyimser |
| C1 | 39 | 34 | C1 | 49 | 32 | C1 | 65 | 24 |
| C2 | 29 | 30 | C2 | 32 | 32 | C2 | 27 | 39 |
| C3 | 56 | 57 | C3 | 47 | 52 | C3 | 43 | 48 |
| C4 | 65 | 68 | C4 | 61 | 73 | C4 | 54 | 78 |
| %DSÜ | %44 (84) | %46 (87) | % | %47 (89) | %51 (96) | % | %49 (92) | %47 (89) |

(DSÜ: Doğru Sınıflandırılan Ülke Yüzdesi ve Sayısı)

Bu sonuçlara göre gerçek verilere en yakın tahmini $\lambda = 0.93$ kesme seviyesi vermiştir. Kriter ailesinin % 93 desteği ile yöntem, kötümser atama kuralı ile 89 ülkeyi gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak % 47, iyimser atama kuralı ile 96 ülkeyi gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak %51 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulmuştur. $\lambda = 0.93$ kesme seviyesi ile elde edilen sonuçlara göre ülkelerin % 20’sinin (189 ülkeden 38’i) sınır profil değerleri ile karşılaştırılmaz olduğu bulunmuştur. Bu durum yeterince önemli bir kesme seviyesi aldığımızı, üstünlük ilişkisinin kurulmasında kayda değer bir yoksulluk üretmediğimiz anlamına

gelmektedir. Ayrıca bu değerin 1'e yakın olması da üstünlük ilişkisinin daha güvenilir olduğunu göstermektedir.

$\lambda = 0.75$ ve $\lambda = 0.82$ kesme seviyeleri ile elde edilen sonuçlara göre kötümser ve iyimser atama kuralı aynı alternatifleri aynı kategoride sınıflandırmıştır. $\lambda = 0.89$ kesme seviyesine göre ise 6 ülke farklı kategoriye atanmıştır. Gerçek verilere göre, bunlardan Kamboçya, Mikronezya ve Timor-Leste C_2 kategorisinde, Ürdün, Marshall Adaları ve Surinam C_3 kategorisinde sınıflandırırken, yöntem $\lambda = 0.82$ değerine göre bu ülkelerden Ürdün hariç diğer ülkeleri, b_1 profili ile karşılaştırılmaz olduğundan, kötümser atama kuralı ile C_1 , iyimser atama kuralı ile C_2 kategorisinde sınıflandırmıştır. Ürdün ise b_2 profili ile karşılaştırılmaz olduğundan kötümser atama bu ülkeyi C_2 , iyimser atama ise C_3 kategorisinde sınıflandırmıştır. Bu durumda gerçek veriler ile karşılaştırıldığında iyimser atama kuralı Kamboçya, Mikronezya, Timor-Leste ve Ürdün'ü doğru sınıflandırırken, daha temkinli davranan kötümser atama kuralı hepsini yanlış sınıflandırmıştır. 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 incelediğinde, 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 arttığı görülmüştür. Sonuç her ne kadar güvenilir olsa da λ 'nın büyümesi karşılaştırılan alternatiflerin sayısını azaltacağından büyük değerler çok tercih edilmemektedir.

Başlangıç profil değerleri göz önünde bulundurularak, ELECTRE III yönteminde kullanılan 6 farklı eşik değer senaryosu (başlangıç eşik değerler de dahil olmak üzere) 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 sınıflama sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Senaryo 1 İçin Farklı Kesme Seviyeleri Kullanılarak Kötümser ve İyimser Kurallara Göre Elde Edilmiş Sınıflandırma Sonuçları 2

| $\lambda=0,75$ | 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 |
| %DSÜ | %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 |
| %DSÜ | %45 (85) | %48 (91) | % | %49 (93) | %52 (98) | % | %45 (85) | %47 (88) |

(DSÜ: Doğru Sınıflandırılan Ülke Yüzdesi ve Sayısı)

Bu sonuçlara göre gerçek verilere en yakın tahmini $\lambda = 0.93$ kesme seviyesi vermiştir. Kriter ailesinin % 93 desteği ile yöntem, kötümser atama kuralı ile 93 ülkeyi gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak % 49, iyimser atama kuralı ile 98 ülkeyi gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak %52 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulmuştur. Ayrıca $\lambda = 0.75$ ve $\lambda = 0.82$ kesme seviyeleri ile elde edilen sonuçlara göre kötümser ve iyimser atama kuralı aynı alternatifleri aynı kategoride sınıflandırmıştır. $\lambda = 0.93$ kesme seviyesi ile elde edilen sonuçlara göre ülkelerin % 26’sının (189 ülkeden 49’i) sınır profil değerleri ile karşılaştırılmaz olduğu bulunmuştur.

İŞYKE’ne göre gelir seviyesi en yüksek olan ülkelerin %68’ni (57 ülkeden 39’nu doğru tahmin etmiştir) kötümser kural, %79’nü (57 ülkeden 45’ni doğru tahmin etmiştir) iyimser kural en iyi iş yapma ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırmıştır. Gelir seviyesine göre diğer kategoriler dikkate alındığında, sırasıyla

kötümser kural %76'sını C_1 'de (29 ülkeden 22'si doğru tahmin edilmiş), %25'ni C_2 'de (52 ülkeden 13'nü), %37'sini C_3 'de (51 ülkeden 19'u), iyimser kural ise %62'sini C_1 'de (29 ülkeden 18'si), %31'ni C_2 'de (52 ülkeden 16'sı), %37'sini C_3 'de (51 ülkeden 19'nu) doğru sınıflandırmıştır.

Senaryo 2

Başlangıç profil değerlerinin %10'nu azaltılıp iki ondalığa yuvarlatıldığında ikinci senaryo elde edilmiştir. Bu profil değerleri ile ELECTRE III yönteminde kullanılan 6 farklı eşik değer senaryosu (başlangıç eşik değerler de dahil olmak üzere) ve farklı 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 21. Başlangıç Profil Değerlerinin %10'u Azaltılarak Elde Edilmiş Profil Değerleri

| Profil | BirİşBş | 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 22'te verilmiştir.

Tablo 22. 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 |
| %DSÜ | %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 |
| %DSÜ | %39 (73) | %40 (75) | % | %41 (78) | %43 (81) | % | %42 (79) | %42 (79) |

(DSÜ: Doğru Sınıflandırılan Ülke Yüzdesi ve Sayısı)

Bu sonuçlara göre gerçek verilere en yakın tahmini $\lambda = 0.93$ kesme seviyesi vermiştir. Kriter ailesinin % 93 desteği ile yöntem, kötümser atama kuralı ile 78 ülkeyi gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak % 41, iyimser atama kuralı ile 81 ülkeyi gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak %43 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulmuştur. 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'sini (57 ülkeden 44'nu doğru tahmin etmiştir) kötümser kural, %89'nü (57 ülkeden 51'i doğru tahmin etmiştir) iyimser kural en iyi iş yapma ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırmıştır. Gelir seviyesine göre diğer kategoriler dikkate alındığında, sırasıyla kötümser kural %45'ni C_1 'de (29 ülkeden 13'nü doğru tahmin edilmiş), %15'ni C_2 'de (52 ülkeden 8'ni), %25'ni C_3 'de (51 ülkeden 13'nü), iyimser kural ise %21'ni C_1 'de (29 ülkeden 6'sı), %25'ni C_2 'de (52 ülkeden 13'sü), %22'sini C_3 'de (51 ülkeden 11'ni) doğru sınıflandırmıştır.

Senaryo 3

Başlangıç profil değerlerinin %10'nu artırılıp iki ondalığa yuvarlatıldığında üçüncü senaryo elde edilmiştir. Bu profil değerleri ile ELECTRE III yönteminde kullanılan 6 farklı eşik değer senaryosu (başlangıç eşik değerler de dahil olmak üzere) ve farklı 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 23. Başlangıç Profil Değerlerinin %10'u Artırılarak Elde Edilmiş Profil Değerleri

| Profil | BirleşBş | 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 24'da verilmiştir.

Tablo 24. Senaryo 3 için Farklı Kesme Seviyeleri Kullanılarak Kötümser ve İyimsiz Kurallara Göre Elde Edilmiş Sınıflandırma Sonuçları

| $\lambda=0,75$ | Kötümser | İyimsiz | $\lambda=0,82$ | Kötümser | İyimsiz | $\lambda=0,89$ | Kötümser | İyimsiz |
|----------------|----------|----------|----------------|----------|----------|----------------|----------|----------|
| 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 |
| %DSÜ | %43 (82) | %43 (82) | % | %47 (88) | %47 (88) | % | %49 (92) | %50 (95) |
| | | | | | | | | |
| $\lambda=0,91$ | Kötümser | İyimsiz | $\lambda=0,93$ | Kötümser | İyimsiz | $\lambda=0,95$ | Kötümser | İyimsiz |
| 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 |
| %DSÜ | %50 (95) | %53(101) | % | %48 (91) | %57(107) | % | %42 (80) | %53(100) |

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

Bu senaryo, diğer senaryolara göre daha iyi sonuçlar elde etmiştir. $\lambda = 0.93$ kesme seviyesine göre kötümser atama, ülkelerin %38'ni (72/189) çok kötü bir iş ortamına sahip olan C_1 kategorisinde, %25'ni (47/189) C_2 'de, %19'nu (35/189) C_3 'de ve %19'nu (35/189) çok iyi bir iş ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırmıştır. İyimsiz atama, ülkelerin %26'sını (50/189) çok kötü bir iş ortamına sahip olan C_1 kategorisinde, %26'sını (49/189) C_2 'de, %24'nü (46/189) C_3 'de ve %23'nü (44/189) çok iyi bir iş ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırmıştır. İŞYKE gelir seviyesine göre oluşturduğu sınıflandırmada ise,

ülkelerin %15'ni (29/189) C_1 'de, %28'ni (52/189) C_2 'de, %27'sini (51/189) C_3 'de ve %30'nu (57/189) C_4 kategorisinde sınıflandırmıştır.

İŞYKE'ne göre gelir seviyesi en yüksek olan ülkelerin %53'nü (57 ülkeden 30'unu doğru tahmin etmiştir) kötümser kural, %63'nü (57 ülkeden 36'sini doğru tahmin etmiştir) iyimser kural en iyi iş yapma ortamına sahip olan C_4 kategorisinde sınıflandırmıştır. Gelir seviyesine göre diğer kategoriler dikkate alındığında, sırasıyla kötümser kural %93'ünü C_1 'de (29 ülkeden 27'sini), %37'sini C_2 'de (52 ülkeden 19'nu), %29'unu C_3 'de (51 ülkeden 15'ni), iyimser kural ise %90'nını C_1 'de (29 ülkeden 26'sını), %44'nü C_2 'de (52 ülkeden 23'nü), %43'nü C_3 'de (51 ülkeden 22'sini) doğru sınıflandırmıştır.

ELECTRE TRI yöntemin ön görü kapasitesini ölçmek için, yöntem İŞYKE'nin gelir seviyesine göre elde ettiği sınıflandırma ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, Senaryo 3 diğer senaryolara göre gerçek verilere daha yakın sonuçlar elde etmiştir. 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 23'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 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.

Başlangıç çözümün sonuçları ile duyarlılık analizinin tüm senaryoları karşılaştırıldığında, hem iyimser hem de kötümser atma kuralı ile yapılan atamalarda, ülke ekonomilerin %24'ü tüm senaryolarda aynı kategorilerde sınıflandırılmıştır. İki

atama kuralının aynı kategorilerde sınıflandırdığı 45 ülke ekonomisinden 10'nu C_1 'de, 35'i ise C_4 kategorisinde sınıflandırılmıştır. Ayrıca, başlangıç çözüm sonuçlarına göre C_4 'de sınıflandırılan 65 ülkeden 35'i tüm senaryolarda doğru sınıflandırılırken, yanlış sınıflandırılan 30'u ise bir alt kategori olan C_3 'de sınıflandırılmıştır. C_3 'de sınıflandırılan ülkeler ilk iki senaryoda genellikle doğru sınıflandırılırken, son senaryoda genellikle bir alt kategori olan C_2 'de sınıflandırılmıştır. C_2 'de sınıflandırılan ülkeler ilk iki senaryoda genellikle doğru sınıflandırılırken, son senaryoda genellikle bir alt kategori olan C_1 'de sınıflandırılmıştır. C_1 'de yanlış sınıflandırılan ülkeler ise genellikle bir üst kategori olan C_2 'de sınıflandırılmıştır. Ayrıca sadece kötümser atama kuralı ile yapılan atamada ülke ekonomilerin %39'u (189 ülkeden 71'i) tüm senaryolarda 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) tüm senaryolarda aynı kategoride (10'nu C_1 'de, 43'ü C_4 'de) sınıflandırılmıştır. C_2 ve C_3 'de sınıflandırılan ülkelere hiç biri 3 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. Bir ülke ekonomisinin tüm senaryolarda aynı kategoriye atanması durumunda, bu ülke ekonomisinin atanmasının iyi kurulduğu sonucuna varılabilir. Farklı senaryolarla yapılan atamalarda farklı kategorilere atanan ülke ekonomilerinin, iyimser ve kötümser atama kuralına göre genellikle bir üst kategoride veya bir alt kategoride sınıflandırıldığı görülmüştür.

İŞYKE'nin gelir seviyesine göre elde ettiği sınıflandırma ile başlangıç çözüm değerleri ve üç senaryoya göre yapılan sınıflandırmaların sonuçları Ek 5'de toplu halde gösterilmiştir.



SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmelerin nitelikli kararlar vermesine yardımcı olması için birden fazla kriteri göz önünde bulunduran çeşitli ÇKKV yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden en çok kullanılan ELECTRE yöntemi ailesi, diğer karar verme yöntemlerindeki eksiklerden dolayı ortaya atılmış ve üstünlük yaklaşımına dayanan bir karar verme yöntemidir. Bu aileden ELECTRE III ve ELECTRE TRI yöntemleri, eksik bilgilerden kaynaklanan belirsizlik, tutarsızlık ve kötü sonuçlarla başa çıkmak için geliştirilmiş iki ÇKKV yöntemidir. Bu iki yöntem değerlendirme sürecinde belirli eşik değerleri işleme katarak, belirsizlikler ile başa çıkmanın bir yolunu sunmuştur. Üstünlük yaklaşımına dayanan bu yöntemler, gerçek kriterler yerine sözde kriterler ve bulanık ikili üstünlük ilişkisi kullanmıştır. Bu yönüyle birçok ÇKKV yönteminden daha avantajlı yöntemler olarak kabul edilmişlerdir. Bu yöntemlerden ELECTRE III alternatifleri en iyiden en kötüye sıralarken, ELECTRE TRI yöntemi alternatifleri önceden belirlenmiş kategorilere atayarak sınıflandırmaktadır.

Ekonomilerin rekabet gücünü artırmak için, küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin kuruluşlarını ve faaliyetlerini kolaylaştıracak iş düzenlemeleri ve yasal sistemleri incelemek amacıyla Dünya Bankası grubu ve Uluslararası Finans Kurumu tarafından İş Yapma Kolaylığı Endeksi oluşturulmuştur. 2004'ten beri faaliyette olan bu endeks, en büyük iş şehrindeki küçük ve orta büyüklükteki işletmeleri göz önünde bulundurarak, 189 ülke ekonomisini 10 kritere göre değerlendirmektedir.

Bu çalışmada, İŞYKE'nin yapısındaki eksik bilgilerden kaynaklanan belirsiz, kesin olmayan ve tutarsız sonuçlarla başa çıkmak için ELECTRE III ve ELECTRE TRI yöntemleri kullanılmıştır. İŞYKE'nin 2015 verilerinden faydalanılarak, 189 ülke ekonomisi, 10 temel kritere göre ELECTRE III yöntemiyle sıralanmış ve ELECTRE TRI yöntemi ile sınıflandırılmıştır.

ELECTRE III yönteminde başlangıç eşik değerler ve her bir eşik değer (farksızlık, tercih ve veto eşiği) farklı kombinasyonları ile yapılan duyarlılık analizi sonucunda toplam 5 farklı senaryoya göre sıralama yapılmıştır. Başlangıç eşik değerler ile yapılan ilk sıralamada HKO= 415 çıkmıştır. HKO'nun düşük çıkması

model parametrelerinin doğru şekilde yorumlandığı anlamına gelebilir. Bu başlangıç değerlere göre yöntemin elde ettiği sıralamada 189 ülkeden 80 ülke gerçek veriler ile aynı sırada çıkmıştır. Eşik değerlere yapılan duyarlılık analizi sonucunda, gerçek sıralamaya en yakın sonucu veren Senaryo 5 en iyi çözüm olarak kabul edilmiştir. Bu senaryoda kullanılan eşik değerler ile yapılan analiz sonucunda en düşük hata kareleri ortalaması $HKO = 243$ olarak elde edilmiştir. Bu durumda, yöntemin bu eşik değerler ile elde ettiği sonuçlar gerçek verilere daha uyumlu hale gelmiştir. Yapılan duyarlılık analizinde, sıralamanın özellikle farksızlık ve tercih eşik değerlerindeki değişimlere karşı duyarlı olduğu, veto eşiğine ise o kadar duyarlı olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, ülke sıralamalarının çoğunun sıralamadaki yerlerini koruduğu ve diğerlerinde ise sıralama farkının az olduğu sonucuna varılmıştır. İŞYKE'nin en iyi ilk 3 ülkesi ve en kötü son 4 ülkesi tüm senaryolarda aynı sırada kalmıştır. Bu durum, bu ülkelerin kullanılan eşik değerlere duyarlı olmadığını göstermektedir.

Ayrıca yöntemin başlangıç eşik değerler ile elde ettiği çözüm sonuçları, beş senaryonun (S1, S2, S3, S4, S5) sonuçları ile karşılaştırıldığında, eşik değerlerdeki değişimin sıralamalarda tam bir değişikliğe sebep olmadığı için, yani değişen sıralamalardaki sapmaların az olması yapılan ilk sıralamanın sağlıklı olduğunu göstermektedir. Bu durum, model parametreleri olan eşik değerlerin (özellikle veto eşiğinin) iyi kurulduğu anlamına gelebilir.

ELECTRE III yöntemi kullandığı eşik değerler ve sözde kriterler ile bulanıklığı da yonteme kattığı için birçok yonteme göre daha avantajlı olduğu kabul edilmiştir. Bu çalışmada ELECTRE III yönteminin güvenilirliğini ölçmek için literatürde çok kullanılan bir diğer ÇKKV yöntemi olan TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda, ELECTRE III yönteminin başlangıç eşik değerleri ve duyarlılık analizi ile elde edilen sıralamalarının, TOPSIS yöntemi ile elde edilen sıralamaya göre İŞYKE sıralamasına çok daha yakın sonuçlar elde ettiği görülmüştür. Yöntem ile İŞYKE sıralaması arasındaki HKO , TOPSIS yönteminde $HKO=13608$ çıkarken, ELECTRE III yönteminin başlangıç eşik değerleri ile yaptığı sıralamada $HKO=415$, yapılan duyarlılık analizi sonucunda en iyi sonucu veren Senaryo 5'e göre $HKO=243$ olarak çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre TOPSIS yöntemi toplam 16 ülkeyi, ELECTRE III yöntemi $HKO=415$ değerine

göre 80 ülkeyi, HKO=243 değerine göre ise toplam 95 ülkeyi İŞYKE sıralaması ile aynı sırada bulmuştur. Ayrıca İŞYKE sıralamasında ilk sırada olan Yeni Zelanda her iki yöntemde de ilk sırada yer almıştır. Elde edilen bu değerlere göre, ELECTRE III yönteminin belirsizlikleri de işleme katığı için daha gerçekçi sonuçlar elde ettiği görülmüştür. Bu iki yöntemin birlikte kullanılması, daha güvenilir bir karara ulaşıldığı sonucuna varılmıştır. Sıralamalar arasında ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi incelendiğinde tüm ikili sıralamalarda pozitif yönlü tam bir ilişki olduğu görülmüştür. Özellikle İŞYKE ile elde edilen sıralamalar ile yöntemlerden elde edilen sıralamaları arasındaki korelasyona bakıldığında tam bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Bu durumda yöntemlerden elde edilen sıralamaların gerçek sıralamaya uygun olduğu söylenebilir.

ELECTRE TRI yöntemi, iyimser ve kötümser atama adında iki atama kuralının eşleştirilmesini içermektedir. Bu atama kuralları, alternatiflerin bir veya daha fazla profille karşılaştırılmadığı durumlar haricinde alternatifleri aynı kategoride sınıflandırmaktadır. Karşılaştırılamazlık durumunda kötümser atama daha temkinli davranarak iyimser atama kuralından daha düşük bir kategoriye atamaktadır. Çoğu yazar kriterler arasındaki karşılaştırmaları zorlaştıran bir alternatifin yüksek bir kategoriye atanmasının anlamlı olmadığını öne sürerek kötümser atama kuralının daha uygun olduğunu öne sürmüştür. Bu çalışmada hem iyimser hem de kötümser atama kullanılarak, bu iki atama kuralı karşılaştırılmıştır. Ayrıca yöntemin ön görü kapasitesini ölçmek için, İŞYKE'nin gelir seviyesine göre elde ettiği sınıflandırma ile karşılaştırılmıştır.

ELECTRE TRI yöntemi İŞYKE'nde yer alan 189 ülke ekonomisini dört kategoriye (C_1 , C_2 , C_3 , C_4) ayırarak sınıflandırmıştır. Yöntemin gerçek veriler ile uygunluğunu ölçmek ve başlangıç çözüm sonuçlarının kararlılığını ortaya çıkarmak için, farklı eşik değerlerine, kategorilerin sınırlarını gösteren profil değerlerine ve λ kesme seviyesine bir duyarlılık analizi yapılarak toplam 3 farklı senaryoya göre sınıflama yapılmıştır.

Yöntem ilk olarak, başlangıç değerlerini (başlangıç profil değerleri, başlangıç eşik değerleri ve $\lambda = 0,91$ kesme seviyesi) göz önünde bulundurarak ilk sınıflamayı elde etmiştir. Bu sınıflamada yöntem, kötümser atama kuralı ile 84 ülkeyi

gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak %44, iyimser atama kuralı ile 87 ülkeyi gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak %46 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulmuştur. Daha sonra yöntem, çeşitli parametrelere (eşik değerler, profiller, kesme seviyesi) uyguladığı bir duyarlılık analizi ile 3 farklı senaryoyu incelenmiştir. Bu 3 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 seviyesine göre yöntem, kötümser atama kuralı ile 91 ülkeyi gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak %48, iyimser atama kuralı ile 107 ülkeyi gerçek veriler ile aynı kategoride sınıflandırarak %57 oranında gerçek veriler ile tutarlı bulmuştur. Bu durumda, gerçek sınıflamaya 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 3 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 başlangıç parametreleri ile her iki atama kuralına göre en kötü ve en iyi kategoride sınıflandırılan ülkelerin, genellikle değişen parametre değerlerine (eşik değerler, profiller ve kesme seviyesi) duyarsız 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 sınıflamada bir avantaj olarak görülmektedir. Alternatiflerin performansının bazı kriterlerde yüksek performans göstermesi ve diğer kriterlerde düşük performans göstermesi durumunda bu her iki yaklaşım, alternatifler arasındaki karşılaştırılamazlığı 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. En iyi sonuçları sağlayan Senaryo 3’de ülkelerin yaklaşık %24’ü iyimser ve kötümser atama kuralında farklı kategorilerde sınıflandırılmıştır. Bunun anlamı bu ülkelerin en az bir profil ile karşılaştırılmaz olduğu, yani üstünlüğün sağlanması için kriterlerin %93 desteğini alamadığı anlamına gelmektedir. Yapılan analizler sonucunda, iyimser ve kötümser atama kuralının 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. İki ata kuralının karşılaştırılması sonucunda, yöntemin elde ettiği sınıflandırmanın İŞYKE’nin gelir seviyesine göre elde ettiği sınıflandırmaya yakınlığı söz konusu olduğunda, iyimser atama kuralının bu çalışma için daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Yöntemin iş yapma kolaylığına göre elde ettiği sınıflandırma ile İŞYKE’nin gelir seviyesine göre elde ettiği sınıflandırmayı karşılaştırdığımızda, 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 ülkelerden 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. Ülke ekonomisinin kredi erişimi kriterinin sınıra uzaklık puanı 5 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu ülke ekonomisinin 10. kriteri olan şirket tasfiyesine (İflas Durumlarının Çözümü) ait bilgilerinin olmadığı da görülmüştür. Bu ülkenin sıralamadaki yerine bakıldığında, İŞYKE ve ELECTRE III yöntemine göre (S1 hariç tüm senaryolarda) 183. sırada yer almıştır.

Elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, söz konusu yöntemlerin belirli eşik değerler almasından dolayı belirsizliklerle başa çıkmada dikkate değer bir tahmin kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, bu yöntemlerin İŞYKE’de yer alan ülke ekonomilerinin sıralamasını ve sınıflandırılmasını değerlendirilmesinde uygun yöntemler olduğu sonucuna varılmıştır.

Gelecek çalışmalar için, farklı ELECTRE yöntemleri kullanılarak (özellikle ELECTRE TRI yönteminin farklı türevleri olan ELECTRE TRI-C ve ELECTRE TRI-nC), elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca, Genetik Algoritma kullanılarak model parametreleri daha güvenilir hale getirilebilir.



KAYNAKLAR

- Abedi Maysam, Torabi Seyed Ali, Norouzi Gholam-Hossain ve Hamzeh Mohammad (2012). "ELECTRE III: A knowledge-driven method for integration of geophysical data with geological and geochemical data in mineral prospectivity mapping". *Journal of Applied Geophysics* 87, 9–18.
- Akgün İbrahim ve Erdal Hamit (2019). "Solving an ammunition distribution network design problem using multi-objective mathematical modeling, combined AHP-TOPSIS, and GIS". *Computers & Industrial Engineering*. Volume 129, Pages 512-528.
- Akın Nalan Gülten (2016). "Personel Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme: Bulanık TOPSIS Uygulaması". *İşletme Araştırmaları Dergisi*, DOI: 10.20491/isarder.177, 224-254.
- Akyüz Yılmaz, Bozdoğan Tunga ve Hantekin Emin (2011). "TOPSIS yöntemiyle Finansal Performansın Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama". *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, C.X III,S I*.
- Akyüz Gökhan ve Kılınç Erman (2016). "Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık TOPSIS Yönteminin Kullanımı: Sağlık Sektöründe Bir Uygulama". *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 4, Sayı: 33, s. 590-608.
- Almeida-Dias Juscelino, Figueira Jos´e Rui ve Roy Bernard (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 Juscelino, Figueira Jos´e Rui ve Roy Bernard (2010). "Electre Tri-C: A multiple criteria sorting method based on characteristic reference actions". *European Journal of Operational Research* 204, 565–580.
- Almeida-Dias Juscelino, Figueira Jos´e Rui ve Roy Bernard (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, 567–579.

- Alpay, Mekselina (2010). *Kredi Değerliliğinin Ölçülmesinde TOPSIS Yöntemi ve Bir Uygulama*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, sy. 60-61.
- Alp Selçuk ve Engin Taylan (2011). “Trafik Kazalarının Nedenleri ve Sonuçları Arasındaki İlişkinin TOPSIS ve AHP Yöntemleri Kullanılarak Analizi ve Değerlendirilmesi”. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* Yıl:10 Sayı 19, s.65-87.
- Alsu Erkan ve Taşdemir Ahmet (2017). “Finansal Performansın TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Belirlenmesi: Dokuma, Giyim Eşyası Ve Deri Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama”. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, E-ISSN2602-215X - Aralık - Sayı/Issue:4.
- Andriosopoulos Dimitrios, Gaganis Chrysovalantis, Pasiouras Fotios ve Zopounidis Constantin (2012). “An application of multicriteria decision aid models in the prediction of open market share repurchases”. *Omega* 40, 882–890.
- Antonella Certa, Mario Enea, Maria Galante Giacomo ve Manuela La Fata Concetta (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.
- Arondele Cecile ve Girardin Philippe (2000). “Sorting cropping systems on the basis of their impact on groundwater quality”. *European Journal of Operational Research* 127, 467- 482.
- Avgelis A. ve Papadopoulos Agis M. (2010). “On the evaluation of heating, ventilating and air conditioning systems”. *Advances In Building Energy Research*, Volume 4, Pages 23–44.
- Banar Müfide, Özkan Aysun ve Kulac Alev (2010). “Choosing a recycling system using ANP and ELECTRE III techniques”. *Turkish J. Eng. Env. Sci.* 34, 145 – 154.
- Barros Carlos Pestana ve Wanke Peter (2015). “An analysis of African airlines efficiency with two-stage TOPSIS and neural networks”. *Journal of Air Transport Management*. Volumes 44–45, Pages 90-102.

- Beccali Marco, Cellura Maurizio ve Ardente Davide (1998). “Decision Making In Energy Planning: The Electre Multicriteria Analysis Approach Compared To A Fuzzy-Sets Methodology”. *Energy Convers. Mgmt* Vol. 39, No. 16-18, pp. 1869-1881.
- Beccali Marco, Cellura Maurizio ve Mistretta Marina (2003). “Decision-making in energy planning. Application of the Electre method at regional level for the diffusion of renewable energy technology”. *Renewable Energy* 28 2063–2087.
- Bilbao-Terol Amelia, Arenas-Parra Mar, Cañal-Fernández Verónica ve Antomil-Ibias José (2014). “Using TOPSIS for assessing the sustainability of government bond funds. Omega”. Volume 49, Pages 1-17.
- Boer Luitzen de, Wegen Leo van der ve Telgen Jan (1998) “Outranking methods in support of supplier selection”. *European Journal of Purchasing & Supply Management* 4 109-118.
- Borajee Meysam ve Haji Yakchali Siamak (2011). “Using the AHP-ELECTREIII integrated method in a competitive profile matrix”. *2011 International Conference on Financial Management and Economics IPEDR vol.11, IACSIT Press, Singapore*.
- Bouyssou Denis ve Marchant Thierry (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, 201–211.
- Brito Anderson J., Almeida Adiel Teixeira de ve Mota Caroline 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, 812–821.
- Buchanan John, Sheppard Philip ve Lamsade Daniel Vanderpooten (1999). “Project Ranking Using ELECTRE III”. *Department of Management Systems*, <https://www.researchgate.net>.

- Cailloux Olivier, Meyer Patrick ve Mousseau Vincent (2012). “Eliciting ELECTRE TRI category limits for a group of decision makers”. *European Journal of Operational Research* 223, 133–140.
- Cavallaro, Fausto (2010). “A comparative assessment of thin-film photovoltaic production processes using the ELECTRE III method”. *Energy Policy* 38, 463–474.
- Chanvarasuth Pisit ve Boongasame Laor (2014). “Hybridizing Principles of the ELECTRE III Method with Case- Based Reasoning for a Travel Advisory System: Case Study of Thailand”. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, <https://www.researchgate.net>.
- Corrente Salvatore, Greco Salvatore ve Słowiński Roman (2016). “Multiple Criteria Hierarchy Process for ELECTRE Tri methods”. *European Journal of Operational Research* 252, 191–203.
- Damart Sébastien, Dias Luis C. ve Mousseau Vincent (2007). “Supporting groups in sorting decisions: Methodology and use of a multi-criteria aggregation/disaggregation DSS”. *Decision Support Systems* 43, 1464–1475.
- Damaskos Xenofon ve Kalfakakou Glykeria (2005). “Application Of Electre Iii And Dea Methods In The Bpr Of A Bank Branch Network”. *Yugoslav Journal of Operations Research* 15, Number 2, 259-276.
- Demireli Erhan (2010). “TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi:Türkiye’deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama”. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi* (5:1).
- Dezert Jean ve Tacnet Jean-Marc (2012). “Soft ELECTRE TRI outranking method based on belief functions”. 15th International conference on information fusion proceedings, Singapore, pp 607–614.
- Dias Luis, Mousseau Vincent, Figueira Jose ve Climaco Joao (2002). “An aggregation/disaggregation approach to obtain robust conclusions with ELECTRE TRI”. *European Journal of Operational Research* 138, 332–348.

- Dias Luis ve Mousseau Vincent, (2003). “IRIS: ADSS for Multiple Criteria Sorting Problems”. *Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis J. Multi-Crit. Decis. Anal.* 12: 285–298.
- Dias Luis C. ve Mousseau Vincent (2006). “Inferring Electre's veto-related parameters from outranking examples”. *European Journal of Operational Research* 170, 172–191.
- Dias Luis C., Antunes Carlos Henggeler, Dantas Guilherme, Castro Nivalde de ve Zamboni Lucca (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 (2015a). “A World Bank Group Flagship Report”. *Going Beyond Efficiency*.
- Doing Business (2015b). “Distance to frontier and ease of doing business ranking”. *Going Beyond Efficiency*.
- Doumpos Michalis, Marinakis Yannis, Marinaki Magdalena, Zopounidis Constantin (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, 496–505
- Doumpos Michalis ve Figueira JoséRui (2018). “A multicriteria outranking approach for modeling corporate credit ratings: An application of the Electre Tri-nC method”. *Omega* 0 0 0, 1–15.
- Emhan, Abdurrahim (2007). “Karar Verme Süreci Ve Bu Süreçte Bilişim Sistemlerinin Kullanılması”. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* www.e-sosder.com ISSN: 1304-0278, C.6 S.21 (212-224).
- Eraslan, Selim (2015). “A Decision Making Method via TOPSIS on Soft Sets”. ISSN: 1304-7981, *Journal of New Results in Science* 8, 57-71.
- Ersöz Filiz ve Kabak Mehmet (2010). “Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması”. *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi*, Vol 9; 97-1.

- Fernández Eduardo, Figueira José Rui, Navarro Jorge ve Roy Bernard (2017). “ELECTRE TRI-nB: A new multiple criteria ordinal classification method”. *European Journal of Operational Research* 263, 214–224.
- Figueira José Rui, Mousseau Vincent ve Roy Bernard (2003). “ELECTRE Methods. Chapter 1”. 11 Ekim 2016 tarihinde <https://pdfs.semanticscholar.org/b4ac/6cfbd4878f652079900ed2b6dea4565cda5c.pdf> adresinden erişildi.
- Figueira José Rui, Almeida-Dias Juscelino, Matias Sara, Roy Bernard, Carvalho Marta J. ve Plancha Carlos E. (2011). “Electre Tri-C, a multiple criteria decision aiding sorting model applied to assisted reproduction”. *International journal of medical informatics* 80, 262–273.
- Fontana Marcele Elisa ve Cavalcante Cristiano Alexandre Virg'ínio (2013). “Electre tri method used to storage location assignment into categories”. *Pesquisa Operacional*, Vol. 33(2): 283-303, ISSN 0101-7438.
- Galo Nadya Regina, Calache Lucas Daniel Del Rosso ve Carpinetti Luiz Cesar Ribeiro (2018). “A group decision approach for supplier categorization based on hesitant fuzzy and ELECTRE TRI”. *International Journal of Production Economics* 202, 182–196.
- Georgopoulou Elena, Lalas Dimitri ve Papagiannakis Lefteris (1997) “A Multicriteria Decision Aid approach for energy planning problems: The case of renewable energy option”. *European Journal of Operational Research* 103 38-54.
- Georgopoulou Elena, Sarafidis Yiannis, Mirasgedis Sebastian, Zaimi S. ve Lalas Dimitri (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, 199–215.
- Giannoulis Christos ve Ishizaka Alessio (2010). “A Web-based decision support system with ELECTRE III for a personalised ranking of British universities”. *Decision Support Systems* 48, 488–497.

- Gomes Luiz Flávio Autran Monteiro ve Santos Laurent José Lacaze dos (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.
- Gong Junhua ve Xu Jiuping (2006). “The integration of valued outranking relations in ELECTRE methods for ranking problem”. *ISSN 1 746-7233, England, UK, World Journal of Modelling and Simulation*, Vol. 2, No. 1, pp 3-14.
- Gökkaya Halil ve Kellegöz Talip (2017). “Personel Tayin İşlemleri İçin AHP, TOPSIS ve MACAR Algoritması Tabanlı Karar Destek Modeli”. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, Cilt: 28 Sayı: 1 Sayfa: (2-18).
- Hokkanen Joonas ve Salminen Pekka (1997). “Choosing a solid waste management system using multicriteria decision analysis”. *European Journal of Operational Research* 98 19-36.
- Hsieh Min-chih, Wang Eric Min-yang, Lee Wui-chiang, Li Lun-wen, Hsieh Chin-yi, Tsai Weide, Wang Chih-ping, Huang Ju-li ve Liu Te-chu (2018). “Application of HFACS, fuzzy TOPSIS, and AHP for identifying important human error factors in emergency departments in Taiwan”. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 67, Pages 171-179.
- Hwang Ching-Lai ve Yoon Kwangsun (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. Springer-Verlag, Berlin. 17 Temmuz 2018 tarihinde, <https://books.google.com.tr/books> adresinden erişilmiştir.
- Jabeur Khaled ve Martel Jean-Marc (2007). “An ordinal sorting method for group decision-making”. *European Journal of Operational Research*, 180, 1272–1289.
- Joerin Florent, Thériault Marius ve Musy André (2001). “Using GIS and outranking multicriteria analysis for land-use suitability assessment”. *INT. j. Geographical Information Science*, vol. 15, no. 2, 153-174.
- Karagiannidis Avraam ve Moussiopoulos Nicolas (1997) "Application of ELECTRE III for the integrated management of municipal solid wastes in the Greater Athens Area". *European Journal of Operational Research* 97, 439-449.

- Karakosta Charikleia, Doukas Haris ve Psarras John (2009). "Directing clean development mechanism towards developing countries' sustainable development priorities". *Energy for Sustainable Development* 13, 77–84.
- Karabıçak Çağın, Boyacı Ali İhsan, Akay Mehlika Kocabaş ve Özcan Burcu, (2016). "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Ve Karayolu Şantiye Yeri Seçimine İlişkin Bir Uygulama". *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı:13.
- Khalil Jamal, Martel Jean-Marc ve Jutras Pierre (1999). "A Multicriterion System For Credit Risk Rating". *Document De Travail 1999-014, Faculté des sciences de l'administration, Université Laval, Canada*.
- Kılıç Süleyman Bilgin (2006). "Türk bankacılık sistemi için çok kriterli karar alma analizine dayalı bir erken uyarı modelinin tahmini". *ODTÜ Gelisme Dergisi*, 33, 117-154.
- Kıral Erkan (2015). "Yönetimde Karar ve Etik Karar Verme Sorunsalı". *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 73-89.
- Konstantinos Ioannou, Georgios Tsantopoulos ve Garyfalos Arabatzis (2019). "A Decision Support System methodology for selecting wind farm installation locations using AHP and TOPSIS: Case study in Eastern Macedonia and Thrace region, Greece". *Energy Policy* Volume 132, Pages 232-246.
- Köksalan Murat, Mousseau Vincent, Özpeynirci Özgür ve Özpeynirci Selin Bilgin (2008). "A New Outranking-Based Approach for Assigning Alternatives to Ordered Classes". *Naval Research Logistics* 56: 74–85.
- Kumar Rajnish, Padhi Sidhartha S. ve Sarkar Ashutosh (2019). "Supplier selection of an Indian heavy locomotive manufacturer: An integrated approach using Taguchi loss function, TOPSIS, and AHP". *IIMB Management Review*. Volume 31, Issue 1, Pages 78-90.
- Li Hui-Fen ve Wang Jian-Jun (2007). "An Improved Ranking Method for ELECTRE III". *Crown Copyrigh*, 1-4244-1312-5. *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. International Conference on*,10.1109/WICOM.2007.1634.

- Liu Peide ve Zhang Xin (2011). “Research on the supplier selection of a supply chain based on entropy weight and improved ELECTRE-III method”. *International Journal of Production Research* Vol. 49, No. 3, 637–646.
- Lourenco Rui Pedro ve Costa Joao Paulo (2004). “Using ELECTRE TRI outranking method to sort MOMILP nondominated solutions”. *European Journal of Operational Research* 153, 271–289.
- Lu Gang, Wang Huaimin ve Mao Xiaoguang (2010). “An Using ELECTRE TRI Outranking Method to Evaluate Trustworthy Software”. *Autonomic and Trusted Computing Lecture Notes in Computer Science* 6407: 219-227.
- Madlener Reinhard, Antunes Carlos Henggeler ve Dias Luis C. (2009). “Assessing the performance of biogas plants with multi-criteria and data envelopment analysis”. *European Journal of Operational Research* 197, 1084–1094.
- Malekmohammadi Bahram, Zahraie Banafsheh ve Kerachian Reza (2011). “Ranking solutions of multi-objective reservoir operation optimization models using multi-criteria decision analysis”. *Expert Systems with Applications* 38, 7851–7863.
- Maslov Nicolas, Brosset David, Claramunt Christophe ve Charpentier Jean-Frédéric (2014). “A Geographical-Based Multi-Criteria Approach for Marine Energy Farm Planning”. *ISPRS Int. J. Geo-Inf*, 3, 781-799; doi:10.3390/ijgi3020781.
- Marzouk Mohamed M. (2011). “ELECTRE III model for value engineering applications”. *Automation in Construction* 20, 596–600.
- Mendas Abdelkader ve Delali Amina (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 Myriam M., Verdel Thierry, Roy Bernard 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, 125–138.

- Merad Myriam, Dechy Nicolas, Serir Lisa, Grabisch Michel ve Marcel Frédéric (2013). “Using a multi-criteria decision aid methodology to implement sustainable development principles within an organization”. *European Journal of Operational Research* 224 603–613.
- Montazer Gholam Ali, Saremi Hamed Qahri ve Ramezani Maryam (2009). “Design a new mixed expert decision aiding system using fuzzy ELECTRE III method for vendor selection”. *Expert Systems with Applications* 36, 10837–10847.
- Mousseau Vincent ve Slowinski Roman (1998). “Inferring an ELECTRE TRI Model from Assignment Examples”. *Journal of Global Optimization* 12: 157–174.
- Mousseau Vincent, Slowinski Roman ve Zielniewicz Piotr (1999). “ELECTRE TRI 2.0a Methodological Guide and User's Manual”. *LAMSADE, Universite Paris Dauphine, Place du M De Lattre de Tassigny, 75 775 Paris cedex 16*.
- Mousseau Vincent, Slowinski Roman ve Zielniewicz Piotr (2000). “A user-oriented implementation of the ELECTRE-TRI method integrating preference elicitation support”. *Computers & Operations Research* 27, 757- 777.
- Mousseau Vincent, Figueira Jose ve Naux J.-Ph. (2001). “Using assignment examples to infer weights for ELECTRE TRI method: Some experimental results”. *European Journal of Operational Research* 130, 263-275
- Mousseau Vincent, Figueira Jose, Dias Luis, Silva Carlos Gomes da ve Climaco Joao (2003). “Resolving inconsistencies among constraints on the parameters of an MCDA model”. *European Journal of Operational Research* 147, 72–93.
- Mousseau Vincent ve Dias Luis (2004). “Valued outranking relations in ELECTRE providing manageable disaggregation procedures”. *European Journal of Operational Research* 156, 467–482.
- Natividade-Jesus Eduardo, Coutinho-Rodrigues João ve Antunes Carlos Henggeler (2007). “A multicriteria decision support system for housing evaluation”. *Decision Support Systems* 43, 779–790.
- Nevesa Luí's Pires, Martins Antô' nio Gomes, Antunes Carlos Henggeler ve Dias Luí's Ca'ndido, (2008). “A multi-criteria decision approach to sorting actions for promoting energy efficiency”. *Energy Policy* 36, 2351–2363.

- Nepomuceno Livia Dias de Oliveira ve Costa Helder Gomes (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, eds.*
- Nepomuceno Livia Dias de Oliveria ve Costa Helder Gomes (2015). “Analyzing perceptions about the influence of a master course over the professional skills of its alumni: A multicriteria approach”. *Pesquisa Operacional*, Vol. 35, No. 1, pp. 187-211.
- Norese Maria Franca (2006). “ELECTRE III as a support for participatory decision-making on the localisation of waste-treatment plants”. *Land Use Policy* 23, 76–85.
- Oktem Recep ve Ergül Nuray (2012). “Testing Electre-III Method in Stock Selection”. *Journal of Money, Investment and Banking* ISSN 1450-288X Issue 24.
- Özbey Özgen (2012). *Interactive Multi Kriteria Decision Making Using a Tchebycheff or Hybrid Utility Function and Predicted Strength of Preferences*. The State University of New York at Buffalo, Industrial and Systems Engineering, Doctor of Philosophy, sy. 5-6.
- Özgel Ahmet (2016). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Seçiminde Yeni Bir Yaklaşım*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstatistik Anabilim Dalı, sy: 7-10.
- Papadopoulos Agis ve Karagiannidis Avraam (2008). “Application of the multicriteria analysis method Electre III for the optimisation of decentralised energy systems”. *Omega* 36, 766 – 776
- Raju K. Srinivasa, Duckstein Lucien ve Arondel Cecile (2001). “Multicriterion Analysis for Sustainable Water Resources Planning: A Case Study in Spain”. *Water Resources Management* 14: 435–456.

- Ranjbar Hamid Reza ve Nekoioe Mohammad Ali (2018). “An improved hierarchical fuzzy TOPSIS approach to identify endangered earthquake-induced buildings”. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. Volume 76, Pages 21-39.
- Raju K. Srinivasa ve Duckstein Lucien (2004). “Integrated application of cluster and multicriterion analysis for ranking water resources planning strategies: a case study in Spain”. © IWA Publishing 2004 *Journal of Hydroinformatics* | 06.4 |.
- Rocha Clara ve Dias Luis C. (2008). “An algorithm for ordinal sorting based on ELECTRE with categories defined by examples”. *J Glob Optim*, 42: 255–277.
- Rogers Martin ve Bruen Michael (1998a). “Choosing realistic values of indifference, preference and veto thresholds for use with environmental criteria within ELECTRE”. *European Journal of Operational Research* 107, 542-551.
- Rogers Martin ve Bruen Michael (1998b). “A new system for weighting environmental criteria for use within ELECTRE III”. *European Journal of Operational Research* 107, 552-563.
- Roy Bernard (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 Bernard ve Bouyssou Denis (1986). “Comparison of two decision-aid models applied to a nuclear power plant siting example”. *European Journal of Operational Research* 25, 200-215 North-Holland.
- Roy Bernard (1991). “The Outranking Approach and the Foundations of ELECTRE Methods”. *Theory and Decision*, 31, 49-73.
- Roy Bernard, Slowinski Roman ve Treichel Wiktor (1992). “Multicriteria Programming of Water Supply Systems for Rural Areas”. *Water Resources Bulletin, American Water Resources Association*, Vol.28, No. 1.

- Sánchez-Lozano Juan M., Antunes Carlos Henggeler ve García-Cascales M. Socorro (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.
- Sánchez-Lozano Juan M.,García-Cascales M. Socorro ve Lamata María Teresa (2016). “Comparative TOPSIS-ELECTRE TRI methods for optimal sites for photovoltaic solar farms”. *Case study in Spain. Journal of Cleaner Production*, Volume 127, Pages 387-398.
- Saracoglu Burak Omer (2015). “An Experimental Research Study on the Solution of a Private Small Hydropower Plant Investments Selection Problem by ELECTRE III/IV, Shannon’s Entropy, and Saaty’s Subjective Criteria Weighting”. *Hindawi Publishing Corporation Advances in Decision Sciences*, Article ID 548460, 20 pages.
- Sebos Ioannis, Progiou Athena, Symeonidis Panagiotis ve Ziomas Ioannis, (2010). “Land-use planning in the vicinity of major accident hazard installations in Greece”. *Journal of Hazardous Materials* 179, 901–910
- Silva Sadra Monteiro da ve Almeida Manuela (2012). “Selection of rehabilitation construction solutions using ELECTRE III method”. *Seminário Reabilitação Energética de Edifícios Universidade do Minho*.
- Siskos Yannis, Grigoroudis Evangelos, Krassadaki Evangelia ve Matsatsinis Nikolaos (2007). “A multicriteria accreditation system for information technology skills and qualifications”. *European Journal of Operational Research* 182, 867–885.
- Shanian Ali., Milani Abbas S., Carson Carl ve Abeyaratne Rohan C. (2008). “A new application of ELECTRE III and revised Simos’ procedure for group material selection under weighting uncertainty”. *Knowledge-Based Systems* 21, 709–720.
- Supçiller Aliye Ayça ve Çapraz Ozan (2011). “AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması”. *Ekonometri ve İstatistik (12. Uluslararası*

Ekonometri, Yöneylem Araştırması, İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı
Sayı:13 1–22.

Şimşek Ali, Çatır Ozan ve Ömürbek Nuri (2015). “TOPSIS ve Moora Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi: Turizm Sektöründe Bir Uygulama”. *Balıkesir University The Journal of Social Sciences Institute*. Volume: 18 - Number: 33.

Tam Chi Ming, Tong Thomas K. L. ve Lau C. T. (2003). “ELECTRE III in evaluating performance of construction plants: case study on concrete vibrators”. *Construction Innovation*; 3: 45–61.

Taranu John P. (2009). *Building Consensus using a Collaborative Spatial Multi-Criteria Analysis System*. University of Waterloo, Master, Waterloo, Ontario, Canada.

Tavana Madjid ve Hatami-Marbini Adel (2011). “A group AHP-TOPSIS framework for human spaceflight mission planning at NASA”. *Expert Systems with Applications*, Volume 38, Issue 11, Pages 13588-13603.

Tervonen Tommi, Figueira Jos´e, Lahdelma Risto ve Salminen Pekka (2005a). “An Inverse Approach For ELECTRE III”. *Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra INESC - Coimbra*, Revised (2nd): 25 January 2005, No. 20, ISSN: 1645-2631.

Tervonen Tommi, Almeida–Dias Juscelino, Figueira Jos´e, Lahdelma Risto ve Salminen Pekka (2005b). “SMAA-TRI: A Parameter Stability Analysis Method for ELECTRE TRI”. *Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra INESC – Coimbra*, 1. Revision: 8 July 2005, No. 6, ISSN: 1645-2631.

Tervonen Tommi, Figueira Jose´ Rui, Lahdelma Risto, Almeida-Dias Juscelino ve Salminen Pekka (2009). “A stochastic method for robustness analysis in sorting problems”. *European Journal of Operational Research* 192, 236–242.

The An Ngo ve Mousseau Vincent (2002). “Using Assignment Examples to Infer Category Limits for the ELECTRE TRI Method”. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis J. Multi-Crit. Decis. Anal.* 11: 29–43.

- Tomasz M. Mroz (2010). “Multicriteria Aided Design of Integrated Heating-Cooling Energy Systems in Buildings”. *ISSN:1047-3289 Journal of the Air & Waste Management Association*. 60: 949–958.
- Trojan Flavio ve Morais Danielle Costa (2012). “Using ELECTRE TRI to Support Maintenance of Water Distribution Networks”. *Pesquisa Operacional* 32(2): 423-442.
- Umarusman Nurullah (2007). *Çok Amaçlı Karar Problemlerinde Duyarlılık Analizi ve Bulanık Mantık İlişkisi: De Novo Programlama Uygulaması*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, sy. 6-7.
- Ünal Zeynep (2015). *Tedarikçi Seçiminde Bulanık AHP Taguchi Kayıp Fonksiyonunun Kullanımı: Bir Otel İşletmesinde Uygulama*. Ekonometri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 3-5.
- Vasto-Terrientes Luis Del, Valls Aida, Slowinski Roman ve Zielniewicz Piotr (2015a). “ELECTRE-III-H: An outranking-based decision aiding method for hierarchically structured criteria”. *Expert Systems with Applications* 42, 4910–4926.
- Vasto-Terrientes Luis Del, Fernández-Cavia José, Huertas Assumpció, Moreno Antonio ve Valls Aida (2015b). “Official tourist destination websites: Hierarchical analysis and assessment with ELECTRE-III-H”. *Tourism Management Perspectives* 15, 16–28.
- Vasto-Terrientes Luis Del, Kumar Vikas, Chao Tzu Chi ve Valls Aida (2016). “A decision support system to find the best water allocation strategies in a Mediterranean river basin in future scenarios of global change”. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, Vol. 28, Nos. 1–2, 331–350.
- Wang Xiaoting ve Triantaphyllou Evangelos (2004). “Some Ranking Irregularities When the ELECTRE Method is Used for Decision-Making,” *Proceedings of the 2004 IIE Annual Conference, Houston, TX*.

- Wang Xiaoting ve Triantaphyllou Evangelos (2008). “Ranking irregularities when evaluating alternatives by using some ELECTRE methods”. *Omega* 36, 45 – 63.
- Xidonas Panagiotis, Mavrotas George ve Psarras John (2009). “A multicriteria methodology for equity selection using financial analysis”. *Computers & Operations Research* 36, 3187--3203.
- Xidonas Panagiotis, Mavrotas George ve Psarras John, (2010). “A multiple criteria decision-making approach for the selection of stocks”. *Journal of the Operational Research Society* 61, 1273 --1287.
- Xu Bing ve Ouenniche Jamal (2012). “Performance evaluation of competing forecasting models: A multidimensional framework based on MCDA”. *Expert Systems with Applications* 39, 8312–8324.
- Yürekli Hüseyin (2008). *Taarruz Helikopterleri Seçiminde ELECTRE Yönteminin Kullanılması*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, sy. 28-31.
- Zheng Jun, Takougang Stéphane Aimé Metchebon, Mousseau Vincent ve Pirlot Marc (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.

EKLER

Ek 1: 2015 İŞYKE'nin 10 Temel Kriterine Göre 189 Ülkenin

Verileri

| Ülkeler | Bir İşe Başlama | İnşaat Ruhsatı İşlemleri | Elektrik Bağlatma | Tapu Sicili | Kredi Erişimi | Azınlık Yatırımcıların Korunması | Vergilerin Ödenmesi | Dış Ticaret | Sözleşmelerin Uygulanması | İflas Durumlarının Çözümü |
|---------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|-------------|---------------|----------------------------------|---------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|
| Afganistan | 92,68 | 22,39 | 45,63 | 27,5 | 45 | 11,67 | 74,04 | 28,9 | 33,61 | 23,6 |
| Almanya | 81,36 | 81,4 | 98,78 | 65,65 | 70 | 60 | 77,02 | 91,77 | 74,26 | 91,78 |
| ABD | 91,22 | 75,68 | 81,51 | 76,85 | 95 | 64,67 | 80,84 | 92,01 | 72,61 | 89,2 |
| Angola | 57,15 | 66,6 | 42,49 | 40,8 | 5 | 55 | 58,37 | 19,27 | 26,26 | 0 |
| Antigua ve Barbuda | 81,61 | 67,39 | 83,47 | 57,41 | 25 | 53,33 | 54,51 | 62,01 | 68,11 | 35,06 |
| Arjantin | 72,59 | 50,24 | 69,95 | 56,3 | 50 | 61,67 | 44,99 | 62,85 | 64,81 | 44,23 |
| Arnavutluk | 91,73 | 59,21 | 43,75 | 58,42 | 65 | 68,33 | 64,47 | 96,5 | 53,66 | 64,5 |
| Avustralya | 96,47 | 86,56 | 82,31 | 74,32 | 90 | 58,33 | 82,44 | 70,82 | 79,72 | 78,47 |
| Avusturya | 83,42 | 74,86 | 87,68 | 79,97 | 60 | 65 | 78,33 | 100 | 75,49 | 78,84 |
| Azerbaycan | 95,54 | 59,92 | 63 | 82,54 | 40 | 60 | 83,77 | 71,48 | 65,66 | 44,59 |
| Bahamalar | 84,12 | 66,71 | 60,93 | 30,42 | 30 | 46,67 | 83,52 | 41,09 | 59,43 | 52,93 |
| Bahreyn | 76,06 | 79,65 | 71,74 | 81,07 | 40 | 50 | 94,44 | 71,87 | 56,38 | 44,24 |
| Bangladeş | 81,36 | 60,37 | 12,88 | 27,26 | 25 | 56,67 | 59,74 | 34,86 | 22,21 | 26,36 |
| Barbados | 84,36 | 54,96 | 69,39 | 52,35 | 35 | 35 | 72,99 | 61,88 | 38,02 | 69,4 |
| Batı Şeria ve Gazze | 64,29 | 48,02 | 69,39 | 61,82 | 35 | 38,33 | 80,29 | 68,21 | 54,36 | 0 |
| Belarus | 90,15 | 78,27 | 71,99 | 90,42 | 40 | 58,33 | 78,08 | 93,71 | 70,36 | 41,75 |
| Belçika | 94,4 | 75,26 | 79,61 | 50,87 | 45 | 58,33 | 73,84 | 100 | 64,36 | 83,87 |
| Belize | 73,26 | 68,25 | 72,99 | 52,83 | 20 | 46,67 | 78,17 | 68,13 | 50,11 | 44,81 |
| Benin | 80,05 | 69,4 | 33,84 | 39,54 | 30 | 40 | 44,31 | 44,19 | 36,34 | 38,08 |
| Birleşik Arap Emr. | 88,49 | 84,67 | 94,95 | 89,16 | 45 | 58,33 | 99,44 | 71,5 | 70,58 | 40,38 |
| Birleşik Krallık | 91,23 | 80,16 | 89,11 | 74,41 | 75 | 78,33 | 90,62 | 93,76 | 70,86 | 82,04 |
| Bolivya | 61 | 60,47 | 64,62 | 49,87 | 35 | 41,67 | 12,18 | 68,41 | 49,72 | 41,26 |
| Bosna Hersek | 63,43 | 50,99 | 56,67 | 61,51 | 65 | 55 | 58,22 | 91,87 | 60,6 | 66,21 |
| Botswana | 76,2 | 73,65 | 54,42 | 67,29 | 55 | 55 | 77,47 | 85,93 | 50,95 | 49,35 |
| Brezilya | 63,22 | 51,22 | 85,49 | 53,64 | 45 | 65 | 40,85 | 52,37 | 65,55 | 54,52 |
| Brunei | 48,69 | 76,47 | 71,79 | 51,65 | 45 | 45 | 83,84 | 56,88 | 53,54 | 41,05 |
| Bulgaristan | 86,3 | 74,44 | 61,77 | 70,14 | 70 | 73,33 | 73,53 | 97,45 | 65,09 | 58,5 |
| Burkina Faso | 69,06 | 72,26 | 30,62 | 49,93 | 30 | 40 | 58,08 | 66,58 | 41,05 | 38,08 |

| | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Burundi | 94,25 | 53,12 | 26,45 | 62,53 | 10 | 41,67 | 69,45 | 47,38 | 45,74 | 30,55 |
| Butan | 85,54 | 68,31 | 78,9 | 71,61 | 50 | 48,33 | 85,5 | 94,25 | 65,36 | 0 |
| Cabo Verde | 85,28 | 67,31 | 54,1 | 64,21 | 40 | 36,67 | 73,05 | 64,74 | 65,76 | 0 |
| Cezayir | 74,07 | 64,62 | 57,48 | 43,83 | 10 | 33,33 | 45,03 | 24,15 | 55,49 | 47,67 |
| Cibuti | 65,89 | 64,32 | 37,63 | 41,23 | 5 | 30 | 74,56 | 51,87 | 28,39 | 48,04 |
| Çad | 41,86 | 62,23 | 33,48 | 41,94 | 30 | 38,33 | 19,54 | 40,12 | 44,58 | 28,13 |
| Çek Cum. | 85,08 | 62,71 | 89,98 | 79,32 | 70 | 60 | 75,49 | 100 | 60,36 | 75,94 |
| Çin | 77,43 | 47,81 | 68,52 | 76,14 | 50 | 45 | 64,04 | 69,13 | 77,98 | 55,31 |
| Danimarka | 93,4 | 84,05 | 90,18 | 89,88 | 70 | 71,67 | 91,94 | 100 | 71,23 | 84,59 |
| Dominik Cum. | 82,86 | 74,83 | 50,52 | 65,15 | 45 | 53,33 | 75,75 | 80,48 | 51,03 | 23,75 |
| Dominika | 89,27 | 69,09 | 79,25 | 43,39 | 30 | 56,67 | 72,49 | 74,26 | 59,17 | 33,96 |
| Ekvador | 65,31 | 70,98 | 65,94 | 68,78 | 45 | 46,67 | 62,92 | 68,65 | 56,68 | 25,23 |
| Ekvator Ginesi | 36,74 | 55,07 | 55,38 | 45,28 | 40 | 41,67 | 43,21 | 32,05 | 55,25 | 0 |
| El Salvador | 80,02 | 55,87 | 62,97 | 67,15 | 50 | 38,33 | 58,94 | 91,46 | 55,2 | 46,02 |
| Endonezya | 65,9 | 64,26 | 77,42 | 53,29 | 50 | 56,67 | 53,66 | 63,53 | 35,37 | 46,75 |
| Eritre | 44,81 | 0 | 52,71 | 35,25 | 0 | 35 | 43,49 | 0 | 52,75 | 0 |
| Ermenistan | 96,05 | 67,82 | 65,44 | 87,32 | 65 | 60 | 80,29 | 81,75 | 66 | 46,58 |
| Estonya | 93,25 | 82,54 | 83,21 | 91,08 | 70 | 60 | 84,33 | 99,92 | 75,16 | 64,92 |
| Etiyopya | 49,22 | 47,17 | 57,29 | 51,27 | 15 | 31,67 | 66,83 | 42,39 | 59,06 | 37,39 |
| Fas | 90,33 | 80,08 | 77,67 | 55,29 | 40 | 45 | 77,84 | 79,74 | 62,34 | 33,78 |
| Fiji | 68,04 | 67,84 | 70,98 | 71,86 | 50 | 48,33 | 66,98 | 77,57 | 58,44 | 43,62 |
| Fildişi Sahili | 91,24 | 42,63 | 56,62 | 54,62 | 30 | 40 | 42,63 | 50,39 | 51,11 | 44,97 |
| Filipinler | 67,23 | 67,6 | 83,75 | 58,36 | 40 | 41,67 | 66,46 | 69,39 | 49,24 | 55,18 |
| Finlandiya | 93,1 | 75,8 | 88,97 | 82,94 | 65 | 56,67 | 88,36 | 92,44 | 69,4 | 93,85 |
| Fransa | 93 | 76,88 | 85,77 | 63,14 | 50 | 65 | 70,67 | 100 | 73,04 | 75,94 |
| Gabon | 75,9 | 64,11 | 47,38 | 31,13 | 40 | 38,33 | 58 | 44,43 | 35,29 | 36,29 |
| Gambiya | 68,37 | 63,86 | 47,29 | 52,82 | 20 | 35 | 40,69 | 65,27 | 54,84 | 38,38 |
| Gana | 83,73 | 65,07 | 58,72 | 65,92 | 65 | 53,33 | 71,24 | 43,75 | 54 | 25,58 |
| Gine | 55,44 | 54,09 | 43,32 | 49,69 | 30 | 40 | 28,27 | 46,24 | 53,87 | 37,62 |
| Gine-Bissau | 55,69 | 50,54 | 26,97 | 40,03 | 30 | 41,67 | 58,65 | 52,86 | 38,81 | 0 |
| Grenada | 86,7 | 67,58 | 76,26 | 50,17 | 30 | 45 | 64,46 | 60,5 | 59,33 | 0 |
| Guatemala | 81,99 | 68,53 | 88,84 | 66,39 | 80 | 33,33 | 80,04 | 72,98 | 34,55 | 27,37 |
| Guyana | 85,34 | 59,22 | 55,08 | 53,06 | 15 | 53,33 | 68,69 | 59,33 | 57,62 | 25,38 |
| Güney Afrika | 79,71 | 68,2 | 41,81 | 60,76 | 60 | 70 | 88,81 | 58,01 | 54,1 | 58,26 |
| Güney Sudan | 53,96 | 50,97 | 27,51 | 31,64 | 10 | 28,33 | 71,05 | 26,19 | 59,91 | 0 |
| Gürcistan | 96 | 82,38 | 72,89 | 91,16 | 85 | 68,33 | 82,76 | 80,59 | 71,36 | 39,6 |
| Haiti | 33,48 | 52 | 55,48 | 32,76 | 10 | 20 | 61,87 | 76,08 | 52,49 | 0 |
| Hırvatistan | 83,96 | 62,74 | 75,66 | 68,58 | 55 | 63,33 | 82,92 | 100 | 75,87 | 53,92 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Hindistan | 63,7 | 32,83 | 66,28 | 49,96 | 65 | 73,33 | 56,14 | 56,45 | 32,41 | 32,6 |
| Hollanda | 94,08 | 69,25 | 81,56 | 80,01 | 50 | 56,67 | 86,91 | 100 | 58,09 | 83,77 |
| Honduras | 74,3 | 68,19 | 53,22 | 64,25 | 85 | 31,67 | 58,55 | 67,81 | 45,54 | 31,83 |
| Hong Kong, Çin | 96,38 | 84,8 | 93,65 | 69,77 | 70 | 80 | 98,51 | 88,94 | 72,57 | 75,06 |
| Irak | 73,95 | 62,27 | 55,1 | 55,71 | 5 | 45 | 79,53 | 23,51 | 50,79 | 0 |
| İran İslam Cum. | 84,82 | 73,94 | 65,45 | 64,34 | 45 | 35 | 66,78 | 39,38 | 61,85 | 26,13 |
| İrlanda | 94,17 | 73,67 | 84,13 | 76,26 | 70 | 71,67 | 95,07 | 87,25 | 57,88 | 80,03 |
| İspanya | 86,26 | 65,85 | 70,23 | 73,88 | 60 | 61,67 | 74,74 | 100 | 67,63 | 75,89 |
| İsrail | 90,54 | 71,5 | 75,21 | 52,84 | 65 | 75 | 73,5 | 82,85 | 57,93 | 72,08 |
| İsveç | 92,29 | 78,55 | 93,07 | 88,85 | 55 | 71,67 | 83,46 | 98,04 | 71,74 | 78,43 |
| İsviçre | 88,38 | 71,73 | 94,41 | 85,28 | 60 | 50 | 89,13 | 91,79 | 67,1 | 62,6 |
| İtalya | 89,22 | 69,25 | 80,68 | 81,66 | 45 | 63,33 | 63,35 | 100 | 51,17 | 75,98 |
| İzlanda | 92,35 | 71,56 | 92,23 | 86,61 | 60 | 70 | 83,38 | 80,27 | 69,1 | 81,47 |
| Jamaika | 94,27 | 68,82 | 74,14 | 53,61 | 80 | 58,33 | 62,76 | 59,61 | 53,6 | 53,29 |
| Japonya | 86,09 | 73,31 | 89,88 | 73,91 | 50 | 60 | 73,28 | 86,43 | 65,26 | 93,74 |
| Kamboçya | 42,14 | 37,49 | 45,63 | 54,87 | 80 | 48,33 | 73,06 | 67,28 | 32,67 | 47,6 |
| Kamerun | 75,52 | 60,24 | 60,63 | 38,17 | 35 | 41,67 | 36,34 | 15,99 | 41,76 | 36,42 |
| Kanada | 97,23 | 73,67 | 63,2 | 75,39 | 85 | 76,67 | 93 | 88,36 | 60,63 | 81,36 |
| Karadağ | 90,03 | 66,54 | 43,38 | 65,8 | 85 | 63,33 | 65,48 | 88,75 | 66,75 | 68,22 |
| Katar | 82,28 | 79,17 | 81,73 | 80,23 | 30 | 41,67 | 99,44 | 60,13 | 54,64 | 37,95 |
| Kazakistan | 87,22 | 65,6 | 73,47 | 80,7 | 50 | 56,67 | 90,37 | 60,39 | 72,92 | 51,45 |
| Kenya | 72,52 | 57,11 | 53,91 | 50,89 | 35 | 46,67 | 71,34 | 65,83 | 58,27 | 30,19 |
| Kıbrıs | 89,14 | 63,86 | 67,55 | 63,33 | 55 | 66,67 | 79,98 | 88,44 | 45,82 | 56,68 |
| Kırgız Cum. | 92,91 | 76,36 | 43,6 | 90,35 | 65 | 63,33 | 62,94 | 72,25 | 48,57 | 36,02 |
| Kiribati | 76,75 | 65,12 | 38,97 | 49,94 | 20 | 45 | 91,03 | 62,08 | 57,09 | 0 |
| Kolombiya | 86,13 | 75,67 | 74,73 | 73,25 | 95 | 73,33 | 58,36 | 62,83 | 32,43 | 72 |
| Komorlar | 61,03 | 69,13 | 57,35 | 53,7 | 30 | 40 | 47,37 | 66,18 | 32,05 | 0 |
| Kongo Cum. | 57,67 | 55,72 | 32,39 | 50,71 | 30 | 36,67 | 44,88 | 1,26 | 36,06 | 0 |
| Kongo D.Cum. | 61,32 | 64,72 | 35,26 | 36,87 | 40 | 40 | 31,8 | 19,68 | 43,99 | 37,75 |
| Kore Cum. | 94,36 | 77,82 | 99,87 | 76,16 | 65 | 73,33 | 85,15 | 92,52 | 84,15 | 88,5 |
| Kosova | 93,05 | 62,52 | 59 | 78,07 | 75 | 58,33 | 77,87 | 82,31 | 66,19 | 19,63 |
| Kosta Rika | 81,15 | 74,58 | 83,91 | 73,38 | 45 | 35 | 66,6 | 79,86 | 52,41 | 39,26 |
| Kuveyt | 70,42 | 60,86 | 58,4 | 68,38 | 40 | 55 | 92,48 | 48,9 | 62,36 | 39,15 |
| Laos D.H.Cum. | 67,31 | 75,02 | 44,75 | 68,69 | 30 | 35 | 66,1 | 62,98 | 58,07 | 0 |
| Lesotho | 82,84 | 50,01 | 51,15 | 58,1 | 25 | 50 | 69,72 | 91,6 | 57,18 | 37,51 |
| Letonya | 92,12 | 80,08 | 78,96 | 79,66 | 75 | 63,33 | 86,17 | 95,26 | 68,88 | 63,42 |
| Liberya | 92,41 | 49,84 | 34,64 | 33,85 | 25 | 28,33 | 76 | 17,75 | 33,92 | 4,6 |
| Libya | 74,34 | 0 | 59,33 | 0 | 0 | 25 | 54,77 | 64,66 | 50,27 | 0 |
| Litvanya | 92,44 | 80,42 | 74,64 | 92,92 | 70 | 60 | 81,52 | 97,7 | 77,88 | 48,47 |

| | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Lübnan | 79,8 | 62,45 | 60,18 | 61,1 | 40 | 40 | 81,69 | 59,71 | 51,7 | 29,9 |
| Lüksemburg | 88,44 | 83,67 | 84,29 | 63,81 | 15 | 45 | 88,58 | 100 | 73,32 | 45,58 |
| Macaristan | 86,58 | 71,65 | 60,07 | 80,2 | 75 | 55 | 73,27 | 100 | 72,08 | 49,78 |
| Madagaskar | 81,22 | 35,21 | 17,22 | 42,73 | 5 | 46,67 | 76,32 | 58,24 | 42,85 | 34,24 |
| Makedonya | 96,36 | 80,82 | 80,82 | 73,87 | 65 | 66,67 | 94,17 | 93,87 | 70,46 | 67,49 |
| Malawi | 66,96 | 72,15 | 26,84 | 62,05 | 25 | 43,33 | 71,51 | 63,32 | 47,09 | 22,12 |
| Maldivler | 88,84 | 74,25 | 53,36 | 39,97 | 35 | 45 | 64,35 | 55,87 | 55,07 | 33,12 |
| Malezya | 89,25 | 81,14 | 94,34 | 76,35 | 70 | 80 | 83,87 | 82,38 | 66,61 | 62,48 |
| Mali | 62,92 | 58,74 | 47,91 | 49,89 | 30 | 40 | 60,16 | 69,04 | 43,73 | 40,35 |
| Malta | 76,56 | 69,63 | 71,23 | 62,12 | 10 | 65 | 85,86 | 91,01 | 62,17 | 44,78 |
| Marşal Adaları | 88,37 | 70,7 | 59,09 | 0 | 50 | 31,67 | 73,45 | 80,59 | 55,93 | 9,19 |
| Mauritius | 91,61 | 69,97 | 63,13 | 61,13 | 65 | 65 | 91,92 | 78,67 | 68,65 | 69,06 |
| Meksika | 86,83 | 68,9 | 67,48 | 56,88 | 80 | 60 | 71,17 | 82,09 | 65,69 | 72,59 |
| Mısır Arap Cum. | 87,28 | 71,99 | 57,65 | 58,08 | 50 | 41,67 | 58,96 | 51,01 | 42,75 | 39,3 |
| Mikronezya | 69,63 | 60,98 | 64,42 | 0 | 55 | 25 | 68,78 | 84 | 29,39 | 37,74 |
| Moğolistan | 91,33 | 78,23 | 55,06 | 74,57 | 55 | 68,33 | 73,79 | 66,89 | 58,48 | 43,93 |
| Moldova | 90,44 | 53,99 | 67,21 | 82,91 | 70 | 63,33 | 76,72 | 92,39 | 60,43 | 53,32 |
| Moritanya | 65,96 | 64,89 | 49,11 | 60,6 | 10 | 36,67 | 17,71 | 51,85 | 60,43 | 0 |
| Mozambik | 80,43 | 75,85 | 42,89 | 58,69 | 25 | 43,33 | 67,09 | 66,31 | 27,32 | 49,5 |
| Myanmar | 20,52 | 68,96 | 46,01 | 49,26 | 10 | 28,33 | 71,19 | 55,05 | 24,53 | 20,39 |
| Namibya | 68,67 | 73,21 | 59,21 | 38,29 | 55 | 55 | 73,57 | 61,47 | 56,03 | 42,4 |
| Nepal | 83,01 | 68,88 | 57,05 | 66,9 | 30 | 58,33 | 66,52 | 79,32 | 45,26 | 45,41 |
| Nijer | 54,41 | 42,99 | 39,74 | 52,98 | 30 | 38,33 | 57,07 | 60,48 | 41,85 | 36,01 |
| Nijerya | 76,91 | 49,57 | 29,26 | 25,18 | 60 | 60 | 32,63 | 19,93 | 48,59 | 30,64 |
| Nikaragua | 80,27 | 52,5 | 67,94 | 48,85 | 45 | 40 | 53,19 | 80,55 | 57,79 | 39,64 |
| Norveç | 94,03 | 75,49 | 87,45 | 87,26 | 55 | 75 | 90,93 | 96,97 | 77,14 | 88,74 |
| Orta Afrika Cum. | 31,36 | 56,37 | 24,2 | 41,84 | 30 | 40 | 23,47 | 58,64 | 30,46 | 28,13 |
| Özbekistan | 90,47 | 59,38 | 70,41 | 58,07 | 40 | 55 | 61,13 | 44,31 | 67,26 | 46,45 |
| Pakistan | 77,36 | 58,67 | 43,36 | 39,18 | 30 | 66,67 | 59,24 | 38,11 | 45,34 | 43,98 |
| Palau | 81,83 | 68,39 | 54,78 | 75,11 | 50 | 28,33 | 64,65 | 46,22 | 52,21 | 16,28 |
| Panama | 91,93 | 71,19 | 86,66 | 65,16 | 75 | 56,67 | 48,6 | 85,47 | 48,1 | 33,66 |
| Papua Yeni Gine | 77,03 | 63,27 | 65,45 | 55,52 | 15 | 53,33 | 69,5 | 44,64 | 36,21 | 31,64 |
| Paraguay | 77,5 | 73,58 | 67,09 | 66,1 | 50 | 41,67 | 69,45 | 60,37 | 59,77 | 40,87 |
| Peru | 85,1 | 74,69 | 79,09 | 76,78 | 80 | 60 | 78,85 | 71,36 | 60,7 | 45,01 |
| Polonya | 84,03 | 74,2 | 77,86 | 76,89 | 75 | 63,33 | 72,16 | 100 | 63,44 | 69,73 |
| Portekiz | 92,82 | 76,32 | 80,06 | 80,25 | 45 | 56,67 | 77,89 | 100 | 73,01 | 84,19 |
| Porto Riko, ABD | 91,11 | 62,21 | 76,58 | 42,5 | 85 | 53,33 | 63,83 | 81,86 | 56,13 | 84,88 |
| Romanya | 90,45 | 69,84 | 59,61 | 71,25 | 85 | 60 | 79,99 | 100 | 71,08 | 57,14 |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ruanda | 80,6 | 65,62 | 59,61 | 87,73 | 90 | 43,33 | 80,96 | 74,02 | 53,06 | 41,77 |
| Rusya Fed. | 92,17 | 63,92 | 77,89 | 90,12 | 55 | 60 | 80,63 | 57,96 | 75,78 | 59,06 |
| Samoa | 92,28 | 68,39 | 79,32 | 69,2 | 25 | 58,33 | 72,1 | 57,81 | 60,44 | 33,19 |
| San Marino | 79,53 | 68,47 | 90,63 | 65,66 | 5 | 36,67 | 84,91 | 97,48 | 59,25 | 39,11 |
| São Tomé ve Príncipe | 92,27 | 64,19 | 60,18 | 44,03 | 0 | 26,67 | 51,27 | 62,43 | 31,21 | 21,7 |
| Senegal | 85,04 | 58,17 | 25,99 | 39,54 | 30 | 41,67 | 30,94 | 60,85 | 46,3 | 41,86 |
| Seyşeller | 78,42 | 60,14 | 57,61 | 68,67 | 10 | 50 | 81,85 | 71,54 | 49,39 | 52,17 |
| Sırbistan | 88,91 | 38,56 | 75,9 | 67,06 | 65 | 56,67 | 48,9 | 96,64 | 63,96 | 57,9 |
| Sierra Leone | 84,53 | 61,76 | 34,13 | 43,39 | 25 | 53,33 | 66,21 | 42,07 | 55,92 | 27,56 |
| Singapur | 96,48 | 78,68 | 91,21 | 82,34 | 75 | 83,33 | 96,56 | 89,3 | 83,61 | 74,3 |
| Slovak Cum. | 87,02 | 67,81 | 80,3 | 90,99 | 65 | 53,33 | 68,81 | 100 | 58,92 | 69,93 |
| Slovenya | 91,08 | 70,19 | 89,12 | 75,25 | 35 | 75 | 83,74 | 100 | 49,97 | 62,91 |
| Solomon Adaları | 84,6 | 72,85 | 68,46 | 47,3 | 50 | 50 | 78,42 | 53,45 | 44,63 | 31,87 |
| Sri Lanka | 83,01 | 65,37 | 63,91 | 46,75 | 40 | 60 | 54,46 | 70,7 | 39,31 | 44,69 |
| St Kitts ve Nevis | 85,56 | 75,6 | 69,93 | 40,67 | 25 | 51,67 | 60,64 | 79,26 | 65,51 | 0 |
| St Lucia | 88,62 | 74,49 | 83,96 | 59,2 | 25 | 53,33 | 75,04 | 73,24 | 59,94 | 38,7 |
| St Vincent ve Grenadinler | 86,7 | 74,41 | 71,12 | 44,17 | 25 | 53,33 | 72,76 | 71,08 | 63,66 | 0 |
| Sudan | 73,84 | 57,69 | 59,98 | 63,39 | 15 | 31,67 | 62,34 | 19,16 | 48,76 | 26,54 |
| Surinam | 47,96 | 66,43 | 68,38 | 37,11 | 10 | 35 | 76,45 | 72,04 | 25,94 | 34,27 |
| Suriye Arap Cum. | 68,37 | 0 | 58,43 | 50,35 | 15 | 53,33 | 67,89 | 29,83 | 44,43 | 27,65 |
| Suudi Arabistan | 75,71 | 80,76 | 84,83 | 73,75 | 50 | 51,67 | 99,23 | 49,62 | 56,92 | 0 |
| Svaziland | 73,47 | 68,56 | 46,36 | 57,42 | 50 | 43,33 | 74,51 | 92,68 | 33,94 | 42,68 |
| Şili | 89,83 | 78,77 | 78,34 | 71,72 | 50 | 65 | 84,5 | 80,56 | 62,81 | 47,38 |
| Tacikistan | 85,76 | 54,57 | 34,59 | 60,29 | 35 | 66,67 | 38,83 | 43,59 | 63,49 | 29,26 |
| Tanzanya | 77,71 | 58,19 | 68,96 | 51,33 | 25 | 40 | 58,95 | 18,44 | 61,66 | 41,12 |
| Tayland | 85,04 | 74,55 | 83,21 | 67,3 | 45 | 66,67 | 76,29 | 84,1 | 64,54 | 75,31 |
| Tayvan, Çin | 94,39 | 86,27 | 99,21 | 83,89 | 60 | 70 | 82,9 | 80,11 | 73,49 | 78,41 |
| Timor-Leste | 83,73 | 55,64 | 68,27 | 0 | 20 | 56,67 | 79,97 | 69,9 | 6,13 | 0 |
| Togo | 76,06 | 43,25 | 45,93 | 30,74 | 30 | 40 | 51,37 | 57,17 | 45,37 | 43,12 |
| Tonga | 90,77 | 83,84 | 76,27 | 46,31 | 65 | 45 | 75,93 | 68,2 | 57,32 | 33,34 |
| Trinidad ve Tobago | 88,33 | 59,19 | 84,89 | 47,5 | 65 | 60 | 68,98 | 63,48 | 36,55 | 48,97 |
| Tunus | 85,07 | 73,22 | 82,19 | 63,21 | 35 | 46,67 | 73,9 | 64,57 | 59,33 | 54,71 |
| Türkiye | 85,13 | 66,26 | 82,59 | 73 | 50 | 70 | 79,63 | 79,71 | 73,25 | 40 |
| Uganda | 65,92 | 53,37 | 37,61 | 55,35 | 30 | 50 | 72,76 | 57,78 | 60,6 | 39,15 |
| Ukrayna | 87,35 | 61,34 | 54,57 | 69,03 | 75 | 50 | 70,64 | 65,24 | 57,11 | 28,05 |
| Umman | 76,71 | 75,2 | 57,57 | 77,37 | 35 | 46,67 | 92,35 | 76,39 | 61,55 | 42,15 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Uruguay | 89,76 | 55,1 | 82,11 | 59,67 | 60 | 45 | 63,44 | 55,98 | 54,44 | 53,47 |
| Ürdün | 84,75 | 67,85 | 77,84 | 62,18 | 0 | 35 | 81,49 | 86,06 | 54,27 | 30,17 |
| Vanuatu | 75,26 | 61,12 | 71,58 | 64,38 | 65 | 43,33 | 80,79 | 53,05 | 51,13 | 38,35 |
| Venezuela | 43,76 | 61,94 | 42,9 | 52,67 | 40 | 31,67 | 13,46 | 7,93 | 48,97 | 19,2 |
| Vietnam | 79,15 | 79 | 53,78 | 70,6 | 65 | 45 | 36,36 | 65,61 | 60,22 | 33,46 |
| Yemen Cum. | 73,57 | 69,05 | 50,05 | 65,21 | 0 | 43,33 | 63,72 | 0 | 50,37 | 27,46 |
| Yeni Zelanda | 99,96 | 87,51 | 83,3 | 94,46 | 100 | 83,33 | 88,04 | 84,55 | 74,25 | 71,56 |
| Yunanistan | 90,71 | 73,63 | 80,57 | 49,62 | 50 | 63,33 | 77,89 | 93,72 | 50,19 | 55,98 |
| Zambiya | 84,95 | 70,61 | 61,65 | 45,06 | 70 | 53,33 | 74,52 | 63,49 | 49,89 | 41,63 |
| Zimbabve | 49,03 | 35 | 43,7 | 56,82 | 45 | 50 | 60,41 | 66,83 | 38,73 | 26,16 |



Ek 2: Yöntemlerin MATLAB 2017 Programlama Dili

Kullanılarak Yazılan Kodları.

ELECTRE III

```
% 1.Adım : Uyumululuk Matrisi hesaplanıyor
for j = 1 : sutunAdedi % Kriter adedi kadar dön
    concordanceMatrixA{j} = zeros(satirAdedi, satirAdedi) ;
    for a = 1 : satirAdedi % Alternatif adedi kadar dön
        for b = 1 : satirAdedi % Alternatif adedi kadar dön
            if ( alternatifKriterMatris( a, j ) + farksizlik_esigi( j ) ) >= alternatifKriterMatris( b, j )
                concordanceMatrixA{j}( a, b ) = 1 ;
            else
                if ( alternatifKriterMatris( a, j ) + tercih_esigi( j ) ) <= alternatifKriterMatris( b, j )
                    concordanceMatrixA{j}( a, b ) = 0 ;
                else
                    concordanceMatrixA{j}( a, b ) = ( alternatifKriterMatris( a, j )...
                        - alternatifKriterMatris( b, j ) ...
                        + tercih_esigi( j ) ) / ( tercih_esigi( j ) - farksizlik_esigi( j ) ) ;
                end
            end
        end
    end
end
end
end
end

end
% 3.Adım: Uyumsuzluk Matrisleri hesaplanıyor
for j = 1 : sutunAdedi % Kriter adedi kadar dön
    disConcordanceMatrix{j} = zeros(satirAdedi, satirAdedi) ;
    for a = 1 : satirAdedi % Alternatif adedi kadar dön
        for b = 1 : satirAdedi % Alternatif adedi kadar dön
            if ( alternatifKriterMatris( a, j ) + tercih_esigi( j ) ) >= alternatifKriterMatris( b, j )
                disConcordanceMatrix{j}( a, b ) = 0 ;
            else
                if ( alternatifKriterMatris( a, j ) + veto_esigi( j ) ) <= alternatifKriterMatris( b, j )
                    disConcordanceMatrix{j}( a, b ) = 1 ;
                else
                    disConcordanceMatrix{j}( a, b ) = ( ( alternatifKriterMatris( b, j ) ...
                        - alternatifKriterMatris( a, j ) - tercih_esigi( j ) ) ...
                        / ( veto_esigi( j ) - tercih_esigi( j ) ) ) ;
                end
            end
        end
    end
end
end
end
clear a i j end

% 4. Adım: Kredibilite Matrisi hesaplanıyor.
credibilityMatrix = ones( satirAdedi, satirAdedi ) ;
for a = 1 : satirAdedi
    for b = 1 : satirAdedi

        disConcordanceKucukmu = true ;
        for j = 1 : sutunAdedi
```

```

    if disConcordanceMatrix{j}( a, b ) > concordanceMatrix( a, b )
        disConcordanceKucukmu = false ;
    end
end

if disConcordanceKucukmu == true
    credibilityMatrix( a, b ) = concordanceMatrix( a, b ) ;
else
    for j = 1 : sutunAdedi
        if disConcordanceMatrix{j}( a, b ) > concordanceMatrix( a, b )
            credibilityMatrix( a, b ) = credibilityMatrix( a, b ) * ...
                ( 1 - disConcordanceMatrix{j}( a, b ) ) ...
                / ( 1 - concordanceMatrix( a, b ) ) ;
        end
    end
    credibilityMatrix( a, b ) = credibilityMatrix( a, b ) * concordanceMatrix( a, b ) ;
end
end
end

```

ELECTRE TRI

```

% 1.Adım: Uyumululuk Matrisi hesaplanıyor
% A'nın B'den üstünlüğü hesaplanıyor
for n = 1 : kriterAdedi %Kriter adedi kadar dön
    for m = 1 : profilAdedi %Profil adedi kadar dön
        for i = 1 : alternatifAdedi %Alternatif adedi kadar dön
            if (alternatifKriterMatris(i,n) + farksizlik_esigi(n)) >= profilMatrisi(m,n)
                concordanceMatrixA(i,m,n) = 1;
            else
                if (alternatifKriterMatris(i,n) + tercih_esigi(n)) <= profilMatrisi(m,n)
                    concordanceMatrixA(i,m,n) = 0;
                else
                    concordanceMatrixA(i,m,n) = ((alternatifKriterMatris(i,n) - profilMatrisi(m,n) +
tercih_esigi(n)) / (tercih_esigi(n) - farksizlik_esigi(n)));
                end
            end
        end
    end
end
end
end

% B'nin A'dan üstünlüğü hesaplanıyor
for n = 1 : kriterAdedi %Kriter adedi kadar dön
    for m = 1 : profilAdedi %Profil adedi kadar dön
        for i = 1 : alternatifAdedi %Alternatif adedi kadar dön
            if (profilMatrisi(m,n) + farksizlik_esigi(n)) >= alternatifKriterMatris(i,n)
                concordanceMatrixB(i,m,n) = 1;
            else
                if (profilMatrisi(m,n) + tercih_esigi(n)) <= alternatifKriterMatris(i,n)
                    concordanceMatrixB(i,m,n) = 0;
                else
                    concordanceMatrixB(i,m,n) = ((profilMatrisi(m,n) - alternatifKriterMatris(i,n) + tercih_esigi(n))
/ (tercih_esigi(n) - farksizlik_esigi(n)));
                end
            end
        end
    end
end
end
end

```



```

% 2.Adım: Kümülatif Uyumluluk Matrisi hesaplanıyor.
concordanceKumMatrixA = zeros(alternatifAdedi,profilAdedi);
for n = 1 : kriterAdedi %Kriter adedi kadar dön
    for m = 1 : profilAdedi %Profil adedi kadar dön
        for i = 1 : alternatifAdedi %Alternatif adedi kadar dön
            concordanceKumMatrixA(i,m) = concordanceKumMatrixA(i,m) + agirlik(n) *
concordanceMatrixA(i,m,n);
        end
    end
end
for i = 1 : alternatifAdedi %Alternatif adedi kadar dön
    for m = 1 : profilAdedi %Profil adedi kadar dön
        concordanceKumMatrixA(i,m) = concordanceKumMatrixA(i,m) / sum (agirlik);
    end
end

concordanceKumMatrixB = zeros(alternatifAdedi,profilAdedi);
for n = 1 : kriterAdedi %Kriter adedi kadar dön
    for m = 1 : profilAdedi %Profil adedi kadar dön
        for i = 1 : alternatifAdedi %Alternatif adedi kadar dön
            concordanceKumMatrixB(i,m) = concordanceKumMatrixB(i,m) + agirlik(n) *
concordanceMatrixB(i,m,n);
        end
    end
end

for i = 1 : alternatifAdedi %Alternatif adedi kadar dön
    for m = 1 : profilAdedi %Profil adedi kadar dön
        concordanceKumMatrixB(i,m) = concordanceKumMatrixB(i,m) / sum (agirlik);
    end
end

% 3.Adım: Uyumsuzluk Matrisleri hesaplanıyor
% A'nın B'den üstünlüğü hesaplanıyor
for n = 1 : kriterAdedi %Kriter adedi kadar dön
    for m = 1 : profilAdedi %Profil adedi kadar dön
        for i = 1 : alternatifAdedi %Alternatif adedi kadar dön
            if (alternatifKriterMatris(i,n) + veto_esigi(n)) <= profilMatrisi(m,n)
                disConcordanceMatrixA(i,m,n) = 1;
            else
                if (alternatifKriterMatris(i,n) + tercih_esigi(n)) >= profilMatrisi(m,n)
                    disConcordanceMatrixA(i,m,n) = 0;
                else
                    disConcordanceMatrixA(i,m,n) = ((profilMatrisi(m,n) - alternatifKriterMatris(i,n) -
tercih_esigi(n)) / (veto_esigi(n)-tercih_esigi(n)));
                end
            end
        end
    end
end

% B'nin A'dan üstünlüğü hesaplanıyor
for n = 1 : kriterAdedi %Kriter adedi kadar dön
    for m = 1 : profilAdedi %Profil adedi kadar dön
        for i = 1 : alternatifAdedi %Alternatif adedi kadar dön
            if (profilMatrisi(m,n) + veto_esigi(n)) <= alternatifKriterMatris(i,n)
                disConcordanceMatrixB(i,m,n) = 1;
            else

```

```

    if (profilMatrisi(m,n) + tercih_esigi(n)) >= alternatifKriterMatris(i,n)
        disConcordanceMatrixB(i,m,n) = 0;
    else
        disConcordanceMatrixB(i,m,n) = ((alternatifKriterMatris(i,n) - profilMatrisi(m,n) -
tercih_esigi(n)) / (veto_esigi(n)- tercih_esigi(n)));
    end
end
end
end
end

```

% 4. Adım: Kredibilite Matrisi hesaplanıyor.

```

credibilityMatrixA = ones(alternatifAdedi,profilAdedi);
for i = 1 : alternatifAdedi % Alternatif adedi kadar dön
for m = 1 : profilAdedi % Profil adedi kadar dön
dcmKucukmu = true;
for n = 1 : kriterAdedi % Kriter adedi kadar dön
if disConcordanceMatrixA(i,m,n) > concordanceKumMatrixA(i,m)
dcmKucukmu = false;
end
end
if dcmKucukmu == true
credibilityMatrixA(i,m) = concordanceKumMatrixA(i,m);
else
for n = 1 : kriterAdedi
if disConcordanceMatrixA(i,m,n) > concordanceKumMatrixA(i,m)
credibilityMatrixA(i,m) = credibilityMatrixA(i,m) * ...
(1 - disConcordanceMatrixA(i,m,n)) / (1 - concordanceKumMatrixA(i,m));
end
end
credibilityMatrixA(i,m) = credibilityMatrixA(i,m) * concordanceKumMatrixA(i,m);
end
end
end
end
% credibilityMatrixA(credibilityMatrixA <= 0.009) = 0;

```

```

credibilityMatrixB = ones(alternatifAdedi,profilAdedi);
for i = 1 : alternatifAdedi % Alternatif adedi kadar dön
for m = 1 : profilAdedi % Profil adedi kadar dön
dcmKucukmu = true;
for n = 1 : kriterAdedi % Kriter adedi kadar dön
if disConcordanceMatrixB(i,m,n) > concordanceKumMatrixB(i,m)
dcmKucukmu = false;
end
end
if dcmKucukmu == true
credibilityMatrixB(i,m) = concordanceKumMatrixB(i,m);
else
for n = 1 : kriterAdedi
if disConcordanceMatrixB(i,m,n) > concordanceKumMatrixB(i,m)
credibilityMatrixB(i,m) = credibilityMatrixB(i,m) * ...
(1 - disConcordanceMatrixB(i,m,n)) / (1 - concordanceKumMatrixB(i,m));
end
end
credibilityMatrixB(i,m) = credibilityMatrixB(i,m) * concordanceKumMatrixB(i,m);
end
end
end
end

```

```
% credibilityMatrixB(credibilityMatrixB <= 0.009) = 0;
```

```
clear i m n dcmKucukmu
```

```
save( nameSave ) ; % !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

TOPSIS

%1. Aşama Karar Matrisinin (alternatifKriterMatris) oluşturulması

```
[ satirAdedi sutunAdedi ] = size( alternatifKriterMatris ) ;  
alternatifID = 1 : satirAdedi ;
```

% 2. adım Normalize Matrisin Elde Edilmesi

%Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir aij değerlerinin(a11,a21,a31...am1) kareleri alınarak

%bu değerlerin toplamından oluşan sütun toplamları elde edilir ve her bir aij değeri ait olduğu

%sütun toplamının kareköküne bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilir.

% a. alternatifKriterMatris' nin karesi alınır

```
alternatifKriterMatrisKare = zeros( satirAdedi,sutunAdedi ) ;
```

```
for i = 1 : satirAdedi % Alternatif adedi kadar dön
```

```
for j = 1 : sutunAdedi % Alternatif adedi kadar dön
```

```
alternatifKriterMatrisKare(i,j)=alternatifKriterMatris(i,j)^2;
```

```
end
```

```
end
```

% b. alternatifKriterMatrisKare' nin sütunları toplanır ve sütun toplamının

% karekökü bulunur

```
sutuntoplam=(1:sutunAdedi);
```

```
for j = 1 : sutunAdedi % Alternatif adedi kadar dön
```

```
sutuntoplam(j)=sum(alternatifKriterMatrisKare(:,j));
```

```
end
```

```
karekoklu=(1:sutunAdedi);
```

```
for j = 1 : sutunAdedi % Alternatif adedi kadar dön
```

```
karekoklu(j)=sqrt (sutuntoplam(j));
```

```
end
```

% c.aşama

.....Matlab_basic PDF de elementer bölmeyi(./) buldum sayfa 74

```
NormalizasyonMatris=zeros(satirAdedi,sutunAdedi ) ;
```

```
for i=1:satirAdedi
```

```
for j=1:sutunAdedi
```

```
NormalizasyonMatris(i,j)=alternatifKriterMatris(i,j) / karekoklu(j);
```

```
end
```

```
end
```

%4. aşama

```
AgirlandirilmisMatris=zeros(satirAdedi,sutunAdedi ) ;
```

```
for i=1:satirAdedi
```

```
for j=1:sutunAdedi
```

```
AgirlandirilmisMatris(i,j)=NormalizasyonMatris(i,j)* agirlik(j);
```

```

        end
    end

    %5. ve 6.asama
    maxs=[];
    mins=[];
    for i=1:satirAdedi
        for j=1:sutunAdedi
            maxs=max(AgirlandirilmisMatris);
            mins=min(AgirlandirilmisMatris);
        end
    end

    %7. ve 8. aşama

    dmax=[];
    smin=[];
    for i=1:satirAdedi
        for j=1:sutunAdedi
            dmax=(AgirlandirilmisMatris-maxs).^2;
            smin=(AgirlandirilmisMatris-mins).^2;
        end
    end

    %9. ve 10. aşama
    % ' transpoze (satur toplamı olması için transpoze almak lazım sadece sum(a) sütün topluyor) ;
    dmax1=[];
    smin2=[];
    for i=1:satirAdedi
        for j=1:sutunAdedi
            dmax1(i,:)=sqrt (sum(dmax(i,:)));
            smin2(i,:)=sqrt (sum(smin(i,:)));
        end
    end

    C=[];
    for i=1:satirAdedi
        for j=1:sutunAdedi
            C=((smin2./(smin2+dmax1))');

        end
    end

    A=sort(C);

```

**Ek 3: Ülkelerin İŞYKE'nin Sıralaması İle ELECTRE III
Yönteminin Sıralamasının Karşılaştırılması**

| | | ELECTRE III | | | | | |
|---------------------|------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | Başlangıç Çözüm | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| Ülkeler | İŞYK | HKO:415 | HKO:299 | HKO:432 | HKO:415 | HKO:324 | HKO:243 |
| Afganistan | 176 | 177 | 177 | 177 | 177 | 175 | 177 |
| Almanya | 15 | 12 | 15 | 14 | 12 | 15 | 15 |
| ABD | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Angola | 183 | 183 | 184 | 183 | 183 | 183 | 183 |
| Antigua ve Barbuda | 101 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Arjantin | 109 | 111 | 109 | 112 | 111 | 110 | 109 |
| Arnavutluk | 62 | 61 | 62 | 61 | 61 | 61 | 62 |
| Avustralya | 13 | 14 | 13 | 14 | 14 | 13 | 13 |
| Avusturya | 20 | 21 | 21 | 22 | 21 | 21 | 21 |
| Azerbeycan | 61 | 62 | 62 | 65 | 62 | 62 | 62 |
| Bahamalar | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 |
| Bahreyn | 64 | 64 | 64 | 65 | 64 | 64 | 63 |
| Bangladeş | 175 | 175 | 177 | 177 | 175 | 177 | 175 |
| Barbados | 114 | 111 | 117 | 115 | 111 | 113 | 115 |
| Batı Şeria ve Gazze | 135 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 |
| Belarus | 45 | 48 | 47 | 45 | 48 | 47 | 45 |
| Belçika | 37 | 37 | 38 | 40 | 37 | 37 | 37 |
| Belize | 112 | 115 | 114 | 113 | 115 | 112 | 113 |
| Benin | 160 | 157 | 158 | 158 | 157 | 161 | 159 |
| Birleşik Arap Emr. | 32 | 35 | 33 | 34 | 35 | 33 | 32 |
| Birleşik Krallık | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Bolivya | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Bosna Hersek | 82 | 81 | 82 | 81 | 81 | 82 | 82 |
| Botsvana | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| Brezilya | 110 | 112 | 114 | 114 | 112 | 113 | 110 |
| Brunei | 113 | 115 | 115 | 115 | 115 | 117 | 115 |
| Bulgaristan | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Burkina Faso | 146 | 147 | 147 | 147 | 147 | 148 | 147 |
| Burundi | 151 | 152 | 151 | 151 | 152 | 151 | 151 |
| Butan | 69 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 71 |
| Cabo Verde | 125 | 124 | 125 | 125 | 124 | 125 | 125 |
| Cezayir | 161 | 162 | 161 | 162 | 162 | 158 | 161 |
| Cibuti | 165 | 166 | 166 | 165 | 166 | 166 | 165 |
| Çad | 182 | 182 | 182 | 182 | 182 | 182 | 182 |

| | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Çek Cum. | 27 | 28 | 27 | 25 | 28 | 26 | 26 |
| Çin | 80 | 80 | 81 | 80 | 80 | 80 | 79 |
| Danimarka | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Dominik Cum. | 95 | 95 | 96 | 96 | 95 | 96 | 95 |
| Dominika | 91 | 91 | 93 | 94 | 91 | 92 | 91 |
| Ekvador | 111 | 115 | 111 | 110 | 115 | 111 | 112 |
| Ekvator Ginesi | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 |
| El Salvador | 93 | 95 | 93 | 93 | 95 | 93 | 95 |
| Endonezya | 117 | 117 | 118 | 118 | 117 | 117 | 120 |
| Eritre | 189 | 189 | 189 | 189 | 189 | 189 | 189 |
| Ermenistan | 44 | 45 | 44 | 44 | 45 | 44 | 44 |
| Estonya | 12 | 14 | 12 | 12 | 14 | 12 | 12 |
| Etiyopya | 158 | 162 | 161 | 160 | 162 | 161 | 161 |
| Fas | 72 | 77 | 73 | 77 | 77 | 74 | 74 |
| Fiji | 84 | 83 | 85 | 83 | 83 | 86 | 85 |
| Fildişi Sahili | 141 | 141 | 142 | 140 | 141 | 142 | 143 |
| Filipinler | 97 | 96 | 98 | 98 | 96 | 97 | 97 |
| Finlandiya | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Fransa | 29 | 30 | 30 | 30 | 30 | 29 | 30 |
| Gabon | 154 | 153 | 153 | 152 | 153 | 153 | 153 |
| Gambiya | 149 | 149 | 150 | 150 | 149 | 150 | 149 |
| Gana | 102 | 103 | 102 | 103 | 103 | 102 | 103 |
| Gine | 170 | 170 | 170 | 169 | 170 | 171 | 170 |
| Gine-Bissau | 179 | 181 | 181 | 180 | 181 | 181 | 180 |
| Grenada | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 |
| Guatemala | 78 | 82 | 81 | 81 | 82 | 78 | 78 |
| Guyana | 131 | 132 | 131 | 131 | 132 | 131 | 131 |
| Güney Afrika | 75 | 76 | 75 | 73 | 76 | 74 | 73 |
| Güney Sudan | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 |
| Gürcistan | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 24 | 23 |
| Haiti | 180 | 181 | 180 | 181 | 181 | 181 | 181 |
| Hırvatistan | 40 | 42 | 41 | 42 | 42 | 40 | 40 |
| Hindistan | 133 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 |
| Hollanda | 26 | 28 | 28 | 28 | 28 | 27 | 26 |
| Honduras | 106 | 109 | 113 | 108 | 109 | 108 | 108 |
| Hong Kong, Çin | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 | 7 | 6 |
| Irak | 164 | 166 | 166 | 166 | 166 | 168 | 164 |
| İran İslam Cum. | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 121 | 120 |
| İrlanda | 16 | 19 | 17 | 17 | 19 | 19 | 18 |
| İspanya | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |
| İsrail | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 44 | 43 |
| İsveç | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 11 | 10 |
| İsviçre | 25 | 28 | 26 | 27 | 28 | 26 | 27 |

| | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| İtalya | 42 | 42 | 42 | 39 | 42 | 42 | 42 |
| İzlanda | 18 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 18 |
| Jamaika | 67 | 66 | 67 | 66 | 66 | 67 | 67 |
| Japonya | 30 | 29 | 30 | 29 | 29 | 30 | 30 |
| Kamboçya | 132 | 133 | 133 | 134 | 133 | 134 | 133 |
| Kamerun | 167 | 170 | 170 | 171 | 170 | 170 | 167 |
| Kanada | 14 | 15 | 14 | 15 | 15 | 14 | 15 |
| Karadağ | 52 | 52 | 52 | 53 | 52 | 51 | 53 |
| Katar | 70 | 71 | 71 | 70 | 71 | 70 | 71 |
| Kazakistan | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 56 | 55 |
| Kenya | 127 | 127 | 126 | 127 | 127 | 128 | 127 |
| Kıbrıs | 59 | 58 | 58 | 59 | 59 | 59 | 58 |
| Kırgız Cum. | 68 | 70 | 69 | 69 | 70 | 69 | 68 |
| Kiribati | 140 | 146 | 144 | 144 | 146 | 145 | 143 |
| Kolombiya | 51 | 52 | 51 | 53 | 52 | 52 | 53 |
| Komorlar | 159 | 162 | 161 | 162 | 162 | 161 | 159 |
| Kongo Cum. | 187 | 187 | 187 | 187 | 187 | 187 | 187 |
| Kongo D.Cum. | 174 | 174 | 174 | 174 | 174 | 174 | 174 |
| Kore Cum. | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Kosova | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Kosta Rika | 81 | 81 | 81 | 79 | 81 | 79 | 82 |
| Kuveyt | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Laos D.H.Cum. | 139 | 142 | 142 | 143 | 142 | 139 | 140 |
| Lesotho | 115 | 115 | 114 | 115 | 115 | 114 | 112 |
| Letonya | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| Liberya | 178 | 178 | 180 | 179 | 178 | 179 | 180 |
| Libya | 188 | 188 | 188 | 188 | 188 | 188 | 188 |
| Litvanya | 22 | 22 | 22 | 23 | 22 | 22 | 22 |
| Lübnan | 118 | 120 | 119 | 118 | 120 | 117 | 120 |
| Lüksemburg | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 57 |
| Macaristan | 39 | 41 | 39 | 41 | 41 | 40 | 40 |
| Madagaskar | 169 | 167 | 167 | 167 | 167 | 169 | 169 |
| Makedonya | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 19 | 16 |
| Malawi | 145 | 145 | 146 | 145 | 145 | 147 | 145 |
| Maldivler | 126 | 126 | 127 | 126 | 126 | 126 | 126 |
| Malezya | 19 | 17 | 19 | 18 | 17 | 19 | 21 |
| Mali | 142 | 139 | 142 | 140 | 139 | 141 | 140 |
| Malta | 76 | 78 | 76 | 77 | 78 | 77 | 77 |
| Marşal Adaları | 136 | 136 | 140 | 139 | 136 | 141 | 135 |
| Mauritius | 38 | 38 | 41 | 39 | 38 | 38 | 38 |
| Meksika | 47 | 48 | 49 | 46 | 48 | 47 | 49 |
| Mısır Arap Cum. | 122 | 123 | 122 | 121 | 123 | 122 | 123 |
| Mikronezya | 147 | 147 | 148 | 148 | 147 | 148 | 146 |

| | | | | | | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Moğolistan | 63 | 64 | 64 | 63 | 64 | 64 | 65 |
| Moldova | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 50 | 49 |
| Moritanya | 172 | 173 | 173 | 173 | 173 | 173 | 173 |
| Mozambik | 130 | 130 | 130 | 131 | 130 | 132 | 130 |
| Myanmar | 181 | 181 | 180 | 179 | 181 | 179 | 180 |
| Namibya | 104 | 103 | 104 | 107 | 103 | 108 | 105 |
| Nepal | 96 | 97 | 96 | 96 | 97 | 96 | 96 |
| Nijer | 162 | 162 | 162 | 160 | 162 | 165 | 163 |
| Nijerya | 171 | 171 | 171 | 171 | 171 | 171 | 172 |
| Nikaragua | 119 | 120 | 119 | 119 | 120 | 119 | 120 |
| Norveç | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 |
| Orta Afrika Cum. | 184 | 184 | 186 | 186 | 184 | 186 | 184 |
| Özbekistan | 99 | 100 | 99 | 100 | 100 | 99 | 100 |
| Pakistan | 143 | 143 | 143 | 143 | 143 | 143 | 144 |
| Palau | 129 | 129 | 129 | 129 | 129 | 129 | 129 |
| Panama | 65 | 66 | 65 | 65 | 66 | 65 | 65 |
| Papua Yeni Gine | 138 | 140 | 138 | 140 | 140 | 138 | 139 |
| Paraguay | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 91 | 95 |
| Peru | 48 | 49 | 48 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| Polonya | 28 | 28 | 28 | 27 | 28 | 28 | 28 |
| Portekiz | 24 | 24 | 24 | 25 | 24 | 24 | 24 |
| Porto Riko, ABD | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Romanya | 31 | 32 | 33 | 33 | 32 | 31 | 32 |
| Ruanda | 58 | 59 | 59 | 58 | 59 | 58 | 59 |
| Rusya Fed. | 46 | 45 | 45 | 47 | 45 | 46 | 46 |
| Samoa | 89 | 90 | 88 | 90 | 90 | 89 | 90 |
| San Marino | 83 | 84 | 84 | 85 | 84 | 84 | 85 |
| São Tomé ve Príncipe | 163 | 163 | 163 | 164 | 163 | 162 | 163 |
| Senegal | 156 | 157 | 156 | 157 | 157 | 157 | 156 |
| Seyşeller | 107 | 107 | 109 | 109 | 108 | 109 | 103 |
| Sırbistan | 66 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| Sierra Leone | 148 | 148 | 148 | 148 | 148 | 148 | 148 |
| Singapur | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Slovak Cum. | 33 | 32 | 32 | 31 | 32 | 33 | 33 |
| Slovenya | 35 | 36 | 35 | 35 | 36 | 35 | 35 |
| Solomon Adaları | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 106 | 106 |
| Sri Lanka | 116 | 117 | 116 | 118 | 117 | 119 | 116 |
| St Kitts ve Nevis | 124 | 125 | 125 | 124 | 125 | 124 | 124 |
| St Lucia | 79 | 84 | 81 | 85 | 84 | 81 | 82 |
| St Vincent ve Grenadinler | 121 | 121 | 121 | 122 | 121 | 121 | 121 |
| Sudan | 157 | 158 | 158 | 157 | 158 | 157 | 159 |

| | | | | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Surinam | 152 | 152 | 153 | 154 | 152 | 152 | 153 |
| Suriye Arap Cum. | 173 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 |
| Suudi Arabistan | 86 | 87 | 86 | 86 | 87 | 86 | 88 |
| Svaziland | 103 | 105 | 104 | 105 | 105 | 103 | 105 |
| Şili | 50 | 53 | 50 | 50 | 53 | 49 | 50 |
| Tacikistan | 137 | 139 | 138 | 137 | 139 | 138 | 138 |
| Tanzanya | 144 | 145 | 144 | 144 | 145 | 145 | 143 |
| Tayland | 41 | 40 | 42 | 42 | 40 | 42 | 41 |
| Tayvan, Çin | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| Timor-Leste | 168 | 170 | 172 | 172 | 170 | 172 | 170 |
| Togo | 155 | 155 | 156 | 156 | 155 | 155 | 155 |
| Tonga | 73 | 73 | 74 | 75 | 73 | 75 | 77 |
| Trinidad ve Tobago | 85 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 |
| Tunus | 77 | 76 | 77 | 78 | 76 | 78 | 77 |
| Türkiye | 53 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Uganda | 134 | 134 | 135 | 134 | 134 | 135 | 135 |
| Ukrayna | 88 | 88 | 89 | 88 | 88 | 88 | 88 |
| Umman | 74 | 72 | 73 | 72 | 72 | 73 | 73 |
| Uruguay | 87 | 89 | 87 | 88 | 89 | 88 | 88 |
| Ürdün | 108 | 110 | 108 | 110 | 110 | 109 | 111 |
| Vanuatu | 94 | 95 | 94 | 95 | 95 | 94 | 95 |
| Venezuela | 185 | 185 | 184 | 185 | 185 | 184 | 185 |
| Vietnam | 100 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 |
| Yemen Cum. | 166 | 166 | 166 | 165 | 166 | 166 | 166 |
| Yeni Zelanda | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Yunanistan | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 |
| Zambiya | 90 | 89 | 90 | 89 | 89 | 90 | 89 |
| Zimbabve | 153 | 154 | 154 | 154 | 154 | 154 | 154 |

Cum.: Cumhuriyet; D:H:Cum.: Demokratik Halk Cumhuriyeti; Fed.:Federasyon; St: Saint; Emr.: Emirlikleri;
D.Cum.: Demokratik Cumhuriyeti.

HKO: Hata Kareleri Ortalaması.

S1: 1. Senaryo; S2: 2. Senaryo; S3:3. Senaryo; S4:4. Senaryo; S5:5. Senaryo.

Ek 4: Ülkelerin İŞYKE'nin Sıralaması ile ELECTRE III ve TOPSIS Yöntemlerinin Sıralamalarının Karşılaştırılması.

| | | ELECTRE III | | TOPSIS |
|---------------------|------|-----------------|---------|-----------|
| | | Başlangıç Çözüm | S5 | |
| Ülkeler | İŞYK | HKO:415 | HKO:243 | HKO:13608 |
| Afganistan | 176 | 177 | 177 | 177 |
| Almanya | 15 | 12 | 15 | 12 |
| ABD | 8 | 8 | 8 | 2 |
| Angola | 183 | 183 | 183 | 185 |
| Antigua ve Barbuda | 101 | 100 | 100 | 114 |
| Arjantin | 109 | 111 | 109 | 93 |
| Arnavutluk | 62 | 61 | 62 | 54 |
| Avustralya | 13 | 14 | 13 | 8 |
| Avusturya | 20 | 21 | 21 | 20 |
| Azerbeycan | 61 | 62 | 62 | 68 |
| Bahamalar | 123 | 123 | 123 | 123 |
| Bahreyn | 64 | 64 | 63 | 71 |
| Bangladeş | 175 | 175 | 175 | 176 |
| Barbados | 114 | 111 | 115 | 106 |
| Batı Şeria ve Gazze | 135 | 136 | 136 | 144 |
| Belarus | 45 | 48 | 45 | 61 |
| Belçika | 37 | 37 | 37 | 46 |
| Belize | 112 | 115 | 113 | 118 |
| Benin | 160 | 157 | 159 | 161 |
| Birleşik Arap Emr. | 32 | 35 | 32 | 52 |
| Birleşik Krallık | 7 | 7 | 7 | 5 |
| Bolivya | 150 | 150 | 150 | 139 |
| Bosna Hersek | 82 | 81 | 82 | 62 |
| Botsvana | 71 | 71 | 71 | 66 |
| Brezilya | 110 | 112 | 110 | 89 |
| Brunei | 113 | 115 | 115 | 105 |
| Bulgaristan | 36 | 36 | 36 | 35 |
| Burkina Faso | 146 | 147 | 147 | 143 |
| Burundi | 151 | 152 | 151 | 157 |
| Butan | 69 | 70 | 71 | 98 |
| Cabo Verde | 125 | 124 | 125 | 130 |
| Cezayir | 161 | 162 | 161 | 160 |
| Cibuti | 165 | 166 | 165 | 166 |
| Çad | 182 | 182 | 182 | 179 |
| Çek Cum. | 27 | 28 | 26 | 23 |
| Çin | 80 | 80 | 79 | 70 |

| | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| Danimarka | 3 | 3 | 3 | 4 |
| Dominik Cum. | 95 | 95 | 95 | 104 |
| Dominika | 91 | 91 | 91 | 107 |
| Ekvador | 111 | 115 | 112 | 112 |
| Ekvator Ginesi | 177 | 177 | 177 | 173 |
| El Salvador | 93 | 95 | 95 | 85 |
| Endonezya | 117 | 117 | 120 | 102 |
| Eritre | 189 | 189 | 189 | 189 |
| Ermenistan | 44 | 45 | 44 | 49 |
| Estonya | 12 | 14 | 12 | 15 |
| Etiyopya | 158 | 162 | 161 | 159 |
| Fas | 72 | 77 | 74 | 84 |
| Fiji | 84 | 83 | 85 | 74 |
| Fildişi Sahili | 141 | 141 | 143 | 136 |
| Filipinler | 97 | 96 | 97 | 88 |
| Finlandiya | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Fransa | 29 | 30 | 30 | 34 |
| Gabon | 154 | 153 | 153 | 152 |
| Gambiya | 149 | 149 | 149 | 149 |
| Gana | 102 | 103 | 103 | 99 |
| Gine | 170 | 170 | 170 | 162 |
| Gine-Bissau | 179 | 181 | 180 | 183 |
| Grenada | 128 | 128 | 128 | 138 |
| Guatemala | 78 | 82 | 78 | 80 |
| Guyana | 131 | 132 | 131 | 135 |
| Güney Afrika | 75 | 76 | 73 | 64 |
| Güney Sudan | 186 | 186 | 186 | 186 |
| Gürcistan | 23 | 23 | 23 | 29 |
| Haiti | 180 | 181 | 181 | 181 |
| Hırvatistan | 40 | 42 | 40 | 45 |
| Hindistan | 133 | 132 | 132 | 120 |
| Hollanda | 26 | 28 | 26 | 31 |
| Honduras | 106 | 109 | 108 | 91 |
| Hong Kong, Çin | 5 | 5 | 6 | 7 |
| Irak | 164 | 166 | 164 | 170 |
| İran İslam Cum. | 120 | 120 | 120 | 122 |
| İrlanda | 16 | 19 | 18 | 13 |
| İspanya | 34 | 34 | 34 | 27 |
| İsrail | 43 | 43 | 43 | 37 |
| İsveç | 9 | 9 | 10 | 16 |
| İsviçre | 25 | 28 | 27 | 30 |
| İtalya | 42 | 42 | 42 | 47 |
| İzlanda | 18 | 19 | 18 | 17 |

| | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| Jamaika | 67 | 66 | 67 | 56 |
| Japonya | 30 | 29 | 30 | 26 |
| Kamboçya | 132 | 133 | 133 | 108 |
| Kamerun | 167 | 170 | 167 | 163 |
| Kanada | 14 | 15 | 15 | 9 |
| Karadağ | 52 | 52 | 53 | 38 |
| Katar | 70 | 71 | 71 | 86 |
| Kazakistan | 55 | 55 | 55 | 55 |
| Kenya | 127 | 127 | 127 | 124 |
| Kıbrıs | 59 | 58 | 58 | 58 |
| Kırgız Cum. | 68 | 70 | 68 | 69 |
| Kiribati | 140 | 146 | 143 | 151 |
| Kolombiya | 51 | 52 | 53 | 39 |
| Komorlar | 159 | 162 | 159 | 165 |
| Kongo Cum. | 187 | 187 | 187 | 187 |
| Kongo D.Cum. | 174 | 174 | 174 | 168 |
| Kore Cum. | 4 | 4 | 4 | 6 |
| Kosova | 60 | 60 | 60 | 67 |
| Kosta Rika | 81 | 81 | 82 | 83 |
| Kuveyt | 98 | 98 | 98 | 97 |
| Laos D.H.Cum. | 139 | 142 | 140 | 147 |
| Lesotho | 115 | 115 | 112 | 119 |
| Letonya | 21 | 21 | 21 | 18 |
| Liberya | 178 | 178 | 180 | 184 |
| Libya | 188 | 188 | 188 | 188 |
| Litvanya | 22 | 22 | 22 | 25 |
| Lübnan | 118 | 120 | 120 | 121 |
| Lüksemburg | 56 | 56 | 57 | 78 |
| Macaristan | 39 | 41 | 40 | 41 |
| Madagaskar | 169 | 167 | 169 | 169 |
| Makedonya | 17 | 17 | 16 | 21 |
| Malawi | 145 | 145 | 145 | 146 |
| Maldivler | 126 | 126 | 126 | 125 |
| Malezya | 19 | 17 | 21 | 19 |
| Mali | 142 | 139 | 140 | 137 |
| Malta | 76 | 78 | 77 | 94 |
| Marşal Adaları | 136 | 136 | 135 | 142 |
| Mauritius | 38 | 38 | 38 | 36 |
| Meksika | 47 | 48 | 49 | 32 |
| Mısır Arap Cum. | 122 | 123 | 123 | 116 |
| Mikronezya | 147 | 147 | 146 | 140 |
| Moğolistan | 63 | 64 | 65 | 63 |
| Moldova | 49 | 49 | 49 | 44 |

| | | | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Moritanya | 172 | 173 | 173 | 175 |
| Mozambik | 130 | 130 | 130 | 127 |
| Myanmar | 181 | 181 | 180 | 178 |
| Namibya | 104 | 103 | 105 | 95 |
| Nepal | 96 | 97 | 96 | 100 |
| Nijer | 162 | 162 | 163 | 158 |
| Nijerya | 171 | 171 | 172 | 154 |
| Nikaragua | 119 | 120 | 120 | 115 |
| Norveç | 6 | 6 | 6 | 10 |
| Orta Afrika Cum. | 184 | 184 | 184 | 182 |
| Özbekistan | 99 | 100 | 100 | 96 |
| Pakistan | 143 | 143 | 144 | 134 |
| Palau | 129 | 129 | 129 | 128 |
| Panama | 65 | 66 | 65 | 65 |
| Papua Yeni Gine | 138 | 140 | 139 | 145 |
| Paraguay | 92 | 92 | 95 | 87 |
| Peru | 48 | 49 | 49 | 43 |
| Polonya | 28 | 28 | 28 | 22 |
| Portekiz | 24 | 24 | 24 | 33 |
| Porto Riko, ABD | 54 | 54 | 54 | 40 |
| Romanya | 31 | 32 | 32 | 24 |
| Ruanda | 58 | 59 | 59 | 53 |
| Rusya Fed. | 46 | 45 | 46 | 48 |
| Samoa | 89 | 90 | 90 | 101 |
| San Marino | 83 | 84 | 85 | 111 |
| São Tomé ve Príncipe | 163 | 163 | 163 | 171 |
| Senegal | 156 | 157 | 156 | 153 |
| Seyşeller | 107 | 107 | 103 | 117 |
| Sırbistan | 66 | 67 | 67 | 59 |
| Sierra Leone | 148 | 148 | 148 | 150 |
| Singapur | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Slovak Cum. | 33 | 32 | 33 | 28 |
| Slovenya | 35 | 36 | 35 | 50 |
| Solomon Adaları | 105 | 105 | 106 | 110 |
| Sri Lanka | 116 | 117 | 116 | 113 |
| St Kitts ve Nevis | 124 | 125 | 124 | 133 |
| St Lucia | 79 | 84 | 82 | 92 |
| St Vincent ve Grenadinler | 121 | 121 | 121 | 131 |
| Sudan | 157 | 158 | 159 | 164 |
| Surinam | 152 | 152 | 153 | 156 |
| Suriye Arap Cum. | 173 | 172 | 172 | 174 |

| | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| Suudi Arabistan | 86 | 87 | 88 | 109 |
| Svaziland | 103 | 105 | 105 | 103 |
| Şili | 50 | 53 | 50 | 51 |
| Tacikistan | 137 | 139 | 138 | 132 |
| Tanzanya | 144 | 145 | 143 | 141 |
| Tayland | 41 | 40 | 41 | 42 |
| Tayvan, Çin | 10 | 11 | 10 | 14 |
| Timor-Leste | 168 | 170 | 170 | 172 |
| Togo | 155 | 155 | 155 | 155 |
| Tonga | 73 | 73 | 77 | 75 |
| Trinidad ve Tobago | 85 | 86 | 86 | 73 |
| Tunus | 77 | 76 | 77 | 76 |
| Türkiye | 53 | 54 | 54 | 57 |
| Uganda | 134 | 134 | 135 | 129 |
| Ukrayna | 88 | 88 | 88 | 79 |
| Umman | 74 | 72 | 73 | 81 |
| Uruguay | 87 | 89 | 88 | 72 |
| Ürdün | 108 | 110 | 111 | 126 |
| Vanuatu | 94 | 95 | 95 | 82 |
| Venezuela | 185 | 185 | 185 | 180 |
| Vietnam | 100 | 101 | 101 | 90 |
| Yemen Cum. | 166 | 166 | 166 | 167 |
| Yeni Zelanda | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Yunanistan | 57 | 57 | 57 | 60 |
| Zambiya | 90 | 89 | 89 | 77 |
| Zimbabve | 153 | 154 | 154 | 148 |

Ek 5: Ülkelerin İŞYKE'nin Sınıflandırması İle ELECTRE TRI Yönteminin Yönteminin Sınıflandırması Karşılaştırılması.

| | | ELECTRE TRI | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| | | Başlangıç Çözüm | | S1 | | S2 | | S3 | | | |
| Ülkeler | İŞYK | K | İ | K | İ | K | İ | K | İ | | |
| Afganistan | c1 | c1 | c1 | c1 | c2 | c1 | c3 | c1 | c1 | | |
| Almanya | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | | |
| ABD | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | | |
| Angola | c3 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | | |
| Antigua ve Barbuda | c4 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c2 | c2 | | |
| Arjantin | c4 | c3 | c3 | c2 | c3 | c3 | c3 | c1 | c2 | | |
| Arnavutluk | c3 | c3 | c4 | c3 | c4 | c4 | c4 | c2 | c3 | | |
| Avustralya | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | | |
| Avusturya | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | | |
| Azerbeycan | c3 | c4 | c4 | c3 | c4 | c4 | c4 | c3 | c3 | | |
| Bahamalar | c4 | c2 | c2 | c2 | c3 | c2 | c3 | c1 | c2 | | |
| Bahreyn | c4 | c4 | c4 | c3 | c4 | c4 | c4 | c3 | c3 | | |
| Bangladeş | c2 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c2 | c1 | c1 | | |
| Barbados | c4 | c3 | c3 | c2 | c3 | c3 | c3 | c2 | c2 | | |
| Batı Şeria ve Gazze | c2 | c2 | c2 | c1 | c2 | c2 | c3 | c1 | c2 | | |
| Belarus | c3 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c3 | c3 | | |
| Belçika | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c3 | c4 | | |
| Belize | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c2 | c2 | | |
| Benin | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c2 | c2 | c1 | c1 | | |
| Birleşik Arap Emr. | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c3 | c4 | | |
| Birleşik Krallık | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | | |
| Bolivya | c2 | c1 | c1 | c1 | c2 | c1 | c2 | c1 | c1 | | |
| Bosna Hersek | c3 | c3 | c3 | c2 | c3 | c3 | c4 | c2 | c3 | | |
| Botsvana | c3 | c4 | c4 | c3 | c3 | c4 | c4 | c3 | c3 | | |
| Brezilya | c3 | c2 | c3 | c2 | c3 | c3 | c4 | c1 | c3 | | |
| Brunei | c4 | c3 | c3 | c2 | c3 | c3 | c3 | c2 | c2 | | |
| Bulgaristan | c3 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c4 | c3 | c3 | | |
| Burkina Faso | c1 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c1 | c1 | | |
| Burundi | c1 | c2 | c2 | c1 | c2 | c2 | c3 | c1 | c1 | | |
| Butan | c2 | c3 | c3 | c2 | c3 | c3 | c4 | c2 | c3 | | |
| Cabo Verde | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c3 | c1 | c2 | | |
| Cezayir | c3 | c1 | c1 | c1 | c2 | c1 | c2 | c1 | c1 | | |
| Cibuti | c2 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c2 | c1 | c1 | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|--|----|----|--|----|----|--|----|----|
| Çad | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 |
| Çek Cum. | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Çin | c3 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c2 | c3 |
| Danimarka | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Dominik Cum. | c3 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c4 | | c2 | c2 |
| Dominika | c3 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c4 | | c2 | c2 |
| Ekvador | c3 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Ekvator Ginesi | c3 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 |
| El Salvador | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c2 | c2 |
| Endonezya | c2 | c3 | c3 | | c2 | c2 | | c3 | c3 | | c1 | c2 |
| Eritre | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 |
| Ermenistan | c2 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Estonya | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Etiyopya | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Fas | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Fiji | c3 | c4 | c4 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Fildişi Sahili | c2 | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c1 | c1 |
| Filipinler | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c2 | c2 |
| Finlandiya | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Fransa | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Gabon | c3 | c2 | c2 | | c1 | c1 | | c2 | c2 | | c1 | c1 |
| Gambiya | c1 | c2 | c2 | | c1 | c1 | | c2 | c2 | | c1 | c1 |
| Gana | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Gine | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c2 | c2 | | c1 | c1 |
| Gine-Bissau | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 |
| Grenada | c3 | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c2 | c3 | | c1 | c2 |
| Guatemala | c2 | c3 | c3 | | c2 | c4 | | c3 | c4 | | c2 | c3 |
| Guyana | c3 | c3 | c3 | | c2 | c2 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Güney Afrika | c3 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c2 | c3 |
| Güney Sudan | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 |
| Gürcistan | c3 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Haiti | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Hırvatistan | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Hindistan | c2 | c2 | c2 | | c1 | c3 | | c2 | c4 | | c1 | c2 |
| Hollanda | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Honduras | c2 | c3 | c3 | | c2 | c3 | | c3 | c4 | | c2 | c3 |
| Hong Kong, Çin | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Irak | c3 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| İran İslam Cum. | c3 | c3 | c3 | | c2 | c2 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| İrlanda | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| İspanya | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----|----|----|--|----|----|--|----|----|--|----|----|
| İsrail | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| İsveç | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| İsviçre | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| İtalya | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c4 |
| İzlanda | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Jamaika | c3 | c4 | c4 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Japonya | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Kamboçya | c2 | c1 | c3 | | c1 | c3 | | c1 | c3 | | c1 | c2 |
| Kamerun | c2 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Kanada | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Karadağ | c3 | c4 | c4 | | c3 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c4 |
| Katar | c4 | c3 | c3 | | c3 | c4 | | c3 | c4 | | c2 | c3 |
| Kazakistan | c3 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Kenya | c2 | c3 | c3 | | c2 | c2 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Kıbrıs | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Kırgız Cum. | c2 | c3 | c3 | | c3 | c4 | | c3 | c4 | | c2 | c3 |
| Kiribati | c2 | c2 | c2 | | c1 | c2 | | c1 | c3 | | c1 | c1 |
| Kolombiya | c3 | c3 | c4 | | c3 | c4 | | c4 | c4 | | c2 | c4 |
| Komorlar | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Kongo Cum. | c2 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 |
| Kongo D.Cum. | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 |
| Kore Cum. | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Kosova | c2 | c3 | c3 | | c3 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Kosta Rika | c3 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c2 | c3 |
| Kuveyt | c4 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c4 | | c2 | c2 |
| Laos D.H.Cum. | c2 | c2 | c2 | | c1 | c2 | | c2 | c3 | | c1 | c1 |
| Lesotho | c2 | c3 | c3 | | c2 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Letonya | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Liberya | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Libya | c3 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Litvanya | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Lübnan | c3 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Lüksemburg | c4 | c3 | c4 | | c3 | c4 | | c3 | c4 | | c2 | c3 |
| Macaristan | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c4 |
| Madagaskar | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Makedonya | c3 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Malawi | c1 | c2 | c2 | | c1 | c2 | | c2 | c3 | | c1 | c1 |
| Maldivler | c3 | c3 | c3 | | c2 | c2 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Malezya | c3 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Mali | c1 | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c3 | c3 | | c1 | c1 |
| Malta | c4 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c4 | | c2 | c3 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----|----|----|--|----|----|--|----|----|--|----|----|
| Marşal Adaları | c3 | c1 | c2 | | c1 | c3 | | c1 | c3 | | c1 | c2 |
| Mauritius | c3 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Meksika | c3 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Mısır Arap Cum. | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Mikronezya | c2 | c1 | c2 | | c1 | c2 | | c1 | c3 | | c1 | c2 |
| Moğolistan | c2 | c4 | c4 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Moldova | c2 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Moritanya | c2 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Mozambik | c1 | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c2 | c3 | | c1 | c2 |
| Myanmar | c2 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Nambya | c3 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Nepal | c1 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Nijer | c1 | c2 | c2 | | c1 | c1 | | c2 | c2 | | c1 | c1 |
| Nijerya | c2 | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Nikaragua | c2 | c3 | c3 | | c2 | c2 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Norveç | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Orta Afrika Cum. | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 |
| Özbekistan | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Pakistan | c2 | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c1 | c1 |
| Palau | c3 | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c2 | c3 | | c1 | c2 |
| Panama | c3 | c3 | c3 | | c3 | c4 | | c3 | c4 | | c2 | c3 |
| Papua Yeni Gine | c2 | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c2 | c3 | | c1 | c1 |
| Paraguay | c3 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Peru | c3 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Polonya | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Portekiz | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Porto Riko, ABD | c4 | c4 | c4 | | c3 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c4 |
| Romanya | c3 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Ruanda | c1 | c4 | c4 | | c3 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c4 |
| Rusya Fed. | c3 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Samoa | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c4 | | c2 | c2 |
| San Marino | c4 | c2 | c3 | | c2 | c4 | | c2 | c4 | | c1 | c3 |
| São Tomé ve Príncipe | c2 | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Senegal | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Seyşeller | c4 | c3 | c3 | | c2 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Sırbistan | c3 | c3 | c3 | | c2 | c4 | | c3 | c4 | | c1 | c3 |
| Sierra Leone | c1 | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c1 | c1 |
| Singapur | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Slovak Cum. | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c4 |
| Slovenya | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Solomon Adaları | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----|----|----|----|----|----|--|----|----|--|----|----|
| Sri Lanka | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| St Kitts ve Nevis | c4 | c2 | c2 | | c1 | c3 | | c2 | c4 | | c1 | c2 |
| St Lucia | c3 | c4 | c4 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| St Vincent ve Grenadinler | c3 | c2 | c2 | | c1 | c3 | | c2 | c4 | | c1 | c2 |
| Sudan | c2 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Surinam | c3 | c1 | c2 | | c1 | c2 | | c1 | c3 | | c1 | c2 |
| Suriye Arap Cum. | c2 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Suudi Arabistan | c4 | c3 | c3 | | c2 | c4 | | c3 | c4 | | c1 | c3 |
| Svaziland | c2 | c3 | c3 | | c2 | c3 | | c3 | c3 | | c2 | c2 |
| Şili | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Tacikistan | c2 | c2 | c2 | | c1 | c2 | | c2 | c3 | | c1 | c2 |
| Tanzanya | c1 | c2 | c2 | | c1 | c2 | | c2 | c2 | | c1 | c1 |
| Tayland | c3 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Tayvan, Çin | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Timor-Leste | c2 | c1 | c2 | | c1 | c2 | | c1 | c3 | | c1 | c2 |
| Togo | c1 | c2 | c2 | | c1 | c1 | | c2 | c2 | | c1 | c1 |
| Tonga | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Trinidad ve Tobago | c4 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c2 | c3 |
| Tunus | c2 | c4 | c4 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Türkiye | c3 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Uganda | c1 | c2 | c2 | | c2 | c2 | | c3 | c3 | | c1 | c1 |
| Ukrayna | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c2 | c2 |
| Umman | c4 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c2 | c3 |
| Uruguay | c4 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c2 | c2 |
| Ürdün | c3 | c2 | c3 | | c1 | c3 | | c2 | c4 | | c1 | c2 |
| Vanuatu | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c2 | c2 |
| Venezuela | c3 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c1 |
| Vietnam | c2 | c3 | c3 | | c2 | c3 | | c3 | c4 | | c2 | c2 |
| Yemen Cum. | c2 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c1 | c2 | | c1 | c1 |
| Yeni Zelanda | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 |
| Yunanistan | c4 | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Zambiya | c2 | c3 | c3 | | c3 | c3 | | c4 | c4 | | c3 | c3 |
| Zimbabve | c1 | c1 | c1 | | c1 | c1 | | c2 | c2 | | c1 | c1 |

c1 c2 c3 c4

S1: 1. Senaryo; S2: 2. Senaryo; S3:3. Senaryo

Cum.=Cumhuriyet; D:H:Cum.=Demokratik Halk Cumhuriyeti; Fed.=Federasyon

St=Saint; Emr.=Emirlikleri; D.Cum.=Demokratik Cumhuriyeti



ÖZ GEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Sibel ŞENER ALKAN
Uyruğu: T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri: 10.09.1981. MALATYA
e-posta: ssener@cumhuriyet.edu.tr

EĞİTİM

| Derece | Kurum | Mezuniyet Yılı |
|---------------|--------------------------|----------------|
| Yüksek Lisans | İnönü Üniversitesi | 2008 |
| Yüksek Lisans | Celal Bayar Üniversitesi | 2004 |
| Lisans | Celal Bayar Üniversitesi | 2002 |

İŞ TECRÜBESİ

| Tarih | Kurum | Görev |
|---------------------------|--|-------------------|
| 01.2008 - Devam Ediyor | Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fak. | Öğretim Görevlisi |

YABANCI DİL BİLGİSİ

Yabancı Dilin Adı YÖKDİL (65)