

**BAĞIMSIZ DEVLETLER TOPLULUĞU
ÜLKELERİNİN KÜRESEL
REKABETÇİLİK DURUMUNUN
WASPAS YÖNTEMİYLE
DEĞERLENDİRİLMESİ
Yüksek Lisans Tezi
Fuad AGHAMAMMADLI
Eskişehir, 2019**

**BAĞIMSIZ DEVLETLER TOPLULUĞU ÜLKELERİNİN KÜRESEL
REKABETÇİLİK DURUMUNUN WASPAS YÖNTEMİYLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Fuad AGHAMAMMADLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali ÖZDEMİR

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Temmuz, 2019

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Fuad AGHAMAMMADLI'nın "Bağımsız Devletler Topluluğu Ülkelerinin Küresel rekabetçilik Durumunun Waspas Yöntemiyle Değerlendirilmesi" başlıklı tezi 03 Temmuz 2019 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca toplanan İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalında, **yüksek lisans tezi** olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Doç.Dr.Ali ÖZDEMİR

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Şenay LEZKİ

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Levent TERLEMEZ

Prof.Dr.Bülent GÜNŞOY
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ÖZET

BAĞIMSIZ DEVLETLER TOPLULUĞU ÜLKELERİNİN KÜRESEL REKABETÇİLİK DURUMUNUN WASPAS YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Fuad AGHAMAMMADLI

İşletme Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Haziran 2019

Danışman: Doç. Dr. Ali ÖZDEMİR

Bu tez çalışmasında BDT'ye üye olan 7 ülkenin 2010-2013 yılları için Küresel rekabetçilik durumu ÇKKV tekniği olan WASPAS kullanılarak incelenmiştir. Ülkelerin değerlendirilmesinde kullanılan veriler, Dünya Ekonomik Forumu tarafından yıllık olarak yayınlanan Küresel Rekabet Edebilirlik Raporunda yer alan Yönetici Görüşleri anketinden sağlanmıştır. Küresel Rekabetçiliği en çok etkileyen kriterlerin hangileri olduğunu belirlemek amacıyla nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinden olan CRITIC kullanılarak kriterlere ilişkin ağırlık değerleri belirlenmiştir. BDT'ye üye 7 ülkenin küresel rekabetçilik durumları, 40 kriter ele alınarak, EXCEL 2013 ile analiz edilmiştir. Elde edilen ülke sıralamalarına göre 2010 ve 2011 yılları için Azerbaycan ilk sırada yerini alırken, 2012 ve 2013 yılları için ilk sırada Kazakistan konumlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: WASPAS, CRITIC, Küresel Rekabetçilik, Yönetici Görüşleri Anketi

ABSTRACT

EVALUATION OF THE GLOBAL COMPETITIVENESS OF COMMONWEALTH OF INDEPENDENT STATES' COUNTRIES WITH THE WASPAS METHOD

Fuad AGHAMAMMADLI

Department of Business Administration

Programme in Quantitative Methods

Anadolu University, Graduate School of Social Science, June 2019

Supervisor: Assoc. Dr. Ali ÖZDEMİR

In this thesis, the global competitiveness of the 7 member states of the CIS for the years 2010-2013 has been examined by using WASPAS which was called a Multi Criteria Decision Making Technique. The data used in the assessment of countries were obtained from the Executive Opinion Survey in the Global Competitiveness Report published annually by the World Economic Forum. CRITIC was one of the objective weighting methods, was used to determine which criteria had a huge impact on the global competitiveness. The global competitiveness of the 7 member states of the CIS was analyzed through EXCEL 2013 by taking 40 criteria into consideration. According to the country rankings, Azerbaijan took the first place in 2010 and 2011, while Kazakhstan ranked first in 2012 and 2013.

Keywords: WASPAS, CRITIC, Global Competitiveness, Executive Opinion Survey

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her anında kendi deneyim ve birikimi ile bana ışık tutan, karşılaőtığım tüm zorluklarla başa çıkımda ister insani isterse de akademik yönüyle rehber olan değerli danıőmanım Doç. Dr. Ali ÖZDEMİR'e bir öğrenci olarak bana ve teze katkılarından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Tezin uygulama aşamasında bana gösterdikleri desteklerinden dolayı değerli hocalarım, Arő. Gör. Erhan ORAKÇI, Arő. Gör. Dr. ağlar KARAMAŐA ve Arő. Gör. Bilal SARAÇ'a teşekkür ederim.

Tez yazım sürecinde her anlamda bana daim destek olan, en büyük güven ve motivasyon kaynağım değerli arkadaőım Sabir'e gösterdiği büyük sabır ve ilgiden dolayı teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimimin ilk gününden beri beni manevi olarak yalnız bırakmayan, her zaman varlığını yanımda hissettiğim aileme; Babam Paőa, Annem Sakine ve ablalarım Firuze ve Arzu'ya gösterdikleri ilgi ve anlayıőlarından dolayı teşekkür ederim.

03/07/2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Fuad AGHAMAMMADLI

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI..... | ii |
| ÖZET | iii |
| ABSTRACT..... | iv |
| TEŞEKKÜR | v |
| ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ..... | vi |
| İÇİNDEKİLER | vii |
| TABLOLAR DİZİNİ..... | x |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | xi |
| GRAKİFLER DİZİNİ | xii |
| KISALTMALAR DİZİNİ | xiii |
| GİRİŞ..... | 1 |

BİRİNCİ BÖLÜM

| | |
|--|----|
| 1. KARAR VERME..... | 3 |
| 2. KARAR VERME SÜRECİ..... | 4 |
| 3. KARAR TÜRLERİ | 6 |
| 4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME..... | 9 |
| 5. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME SÜRECİNİN ADIMLARI | 11 |
| 6. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ | 11 |
| 7. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI | 12 |
| 7.1. Tam Toplama Yaklaşımı | 12 |
| 7.1.1. AHP yöntemi..... | 12 |
| 7.1.2. ANP yöntemi..... | 15 |
| 7.1.3. MACBETH yöntemi | 17 |
| 7.1.4. WASPAS Yöntemi | 20 |

| | |
|--|----|
| 7.2. Üst Derecelendirme Yaklaşımı..... | 22 |
| 7.2.1. PROMETHEE yöntemi | 22 |
| 7.2.2. ELECTRE yöntemi..... | 26 |
| 7.3. REFERANS SEVİYESİ YAKLAŞIMI | 29 |
| 7.3.1. TOPSIS yöntemi..... | 29 |
| 7.3.2. Gri ilişkisel analiz (GİA)..... | 31 |
| 7.3.3. MOORA yöntemi | 35 |
| 7.3.3.1. Oran yöntemi..... | 35 |
| 7.3.3.2. Referans noktası yaklaşımı..... | 37 |

İkinci Bölüm

| | |
|---|----|
| 1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERMEDE AĞIRLIKLANDIRMA YAKLAŞIMLARI | 38 |
| 2. ÖZNEL AĞIRLIKLANDIRMA YÖNTEMLERİ | 39 |
| 2.1. SMART Yöntemi..... | 39 |
| 2.2. SIMOS Yöntemi | 42 |
| 2.3. Doğrudan Derecelendirme Yöntemi..... | 43 |
| 2.4. Oran Ağırlıklandırma Yöntemi | 44 |
| 3. NESNEL AĞIRLIKLANDIRMA YÖNTEMLERİ | 44 |
| 3.1. CRITIC Yöntemi..... | 45 |
| 3.2. ENTROPİ Yöntemi..... | 46 |
| 3.3. FUCOM YÖNTEMİ | 49 |
| 3.4. CILOS Yöntemi..... | 51 |
| 3.5. IDOCRIW Yöntemi | 53 |

Üçüncü bölüm

BDT Ülkelerinin Küresel Rekabetçilik Durumunun İncelenmesine Ait Analiz, Bulgu ve Sonuçlar

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. KÜRESEL REKABETÇİLİK ENDEKSİ..... | 54 |
| 2. YÖNETİCİ GÖRÜŞLERİ ANKETİ | 55 |
| 3. PROBLEMİN TANIMI | 56 |
| 4. ARAŞTIRMANIN AMACI | 58 |
| 5. ARAŞTIRMANIN SINIRLARI | 58 |

| | |
|--|-----------|
| 6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ..... | 59 |
| 7. CRITIC ve WASPAS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK BAĞIMSIZ DEVLETLER TOPLULUĞUNDA YER ALAN 7 ÜLKENİN KÜRESEL REKABETÇİLİK DURUMLARININ İNCELENMESİ..... | 59 |
| 7.1. Problemin Alternatifleri | 60 |
| 7.2. Problemin Kriterleri | 60 |
| 7.3. Uygulama ve Bulgular | 60 |
| 7.3.1. CRITIC nesnel ağırlıklandırma yönteminin örneklendirilmesi ve bulgular | 60 |
| 7.3.2. WASPAS karar verme yönteminin örneklendirilmesi ve bulgular..... | 64 |
| 8. SONUÇ | 69 |
| KAYNAKÇA..... | 91 |
| EKLER | |
| ÖZGEÇMİŞ | |

TABLolar DİZİNİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Tablo 1.1. AHP’de kullanılan karşılaştırma ölçekleri | 14 |
| Tablo 1.2. Rassallık Endeksi verileri | 15 |
| Tablo 1.3. MACBETH yönteminde kullanılan önem ölçekleri | 19 |
| Tablo 1.4. PROMETHEE yönteminde kullanılan veri matrisi örneği | 23 |
| Tablo 3.1. Küresel Rekabet Edebilirlik Raporu değişkenlerinin özet gösterimi | 55 |
| Tablo 3.2. Başlangıç karar matrisinin EXCEL’de gösterimi | 61 |
| Tablo 3.3. Normalize edilmiş karar matrisi | 61 |
| Tablo 3.4. Kriterlerin standart sapma değerleri | 62 |
| Tablo 3.5. Korelasyon matrisi | 62 |
| Tablo 3.6. Kriterlerin içerdiği bilgi miktarları | 63 |
| Tablo 3.7. Kriter ağırlıkları | 63 |
| Tablo 3.8. Başlangıç karar matrisi | 64 |
| Tablo 3.9. Normalize edilmiş karar matrisi | 65 |
| Tablo 3.10. $Q_i^{(1)}$ değerleri | 66 |
| Tablo 3.11. $Q_i^{(1)}$ değerleri | 66 |
| Tablo 3.12. Q_i değerleri | 67 |
| Tablo 3.13. Lambda değerleri | 68 |
| Tablo 3.14. Ülke sıralamaları | 68 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa</u> |
|--|---------------------|
| Şekil 1.1. Hiyerarşinin üç seviyesi | 13 |
| Şekil 1.2. C alternatifi için oluşturulan pozitif ve negatif üstünlük şeması | 25 |

GRAKİFLER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Grafik 3.1. WASPAS yöntemi ile elde edilen ülke sıralamaları | 70 |
|---|----|

KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|-----------|--|
| AHP | : Analitik Hiyerarşi Prosesi |
| ANP | : Analytic Network Process |
| BDT | : Bağımsız Devletler Topluluğu |
| CILOS | : The Criteria Impact Loss |
| CRITIC | : Criteria Importance Through Intercriteria Correlation |
| ÇKKV | : Çok Kriterli Karar Verme |
| ELECTRE | : Elimination Et Choix Traduisant la Realite |
| FUCOM | : Full Consistency Method |
| GİA | : Gri İlişkisel Analiz |
| GSYİH | : Gayri Safi Yurtiçi Hasıla |
| IDOCRIW | : The Method Based on Using the Aggregate Objective Weights |
| LINMAP | : The Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference |
| MACBETH | : Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation |
| MAUT | : Multi-Attribute Utility Theory |
| MOORA | : Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis |
| PROMETHEE | : The Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations |
| SMART | : Simple Attribute Rating Technique |
| TOPSIS | : Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution |
| WASPAS | : The Weighted Aggregated Sum Product Assessment |
| WPM | : The Weighted Product Model |
| WSM | : The Weighted Sum Model |

GİRİŞ

Günlük hayatın beklenen akış sürecinin, aldığımız kararlarla ilgili olduğu bir gerçektir. Karar verme genel anlamıyla, mevcut veya olası sorunlara çözüm bulmak amacıyla gerçekleştirilen bir veya birden fazla eylemin kombinasyonu olarak düşünülebilir. Hayatın her anında bizi takip eden bu süreç, işletmeler ve bireyler için büyük bir öneme sahiptir. Şöyle ki karar verme, ister işletme isterse bireysel düzeyde ele alınsın, beklenen başarıya ulaşmada bir araçtır. Karar verilirken genel olarak iki veya daha fazla alternatife ilişkin seçim, sıralama veya sınıflandırma eylemi gerçekleştirilir. Bu süreç, ilgili eylemler için her zaman birden fazla değerlendirme kriterini esas alır. Anlaşılabileceği üzere birden fazla değerlendirme kriterine bağlı kalınarak alınan kararların doğruluğu hem yöneticiler hem de biz bireyler için her zaman kesin olmayabilir. Yani, karmaşık yapıya sahip problemlere ilişkin bilgiler çok fazla miktarda olabilir veya anlaşılabilirlik içerebilir. Bu durum istenen başarıya ulaşmada engeller oluşturabilir. Bu nedenle kapsamlı veya önemli kararlar verebilmek için problem yapısı göz önünde bulundurularak Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmaktadır.

Günümüz dünyasında karşılaşılan problemlerin çoğu, en doğru kararın alınmasında yardımcı olacak tek bir kriterin incelenmesiyle yetinilmeyecek derecede karmaşık bir yapıya sahip olmaktadır. Böylesi durumlar, mevcut problemle ilgili doğru kararların alınamamasıyla sonuçlanabilmektedir. Yöneticiler, bu türden olumsuz sonuçlarla karşılaşmamak ve yanlış alınan kararların getireceği olası sorunlarla uğraşmamak adına ele alınan sorunla ilgili tüm kriterlerin birarada değerlendirilmesi ihtiyacını duymaktadırlar. Bu durum, ÇKKV yöntemlerinin temel ilkesini oluşturmaktadır. ÇKKV yöntemleri, aralarında çelişki olan kriter ve amaçların çözümüne katkı sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin diğer bir özelliği de, sayısal ve sözel bilgi içeren kriterleri aynı anda ele alarak mümkün olan en iyi kararın verilmesinde yöneticilere büyük ölçüde fayda sağlamasıdır.

Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden WASPAS ve CRITIC kullanılarak, BDT'a üye 7 ülkenin 2010-2013 yıllarını kapsayan zaman dilimi için küresel rekabetçilik durumu incelenmiştir. Rekabetçilik karşılaştırmalarında kullanılan veriler Dünya Ekonomik Forumu'nun (WEF) yıllık olarak yayınladığı Küresel Rekabet Edebilirlik Raporunda yer alan Yönetici Görüşleri anketinden alınmıştır. Literatürde, Küresel Rekabetçilik kavramı temel alınarak yapılmış çalışmaların yeterli sayıda olmaması ve

yapılan önceki çalışmaların yalnızca Türkiye ile sınırlandırılmış olması nedeniyle bu çalışmanın literatüre güncel bir katkı sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca, CRITIC ve WASPAS yöntemlerinin birlikte ele alındığı çalışmaların çoğunlukla seçim problemleriyle ilgili olması, bu çalışmanın özgünlüğü ile ilgili diğer bir noktadır. Çalışmanın sonunda 7 BDT ülkesinin Küresel Rekabetçilik durumu incelenmiş ve ülkelere ait sıralamalar oluşturulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. KARAR VERME

Karar verme, problemle ilgili gerekli olan bilgilerin toplanması ve alternatifler içerisinde bir değerlendirme yapma sürecidir¹. Karar verme, çözüm gerektiren bir problem ve ya durumla ilişkili olduğundan, çözülmesi istenen problemin amaç ve hedeflerine ulaşmada yardımcı olmaktadır. Bu nedenle karar verme, önemli bir fonksiyon olarak işletmelerin tüm kademelerinde kendi yerini alır. Başka bir deyişle karar verme, uygun zaman dilimi içinde mümkün olan en etkili seçime erişmek ile ilgili iyi sınılanmış bir süreçtir.

Çağdaş yönetimin bir parçası olan karar verme, yönetsel ve organizasyonel faaliyetlerin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Her işletmenin yönetim sürecinin belli noktalarında karar vermesi gerekmektedir. Alınan kararlar, yönetim stratejisine bağlı alınmaktadır ve işletmenin gelecekteki durumunu etkilemektedir.

İşletmelerin üst yönetim düzeylerinde karar verilirken, amaç örgütsel olarak büyümeyi desteklemek ve faaliyetlerin sürdürülebilirliğini sağlamaktır. İşletmenin her düzeyinde günlük faaliyetler, yönetsel açıdan doğru verilmiş kararlara bağlı olmaktadır. Bu bağlamda, karar verme sürecini işletme veya bireysel faaliyetleri yönetmenin ayrılmaz bir parçası olarak tanımlayabiliriz. Bir süreç olarak karar verme, işletmelerin geleceği ile ilgili izlemesi gereken yolu belirlemede yöneticiler tarafından uygulanan bir dizi adım olarak da tanımlanabilir. Karar verme sürecinde, iyi bir karara ulaşabilmek için karar vericiler tarafından kural ve yöntemler oluşturulmaktadır. Buna karşın ihtiyaç duyulan bilginin eksik olması durumunda karar vericiler sezgisel yaklaşımla karar verebilmektedir. Problemle ilgili bilgilerin toplanarak düzenlenmesi ve ardından çözüm alternatiflerinin tanımlanması yöneticilere daha kesin ve etkili karar vermede yardımcı olmaktadır. Diğer bir ifade ile yöneticiler tarafından iyi bir kararın alınması için yeterli sayıda seçeneklerin oluşturulması gerekmektedir².

¹ <https://www.umassd.edu/fycm/decision-making/process/>

² <http://www.businessmanagementideas.com/decision-making/decision-making-meaning-process-and-factors/3422>

Karar verme, probleme ilişkin çözüm alternatifleri içerisinde soruna en iyi çözümü verdiği düşünülen alternatifin seçimidir³. Karar vermenin önemli özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Bose, 2012: 72):

1. Karar verme, alternatif eylemlerin arasından seçim yapma sürecidir.
2. Bir insani süreç olarak zihinsel veya entelektüel yeteneklerin uygulanmasını içerir.
3. Karar verme, müzakere ve muhakeme sonuçları tartışıldıktan sonra gerçekleşen bir süreçtir.
4. Verilen kararlar etki düzeyinde olumsuz olabilir veya hiç karar verilmemesi gibi durumla karşılaşılabilir.
5. Karar verme bir amaçla ilgilidir ve yönetsel amaçlara en iyi şekilde katkı sağlayacak alternatiflerin belirlenmesi ve içlerinden en iyisinin seçilmesi sürecidir.

2. KARAR VERME SÜRECİ

Karar verme süreci, yöneticilerin problemle ilgili bilgileri incelemesi ve sorunun en uygun çözümü için alternatifler arasından doğru tercih yapılmasını sağlayan adımsal bir süreçtir. Bu süreç, alınmış kararların doğruluğundan emin olmak için de bir fırsat sunmaktadır⁴. Karar verme sürecinde, problemle ilgili bilgilerin düzenlenmesi ve alternatiflerin tanımlanması karar vericiler için daha doğru ve etkili kararların verilmesine yardımcı olmaktadır. Karar verme sürecinde izlenen adımsal yaklaşım, arzu edilen sonuca ulaşmada en uygun alternatifin belirlenmesi olasılığını artırır. Karar verme süreci adımları aşağıdaki gibi sıralanır⁵.

1. Sorunun tanımlanması
2. Sınırlayıcı etkenlerin belirlenmesi
3. Alternatiflerin belirlenmesi
4. Alternatiflerin analiz edilmesi

³ <https://www.wisdomjobs.com/e-university/principles-of-management-and-organisational-behaviour-tutorial-366/decision-making-12715.html>

⁴ <https://www.lucidchart.com/blog/decision-making-process-steps>

⁵ <https://www.cliffsnotes.com/study-guides/principles-of-management/decision-making-and-problem-solving/the-decisionmaking-process>

5. En uygun alternatifin seçilmesi
6. Seçilen alternatifin uygulanması
7. Verilen kararın değerlendirilmesi

Sorunun tanımlanması

Karar verme süreci sonunda iyi bir karar verebilmek için sorunun açıkça tanımlanması gerekmektedir. Sorunun tanımlanmasındaki amaç sonraki her karar verme süreci adımı için yanlış noktalara varma durumunun engellenmesidir. Yönetimsel hedefler göz önünde bulundurularak tanımlanan bir sorun, karar vericiler için iyi bir karar vermede büyük önem taşımaktadır.

Sınırlayıcı etkenlerin belirlenmesi

Karar vericiler her zaman mevcut sorunlarla ilgili en iyi kararları vermek isterler. İyi bir karar vermek için yöneticilerin, sorunla ilgili bilgilere sahip olması ve sınırlayıcı etkenleri belirlemesi gerekmektedir. Sınırlayıcı etkenlerin belirlenmesi, yöneticilere sorunla ilgili fikir edinmede de yardımcı olmaktadır.

Alternatiflerin belirlenmesi

Karar vericiler, çoğunlukla gerekli bilgi ve fazladan zamana sahip olmadan karar vermektedirler. Bu nedenlerden dolayı karar vericiler, eldeki olanakları (zaman, bilgi) göz önünde bulundurarak, mümkün olan en doğru kararları vermek zorunda kalmaktadırlar. Zaman kısıtı, karar vericilerin çoğunlukla ilk elde edilen bilgiler ve gözlemlere bağlı kalmalarına neden olabilmektedir. Fakat sorunun başarılı bir şekilde çözülmesi, baştan sona incelenmiş iyi bir çalışmaya bağlıdır ve hızlı şekilde alınan bir karar her zaman sorunu istenilen düzeyde çözmeye yardımcı olmayabilir. Bu ve bunun benzeri nedenlerden dolayı yöneticilerin, karar verme süresi boyunca sorunla ilgili birkaç alternatif çözümü belirlemesi gerekmektedir.

Alternatiflerin analiz edilmesi

Sürecin bu adımında belirlenen her bir alternatif, çözüm sonuçları ve sınırlayıcı etkenler bakımından analiz edilmektedir. Karar verici bu adımda, beklenen çözümü karşılamayan alternatiflerin elemesine gidebilmektedir. Bununla birlikte karar verici, kesin bir analiz gerektiren alternatifler için yetersiz bilgi olması durumunda, her bir

alternatifin verilen kararın ardından sorun için beklenen çözüme nasıl faydalı olabileceğini değerlendirmektedir. Ayrıca karar vericiler, alternatifleri analiz etmek için olumlu ve olumsuz yönlerini belirleyebilir veya maliyet-fayda analizini gerçekleştirebilirler.

En uygun alternatifin seçilmesi

Alternatiflerin analizi, her bir alternatifin, kararın uygulanmasının ardından sorun için istenen çözüme nasıl fayda sağlayacağı ile ilgili kesin bir bilgi sunmaktadır. Karar verici, oluşan bu bilgi tablosuna bakarak, en iyi alternatifle ilgili karar vermektedir. Kurum ve bireyler için en uygun alternatif her zaman en çok fayda sağlayandır. Ancak bu her zaman geçerli bir neden olmayabilmektedir. Şöyle ki, bazı sorunların yapısından dolayı beklenen çözümü karşılayan tek bir alternatif değil birden çok alternatif söz konusu olabilir. Böyle durumlarda yöneticiler, hedeflenen çözüm için belli alternatiflerin kombinasyonunu kullanabilmektedirler.

Seçilen alternatifin uygulanması

Önceki adımlarda analiz yardımıyla uygun alternatif belirlenir. Bu adım, değerlendirilen alternatiflerin seçim süreci sonrasında uygulanması durumudur.

Alınan kararın değerlendirilmesi

Alınan her karar, farklı çözümler için kesin sonuçlar doğurmaktadır. İyi bir kararın iyi bir sonuç getirmesi beklenir. Ancak değişen koşullar nedeniyle bu her zaman mümkün olmayabilir. Alınan kararların uygulamaya alındıktan sonraki süreçte değerlendirilmemesi, iyi alınmış bir kararın etkili sonuçlar üretmesine engel olabilmektedir. Karar uygulanmaya alındıktan sonra yöneticiler tarafından planlı bir şekilde izlenmelidir.

3. KARAR TÜRLERİ

Karar verilmesi istenen problemle ilgili bilgi eksikliği söz konusu olduğunda, olası uygulama durumları ile ilgili karışıklıklar yaşanabilir. Bu nedenle de, karar türleri ile ilgili bilgilere sahip olmak, sorunla ilgili en iyi çözüme ulaşmada bizlere yardımcı olmaktadır⁶. Karar türleri aşağıdaki gibi yedi başlıkta sınıflandırılabilir (Bose, 2012: 73-75):

⁶ <https://medium.com/@alanna.irving/9-decision-types-you-should-know-3311f2621e04>

1. Programlanmış ve programlanmamış kararlar
2. Büyük ve küçük kararlar
3. Rutin ve stratejik kararlar
4. Politik ve işletme kararları
5. Örgütsel ve kişisel kararlar
6. Bireysel ve grup kararları
7. Bölüm, bölümler arası ve kuruluş kararları

Programlanmış ve programlanmamış kararlar

Yöneticiler karar verirken iki farklı durumla karşılaşabilir. Bunlardan ilki, karşılaşılan sorunun tekrarlanan bir nitelikte olmasıdır. İkincisi ise kararların zor verildiği olağandışı bir sorun olması durumlarıdır. Karar verici, örgütsel politika ve kuralları göz önünde bulundurarak tekrarlanan kararlar alıyorsa bu programlanmış kararlar olarak tanımlanır. Bu türden kararlar genellikle iyi bir örgütsel yapıya sahip olan işletmelere özgüdür. Programlanmış kararlar, stratejik yönetimi ilgilendiren kararlar kadar önem taşımadığından, alt düzey yöneticiler tarafından verilmektedir.

Programlanmamış kararlar ise işletmeler için çok büyük bir önem taşımaktadır. Bu tür kararlar, genellikle işletmenin içinde veya dışında beklenmedik şekilde gerçekleşen olaylara bağlıdır. Bu nedenle de, programlanmamış kararlar tekrarlanmayan bir özelliğe sahip olup, üst düzey yöneticiler tarafından verilmektedir⁷.

Büyük ve küçük kararlar

Kararlar, türlerine göre büyük ve küçük kararlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Eğer bir işletme, üretim bandı hızını mümkün olan en üst seviyeye çıkarmak için yeni bir makine almakla ilgili karar alıyorsa bu büyük karar olarak nitelendirilir. Bunun aksine, temizlik bölümü için gereken temizlik ürünlerinin alınması ile ilgili karar ise küçük karar

⁷ <http://www.yourarticlelibrary.com/management/decision-making-management/decision-types-top-11-types-of-decisions-business-management/70028>

olarak nitelendirilmektedir. Küçük kararlar büyük kararların aksine alt düzey yöneticilerce verilmektedir⁸.

Rutin ve stratejik kararlar

İşletmelerde önemli kararlar alınırken, yönetim düzeylerinin her birini kapsayan belli müzakere ve fikir alış verişi yapılmaktadır. Bu müzakerelerde, fazla değerlendirmeye gerek duyulmadan hızlı bir şekilde alınan kararlar rutin kararlar olarak nitelendirilmektedir. Bu tür kararlar genellikle bir organizasyonun genel günlük faaliyetleri ile ilgilidir.

Tekrarlanmayan bir doğaya sahip olan stratejik kararlar, üst düzey yöneticiler seviyesinde alınmaktadır. Bu tür kararlar genellikle büyük sermaye veya mali politikaların bir parçası olduğundan, işletmenin gelecek vadedeki hedefleri ile bağdaşıktır⁹.

Politika ve işletme kararları

Üst yönetim düzeyince kurumun ilke ve temel politikalarına bağlı kalınarak alınan ve daha uzun süreçte etkili olan kararlar, politika kararları olarak tanımlanmaktadır. Kurumun başarısını etkileme gücüne sahip olan bu kararlar, kurum için büyük bir önem taşımaktadır. Örneğin, çalışanlara bonuslar verilmesi bir politika kararıdır. İşletme kararları ise, alt düzey yönetim tarafından politika kararlarına bağlı olarak verilen kararlardır. Örneğin, verilecek bonusların hesaplanması bir işletme kararıdır.

Örgütsel ve kişisel kararlar

Örgütsel kararlar, kurum içinde yönetimin üst seviyelerince alınan ve kurumun işleyiş düzenine etki yapma yeteneğine sahip olan kararlar olarak kabul edilir. Örneğin, yönetim düzeyinde görev değişimi gerçekleştirilebilir. Böyle bir durumda pozisyonunu terk eden üst düzey yönetici, sadece karar alma yetkisini devretmiş olur. Yani, alınan kişisel kararlar devredilmemiş olur. Örgütsel kararların aksine, yöneticiler tarafından resmi olarak alınmayan ve kişisel gerekçe taşıyan kararlar kişisel kararlar olarak

⁸ <http://www.yourarticlelibrary.com/decision-making/decision-types-6-types-of-decisions-every-organization-need-to-take/25660>

⁹ https://ebrary.net/2831/management/types_decision_making

tanımlanır. Örneğin, üst düzey yöneticinin özel nedenlerden dolayı erken emekliliğe ayrılması kararı bir kişisel karardır.

Bireysel ve grup kararları

Her hangi bir kişinin kendi deneyim ve görüşlerine bağlı kalarak aldığı karar bireysel karar olarak bilinmektedir. Örneğin, alt düzey yöneticinin, çalışanları için haftalık çalışma vardiyalarını belirlemesi bir bireysel karardır.

Kurum için önem taşıyan ve geniş yelpazede müzakere gerektiren kararlar grup kararları tarzında alınır. Bu tür kararların alınmasındaki amaç karar verme sürecine maksimum sayıda vasıflı elemanın dahil edilmesi ve kurumun örgütsel hedeflerine en uygun gelen kararın verilmesidir. Örneğin, pazarlama bölümü yöneticileri yeni üründe belirli değişikliklerin gerekliliğini savunduğunda, bunu, işletmenin üretim, finans vb. bölümleri ile müzakere etmeden kararlaştıramaz¹⁰.

Bölüm, bölümler arası ve kuruluş kararları

Bölüm yöneticileri tarafından ilgili bölümle alakalı alınan kararlar bölüm kararı olarak bilinir. Örneğin, bölüm çalışanlarına ilişkin görev dağılımı bir bölüm kararıdır. Bölümler arası karar ise, üst düzey yöneticilerce kontrol edilen ve bölüm yöneticileri ile fikir alış verişi süreci sonunda alınan kararlardır. Örneğin, üretim bölümü için gerekli hammadde temini bir bölümler arası karardır. Öte yandan, üst düzey yöneticilerin, kurum faaliyetlerinin tek bir çerçevede ele alarak verdiği kararlar kuruluş kararları olarak isimlendirilir. Örneğin, kurumun yeni pazarlara girme kararı alması bir kuruluş kararıdır.

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Kurumlar, faaliyet süreçleri boyunca birçok karar problemiyle karşılaşmaktadırlar. Genellikle karşılaşılan karar verme problemleri, yapısında çok sayıda amaç ve hedefleri de kapsadığından bu noktada diğer karar verme yöntemleri etkili olmamaktadır. Bu tür problemler söz konusu olduğunda, birçok kriter ve seçeneği aynı anda değerlendirerek karar vermek için ÇKKV yöntemleri kullanılır (Demircioğlu, 2010: 21).

ÇKKV'nin yapısı gereği, ele alınan problemin iki veya ikiden fazla kritere sahip olması beklenmektedir. Başka bir ifadeyle, problem iki veya ikiden fazla kriter

¹⁰ <http://www.yourarticlelibrary.com/management/decision-making-management/decision-types-top-11-types-of-decisions-business-management/70028>

bağlamında değerlendiriliyorsa bu bir ÇKKV problemi olarak kabul edilir. Kriterler seti göz önünde bulundurularak mevcut seçeneklerin her bir kritere göre aldığı skorlar, karar vericiler tarafından en doğru kararın alınmasına olanak sağlamaktadır. ÇKKV, yapısı bakımından zor bir süreç olmasına karşın, birden çok tutarsızlık sergileyen etkenin mevcut seçeneklerce ayrı ayrı değerlendirilmesi için bir zemin oluşturmaktadır (İlter, 2010: 97).

Karar verme çok kriter içerdiğinde ister günlük hayatta bireyler için isterse de yönetim hayatında karar vericiler için aynı yapıya sahip olmaktadır. Şöyle ki, her iki karar verici konumunu paylaşan bireyler için bu, çok sayıda çelişen kriterleri göz önünde bulundurarak mevcut problemin çözümü için en uygun kararı vermek demektir. Problemden yer alan çelişkili kriterleri kesin bir şekilde anlamadan problemle ilgili herhangi bir çözüme ulaşmak mümkün değildir. Bu yapıdaki problemlerde ÇKKV yaklaşımı karar vericiler açısından en uygun görülen çözüm yaklaşımı olarak kabul edilmektedir. İyi düzenlenmiş bir ÇKKV modeli, karar vericilere karmaşık özellikteki sorunları çözmeye sistemli bir düşünme olanağı sağlamaktadır. Karar vericiler tarafından kapsamlı şekilde değerlendirilmiş ve sonuca bağlanmış problemler için alınan kararlar da, yüksek kalite özelliğine sahip olmaktadır.

ÇKKV problemlerinin bileşenleri olarak görülebilecek üç kavram vardır. Bunlar; kriterler, hedefler ve amaçlardır. (Hwang ve Yoon, 1981: 16):

Kriterler

Etkinlik ölçüsü olarak tanımlanan kriter, aynı zamanda değerlendirme sürecinin temelini oluşturmaktadır. Kriterler, bir problem söz konusu olduğunda kısıt veya amaç şeklinde belirmektedir. Ayrıca kriterler, seçeneklerin hangi açılardan değerlendirileceğini belirleyen niteliklerdir.

Hedefler

Her bir kurum ve birey için farklı alanlarda belirli hedefler vardır. Bu hedeflere ya ulaşılır ya da ulaşılamaz. Genel olarak hedef, ulaşılmak istenen bir seviyedir. Örneğin, işletmenin yılın ilk üç döneminde cirosu, her dönem için aynı miktarda olacak şekilde 150.000 TL'dir. Bu işletme için bir dönemsel kısıttır. Oysaki yılı 250.000 TL ciro ile kapatmak işletme yönetimi için bir hedef olabilir.

Amaçlar

İşletmeler için amaç, arzu edilen değişim ile ilgili takip edilmesi gereken bir yoldur. Örneğin, bir cep telefonu üreticisi ürettiği telefonların kamera çözünürlüğünü yükseltmek veya ürün satış fiyatlarını minimize etmek istemesi bir amaçtır.

5. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME SÜRECİNİN ADIMLARI

Çok kriterli karar verme, süreç olarak ele alındığında, belirlenen kriterler bağlamında problemin istenen şekilde çözümü için uygun alternatifin belirlenmesi ve en iyi alternatifin seçilmesi sürecidir. Bu süreçte, birbiri ile çelişkili olan kriterler aynı anda değerlendirilmektedir. Tahmin edilebileceği gibi, en uygun çözümün seçilmesi ve seçilen çözümün problemin sahip olduğu tüm kriterleri aynı anda sağlaması zordur.

Çok kriterli karar verme süreci iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, karar verme ile ilgili hedeflerin, mevcut seçeneklerin ve kriterlerin tanımlanması işlemleri gerçekleştirilir. İkinci aşamada ise tanımlanan kriterler bir değerlendirmeye tabi tutularak alternatifler belirlenir. Ardından ise alınan kararlara etki yeteneğine sahip olan kriterlerin görece önem değerleri belirlenir. Sonrasında ise problemin çözüm alternatifleri ile ilgili skorlar hesaplanarak, alternatiflerin kendi içinde sıralanmasına gidilir. Sıralama eyleminin ardından sonuçlar yorumlanır ve nihai karara ulaşılır (Sanaei, 2014: 11-12).

6. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Karar problemleri, zaman ilerledikçe giderek daha da karmaşık hal almaktadır. Dolayısıyla, karar problemlerinin karmaşık yapısını dikkate alan çok sayıda yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemlerin her biri karar verici konumunda olan kişilerin, çok sayıda alternatif arasından doğru seçim yapmasına olanak sağlamaktadır. Yöntemler, birtakım sayısal teknikler kullanarak, karar verici birey veya kurumlar için alternatiflerin kriterler üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Yöntemleri kendi aralarında karşılaştırmak, yani bu yöntemlerden en iyisini mevcut sorun için seçmek her zaman kolay olmayabilir (Triantaphyllou, 2000: 5).

Literatür incelendiğinde, çok sayıda ÇKKV yöntemi ile karşılaşılmaktadır. Bu yöntemler, farklı metodolojiye sahip olmasına rağmen genellikle aynı adımları izlemektedirler. Bunlar: amacın belirlenmesi, hedeflerin çözümü ile ilgili kriterlerin tanımlanması, kriterlerin ağırlıklandırılması, problemin çözüm alternatiflerinin

belirlenmesi ve belirlenen alternatiflerin farklı amaçlar bağlamında değerlendirilmesi olarak sıralanmaktadır (Deason, 2009: 59).

7. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Karar vericiler karar verme süreci içinde çoğunlukla büyük miktarda bilgiye ihtiyaç duyar. Ele alınan bu bilgiler her zaman tam ve kesin olmayabilir. Hatta bu bilgiler arasında çelişki de söz konusu olabilmektedir. Böyle durumlarda ÇKKV yöntemleri karar vericilere belirsizlik altında yardımcı olmak için etkili çözümler sunmaktadır.

Telafi edici olma özelliği dikkate alındığında ÇKKV yöntemleri, telafi edici ve telafi edici olmayan yöntemler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Telafi edici yöntemlerin en önemli özelliği, karar vericilerin önceliklerini rasyonel bir şekilde açıklayabilmesi ve çok sayıda mevcut olan kriterleri tek kriterde birleştirmeyi hedefleyen bir tercih fonksiyonuna sahip olmasıdır. Bunun aksine, telafi edici olmayan ÇKKV yöntemleri birleştirilmiş tek bir kriteri tercih etmemektedir (Lopes ve Almeida, 2013: 425).

ÇKKV yöntemleri bu çalışmada 3 grup altında incelenmiştir. Bunlar: Tam toplama yaklaşımı, Üst derecelendirme yaklaşımı ve Referans seviyesi yaklaşımıdır.

7.1. Tam Toplama Yaklaşımı

Diğer adıyla Amerikan Okulu olarak da tanınan tam toplama yaklaşımında, kriterlerin tümü için skorlar hesaplanır ve bu skorlar daha sonra global skorlara dönüştürülür. Bu yaklaşımda kriter skorları telafi edilebilir özelliğe sahip olmaktadır. Yani, herhangi bir kriter için hesaplanmış kötü puan, bir başka kriter için iyi bir puan ile telafi edilebilmektedir (Ishizaka ve Nemery, 2013: 8). Tam toplama yaklaşımının diğer bir özelliği de hesaplanan puanlar yardımıyla alternatiflerin bir biriyle karşılaştırılabilmesidir. Yani, alternatif değerlendirmelerinin gerçekleştirilmesinde analiz için tercih edilen kriter ve alt kriterlerin performans dereceleri dikkate alınmaktadır (Guarini ve Chiovitti, 2018: 9). Bu yaklaşıma dahil olan yöntemlerin bazıları izleyen bölümde açıklanmıştır.

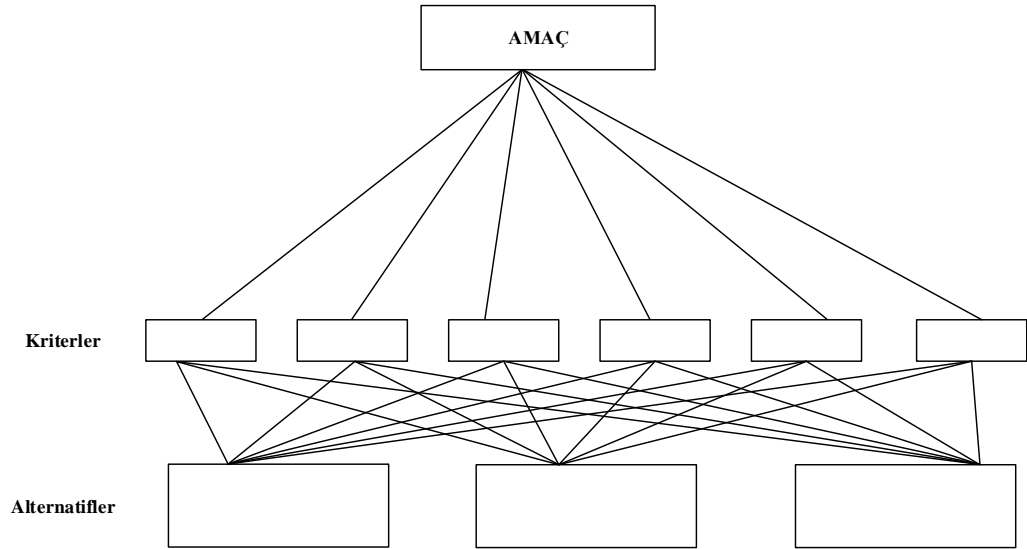
7.1.1. AHP yöntemi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş bir ÇKKV yöntemidir. Bu yöntem, karmaşık yapıya sahip olan ÇKKV problemlerinin

çözümünde kullanılır ve karar vericiye problemin hiyerarşik yapıya sahip modellerini oluşturması olanağını sağlar. Burada hiyerarşik yapı, problemin bileşenleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Geniş bir uygulama alanında kullanılan bu yöntem, karar vericilerin öznel ve nesnel düşüncelerini karar verme sürecine dahil edebilme özelliğine sahiptir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001: 84). AHP yöntemi ile karar verirken, oluşturulan hiyerarşik yapının aşamaları dikkatle incelenmeli ve ele alınan sorun kapsamlı bir şekilde açıklanmalıdır (Aydın vd., 2009: 72).

AHP'nin uygulama adımları

Adım 1: Karar problemine ilişkin amacın, kriterlerin ve alternatiflerin baştan sona doğru olan ilişkilerini yansıtan hiyerarşik bir yapısı oluşturulur (Kou vd., 2013: 13). Bu hiyerarşik yapının bir örneği Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Hiyerarşinin üç seviyesi (Saaty ve Vargas, 2001: 3)

Adım 2: Bu adımda, alternatiflerin niteliksel ölçekte karşılaştırılmalarının yapılması için hiyerarşik yapıya karşılık gelen veriler, uzman veya karar verici kişiler tarafından toplanmaktadır. Karar vericiler bu ikili karşılaştırmaları eşit, marjinal olarak güçlü, güçlü, çok güçlü ve son derece güçlü olarak değerlendirmektedirler. Karşılaştırmaları ifade eden değerler ve onların sayısal karşılıkları Tablo 1.1' de gösterilmiştir (Bhushan ve Rai, 2004: 16-17).

Tablo 1.1. *AHP’de kullanılan karşılaştırma önem ölçekleri*

| Değer tanımları | Sayısal Değerler |
|---|------------------|
| Eşit | 1 |
| Marjinal olarak güçlü | 3 |
| Güçlü | 5 |
| Çok güçlü | 7 |
| Son derece güçlü | 9 |
| Bulanık girdileri yansıtan orta değerler | 2,4,6,8 |
| İkinci alternatifin birinci ile karşılaştırılmasındaki yansıtılan baskınlık | Karşılıklı |

Adım 3: Üçüncü adımda, tüm kriterler için yapılan ikili karşılaştırmalar karar matrisi şeklinde düzenlenir. Ardından düzenlenmiş karar matrisi yardımıyla matrisi oluşturan her bir değerın diğerine göre önem derecesini gösteren özvektör hesaplanır. Matrisin $n \times 1$ boyutunda öz vektörü eşitlik (1.1)’deki gibi belirlenmektedir (Çelik vd., 2016: 53):

$i = 1,2,3 \dots, n$ ve $j = 1,2,3, \dots, n$ olmak üzere

$$b_{ij} = a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij} \text{ ve } w_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} / n \quad (1.1)$$

W sütun vektörünün belirlenmesi ölçütlere ilişkin yüzde önem dağılımlarını belirlemede yardımcı olmaktadır. Bu sütun vektörü eşitlik (1.1)’de yer alan b_{ij} değerlerinin meydana getirdiği matrisin satır elemanlarının aritmetik ortalaması hesaplanarak elde edilmektedir.

Adım 4: Bu adımda, karar vermek için kullanılan karşılaştırma matrislerine tutarlılık testi uygulanmaktadır. Tutarlılık testini gerçekleştirmek için kullanılan tutarlılık oranı (CR) Saaty tarafından önerilmiştir (Kou vd., 2013: 14). Matrisler için hesaplanan tutarlılık oranının 0,1 değerinin altında olması istenmektedir. 0,1 değerinin üzerinde bulunmuş tutarlılık oranı yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlı olmadığını göstermektedir (Ataman, 2018: 51). Tutarlılık oranın hesaplanması için öncesinde tutarlılık göstergesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu gösterge en büyük öz değer vektörü olan λ_{max} yardımıyla hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranı eşitlik (1.2)’de verildiği gibi belirlenir (Saaty ve Özdemir, 2003: 240-242).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{\text{Rassallık Göstergesi}} \quad (1.2)$$

Tutarlılık oranının hesaplanabilmesi için gereken Rassallık Göstergeleri, Rassallık Endeksi verilerinin gösterildiği Tablo 1.2'den alınır (Saras, 2018: 15):

Tablo 1.2. *Rassallık endeksi verileri*

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Adım 5: Yöntemin son adımında karar verici seçim eylemini gerçekleştirmektedir. Önceki 4 adımda yapılan işlemlerin ardından alternatiflerin kesin sıralamasının oluşması, karar vericiye ilgili alan için yararlı olacağını düşündüğü alternatifi seçmede olanak sağlamaktadır (Çizmecioğlu, 2019: 27).

7.1.2. ANP yöntemi

ÇKKV'de en çok kullanılan yöntemlerden biri de Analitik Ağ Sürecidir (AAS) (Ömürbek ve Tunca, 2013: 47). Birçok karar probleminde üst seviye elemanların daha düşük seviye elemanlarla etkileşim ve bağıllık içermesi, bu tür karar problemlerinin hiyerarşik olarak yapılandırılmasına engel olmaktadır (Gür vd., 2017: 81). Analitik ağ süreci, Thomas L. Saaty tarafından AHP'nin devamı olarak geliştirilmiştir. AAS'nin ortaya çıkması AHP ile modellenemeyen problemlerin çözülmesine yardımcı olmuştur. Yöntemin AHP' den temel farkı geribildirim ve bağımlılık özelliklerine sahip olmasıdır. Bu fark, kriterlerin kendi içlerinde de bağımlı olmasına olanak sağlamaktadır (Tınmaz, 2017: 24).

AAS'nin diğer ÇKKV yöntemlerine göre bazı avantajları mevcuttur. Bunlar, yöntemin esnekliği ve küme (kriterler, alt kriterler ve alternatifler) içinde ve kümeler arası etkileşimleri dikkate almasıdır. AAS'nin diğer bir avantajı da karşılaştırmaların tutarlılığını ölçmesidir. İkili karşılaştırmalar tutarlı olmadığında, ikili karşılaştırmaların arzu edilen tutarlılık düzeyine ulaşmaları için yeniden yapılır (Kalanaki, 2013: 10-11).

AAS yöntemi, farklı kriter kombinasyonlarını kullanabilmektedir. Bu kriterler nicel ve nitel olabileceği gibi, aynı zamanda somut ve somut olmayan özelliklere sahip

olabilmektedir. Yöntem, bağımsız ölçekleri elde etmek için yargıları ortaya çıkarma ve ölçme özelliklerine sahip olmaktadır. AHP yönteminde olduğu gibi AAS’de de Saaty’nin temel ölçeği kullanılmaktadır (Taraszewski, 2017: 80). AAS’nin adımları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Ayık ve Kılavuz, 2013: 4-5):

1. Karar probleminin tanımlanması
2. Bağımlılıkların araştırılarak tespit edilmesi
3. İkili karşılaştırmaların gerçekleştirilmesi
4. Tutarlılık oranının hesaplanması
5. Süper matrisin oluşturulması
6. En uygun alternatifin seçilmesi

Birinci adımda karar problemine ait amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenmektedir. İkinci adımda, faktörler ilişkilendirilerek birinci adımda belirlenen unsurlar arasında içsel ve dışsal veya geri bildirim durumu modellenir. Yöntemin üçüncü adımında AHP de olduğu gibi temel ölçek kullanılarak kriterler arasında ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilmektedir. İkili karşılaştırmaların gerçekleştirilmesi ile kriterlerin sahip olduğu önem ağırlıkları belirlenir. Ardından karşılaştırma matrisleri oluşturularak matris sütunları normalize edilir ve normalize edilmiş matrislerin satır değerlerinin ortalaması hesaplanarak kriter ağırlıkları belirlenir. Dördüncü adım, oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri için tutarlılık oranının hesaplanmasıdır. AAS’de de yine AHP de olduğu gibi tutarlılık oranlarının 0,1’den büyük olmaması beklenmektedir. 0,1’den büyük bulunan tutarlılık oranları için karşılaştırmalar ve kriterler arası ilişkiler tekrar gözden geçirilmektedir. Beşinci adım, süper matrisin oluşturulması adımdır. Bu adımda, ikili karşılaştırmalardan elde edilen önem değerleri matrisin sütunlarına yazılır ve süper matris oluşturulur. Sonuncu adım olan en uygun alternatifin seçilmesi, süper matris incelenerek gerçekleştirilmektedir. Bir kural olarak, en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriter, karar sürecine en çok etki yapan kriter olarak kabul edilir. Aynı şekilde en yüksek önem ağırlığına sahip alternatif ise en iyi alternatif olarak kabul edilmektedir.

7.1.3. MACBETH yöntemi

MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique), ilk defa Bana e Costa ve Vansnick tarafından geliştirilen ve Bana e Costa ve Chagas tarafından 2004 yılında sunulan bir ÇKKV yöntemidir. Yöntem, karar verici görüşlerini dikkate alarak probleme ilişkin farklı kriterlere ağırlık vererek, farklı değerlendirme kriterlerini tek bir birleşim kriterinde toplamaya izin vermektedir (Silva ve Forte, 2016: 153).

Analitik hiyerarşi süreci yönteminde olduğu gibi MACBETH yöntemi de ikili karşılaştırmalara dayanmaktadır. Fakat MACBETH yöntemi AHP'den birtakım özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Örneğin, karar verici AHP ile karar verirken, karar problemini bir hiyerarşi kurarak inceler, MACBETH ise karar problemini karar ağacı olarak tarif etmektedir. Her iki yöntem de kriter karşılaştırmaları için önem ölçeği kullanmaktadır. Ancak bu AHP'de 9 puanlık bir sıralama ölçeği iken, MACBETH yönteminde sıralı bir ölçek olan 6 puanlık anlamsal ölçek kullanılmaktadır. Diğer bir fark, MACBETH yönteminin AHP'den farklı olarak önem ağırlıklarını belirlemede öz değer yöntemi yerine doğrusal programlama yöntemini kullanmasıdır. Bu iki yöntem arasındaki temel fark ise MACBETH yönteminin AHP'den farklı olarak tutarsızlığa izin vermemesidir. Bu farklılık, MACBETH yönteminin kendi içinde kararları teorik ve anlamsal tutarlılık kontrolünü gerçekleştirmesiyle açıklanmaktadır. Bu iki yöntem, her ne kadar bir birinden bazı özelliklerine göre farklılık gösterse de, her iki yöntem ÇKKV problemlerinde hem alternatif sıralaması hem de kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Kundakcı, 2018: 28). Yöntemin adımları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

Adım 1: İlk adımda, karar verici tarafından karar kriteri grupları belirlenir ve ardından bu kriterlerin dahil olduğu bir değer ağacı oluşturulur.

Adım 2: İkinci adımda, alternatifler belirlenerek onların belirli bir kritere göre olası performans seviyelerini temsil eden sıralı performans seviyeleri tespit edilir. Karar vericinin sıralı performans seviyelerini tespit ettiği zaman birtakım referans seviyelerini de tanımlaması gerekmektedir. Her bir alternatif için iki referans seviyesi belirlenmiştir. Bunlar ‘iyi’ olarak tanımlanan Üst referans seviyesi ve ‘tarafsız’ olarak bilinen alt referans seviyeleridir. Yöntemin kullandığı önem ölçeği, üst ve alt referans seviyelerinin

sırasıyla 100 ve 0 puan almasına izin vermektedir (Karande ve Chakraborty, 2013: 262-263).

Adım 3: Yöntemin üçüncü adımında, m'nin belli kriter için alternatif sayısını gösterdiği $m \times m$ boyutunda alternatif matrisi oluşturulur. Matrisi oluşturan alternatifler, önem dereceleri gözden geçirilerek soldan sağa doğru olacak şekilde düzenlenir. Bu sıralamanın amacı, alternatiflere ilişkin nitel performans seviyelerini ölçmek ve nicel performans seviyelerini MACBETH ölçeğine dönüştürmektir. Bu işlem kriterler için de uygulanmaktadır (Ercan ve Kundakcı, 2017: 87).

Adım 4: Dördüncü adımda, her bir kriter ve alternatif için ikili karşılaştırmalar yapılarak önem farkları belirlenmektedir. Her bir alternatif ve kriter, 7 anlam ölçeği kullanılarak karşılaştırılır ve karar düğümleri arasındaki bağlantıyla ilgili fikir edinilir. Karşılaştırmalarda kullanılan 7 anlam ölçeği sırasıyla yok, çok zayıf, zayıf, orta derece, güçlü, çok güçlü ve aşırı olarak kabul edilmektedir. Karar düğümleri arasındaki aralığın büyüklüğü bu düğümler arasındaki bağlantının yoğun ve güçlü olduğunu göstermektedir (Tosun, 2017: 38). Karşılaştırmaların yapılmasında kullanılan önem ölçekleri Tablo 1.3' de verilmiştir.

Tablo 1.3. *MACBETH* yönteminde kullanılan önem ölçekleri (Ercan ve Kundakcı, 2017: 87)

| Anlamsal kategoriler | Kantitatif ölçek | Açıklama |
|-------------------------|------------------|--|
| Yok (No) | 0 | Alternatifler arasında fark yok |
| Çok Zayıf (Very Weak) | 1 | Bir alternatif diğerine göre çok zayıf derecede önemli |
| Zayıf (Weak) | 2 | Bir alternatif diğerine göre zayıf derecede önemli |
| Orta Derece (Moderate) | 3 | Bir alternatif diğerine göre orta derecede önemli |
| Güçlü (Strong) | 4 | Bir alternatif diğerine göre güçlü derecede önemli |
| Çok Güçlü (Very Strong) | 5 | Bir alternatif diğerine göre çok güçlü derecede önemli |
| Aşırı (Extreme) | 6 | Bir alternatif diğerine göre aşırı derecede önemli |

Adım 5: Beşinci adımda, yapılan karşılaştırmaların tutarlılığı kontrol edilmektedir. Karar vericiler tarafından yapılan karşılaştırmalar belli formüller yardımıyla denetlenir ve herhangi bir tutarsızlık gözlenirse yapılan işlemler yeniden gözden geçirilir (Bana e Costa ve Oliveira, 2002: 384).

Adım 6: Bu adımda ilk beş adım takip edilerek tutarlı olarak kabul edilen kararlar, doğrusal programlama modellerine dayanan MACBETH ölçeği yardımıyla sayısal verilere dönüştürülür (Kundakcı, 2016: 19).

Adım 7: En son adımda, bulunan alternatif puanları ilgili kriter ağırlıkları ile çarpılmaktadır. Bununla da karar verici alternatiflere ait genel puanları belirlemektedir. Bulunan genel puanlar yardımıyla alternatifler büyükten küçüğe doğru olacak şekilde sıralanmaktadır (Arslan vd., 2018: 30).

7.1.4. WASPAS Yöntemi

WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) 2012 yılında Zavadskas vd. tarafından geliştirilmiş bir karar verme yöntemidir (Madic vd., 2014: 80). WASPAS yöntemi, çok kriterli karar verme yaklaşımının iki iyi bilinen: Ağırlıklı Toplam Yöntemi (Weighted Sum Model) WSM ve Ağırlıklı Çarpım Yönteminin (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) WPM kombinasyonunu temsil etmektedir (Karabasevic vd., 2016: 5). Karar vermede yeni yöntemlerden biri olan WASPAS, Ağırlıklı Toplam ve Ağırlıklı Çarpım yöntemlerini birlikte kullanarak doğruluğu teyit etmek açısından en uygun karar verme yöntemi olarak önerilmektedir. WASPAS yönteminin diğer bir özelliği de mevcut karar verme problemi için geçerli olan kriterleri, fayda ve maliyet kriterleri olarak ayırarak ayrı ayrı değerlendirmesidir. Ayrıca yöntem, basit hesaplamalar içerdiği için sıralama problemlerinin çözümünde kullanılabilir (Adalı ve Işık, 2017: 72). Yöntemin amacı elde edilen sıralama doğruluğunu güvenilir kılmaktır.

Günümüzde kullanılan birçok ÇKKV yöntemlerinin sonuçlarının doğruluğu hala tartışılır olmaktadır. Gerektirdiği koşullar ve sağlamlığına göre, bu yöntemde iki ve daha fazla çok kriterli yöntemin kullanılması, tek başına kullanılan yöntemlere göre daha sağlam sonuçlar verecektir (Brauers ve Zavadskas, 2012: 4). Yöntem aşağıda verilen 6 adımdan oluşmaktadır.

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Pek çok ÇKKV yönteminde olduğu gibi WASPAS da karar/değerlendirme matrisi ile başlar.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Burada; m aday alternatiflerinin sayısı, n değerlendirme kriterlerinin sayısı ve x_{ij} ise j . kritere göre i . alternatifin performansdır (Chakraborty ve Zavadskas, 2014: 2)

Adım 2: Normalize karar matrisinin oluşturulması

Ağırlıklı Toplam Model (WSM) ve Ağırlıklı Çarpım Modelinin (WPM) birleşiminden oluşan WASPAS yönteminin uygulanabilmesi için karar matrisi elemanlarının, aşağıdaki iki denklem yardımıyla normalizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir (Chakraborty ve Zavadskas, 2014: 2-3).

Fayda kriterleri için,

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (1.3)$$

Maliyet kriterleri için,

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (1.4)$$

Burada, \bar{x}_{ij} değeri x_{ij} değerinin normalleştirilmiş halidir.

Adım 3: Ağırlıklı Toplam Modeline (WSM) göre i . alternatifin göreceli önem değerinin hesaplanması

Ağırlıklı toplam modeline göre i . alternatifin göreceli önemi aşağıdaki şekilde hesaplanır (Karabasevic vd., 2016: 6).

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \cdot w_j \quad (1.5)$$

Burada, $Q_i^{(1)}$, j . kritere göre i . alternatifin göreceli olarak nispi önemini göstermektedir.

Adım 4: Ağırlıklı Çarpım Modeline (WPM) dayalı i . alternatifin toplam göreceli öneminin hesaplanması

Ağırlıklı çarpım yöntemine göre i . alternatifin toplam göreceli önem değeri $Q_i^{(2)}$ eşitlik (1.6) yardımıyla hesaplanır.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (1.6)$$

Adım 5: WPM ve WSM için ağırlıklandırılmış ortak genel kriter değerinin hesaplanması

$$Q_i = 0.5Q_i^{(1)} + 0.5Q_i^{(2)} = 0.5 \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \cdot w_j + 0.5 \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (1.7)$$

Adım 6: Alternatiflerin genel toplam görelî öneminin hesaplanması

WASPAS yönteminde karar alma sürecinin etkinliğini ve sıralamanın doğruluğunu artırmak için daha genel bir denklem geliştirilmiştir (Chakraborty vd., 2015: 78).

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)} = \lambda \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \cdot w_j + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j}$$

$$(\lambda = 0, 0.1, 0.2, \dots, 1) \quad (1.8)$$

Burada; λ , WASPAS yöntemine ait varyansı ifade etmektedir.

Aday alternatifler Q değerlerine göre sıralanır. En iyi alternatif en yüksek Q değerine sahip olan alternatiftir. WASPAS yönteminde λ değeri 0 olduğunda WPM'ye, 1 olduğunda ise WSM'ye dönüşür.

7.2. Üst Derecelendirme Yaklaşımı

Fransız okulu olarak da bilinen Üst Derecelendirme yaklaşımında, Tam toplama yaklaşımının aksine herhangi bir kritere ait kötü skor daha iyi bir kriter skoruyla telafi edilememektedir. Bu yaklaşımda, karşılaştırılmazlık kavramına izin verildiğinden, seçeneklerin sırası kısmi olabilir. Karşılaştırılmazlık kavramı, iki ayrı seçeneğin aynı puana sahip olması durumunda bu seçeneklerin farklı davranış şekilleri sergileyebilmesi durumu ile açıklanmaktadır (Ishizaka ve Nemery, 2013: 8). Üst derecelendirme yaklaşımında karşılaştırılmazlık tanımı, aynı geçerlilik derecesini paylaşan fakat farklı nitelik değerleri taşıyan alternatif performans kümelerinin gözlemlenmesiyle açıklanmaktadır. Böyle bir tanımlamanın nedeni bu alternatif performans kümelerinin farklı kriterlere dayanmasıdır (Guarini ve Chiovitti, 2018: 9). Üst derecelendirme yaklaşımına ait olan bazı yöntemler izleyen bölümde açıklanmıştır.

7.2.1. PROMETHEE yöntemi

ÇKKV yöntemlerinden biri olan ve açılımı Tercih Sıralaması Örgütü'nün Değerlendirmeleri Zenginleştirme Metodu olarak bilinen PROMETHEE, 1982 yılında Brans vd. tarafından geliştirilmiştir (Akyüz vd., 2018: 300). Yöntem, ortaya konduğu yıldan itibaren birkaç tekrarlanma yapılarak geliştirilmiştir. Geliştirilmeler sayesinde PROMETHEE I (seçeneklerin kısmi sıralanması), PROMETHEE II (seçeneklerin tam sıralanması), PROMETHEE III (aralıklara göre sıralama), PROMETHEE IV (sürekli

eylem setleri dikkate alınarak sıralama), PROMETHEE V (birden fazla seçenek tercihi için bölümlenme kısıtlamaları içeren) ve PROMETHEE VI (insan beyni çalışmasını temel alan) yöntemleri sunulmuştur (Ghazinoory vd., 2013: 885).

PROMETHEE, ikili karşılaştırmalar yapan ve tüm alternatifleri eş zamanlı olarak değerlendirmeye tabi tutan bir ÇKKV yöntemidir. Yöntem, birden fazla kriterin olduğu durumlarda bir dizi alternatif kümesinin sıralanması için üstünlük sağlamaktadır. Aynı zamanda yöntem, alternatif eylemleri ikili olarak karşılaştırarak, kısmi birleşmeler kullanmaktadır. Bu da karar vericiler için belirli koşullar dikkate alındığında, bir eylemin diğerinin dışına çıkıp çıkmadığı ile ilgili bilgi vermektedir (Bottero, 2018: 2). Bir ÇKKV yöntemi olarak PROMETHEE, normalizasyon işlemi yaparak ikili karşılaştırmalarda her bir kriter için farklı fonksiyon tipleri kullanmaktadır (Özdağoğlu, 2013: 307). Yöntemin adımları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

Adım 1: Yöntemin ilk adımında probleme ilişkin çözüm alternatifleri, kriterler ve bu kriterlerin göreceli önem değerleri belirlenmektedir. Ardından belirlenen bu unsurlar, veri matrisi şeklinde düzenlenmektedir (Azadfallah, 2017: 26). Örnek veri matrisi Tablo 1.4'te gösterildiği gibidir.

Tablo 1.4. PROMETHEE yönteminde kullanılan veri matrisi örneği (Gupta ve Ilgın, 2018: 52)

| Veri Matrisi | | Değerlendirme Kriterleri | | | | |
|---------------|-------|--------------------------|----------|----------|-----|----------|
| | | f_1 | f_2 | f_3 | ... | f_k |
| Alternatifler | A | $f_1(a)$ | $f_2(a)$ | $f_3(a)$ | ... | $f_k(a)$ |
| | B | $f_1(b)$ | $f_2(b)$ | $f_3(b)$ | ... | $f_k(b)$ |
| | C | $f_1(c)$ | $f_2(c)$ | $f_3(c)$ | ... | $f_k(c)$ |
| | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Ağırlıklar | w_i | w_1 | w_2 | w_3 | ... | w_k |

Adım 2: Bu adımda, kriterlerin niteliğine ve kriterlerle bağlantılı alternatiflerin gerekli özelliklerine bağlı kalınarak tercih fonksiyonları belirlenmektedir. Tercih fonksiyonları karar verici için, ölçütleri kendisinin belirlediği değerlere göre sınırlandırma olanağı sağlamaktadır (Öztürk vd., 2013: 4). Yöntemde 6 tip tercih fonksiyonu bulunmaktadır. Bu fonksiyonlar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Brans ve Vincke, 1985: 650-652):

1. Birinci tür (Olağan)
2. İkinci tür (U tipi)
3. Üçüncü tip (V tipi)
4. Dördüncü tip (Seviye-Kriter)
5. Beşinci tip (Doğrusal tercih ve Kayıtsızlık alanı kriteri)
6. Altıncı tip (Gauss kriteri)

Adım 3: Yöntemin üçüncü adımında karar verici, 6 tip tercih fonksiyonundan birini seçerek alternatif çiftleri için ortak tercih fonksiyonlarını belirlemektedir. Alternatif çiftleri arasında karşılaştırmalar gerçekleştirilirken eşitlik (1.9) kullanılarak elde edilen değer farklılıkları dikkate alınmaktadır. Eğer bu değer farklılıkları küçük sapmalar şeklinde belirirse o zaman karar verici tercihini küçük bir farka dayanarak gerçekleştirmiştir. Karar vericinin alternatif çifti için tercihini gerçekleştirebilmesi, bu farkı göz önünde bulundurması ile ilgilidir. (Gelashvili, 2019: 27). c ve d alternatifleri için ortak tercih fonksiyonu eşitlik (1.9)'da verildiği gibidir (Şeker, 2018: 57):

$$P(c, d) = \begin{cases} 0, & f(c) \leq f(d) \\ p[f(a) - f(b)], & f(c) > f(d) \end{cases} \quad (1.9)$$

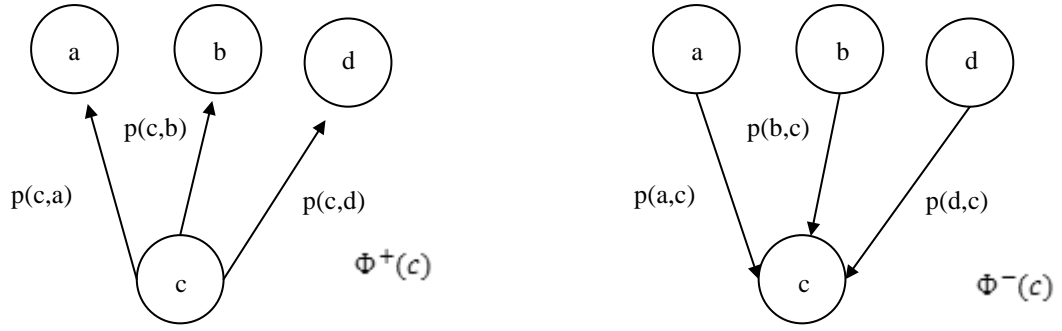
Adım 4: Ortak tercih fonksiyonun belirlenmesinin ardından karar verici, ortak tercih fonksiyonlarını göz önünde bulundurarak alternatif çifti için tercih indekslerini belirlemektedir. $w_i (i = 1, 2, \dots, n)$ ağırlıklarına sahip olan f ölçütü tarafından değerlendirilen c ve d alternatiflerinin tercih indeksi eşitlik (1.10) yardımıyla hesaplanmaktadır (Uygurtürk ve Korkmaz, 2015:145):

$$\pi(c, d) = \sum_{i=1}^f w_i * P_i(c, d) / \sum_{i=1}^f w_i \quad (1.10)$$

Adım 5: Beşinci adımda alternatiflerin pozitif ve negatif üstünlükleri belirlenmektedir. C alternatifi için pozitif ve negatif üstünlüklerin hesaplanmasında kullanılan formüller sırasıyla eşitlik (1.11) ve eşitlik (1.12) da verilmiş ve üstünlükler şematik olarak Şekil 1.2'de gösterilmiştir (Bedir, 2018: 50):

$$\Phi^+(c) = (n - 1)^{-1} * \sum \pi(c, d) \quad (1.11)$$

$$\Phi^-(c) = (n - 1)^{-1} * \sum \pi(d, c) \quad (1.12)$$



Şekil 1.2. *C alternatifi için oluşturulan pozitif ve negatif üstünlük şeması*

Adım 6: Alternatifler için pozitif ve negatif üstünlüklerin belirlenmesinin ardından alternatiflerin kısmi öncelikleri belirlenmektedir. *c* ve *d* alternatiflerinin kısmi önceliklerinin belirlenmesine ilişkin durumlar aşağıda verilmiştir (Bedir vd, 2016: 3):

Durum I: Eşitlik (1.13), (1.14) ve (1.15) koşullarından herhangi biri sağlanıyorsa, o zaman *c* alternatifi *d* alternatifine tercih edilmektedir.

$$\Phi^+(c) > \Phi^+(d) \text{ ve } \Phi^-(c) < \Phi^-(d) \quad (1.13)$$

$$\Phi^+(c) > \Phi^+(d) \text{ ve } \Phi^-(c) = \Phi^-(d) \quad (1.14)$$

$$\Phi^+(c) = \Phi^+(d) \text{ ve } \Phi^-(c) < \Phi^-(d) \quad (1.15)$$

Durum II: Eşitlik (1.16) sağlanıyorsa, o zaman *c* alternatifi *d* alternatifinden farksız olarak kabul edilmektedir.

$$\Phi^+(c) = \Phi^+(d) \text{ ve } \Phi^-(c) = \Phi^-(d) \quad (1.16)$$

Durum III: Eşitlik (1.17) ve (1.18) koşullarından herhangi biri sağlanıyorsa, o zaman *c* alternatifi *d* alternatifi ile karşılaştırılmaz.

$$\Phi^+(c) > \Phi^+(d) \text{ ve } \Phi^-(c) > \Phi^-(d) \quad (1.17)$$

$$\Phi^+(c) < \Phi^+(d) \text{ ve } \Phi^-(c) < \Phi^-(d) \quad (1.18)$$

Adım 7: Yöntemin son adımında alternatiflerin tam öncelikleri eşitlik (1.19) kullanılarak hesaplanmaktadır (Nenad ve Zoran, 2017: 285):

$$\Phi(c) = \Phi^+(c) - \Phi^-(c) \quad (1.19)$$

$\Phi(c)$ değerlerine bağlı kalarak tüm alternatiflerin sıralanması gerçekleştirilir. c alternatifinin diğer alternatiflere kıyasta daha yüksek değer alması, onun en iyi alternatif olduğu anlamına gelmektedir.

7.2.2. ELECTRE yöntemi

ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality), Benayoun, Roy ve Sussman tarafından ilk defa 1966 yılında önerilmiş ve pek çok farklı versiyonu geliştirilmiş bir ÇKKV yöntemidir. Yöntem, alternatifleri karşılaştırma problemleri için tanımlanmamış çözümleri tanımlamakta kullanılmaktadır. ELECTRE, AHP ve MAUT yöntemlerinde olduğu gibi sınırlı sayıda alternatifin incelendiği karar problemlerine uygun olmaktadır. Yöntem sonraki yıllarda geliştirilerek, ELECTRE (I-IV) sürümleri sunulmuştur. Geliştirilen sürümlerin hepsi aynı temel ilkelere dayanmasına rağmen işlevsel olarak farklılıklara sahiptir (Wang, 2005: 52-53).

ELECTRE yöntemini diğer ÇKKV yöntemlerinden ayıran temel özellik, yöntemin üstünlük ilişkisi ilkesine dayanmasıdır. Bu yöntemin kullanılması, karar vericiye belirli kriterlerde baskın alternatifleri eleme olanağı sağlamaktadır. Yöntemde değerlendirme süreci, alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar gerçekleştirerek baskın alternatiflerin belirlenmesinden oluşur. Yöntem, ikili baskınlık ilişkilerinde uzlaşmalardan emin olmak için tercih ağırlıkları ve ağırlıklı değerlendirmeler arasındaki farklılığı kontrol etmektedir. Uzlaşmaların kesinliğini belirlemek için gerçekleştirilen bu iki kontrol adımı uyum ve uyumsuzluk kümeleri olarak kabul edilmektedir (Al-Hamadi, 1995: 42). Yöntem 6 adımdan oluşmakta olup, aşağıda bu adımlara yer verilmiştir.

Adım 1: Yöntemin ilk adımında karar matrisi oluşturulur ve ardından normalize edilmiş değerler hesaplanır. Karar matrisinin sütun ve satırları sırasıyla kriter ve alternatifleri göstermektedir. Örnek karar matrisi eşitlik 1.20'de verilmiştir (Dursun, 2018: 38):

$$C_{ij} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \cdots & c_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.20)$$

Karar matrisi oluşturulduktan sonra normalizasyon işlemine başlanmaktadır. Bu kriterlerin fayda ve maliyet yönüne bağlı kalınarak farklı normalizasyon formülleri kullanılır.

$$x_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n c_{ij}^2}} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (1.21)$$

$$x_{ij} = \frac{1/c_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (1/c_{ij})^2}} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (1.22)$$

Fayda ve maliyet kriterleri için sırasıyla Eşitlik 1.21 ve 1.22 uygulanarak C karar matrisi standart karar matrisine dönüştürülmüştür.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 2: İkinci adımda ilk olarak kriterlerin görelî önem değeri belirlenmektedir. Ardından normalize karar matrisi, önceden belirlenen ağırlık değeri ile çarpılarak normalize edilmiş karar matrisine ulaşılır (Yücel ve Görener, 2016: 78):

$$V_{ij} = w_j \cdot x_{ij} \quad (1.23)$$

Adım 3: Üçüncü adımda uyum ve uyumsuzluk kümeleri belirlenmektedir. Kümeleri belirlemek için V matrisi kullanılmaktadır. Bu adımda değerlendirme faktörleri esas alınarak karar puanları hesaplanır ve karşılaştırılır. Kriterler, her ikili karşılaştırılmış alternatif için iki ayrı kümeye ayrılmaktadır. A_p ve A_q ($1, 2, \dots, m$ ve $p \neq q$) uyum kümesinde alternatif A_p , alternatif A_q 'ye tercih edilmektedir (Alper ve Başdar, 2017: 635):

$$C(p, q) = \{j | V_{pj} \geq V_{qj}\} \quad (1.24)$$

Eğer alternatif A_p , alternatif A_q 'den daha kötü bir alternatif ise o zaman uyumsuzluk kümesi oluşturulur.

$$D(p, q) = \{j | V_{pj} \leq V_{qj}\} \quad (1.25)$$

Adım 4: Dördüncü adımda uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplanmaktadır. Uyum kümeleri kullanılarak uyum matrisi (C) oluşturulur (Soner ve Önüt, 2006: 112):

$$C_{pq} = \sum_{j^*} w_{j^*} \quad (1.26)$$

Burada; j^* , uyum kümesi faktörlerini temsil etmektedir.

Uyumsuzluk matrisini (D) oluşturmak için ise eşitlik (1.27) kullanılır.

$$D_{pq} = (\sum_{j^0} |v_{pj^0} - v_{qj^0}|) / (\sum_j |v_{pj} - v_{qj}|) \quad (1.27)$$

Burada; j^0 , uyumsuzluk kümesi faktörlerini temsil etmektedir.

Adım 5: Beşinci adımda, uygun olmayan alternatifleri elemek için hesaplanan uyum ve uyumsuzluk matris elemanları denetlenmektedir. Bunun için üstünlük karşılaştırmaları gerçekleştirilir. Karşılaştırmaların gerçekleştirilebilmesi için ilk olarak C ve D değerlerinin ortalamaları hesaplanmaktadır. Uyum ve uyumsuzluk matrislerinde C_{pq} ve D_{pq} 'nün sırasıyla ne kadar büyük ve küçük olduğuna bakılarak, C_p alternatifinin C_q alternatifine ne kadar baskın olduğu belirlenir. $C_{pq} \geq \bar{C}$ olduğunda $D_{pq} \leq \bar{D}$ ise o zaman C_p alternatifi C_q alternatifine tercih edilmektedir (Mercan, 2013: 42).

ELECTRE yöntemi ile tercih edilen alternatifler bir çekirdek oluşturmaktadır. Aşağıdaki iki durum temel alınarak çekirdek oluşturulmaktadır (Soner ve Önut, 2006: 113):

1. K alternatif kümesinde bulunan bir alternatif, K 'nin içinde bulunan diğer bir alternatife göre daha dominant değildir.
2. K 'nin dışında bulunan bir alternatif, tercih sıralamasında K 'nin içindeki en az bir noktanın daha gerisindedir.

Adım 6: Yöntemin son adımında uyum ve uyumsuzluk matrisleri için net indeks değerleri hesaplanmaktadır. Bir önceki adımda tercih edilen alternatiflerin oluşturduğu çekirdekte birden fazla alternatifin yer alması durumunda, bu alternatifler arasında baskınlığın ve seçimin nasıl yapılacağı net uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplanarak belirlenmektedir. Çözüm kümesi, en büyük net uyum indeksine ve en küçük net uyumsuzluk indeksine sahip olan alternatiften oluşmaktadır. Net uyum ve net uyumsuzluk indeksleri sırasıyla eşitlik (1.28) ve (1.29)'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Bülbül ve Köse, 2011: 83-84):

$$C_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{kp} \quad (1.28)$$

$$D_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{kp} \quad (1.29)$$

Net uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplandıktan sonra en büyük C ve en küçük D değeri seçilerek son sıralamaya ulaşılır.

7.3. REFERANS SEVİYESİ YAKLAŞIMI

Referans seviyesi yaklaşımında kriterlerin her biri için hedefler tanımlanır. Sonrasında, referans seviyesine veya ideal hedefe en yakın seçenekler belirlenir. Çalışmada bu yaklaşımlardan TOPSİS, Gri İlişkisel Analiz ve MOORA yöntemlerine yer verilmiştir.

7.3.1. TOPSIS yöntemi

TOPSIS (The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), ilk defa 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından ÇKKV problemlerine çözüm sağlamak amacıyla önerilmiştir. TOPSIS, karar vericiler için birden fazla kriterin söz konusu olduğu karar problemlerinde karar verme sürecini destekleyen pratik bir yöntemdir. Yöntemin temel felsefesi, pozitif ideal çözüm ile negatif ideal çözümden geometrik mesafede yerleşen alternatifleri sıralamaktır. Yani, negatif ideal çözümden en uzak, pozitif ideal çözüme ise en yakın olan alternatifin seçilmesi hedeflenmektedir (Huang, 2014: 15).

Ulaşılabilir en iyi öznelik değerleri ideal çözüm olarak tanımlanmaktadır. Bunun aksine ulaşılabilir en kötü öznelik değerleri ise negatif ideal çözüm olarak tanımlanır. TOPSIS, karar matrisini oluşturan her bir özelliğin, tekdüze olarak artan veya azalan bir faydaya sahip olduğunu varsaymaktadır. Yani, daha fazla yarar sağlayan ve az maliyet getirisi olan alternatif, sıralamada daha iyi bir sonuca sahiptir. TOPSIS yönteminde, problemin çözümünde kullanılan veriler sayısal, karşılaştırılabilir ve bir dizi ağırlığa sahip olmalıdır (Al-Hamadi, 1995: 50-51). Yöntemin adımları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

Adım 1: Diğer ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi TOPSIS yönteminde de uygulama, karar matrisinin oluşturulmasıyla başlamaktadır. Oluşturulan karar matrisinin satır ve sütunlarında sırasıyla sıralanacak alternatifler ve değerlendirme kriterleri yer almaktadır (Jayant vd., 2014: 2148):

$$C_{m \times n} = [C_{ij}] = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & c_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.30)$$

Adım 2: Yöntemin ikinci adımında standart karar matrisi oluşturulmaktadır. Bunun için karar matrisine eşitlik (1.31)'deki formül uygulanır ve karar matrisi normalize edilir (Solomon, 2017: 36):

$$R_{ij} = C_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m C_{ij}^2} \quad i = 1, \dots, m \text{ ve } j = 1, \dots, n \quad (1.31)$$

Adım 3: Karar matrisinin normalize edilmesinin ardından ağırlıklı standart matris (V) oluşturulmaktadır. Bu adımda ilk olarak değerlendirme kriterlerine ait ağırlık değerleri belirlenir. Ardından ise matrisin her bir sütun değeri ona karşılık gelen kriterin ağırlık değeri ile çarpılarak ağırlıklı standart matrise ulaşılır (Sargut, 2018: 21):

$$[V_{ij}] = \begin{bmatrix} w_1 c_{11} & w_2 c_{12} & w_3 c_{13} & \dots & w_n c_{1n} \\ w_1 c_{21} & w_2 c_{22} & w_3 c_{23} & \dots & w_n c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 c_{m1} & w_2 c_{m2} & w_3 c_{m3} & \dots & w_n c_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.32)$$

Burada w_i kriter ağırlıklarını ifade etmektedir.

Adım 4: V_{ij} hesaplandıktan sonra pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerleri, ağırlıklı standart karar matrisi kullanılarak oluşturulur. Bu aşamada problemin amacı dikkate alınmaktadır. Problem bir maksimizasyon problemi ise o zaman standart karar matrisinin her bir sütunu için maksimum değerler belirlenir. Bunun aksine problem eğer bir minimizasyon problemi ise o zaman her bir sütun için minimum değerler belirlenmektedir. Bulunan bu değerler, problemin amacına bağlı olarak pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerlerini oluşturmaktadır ve sırasıyla eşitlik (1.33) ve (1.34)'de gösterildiği gibi belirlenmektedir (Ceylan, 2018: 20):

$$\text{Pozitif ideal çözüm: } P^+ = \left\{ \max_i v_{ij} \right\}, P^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_m^+\} \quad (1.33)$$

Burada P^+ , en çok tercih edilen alternatifi ifade etmektedir.

$$\text{Negatif ideal çözüm: } N^- = \left\{ \min_i v_{ij} \right\}, N^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_m^-\} \quad (1.34)$$

Burada N^- , en az tercih edilen alternatifi göstermektedir.

Adım 5: Yöntemin beşinci adımında ayırım ölçüleri hesaplanmaktadır. TOPSIS'te her bir alternatif ve mutlak ideal çözüm arasında ayırım mevcuttur ve bu ayırımların bulunmasında Euclidian uzaklık yaklaşımından faydalanılmaktadır. Alternatiflere ilişkin

ayırımılar, İdeal Ayırım (S_i^+) ve Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) olmak üzere iki ölçüye ayrılmaktadır. Bu ölçülerin hesaplanmasına ilişkin formüller sırasıyla eşitlik (1.35) ve (1.36)'da verilmiştir (Aydın, 2017: 75-76).

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (1.35)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (1.36)$$

Burada;

v_j^* - her kriterde en iyi değeri alan alternatiflere ait değerlendirme

v_j^- - her kriterde en kötü değeri alan alternatiflere ait değerlendirme ifade etmektedir.

Adım 6: Son adımda, ayırım ölçü değerleri yardımıyla ideal çözüme yakınlık hesaplanmaktadır. İdeal çözüme yakınlık dereceleri belirlendikten sonra alternatiflerin tercih sıralamaları gerçekleştirilir. Pozitif ideal çözüm ile ilgili her bir C_i alternatifinin nispi yakınlığı eşitlik (1.37) kullanılarak hesaplanır ve sıralanır (Yılmaz, 2016: 28).

$$C_i^* = S_i^- / (S_i^- + S_i^+)^2 \quad (1.37)$$

C_i^* - ideal çözüme nispi yakınlığı ifade etmektedir.

Burada $0 \leq C_i^* \leq 1$ dir. $C_i^* = 0$ olduğunda $C_i = N^-$ olacaktır. Yani, ilgili karar noktası negatif ideal çözüme daha yakındır. Bunun aksine $C_i^* = 1$ olduğunda $C_i = P^+$ olacaktır ve bu ilgili karar noktası, pozitif ideal çözüme daha yakındır anlamına gelmektedir. C_i^* değerleri hesaplandıktan sonra alternatiflerin sıralanmasına gidilir. En yüksek C_i^* değerine sahip olan alternatif en uygun alternatif olarak tanımlanırken, en küçük C_i^* değerini taşıyan alternatif ise en uygun olmayan alternatif olarak tanımlanmaktadır (Cassone, 2005: 32).

7.3.2. Gri ilişkisel analiz (GİA)

Gri ilişkisel analiz, Deng tarafından geliştirilmiş olan Gri sistem teorisinde ileri sürülen bir analiz yöntemidir. Yöntemin yapısı geometrik matematiğe dayanmaktadır. Bu yapı normallik, simetri, bütünlük ve yakınlık ilkelerini kendinde birleştirmektedir. Gri

ilişkisel analiz, çoklu faktörler ve değişkenler arasındaki karmaşık ilişkilerin çözümünde kullanılmaktadır (Sallehuddin vd., 2008: 433).

Gri teorisinin en büyük üstünlüğü hem eksik bilgi hem de belirsizlik taşıyan problemlerin çözümünde kullanılabilmesidir. Gri teori, gri ilişkisel analiz kullanarak eksik bilgilerle karakterize kararlar vermede oldukça başarılıdır. Karmaşık bir yapıya sahip sistemler için farklı faktörler arasındaki ilişkinin belirgin olmadığı durumların gözlemlendiği sisteme “gri” sistem denilir.

Gri ilişkisel analiz, gri teoride değerlendirme kriterleri arasındaki karşılaştırmaları nicel olarak gerçekleştiren bir yöntemdir. Yöntem, kriterler arası ilişkileri kurarken kriterler arasındaki benzerlik ve değişkenliğin seviyesini dikkate almaktadır (Li, 2007: 24-25). Gri ilişkisel analizin temel amacı referans olarak belirlenen veri serisi ve diğer veri serisi arasındaki geometrik benzerliğe ilişkin karşılaştırmayı gerçekleştirmektir. Seriler, aralarındaki korelasyonun büyüklüğüne bağlı olarak gelişim yönleri ve hızları açısından yakınlık göstermektedirler. Yani, yüksek korelasyonun mevcudluğu iki seri arasındaki ilişkinin bir birine yakın olduğunu göstermektedir (Dai vd., 2014: 3).

Gri ilişkisel analiz, alternatif performanslarını karşılaştırmada kullanılacak bir serinin oluşturulması ile ilgilidir. Bu işlem gri ilişkilerin oluşturulması olarak da tanımlanabilir. Oluşturulan seriler için referans olarak kabul edilen bir ideal hedef serisi belirlenir. Ardından referans serisi ile karşılaştırılabilir tüm seriler için gri ilişkisel katsayı değerleri hesaplanır. Son olarak hesaplanan gri ilişkisel katsayı değerleri dikkate alınarak ilgili seriler arasındaki gri ilişkisel dereceler tanımlanır. Referans serisi ile bir alternatif için oluşturulan karşılaştırılabilir seri arasındaki gri ilişkisel derecenin yüksekliği ilgili alternatifin en iyi seçim olacağını göstermektedir (Kuo vd., 2008: 81). Gri ilişkisel analizin veri işleme süreci aşağıdaki adımları içermektedir (Wu, 2017: 7915; Hasani vd., 2012: 83; Özçalıcı, 2016: 25-27; Zhang, 2017: 36-37):

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

İlk adımda m sayıda kriter ve n sayıda alternatife sahip karar matrisi oluşturulur.

$$X_i = \begin{bmatrix} x_1(1) & x_1(2) & \dots & x_1(m) \\ x_2(1) & x_2(2) & \dots & x_2(m) \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ x_n(1) & x_n(2) & \dots & x_n(m) \end{bmatrix}$$

Adım 2: Karar matrisinin normalize edilmesi

Gri ilişkisel analizde farklı normalizasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Normalizasyon sonunda veri kümesi [0,1] ölçeğine dönüştürülür. Bu, sayısal açıdan yüksek değerlere sahip kriterlerin analize olası etkilerini önlemek amacıyla yapılmaktadır. Normalizasyon yöntemleri sırasıyla “Daha büyük – Daha iyi” ve “Daha küçük – Daha iyi” olarak sıralanabilir. İlk yönteme göre ölçüm için büyük değerlerin tercihi söz konusuysen, ikinci yönteme göre tercih küçük değerlerin seçimi ile ilgilidir. Yöntemlerde kullanılan normalizasyon formülleri sırasıyla eşitlik (1.38) ve (1.39)’da verilmiştir.

$$x'_i(j) = \frac{x_i(j) - \min x_i(j)}{\max x_i(j) - \min x_i(j)} \quad (1.38)$$

$$x'_i = \frac{\max x_i(j) - x_i(j)}{\max x_i(j) - \min x_i(j)} \quad (1.39)$$

Burada;

$\max x_i(j) - j$ kriteri için maksimum değer

$\min x_i(j) - j$ kriteri için minimum değer

$x_i(j)$ – normalizasyondan önceki değer

x'_i - normalizasyondan sonraki değer olarak tanımlanmaktadır.

Normalizasyon işleminin ardından normalize karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$X'_i = \begin{bmatrix} x'_1(1) & x'_1(2) & \dots & x'_1(m) \\ x'_2(1) & x'_2(2) & \dots & x'_2(m) \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ x'_n(1) & x'_n(2) & \dots & x'_n(m) \end{bmatrix}$$

Adım 3: Referans seviyesinin belirlenmesi

$$x'_0 = (x'_0(1), x'_0(2), \dots, x'_0(m)) \quad (1.40)$$

Adım 4: Mutlak değer matrisinin oluşturulması

Bu adımda normalize karar matrisi ile referans serisi arasındaki fark (Δ_{0i}) hesaplanarak mutlak değer matrisi oluşturulur.

$$\Delta_{0i}(j) = |x'_0(j) - x'_i(j)| \quad i = (1,2, \dots, m) \quad j = (1,2, \dots, n)$$

$$\Delta_{0i} = \begin{bmatrix} \Delta_{01(1)} & \Delta_{01(2)} & \dots & \Delta_{01(m)} \\ \Delta_{02(1)} & \Delta_{02(2)} & \dots & \Delta_{02(m)} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ \Delta_{0n(1)} & \Delta_{0n(2)} & \dots & \Delta_{0n(m)} \end{bmatrix} \quad (1.41)$$

Adım 5: Farklı seriler için gri ilişkisel katsayıların hesaplanması

Gri ilişkisel katsayılar eşitlik (1.42) kullanılarak hesaplanır.

$$\gamma_{0i}(j) = \frac{\Delta_{min} + \delta \Delta_{max}}{\Delta_{0i}(j) + \delta \Delta_{max}} \quad (1.42)$$

Burada;

$\Delta_{min} = \min_j \min_i \Delta_{0i}(j)$ ve $\Delta_{max} = \max_i \max_j \Delta_{0i}(j)$. δ ise $[0,1]$ aralığındaki gri ilişkisel katsayıyı ifade etmektedir.

Adım 6: Gri ilişkisel derecelerin hesaplanması

Gri ilişkisel derece, kriterlerin görelî önem değerlerinin farklılaşma durumuna bağılı olarak iki şekilde hesaplanır. Kriterlerin görelî önem değerlerinin iki farklı durumu gözlenebilir. Birincisi görelî önem değerlerinin eşit olduğu durumdur ve eşitlik (1.43)'deki gibi hesaplanır.

$$\Gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \gamma_{0i}(j) \quad i = (1,2, \dots, n) \quad (1.43)$$

İkincisi kriter görelî önem değerlerinin farklılık gösterdiği durumdur ve eşitlik (1.44)'deki gibi hesaplanır.

$$\Gamma_{0i} = \sum_{j=1}^n w_i \cdot \gamma_{0i}(j) \quad i = (1,2, \dots, n) \quad (1.44)$$

Burada;

Γ - gri ilişkisel dereceyi

w_i – kriter ağırlığını

γ – gri ilişkisel katsayıyı ifade etmektedir.

Gri ilişkisel derecelerin hesaplanması ile bu derecelere göre büyükten küçüğe olacak şekilde tercih sıralaması elde edilir. Karar verici, bu tercih sıralamasına göre kararını verebilir.

7.3.3. MOORA yöntemi

Bir çok amaçlı optimizasyon yöntemi olan MOORA (The Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis), ilk defa Brauers ve Zavadskas tarafından 2006 yılında tanıtılmıştır (Brauers vd., 2008: 247-248). MOORA, bazı kısıtlamalar altında iki veya daha fazla çelişkili durumu eş zamanlı optimize eden süreç olarak tanımlanmaktadır. Yöntem, değerlendirme sürecinin öznel bölümüne ait karar verme kriteri ile karar verme özelliklerini bir birinden ayırmada esneklik seviyesine ve anlama kolaylığına sahiptir. Bu yöntem, fayda ve maliyet yönlü çelişen kriterlerin amacını belirleyebilmesi nedeniyle alternatif tercihinde iyi bir yöntemdir (Limbong vd., 2018: 353). Diğer bir ifadeyle MOORA, hem fayda hem de maliyet kriterlerini dikkate alarak alternatifleri sıralamaktadır (Nori vd., 2018: 1024). Yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerinden ayıran temel özellikler, problemin çözümü için belirlenen tüm amaçları dikkate alması, alternatiflerle amaçlar arasındaki etkileşime bütünsel bir boyut kazandırması ve öznel ağırlıklı normalizasyon yerine nesnel olarak yönsüz değerleri kullanmasıdır (Karaca, 2011: 23). MOORA iki farklı yöntemden oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla, Oran ve Referans Nokta Yaklaşımı yöntemidir (Brauers ve Zavadskas, 2006: 445).

7.3.3.1. Oran yöntemi

MOORA Oran yöntemi karar matrisinin oluşturulmasıyla başlayan toplam dört adımı içerir (Adalı ve Işık, 2017: 231-232):

Adım 1: MOORA yönteminin ilk adımı diğer ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi, farklı kriterlere göre farklı alternatiflerin performansını gösteren karar matrisinin oluşturulmasıdır. Karar matrisinin satır ve sütunlarında sırasıyla alternatif ve kriterler yer almaktadır.

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Burada x_{ij} i . alternatifin j . kriterdeki performansını göstermektedir. m ve n ise sırasıyla alternatif ve kriterleri ifade etmektedir.

Adım 2: Karar matrisi oluşturulduktan sonra bir kritere göre alternatifin performans değerine karşı yine bu kritere göre diğer alternatiflerin performansları eşitlik (1.45)'deki gibi hesaplanır. Diğer bir ifadeyle karar matrisi normalize edilerek, normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1.45)$$

Burada x_{ij}^* , $[0,1]$ aralığında boyutsuz bir sayıdır ve j . kriter için i . alternatifin normalize edilmiş performansını ifade etmektedir.

Adım 3: Fayda kriterleri için normalize edilmiş değerlerin hesaplanmasından sonra aynı işlem maliyet kriterleri için de gerçekleştirilir. Tüm kriterlerin normalize edilmiş değerlerine ulaşıldıktan sonra eşitlik (1.46)'da olduğu gibi maliyet kriterleri toplamından fayda kriterleri toplamı çıkarılır. İşlem sonunda alternatiflere ilişkin performans değerlerine ulaşılır.

$$y_i^* = \sum_{j=1}^g x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^* \quad (1.46)$$

Burada y_i^* her alternatifin performans puanını ifade etmektedir.

Karar vericiler bir kritere diğerlerinden daha fazla önem vermek istediğinde eşitlik (1.46) yeniden düzenlenir. Böyle bir durumda eşitlik (1.46)'ya kriter görelî önem değerleri ilave edilerek hesaplama aşağıdaki gibi gerçekleştirilir.

$$y_i^* = \sum_{j=1}^g w_j x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n w_j x_{ij}^* \quad (1.47)$$

Burada;

w_j – kriterlerin görelî önem değerini

g – maksimize edilmesi gereken kriter sayısını ifade etmektedir.

Adım 4: Son adımda hesaplanmış y_i^* değerleri esas alınarak alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilir. Sıralama, en yüksek y_i^* değerinden başlayarak en düşük y_i^* değeri ile tamamlanır. En yüksek y_i^* değerini alan alternatif en iyi alternatif olarak tercih edilir.

7.3.3.2. Referans noktası yaklaşımı

Referans Noktası yaklaşımında Oran Yöntemi ile hesaplanmış normalize veriler esas alınmaktadır. Bu yaklaşımda referans noktası (r_i) amacın yönüne bağlı olarak belirlenmektedir. Yani, amaç maksimizasyon ise alternatifin en yüksek değeri, buna karşılık minimizasyon ise en düşük değer referans noktası olarak seçilir (Özbek, 2015: 9). Referans Noktası yaklaşımında, Oran yönteminde kullanılan normalizasyon formülü kullanılmaktadır. Normalleştirilmiş değerler kullanılarak “Maksimal Amaç Referans Noktası” bulunur. Maksimal Amaç Referans Noktası yaklaşımı gerçekçi ve objektif bir yaklaşımdır. Bu, referans noktası için seçilen koordinatların aday alternatiflerin birinde gerçekleştirilmesi ile açıklanmaktadır (Brauers vd., 2010: 617-618).

Bir referans noktası serisi fayda ve maliyet kriterleri esas alınarak elde edilmektedir. Fayda kriterleri için maksimum değerlerin tümüne, maliyet kriterleri için ise minimum değerlere sahip olabilecek alternatif her zaman mümkün olamayacağından, referans noktası serisinden sapmaların olması beklenebilmektedir. Kriter değerinin referans noktasından sapması aşağıdaki gibi belirlenmektedir (Attri ve Grover, 2014: 322).

$$r_i - X_{ij}^* \quad (1.48)$$

Referans noktası yaklaşımında alternatif için düşünülen tüm kriterlere ilişkin toplam sapma değerleri performans endeksi (P_i) ile ifade edilmektedir.

$$P_i = \min_{(i)} \left(\max_{(j)} |r_i - x_{ij}^*| \right) \quad (1.49)$$

En iyi alternatif tüm fayda ve maliyet kriterleri dikkate alındığında minimum sapmaya sahip olan olacaktır. Yani, minimum P_i değerine sahip alternatif en iyisidir (Karande ve Chakraborty, 2012: 11).

İkinci Bölüm

1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERMEDE AĞIRLIKLANDIRMA YAKLAŞIMLARI

Kararlar, yapısına ve önem düzeyine göre bir veya birden çok değerlendirme kriterinin varlığı altında alınmaktadır. Tek bir değerlendirme kriterine bağlı kalınarak alınan kararlar yapı itibariyle basit olarak tanımlanmaktadır ve bu türden karar problemlerinin çözümü, birden fazla değerlendirme kriterine bağlı kalınarak çözülmesi gereken karar problemlerinin çözümünden daha hızlı ve kolay olmaktadır. Karar verme süreci, kriter sayısının fazlalığına bağlı olarak iyi veya kötü yönde etkilenir. Çünkü birden fazla kriterin önemsendiği karar problemlerinde, ele alınan kriterler arasında çelişki ve karmaşıklık gibi durumlar gözlenebilmektedir. Bu çelişki ve karmaşıklık kriter yapılarının farklı olabilmesinden kaynaklanmaktadır. Buna bağlı olarak, her bir kriter farklı ağırlık ve önem seviyelerine sahiptir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi için birtakım ağırlıklandırma yöntemleri geliştirilmiştir.

ÇKKV yöntemlerine ilişkin literatür incelendiğinde çok sayıda kriter ağırlıklandırma yöntemi ile karşılaşılacaktır. ÇKKV yöntemlerinde kriterlere ağırlıkların atanması beklenen sonuca ulaşmada büyük bir etkiye sahiptir ve bu nedenden dolayı da önemli bir adım olarak kabul edilmektedir. Kriterlerin sahip oldukları görece önem değerlerinin belirlenmesi amacıyla farklı kriterlere kardinal ve ordinal değerlerin atanması, ağırlıklandırma yöntemlerinin asıl amacı olarak görülmektedir. Atanan bu değerler grubu, alternatifleri değerlendirmede kullanılır (Zardari vd., 2015: 23).

ÇKKV yöntemlerinde karar vericinin uygun tercihlerini ortaya çıkarması ve bunları değerlendirebilmesi için problemin kriterlerinin tanımlanması gerekmektedir. Kriterlere ilişkin görece önemler ulaşılabilecek çözüme doğrudan etki yapması nedeniyle önemlidir. Ağırlıklandırma yöntemleri kullanılarak kriterlere ilişkin ağırlık değerleri belirlenmektedir. Ağırlık belirlemek için kullanılan yöntemler basit olabileceği gibi aynı zamanda karmaşık yapıya da sahip olabilmektedir. Ayrıca değerlendirme kriterleri arasında birtakım farklılıklar mevcuttur ve bu yüzden de ağırlıklandırma yöntemleri kullanılırken bu farklılıkların göz önünde bulundurulması önem arz etmektedir (Deason, 2009: 64). Bu ve diğer nedenler göz önünde bulundurularak ağırlıklandırma yöntemleri

için farklı sınıflandırılmalar yapılmıştır. Bu bölümde Wang vd.'nin (2009: 2270-2273) yaptığı sınıflandırma kullanılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre ağırlıklandırma yöntemleri öznel ve nesnel olmak üzere iki sınıfta toplanmaktadır.

2. ÖZNEL AĞIRLIKLANDIRMA YÖNTEMLERİ

Genel bir ÇKKV problemi, iki veya daha fazla alternatiften ve birden fazla değerlendirme kriterinden oluşmaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve uygun çözüm ile ilgili beklenen sonuca ulaşma, kriterlere ilişkin değerlendirme süreci, yani kriter ağırlıklarının belirlenmesi ile doğrudan alakalıdır. Belirlenen kriter ağırlıkları, kriterlerin karar verme sürecindeki önemini, dolayısıyla etkisini yansıtır. Kriter ağırlıklarını belirlemede öznel ve nesnel başlıklar altında toplanan ağırlıklandırma yöntemleri önerilmiştir (Zoraghi vd., 2013: 3). Öznel ağırlıklandırma yöntemine göre kriterlerin görece önem değerleri karar vericinin tercihi esas alınarak belirlenmektedir (Durmuş, 2015: 13). Bu ağırlıklandırma yöntemlerinde kalitatif yaklaşıma yer verilmektedir. Yani, kriterlerin görece önem değerleri belirlenirken karar vericinin deneyimlerine dayanan öznel yargılar önemsenmektedir (Yin vd., 2015: 462). Literatürde en çok tercih edilen öznel ağırlıklandırma yöntemleri, Basit Çok Özellikli Değerlendirme Tekniği (SMART), SIMOS, Doğrudan Derecelendirme (Direct Rating) ve Oran Ağırlıklandırmadır (Ratio Weighting).

2.1. SMART Yöntemi

SMART (Simple Multi – Attribute Rating Technique), 1977 yılında Ward Edward tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemin kullanılabilmesi için alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan kriterler sayısal değerler almalıdır. Bu çok kriterli değerlendirme tekniği, her alternatifin değerleri olan bazı kriterlerden oluştuğu ve her kriterin diğer kriterlere göre ne kadar önemli olduğunu açıklayan ağırlıklara sahip olduğu teorisi üzerinde önerilmektedir. Kriterlerin sahip olduğu görece önem değerleri problemin çözümüne ilişkin en doğru seçimin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Yöntem, seçenekler ile ilgili bilgi sağlayan doğrusal bir katkı modeline dayanmaktadır. Bu ağırlıklandırma tekniği, kullanımının yalın ve şeffaf olmasıyla öne çıkmaktadır. Şöyle ki teknik, karar vericinin kolay bir biçimde uygulayabileceği yalınlıktadır. Teknikte kullanılan doğrusal fonksiyon modeli eşitlik (2.1)'de gösterildiği gibidir.

$$Max \sum_{j=1}^k w_j * c_{ij} \quad (2.1)$$

Burada; w_j kriter ağırlıklarını, c_{ij} i . alternatifin j . kriterdeki fayda değerini ifade etmektedir (Siregar vd., 2017: 2). Modelden de anlaşılacağı gibi, herhangi bir alternatifle ilişkin genel değere, her bir kriterin ağırlık skoru ile kriterlere ilişkin performans skorunun çarpımı sonucunda ulaşılmaktadır.

SMART yöntemi diğer ağırlıklandırma teknikleri ile kıyaslandığında daha az karmaşıklık ve hesaplama özelliğine sahip olmasından dolayı karar vericiler tarafından çoğu zaman tercih edilmektedir. Alternatiflerin kriter bazında performans anlamında farklılık gösterdiği bir çözümlenme süreci için SMART modelini kullanmak son derece uygundur. Tekniğin bir diğer özelliği de alınan kararların tutarlılık derecesini kontrol eden bir yapıya sahip olması ile ilgilidir. Teknikte kullanılan ağırlıklandırma yaklaşımı, ikili karşılaştırma ile gerçekleştirilmektedir. Şöyle ki, kriterlere ilişkin bir sıralama göz önünde bulundurularak en düşük dereceden öneme sahip kriter ile onu takip eden en düşük dereceli kriter karşılaştırılır ve bu eylem tekrarlanarak tüm kriterler için uygulanır. Karşılaştırmalar sonucunda yargıların tutarlılığı, onların karşılaştırma kümesi için aynı veya çok yakın olup olmamasına göre belirlenir. Tutarlılık ile ilgili durum söz konusu olduğunda ise karar vericiler tarafından kriter önem düzeylerine ilişkin kararların alınmadığı veya çözümlenme süreci esnasında bir yanılgıya düşüldüğü varsayılmaktadır. Böyle bir durumun varlığında işlem, karar verici için tutarlı bir öncelikler kümesine ulaşana kadar devam etmekte ve fazladan zaman harcanması gerektiği anlamına gelmektedir (Dolan, 2010: 10). Yöntemin ana adımları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Olson, 1996: 35-36; Patel vd., 2017: 3; Kabli, 2009: 48-49):

Adım 1: Karar vericinin tanımlanması

Adım 2: Problem veya problemlerin ifade edilmesi. Problemin tanımı, ulaşılabilecek fayda, karar içeriğine ve amacına bağlı olarak gerçekleştirilir.

Adım 3: Değerlendirme alternatiflerinin tanımlanması. Bu adımda, muhtemel eylemlerin sonuçları ve veri toplama süreci gerçekleştirilir.

Adım 4: Alternatif değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerin değer boyutlarının tanımlanması. Değer boyutlarına ilişkin bir sınırlama büyük ölçekte önem arz etmektedir. Sınırlama, daha düşük öneme sahip kriterlerin elenmesi veya kriterlerin birleştirilmesi ve yeniden düzenlenmesi olarak gerçekleştirilebilir. Karar verebilmek için yeterli kabul edilen kriter sayısı belirsizdir. Tüm kriterlerin yer aldığı listenin büyüklüğü hala

tartışılmaktadır. Örneğin, bir görüşe göre 15 kriter çok fazla olarak kabul edilirken, başka bir görüşe göre 8 kriterin oldukça büyük olduğu savunulmaktadır. Listede yer alan kriterlerden herhangi birinin görelî önemi oldukça düşükse, bu kriterin karar verme süreci içinde yer alması zorunlu değildir.

Adım 5: Önem sırasına göre boyut sıralaması. Tek karar verici tarafından alınan kararlar için bu aşama oldukça basit kabul edilmektedir. Sıralama, ağırlık belirlemeyle kıyaslandığında daha kolaydır. Kararların grup ortamlarında alınması söz konusu olduğunda, sıralama eylemi açısından bu adım daha zor olabilmektedir. Bu durumun temel nedeni, grup ortamında alınacak kararlara ilişkin müzakerelerde konu ile ilgili tüm noktalara değinilmesi ve bununla da kriterlere ilişkin görelî önem değerlerinin daha detaylı analizinin gerçekleştirilebilmesi durumudur.

Adım 6: Kriterlere ilişkin ağırlık değerlerinin belirlenmesi. Önem açısından en düşük dereceye sahip kritere 10 üzerinden bir önem değeri atanmaktadır. En düşük dereceli kritere göre daha önemli dereceye sahip olan diğer kritere ise, göreceli öneminin en düşük derecede önem taşıyan kritere oranı ile ulaşılan bir sayı verilir. Bu süreç devam ettirilerek her bir yeni alınan karar için belirlenen oran değerleri kontrol edilir. Bu eylem çok sayıda karşılaştırma gerektirmektedir ve bu yüzden de kriter sayısına ilişkin sınırlamalara gidilmesi doğal bir durum olarak kabul edilebilir. Grubu oluşturan farklı kriterlerin farklı nispi önem değerleri taşıması beklenmektedir.

Adım 7: Alternatifler için hesaplanmış değerlerin ağırlıklı ortalamalarının hesaplanması. Yöntemin bu adımında toplamda 1'e eşit olan ağırlık değerleri için normalizasyon işlemi uygulanır.

Adım 8: Her bir kritere göre alternatiflerin değerlendirilmesi. Kriterler taşıdığı özellikler açısından 3 grupta toplanmaktadır. Bunlar sırasıyla öznel, kısmen öznel ve tamamen nesnel gruplar olarak bilinir. Karar verici, öznel özellik taşıyan kriterlerde kazanım değerlerini tahmin etmek durumundadır. Alternatifleri değerlendirmek için 0-100 ölçeği kullanılmaktadır. Bu ölçeğe göre 0 minimum makul değer ve 100 olası maksimum değer olarak kabul edilir. Kısmen öznellik taşıyan kriterler için nesnel ölçümler mevcuttur. Ayrıca tamamen nesnel olan kriterlerin ölçümü de söz konusudur.

Adım 9: Alternatifler için fayda değerlerinin hesaplanması. Bu adımda fayda değerleri eşitlik (2.2) kullanılarak hesaplanır.

$$U_j = \sum_k w_k c_{jk} \quad (2.2)$$

Burada;

U_j – alternatifler için fayda değerini

w_k – k amacı için normalize edilmiş ağırlık değerini

c_{jk} - j . alternatifin k . kriterdeki ölçeklendirilmiş değerini ifade etmektedir.

Adım 10: Kararın verilmesi – bir önceki adımda fayda değerlerinin hesaplanmasıyla alternatiflere ilişkin bir sıralama oluşturulur. En yüksek U_j değerine karşılık gelen alternatif uygun çözüm olarak seçilmektedir.

2.2. SIMOS Yöntemi

SIMOS yöntemi ilk defa 1990 yılında Jean Simos tarafından ileri sürülen bir ağırlıklandırma yöntemidir. SIMOS, kullanıcılar için öznel önem ağırlıklarını belirlemede büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu avantajlar, kullanıcıların tercihlerini bir kriter sırası olarak ifade etmede sağladığı kolaylık, basitlik ve hız olarak açıklanabilir (Gendreau 2018: 11). SIMOS'un ilk uygulama alanı çevre yönetimi ile ilgilidir. Yöntemde, kriterlere ilişkin sınıflandırma bir dizi kart yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Şöyle ki, belirlenen her bir kriter için kartlar atanır ve karar vericinin arzusu doğrultusunda karar kriterleri arasında aynı beyaz kartların kullanımı uygun görülmektedir. SIMOS'un temel ilkesi, seçilen kriterleri önem seviyelerine göre sınıflandırmasını yaparken ardışık sınıflandırmaya bağlı kalmasıdır. Yani sınıflandırma, daha az önem seviyesine sahip kriterlerle başlayıp ardından daha fazla önem seviyesine sahip kriterleri takip ederek tüm kriterlerin kullanımı ile gerçekleştirilir. Bazı durumlarda karar verici ardışık kriter sınıfları arasındaki uzaklığı artan yönde değiştirmek isteyebilir. Bu zaman kriterlere atanan ve onların güçlü tercih düzeyi ile bilgi veren beyaz kartların bir veya birden fazlası diğer kriter kartları arasına yerleştirilebilir (Kostoglou vd., 2013: 6-9). SIMOS yöntemi 3 ana aşamadan oluşmaktadır ve aşağıdaki gibi özetlenebilir (Siskos ve Tsotsolas, 2015: 544):

Adım 1: Karar vericiye her biri için kriter adları verilmiş bir dizi kart verilir ve n sayıda karttan oluşan bu dizindeki kartların her biri birer kriter ailesine karşılık gelmektedir. Aynı zamanda karar verici için beyaz kartlardan oluşan bir kart seti de temin edilir.

Adım 2: İkinci adımda karar verici, kriterleri (kartları) önem düzeylerine göre en azdan en önemliye doğru artan bir sıralamaya tabi tutar. Karar verici, sıralamada birden fazla kriterin önem seviyeleri eşit olduğu gözleğinde ise ilgili kriterleri bir arada toplayarak bir altküme oluşturmaktadır.

Adım 3: Son adımda karar verici, kartlar arasındaki uzaklık mesafelerini ölçer. Eğer bu mesafelerin geniş olduğu karar verici tarafından tespit edilirse, o zaman bir birini izleyen iki kart arasına beyaz kartların yerleştirilmesi beklenmektedir. Kriterlerin görece önemleri arasındaki farkın büyüklüğüne bağlı olarak yerleştirilen beyaz kartların da sayısı artmaktadır.

2.3. Doğrudan Derecelendirme Yöntemi

Doğrudan Derecelendirme yönteminde, kriterlerin görece önem değerlerine ilişkin doğrudan sayısal oran yargıları kullanılmaktadır. Yöntem birkaç farklı şekilde uygulanabilmektedir. Bu çalışmada iki yaklaşıma yer verilmiştir. Bu yaklaşımlardan birine göre, karar verici kriter kümesi içinden en az önem düzeyine sahip bir kriteri keyfi şekilde puan (örneğin 10) atar. Ardından önem düzeyi açısından daha önemli olan kriter tanımlanır ve tanımlanan bu kriter, daha öncesinde belli puan atanan kriter ile önemlilik açısından karşılaştırılarak onun ne kadar önemli olduğu ile ilgili karara ulaşırlar. Önem düzeylerinin karşılaştırılmasından sonra kriter ağırlıklarına ilişkin normalizasyon işlemi eşitlik (2.3) kullanılarak gerçekleştirilir.

$$w_i = \frac{w_i^*}{\sum_{i=1}^n w_i^*} \quad (2.3)$$

Burada;

w_i - i . kriterin normalize ağırlığını

w_i^* - i . kriterin oran ağırlığını ifade etmektedir (Roberts ve Goodwin, 2002: 292).

Diğer bir yaklaşıma göre ise, bir kriterle ilgili görüşlerin en kötünden en iyiye değiştirilmesi için bu en çok istenen kriteri rasgele 100 ağırlık puanı verilir. Diğer kriterlerin her biri için görüşlerin en kötünden en iyiye değiştirilme isteği bu kriteri göre değerlendirilir. Ağırlık değerlerinin belirlenmesinden sonra ilgili ağırlıklar için normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. İşlem sonunda belirlenen ağırlık değerlerinin toplamı her zaman 1'e eşit olmak zorundadır (Goodwin ve Wright, 2004: 35).

2.4. Oran Ağırlıklandırma Yöntemi

Oran ağırlıklandırma yönteminde, herhangi bir değerlendirme kriteri çiftinin oransal açıdan değerlendirilebilmesi için bir karar vericinin görüşü kullanılmaktadır. Kökensel olarak SMART'a dayanan Oran ağırlıklandırma yönteminde karar verici, problem alternatiflerini değerlendirmede kullanılan her bir kriter için numara değerleri atamaktadır. Oran ağırlıklandırma yöntemi, SMART yönteminde kullanılan ağırlıklandırma tekniği olarak da bilinmektedir (Chang, 2004: 63).

Oran ağırlıklandırma yönteminde ağırlık değerlerinin belirlenmesi süreci iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada karar verici, probleme ilişkin değerlendirme kriterlerini önem düzeylerine göre en önemliden en az önemliye doğru olacak şekilde sıralar. Ardından, her bir değerlendirme kriterinin göreceli önem derecelerine ilişkin oran tahminlerinde bulunur ve ilgili kriterleri önem sırasına göre en düşük kriter açısından bir değerlendirmeye tabi tutar. İkinci adımda, en düşük önem derecesine sahip kritere 10 puanlık bir ağırlık değeri atanır ve diğer kriterlerin göreceli önem değerleri 10'un katları olarak değerlendirilir. Son olarak karar verici tarafından kriterlere atanan puan değerleri, ağırlık skorlarının hesaplanması için normalize edilir. Oran ağırlıklandırma yöntemi cebirsel, ayrılmış ve doğrudan bir işlem olarak bilinmektedir (Zardari vd., 2015: 29).

3. NESNEL AĞIRLIKLANDIRMA YÖNTEMLERİ

Kriterlerin önem derecelerini göstermek için kullanılan ağırlıklandırma yöntemlerinden diğeri nesnel (objektif) ağırlıklandırma yöntemidir. Belirtildiği üzere karar problemlerinin bir parçası olan kriterler, problemin çözümünde önemli bir paya sahiptir. Genel anlam itibarıyla karar probleminin parçası olan değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıkları; kriterin sahip olduğu sübjektif ve objektif ağırlık bilgisine bağlı olarak değişmektedir. Sübjektif ağırlıklandırma yapılamadığı zamanlarda objektif ağırlıklandırma yöntemlerine gidilebilir.

Nesnel ağırlıklandırma öznel yargılara değinilmeden ve aynı zamanda matematiksel modeller kullanılarak, sonuçların güvenilirliği tartışılmayacak kadar kesin olan ağırlıklandırma yöntemleridir. Bu çalışmada, Objektif ağırlıklandırma yöntemlerinden; CRITIC, ENTROPİ, FUCOM, CILOS ve IDOCRIW yöntemlerine yer verilmiştir.

3.1. CRITIC Yöntemi

Çok kriterli karar verme problemlerinde kullanılan nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinden biri (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) CRITIC`dir. Yöntemin amacı, karar problemlerinde göreceli öneme sahip olan kriterlerin objektif ağırlıklarının belirlenmesidir. Elde edilen ağırlıklar, karar probleminin yapısında yer alan çatışma-çelişki ve zıtlığın yoğunluğunu içermektedir (Diakoulaki vd., 1995, s. 764). CRITIC yönteminde kriterler arası çatışma-çelişki ve zıtlık korelasyon analiziyle ortaya konmaktadır (Zardari vd., 2015: 33). Basit hesaplamalar içeren bu yöntem, karar problemine dahil olan her bir değerlendirme kriteri için standart sapmanın yanı sıra kriterler arasındaki korelasyonu da dikkate almak koşuluyla kriter ağırlıklarını belirlemektedir. Ağırlıkların belirlenmesi işlemine ilk olarak korelasyon matrisinin oluşturulmasıyla başlanır. Eğer korelasyon matrisinde iki kriterle ait korelasyon değerleri yüksek çıkarsa, o zaman bu iki kriter arasındaki uyum fazladır denilir (Orakçı ve Özdemir, 2017: 64). Yöntemin özgün özelliği olarak, karar verme durumlarında nesnel ağırlıklandırma yapmasını ve karar verici için kriterlerle ilgili fikirlerini ifade etmede kolaylık sağlamasını söyleyebiliriz. Yöntemin adımları aşağıda gösterildiği gibidir (GÖK, 2015: 56-59; DEMİRCİOĞLU ve COŞKUN, 2018: 187-188; CÖMERT, 2018: 29-31):

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Birinci adımda, alternatif ve değerlendirme kriterleri kullanılarak bir (B) karar matrisi oluşturulur. Karar matrisindeki kriterlerin her biri için kriterler içindeki maksimum değeri ($Max(x_{11}:x_{i1})$) ve kriterlerin içindeki minimum değeri ($Min(x_{11}:x_{i1})$) belirlenir.

Adım 2: Karar matrisinin normalize edilmesi

İkinci adımda, mxn tipindeki 'm' sayıda alternatif ve 'n' sayıda kriterden oluşan karar matrisi eğer fayda yönlü ise eşitlik (2.4); maliyet yönlü ise eşitlik (2.5) kullanılarak normalize edilmiş olur.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{min}}{x_j^{max} - x_j^{min}} \quad i = 1, \dots, m; \quad J = 1, \dots, n. \quad (2.4)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{max} - x_{ij}}{x_j^{max} - x_j^{min}} \quad i = 1, \dots, m; \quad J = 1, \dots, n. \quad (2.5)$$

Adım 3: Korelasyon matrisinin oluşturulması

Bu adımda, normalizasyon işlemi sonrasında kriterler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için eşitlik (2.6) yardımıyla x_j ve x_k vektörleri arasındaki korelasyon matrisi V_{jk} oluşturulur. Oluşturulan simetrik korelasyon matrisi n sayıda kriterden ibaret olduğu için matris $n \times n$ tipindedir. j . kriter ile k . kriter arasındaki ilişkiyi gösteren r_{jk} korelasyon değeri, kriterler arasındaki ilişkinin yönünü ve derecesini belirtir. Kriterlerin alternatiflere karşılık gelen değerleri ile aralarında ne kadar yüksek uyumsuzluk varsa, " V_{jk} " değerleri de o derece düşük olacaktır. $j = k$ olduğunda bu değer her zaman 1'e eşittir denilir.

$$V_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j) - (x_{ik} - \bar{x}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \cdot \sum_{i=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}} \quad (j, k, = 1, \dots, n) \quad (2.6)$$

Adım 4: C_j değerinin (kriterlerin içerdiği bilgi miktarının) hesaplanması

Dördüncü adımda, kriterlerin içerdiği bilgi miktarı, değerlendirme kriterlerinin sahip olduğu çelişki/çatışma ve zıtlığın yoğunluğundan (contrast intensity) elde edilir. j . kriter için toplam bilgi miktarını ifade eden C_j değerleri eşitlik (2.7) yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^m (1 - V_{jk}) \quad (2.7)$$

Burada, C_j sembolü her bir kriter için bilgi miktarını, σ_j ise j . kriterin standart sapmasını ifade etmektedir.

Adım 5: Kriter ağırlıklarının hesaplanması

CRITIC yönteminin son adımında, daha öncesinde elde ettiğimiz, kriterlerin bilgi miktarları C_j değerleri kullanılarak eşitlik (2.8) yardımıyla kriter ağırlıkları hesaplanır.

$$w_j = \frac{c_j}{\sum_{k=1}^n (C_k)} \quad (j, k = 1, 2, \dots, n) \quad (2.8)$$

Burada; w_j , ağırlık değerini ifade etmektedir.

3.2. ENTROPİ Yöntemi

Entropi kavramı, fizik, bilim teorisi, matematik vd. bilim alanlarında kullanılmaktadır. Entropi, termodinamikte karışıklık ve uyumsuzluğun bir ölçütü olarak ilk defa 1865 yılında Clausius tarafından ileri sürülmüştür. Sonrasında Claude E. Shannon

tarafından 1948 yılında geliştirilerek bilgi entropisi kavramı olarak tanıtılmıştır (Zhang vd., 2011: 444). Shannon tarafından geliştirilen Entropi kavramına göre karar problemlerinde verilen kararın doğruluğu ve güvenilirliği karar verme ortamında ulaşılan bilgi miktarına ve kalitesine bağlı olmaktadır. Entropi, farklı karar verme süreçleri için değerlendirme durumlarına uygulanabilirliği bakımından iyi bir ölçek olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda Entropi, verilerden sağlanan faydalı bilgilerin niceliğini ölçmede de kullanılabilir (Wu vd., 2011: 5163).

Entropi yöntemi ilk defa fizikte kullanılmıştır. Daha sonra sosyal bilimlerde kullanılmak üzere uyarlanmış ve önemli bir kavram olarak kabul edilmiştir. Karar matrisinin verileri bilindiği durumlarda ağırlık değerlerinin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Ayrıca Entropi, bilgi kuramı için faydalı bir anlam taşımaktadır. Bu fayda, Entropi'nin belli bir mesajın beklenen bilgi içeriğini ölçmesi ile açıklanmaktadır. Entropi, bilgi kuramında belirsizlik miktarının bir ölçütü olarak kabul edilmektedir. Bu ölçüt kesikli bir olasılık dağılımını temsil etmektedir. Bir değerlendirme aracı olarak Entropi, çok sayıda alternatifte sahip karar matrisinin içerdiği bilgiyi kullanmaktadır. (Hwang ve Yoon, 1981: 52).

Yöntemin adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

İlk adımda m sayıda alternatifte ve n sayıda kritere sahip karar verme problemi için $m \times n$ boyutlu karar matrisi oluşturulur (Alp vd., 2015: 69).

$$C = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Adım 2: Karar matrisinin normalize edilmesi

Karar matrisinin sahip olduğu değerlendirme kriterleri ölçü birimlerince farklılık gösterebilmektedir. Kriter ölçeklerinin ortak birimlerce ifade edilmesi için normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Eşitlik (2.10) kullanılarak $R = [r_{ij}]_{m \times n}$ normalize edilmiş karar matrisine ulaşılır.

$$r_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^j x_{ij} \quad (2.10)$$

Burada i problemin alternatiflerini, j değerlendirme kriterlerini, r_{ij} normalize edilmiş değerleri, x_{ij} ise i . alternatifin j . kriter için fayda değerlerini ifade etmektedir (Bakır ve Atalık, 2018: 622).

Adım 3: Entropi değerlerinin bulunması

Bu adımda her bir kriter için belirsizlik ölçüleri eşitlik (2.11) kullanılarak hesaplanır.

$$e_j = -k \cdot \sum_{i=1}^m r_{ij} \cdot \ln(r_{ij}) \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.11)$$

Burada e_j entropi değerini, k ise entropi katsayısını ifade etmektedir (Öznel, 2016: 17).

Adım 4: Kriter Farklılaşma derecelerinin hesaplanması

Dördüncü adımda, kriterlere ilişkin alternatif skorları arasındaki farklılaşmanın düzeyi eşitlik (2.12) yardımıyla ölçülmektedir.

$$d_j = 1 - e_j \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.12)$$

Burada;

d_j – farklılaşma derecesi

e_j – entropi değeri

d_j değerinin yüksek olması farklılaşmanın fazla olması anlamına gelmektedir (Bakır ve Atalık, 2018: 623).

Adım 5: Kriterlere ilişkin ağırlık değerlerinin hesaplanması

Yöntemin son adımında farklılaşma dereceleri normalize edilerek, kriterlerin göreceli önem değerleri hesaplanmaktadır. Yani, her bir kriter için farklılaşma derecesi toplam farklılaşma derecesine bölünür. Ağırlık değerlerinin hesaplanmasına ilişkin formül eşitlik (2.13)' de verilmiştir.

$$w_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^n (1 - e_j) \quad (2.13)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (2.14)$$

Entropi yöntemi ile hesaplanan ağırlık değerlerinin toplamı her zaman 1'e eşittir (Çakır, 2015: 58).

3.3. FUCOM YÖNTEMİ

Tam Tutarlılık yöntemi (FUCOM), 2018 yılında Pamučar ve arkadaşları tarafından kriter ağırlıklarını belirlemede yeni bir yöntem olarak geliştirilmiştir. Yöntemin yaratıcıları, bu yeni ağırlıklandırma tekniğinin AHP ve BWM'den (Best Worst Method) daha iyi olduğunu savunmaktadırlar (Zavadskas vd., 2018: 387).

Karar problemleri genellikle eşit seviyede önemli kriterlere sahip olmamaktadır. Bu nedenden dolayı problemin değerlendirme kriterlerinin önem açısından uygun ağırlık derecelerinin tanımlanması gerekmektedir. Çok kriterli karar modellerinde kriterlerin görelî önem değerlerinin belirlenmesi sürecine çoğu zaman öznellik eşlik etmektedir. Kriterlerin görelî önem değerlerinin belirlenmesi çok önemlidir. Çünkü belirlenen görelî önem değerleri nihai karar üzerinde büyük ölçüde etkiye sahiptir. Bu ve diğer nedenlerden dolayı çok sayıda ağırlıklandırma yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de FUCOM yöntemidir. FUCOM, hiyerarşinin belli bir seviyesinde tüm kriterler için ikili karşılaştırmalar gerçekleştirerek, karşılaştırma tutarlılığının koşullarını da sağlayan görelî önem değerlerini kesin olarak belirlemektedir (Pamuçar vd., 2018: 5).

Karşılaşılan problemlerin çözümü için gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalar her zaman doğru ölçülememektedir. Yani, ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilirken özel tahminlere de yer verilebilir. Özel tahminlerin problem çözümü içinde yer alması birtakım tutarsızlıklara neden olabilmektedir ve bu tutarsızlıklar sorunun çözümü ile ilgili kesin sonuçlara ulaşmada engel yaratmaktadır. Örneğin, D'den H'ye altı kriterin tanımlandığı bir problemde, D kriterinin E'den daha önemli, E kriterinin ise F'den daha önemli olduğu bir durumda F kriterinin D'den daha önemli olduğu saptanırsa, o zaman problemin ilgili çözümünde tutarsızlığın mevcut olduğu söylenebilir. Bu türden tutarsızlıklar daha çok ikili karşılaştırma sayısının çok olduğu durumlarda gözlemlenmektedir. FUCOM, ikili karşılaştırmalarda karşılaşılan tutarsızlıkları iki nedenden dolayı en aza indirgeyebilmektedir. Bunlardan birincisi karşılaştırma sayılarının daha az ($n - 1$) olmasıdır. İkinci neden ise kriterlerin optimal değerlerini belirlerken tanımlanan kısıtlamalardır (Badi ve Abdulshahed, 2019: 4). Yöntemin

adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Fazlollahtabar vd., 2019: 51-53; Bozanic vd., 2019: 133-135; Pamučar vd., 2018: 5-7):

Adım 1: İlk adımda kriterler sıralanır. Sıralama eylemi önceden belirlenmiş değerlendirme kümesi $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ yardımıyla gerçekleştirilir. Sıralama, kriterlerin önem seviyeleri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmektedir. Yani, sıralama başlangıcı en az önem seviyesine göre en yüksek ağırlık katsayısına sahip olması arzulanan kriter ile başlanır.

$$C_{j(1)} > C_{j(2)} > \dots > C_{j(k)} \quad (2.15)$$

Adım 2: Bu adımda sıralama içinde yerini alan kriterler arasında karşılaştırma gerçekleştirilir. Karşılaştırmalar sonunda değerlendirme kriterlerinin karşılaştırmalı öncelikleri ile ilgili bilgilere ulaşılır.

$$\Phi = \left(\varphi_{\frac{1}{2}}, \varphi_{\frac{2}{3}}, \dots, \varphi_{\frac{k}{(k+1)}} \right) \quad (2.16)$$

Burada;

k – kriterlerin sırasını

Φ – kriterlerin karşılaştırmalı önceliğini temsil etmektedir.

Adım 3: Son adımda değerlendirme kriterlerinin ağırlık katsayıları için son değerler hesaplanmaktadır. Bu eylem için aşağıdaki iki koşulun sağlanması gerekmektedir.

1. Ağırlık katsayılarının oranı bir önceki adımda belirlenen değerlendirme kriterleri arasındaki karşılaştırmalı önceliğe eşittir.

$$w_k/w_{k+1} = \varphi_{\frac{k}{(k+1)}} \quad (2.17)$$

2. $\varphi_{\frac{k}{(k+1)}} \otimes \varphi_{\frac{(k+1)}{(k+2)}} = \varphi_{\frac{k}{(k+2)}}$ koşulu sağlanmalıdır. Yani, ağırlık katsayılarının son değerleri matematiksel geçişkenliğe sahiptir.

Burada $\varphi_{\frac{k}{(k+1)}} = \frac{w_k}{w_{k+1}}$ ve $\varphi_{\frac{(k+1)}{(k+2)}} = \frac{w_{k+1}}{w_{k+2}}$ olduğundan,

$$\frac{w_k}{w_{k+1}} \otimes \frac{w_{k+1}}{w_{k+2}} = \frac{w_k}{w_{k+2}} \text{ olur.}$$

Bununla da değerlendirme kriterlerinin ağırlık katsayılarının son değerlerinin karşılaması gereken yeni bir koşul belirir. Yani,

$$\frac{w_k}{w_{k+2}} = \varphi_{\frac{k}{(k+1)}} \otimes \varphi_{(k+1)(k+2)} \quad (2.18)$$

Tanımlanan kurallar göz önünde bulundurularak, değerlendirme kriterlerinin ağırlık katsayıları için son değerlerin belirlenmesine ilişkin son bir model oluşturulur.

$$\begin{aligned} & \min_{\chi} \\ & \left| \frac{w_{j(k)}}{w_{j(k+1)}} - \varphi_{\frac{k}{(k+1)}} \right| \leq \chi, \forall j \\ & \left| \frac{w_{j(k)}}{w_{j(k+2)}} - \varphi_{\frac{k}{(k+1)}} \otimes \varphi_{(k+1)(k+2)} \right| \leq \chi, \forall j \\ & \sum_{j=1}^n w_j = 1, \forall j \\ & w_j \geq 0, \forall j \end{aligned} \quad (2.19)$$

Eşitlik (2.19) çözümlenerek değerlendirme kriterlerine ilişkin nihai değerlere ulaşılır.

3.4. CILOS Yöntemi

CILOS (The Criteria Impact Loss) yöntemi, nesnel ağırlıkları belirlemede kriter etki kaybına dayanan bir başka nesnel ağırlıklandırma yöntemidir. Yöntem, bir kriter optimum olana kadar her bir kriterin etki kaybını değerlendirir. Yöntemin adımları ve hesaplama algoritması ile bilgiler aşağıda açıklanmıştır (Zavadskas vd., 2017: 13; Podvezko vd., 2017: 499-500; Trinkuniene vd., 2017: 1163-1164):

İlk önce, en aza indirgenmiş kriter değerleri, aşağıdaki formül yardımıyla büyük kriter değerlerine dönüştürülür.

$$\bar{r}_{ij} = \frac{\min_i r_{ij}}{r_{ij}} \quad (2.20)$$

Hesaplanan değerlerden yeni bir matris oluşturulur. Yeni matris $X = \|x_{ij}\|$ değerlerinden oluşur. Matriste yer alan her bir kriterin maksimum değeri, yani her sütunun en yüksek değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$x_j = \max_i x_{ij} = x_{k_j} \quad (2.21)$$

Burada k_j, j . sütun için en büyük elemana sahip satır numarasını ifade etmektedir.

j . kriterin maksimum değerine karşılık gelen, X matrisinin k_j satır değerleri $A = \|a_{ij}\|$ $a_{jj} = x_j$ ($i, j = 1, 2, \dots, m$) kare matrisini oluşturur. Burada m kriter numarasını ifade etmektedir. Bu, tüm kriterlerin en büyük değerlerinin matrisin ana köşegeninde bulunacağı anlamına gelmektedir. A matrisinin i . satırları X matrisinin k_i satır elemanlarını ifade etmektedir. Farklı kriterlerin en büyük değerleri aynı sırada yer aldığında bu değerlerin aynı alternatife ait olabilmesi durumunun varlığından dolayı A matrisi X matrisiyle aynı satırlara sahip olabilmektedir.

Görelî önem kaybının $P = \|p_{ij}\|$ matrisi ise aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$p_{ij} = x_j - a_{ij}/x_j \quad (p_{ii} = 0) \quad (i, j = 1, 2, \dots, m) \quad (2.22)$$

Görelî önem kaybı matrisi, alternatifin her bir kriterinin tüm kriterlere göre en iyi şekilde değerlendirmenin gerçekleştirilmesi adına ne kadar önem kaybı yaşayabileceğini göstermektedir. Görelî önem kaybı matrisinin p_{ij} elemanları i . kriter en iyi kriter olarak seçildiğinde, alternatifin j . kriterinin önem kaybı derecesini ifade etmektedir.

$q = (q_1, q_2, \dots, q_m)$ ağırlıkları aşağıdaki denklem sisteminden bulunur:

$$Fq = 0 \quad (2.23)$$

F matrisi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$F = \begin{pmatrix} -\sum_{i=1}^m p_{i1} & p_{12} & \dots & p_{1m} \\ p_{21} & -\sum_{i=1}^m p_{i2} & & p_{2m} \\ & \dots & & \\ p_{m1} & p_{m2} & \dots & -\sum_{i=1}^m p_{im} \end{pmatrix}$$

Kriter değerleri oldukça büyük ölçüde farklılık göstermediğinde P matrisinin p_{ij} elemanları sıfıra yaklaşırsa ilgili kriter ağırlıkları artar ve değerlendirme üzerinde büyük bir etkiye sahip olur. Homojenlik durumunun varlığında ise kriterlerden her hangi biri tüm alternatifler için aynı değerleri taşırsa o zaman kriterlerin görelî önem kayıpları da dahil olmak üzere toplam kriter kayıpları 0'a eşit olur. Bu nedenden dolayı $Fq = 0$ doğrusal sisteminin anlamı yoktur. Çünkü P matrisindeki bir eleman sütunu sıfıra eşittir.

3.5. IDOCRIW Yöntemi

IDOCRIW (The Method Based on Using the Aggregate Objective Weights) yöntemi, farklı yöntemlerle elde edilen ağırlıkları bir toplam ağırlığa dönüştürme fikrinden yola çıkılarak ortaya konmuştur. Yöntemde entropi ağırlıkları (W_j) ve kriter önem kaybı ağırlıkları (q_j) tek bir toplam ağırlığa dönüştürülmektedir. Değerlendirmede kullanılacak nihai ağırlık değerleri (ω_j) aşağıdaki formülde olduğu gibi belirlenmektedir.

$$\omega_j = \frac{q_j W_j}{\sum_{j=1}^m q_j W_j} \quad (2.24)$$

Bu ağırlıklar belli kriter değerleri için sapmaları (entropi karakteristiği) ve göreceli etki kayıplarını içermektedir. Fakat bu kriterlerin etkisi diğer kriterlerin etki kayıplarında olası artışa bağlı olarak azalma göstermektedir. Bu nedenle de entropi yöntemi uygulanarak elde edilen aşırı olası değerlerin CILOS yöntemi kullanılarak dengelenmesi söz konusudur.

Yöntemde, Entropi yöntemi kullanılarak ulaşılan ağırlıklar ve etki kaybı kriterleri toplu ağırlıklar halinde birleştirilir. Ardından ulaşılan ağırlık değerleri, ÇKKV problemlerinde sıralama ve seçme amaçlı kullanılır (Cereska vd., 2018: 8; Vinogradova vd., 2018: 6).

Üçüncü bölüm

BDT Ülkelerinin Küresel Rekabetçilik Durumunun İncelenmesine Ait Analiz, Bulgu ve Sonuçlar

1. KÜRESEL REKABETÇİLİK ENDEKSİ

2004 yılından bu yana Dünya Ekonomik Forumu (WEF) tarafından yayınlanan Küresel Rekabet Edebilirlik raporu yıllık bir rapordur. Bu raporda ülkeler Küresel Rekabetçilik Endeksine göre sıralanmaktadır. WEF tarafından yapılan ülke sıralaması sonuçlarını oluşturan veriler halka açık erişim sağlayan Dünya Bankası ve Uluslararası Para Fonundan temin edilmektedir. Bu bulgular her yıl ortak kurumların (araştırma kurumları ve iş merkezleri) desteğiyle elde edilmektedir.

Küresel Rekabet Edebilirlik Raporu, ülkede uygun iş ortamı yaratmada önemli rol oynayan faktörleri analiz etmektedir. Analizler ülkelerin rekabet gücü ve üretim ortamı açısından oldukça önemlidir. Küresel Rekabet Edebilirlik Raporu, ekonominin verimlilik düzeyini belirleyen kurumların, politikaların ve faktörlerin gücünü değerlendirerek bir ülkenin ekonomik açıdan rekabet edebilirliği ile ilgili bilgi sağlamaktadır. Raporun diğer bir önemli yanı da, bir ülkenin güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirerek, siyasi reformların uygulanmasının kolaylaştırılması için öncelikleri belirlemesidir.

Rapor, 110'dan fazla değişkenden oluşmakta olup, en son teorik ve deneysel araştırmalara dayanmaktadır. Raporu oluşturan değişkenler 12 sütunda ele alınmaktadır. Sütunların her biri rekabetin önemli olduğu varsayılan alanları temsil etmektedir. Sütunların temelini oluşturan 3 endeks aşağıda sıralanmıştır:

1. Temel Gereksinimler Alt Endeksi (Faktör odaklı ekonomiler için)
2. Verimlilik Artırıcıların Alt Endeksi (Verimlilik odaklı ekonomiler için)
3. İnovasyon ve Karmaşıklık Faktörleri Alt Endeksi (İnovasyon odaklı ekonomiler için)

Raporu oluşturan değişkenlerin yer aldığı sütun başlıkları ve temel endeksler Tablo 3.1'deki gibi gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Küresel Rekabet Edebilirlik Raporu değişkenlerinin özet gösterimi

| | |
|--|--|
| Temel gereksinimler alt endeksi | Sütun 1. Kurumlar Sütun 2. Altyapı Sütun 3. Makroekonomik Ortam Sütun 4. Sağlık ve ilköğretim |
| Verimlilik artırıcıların alt endeksi | Sütun 5. Yüksek öğretim ve öğrenim Sütun 6. İyi bir piyasa etkinliği Sütun 7. İş gücü piyasasında etkinlik Sütun 8. Finansal piyasaların gelişmişliği Sütun 9. Teknolojik hazırlık Sütun 10. Piyasa hacmi |
| İnovasyon ve karmaşıklık faktörleri alt endeksi | Sütun 11. İş kesimi karmaşıklığı Sütun 12. İnovasyon |

2. YÖNETİCİ GÖRÜŞLERİ ANKETİ

Küresel Rekabetçilik Raporu'nun önemli bir bileşeni olan Yönetici Görüşleri Anketi, kesin veri kaynakları yetersiz olduğunda, rekabet edilebilirlikle ilgili en önemli bilgilerin toplandığı bir veri hazinesidir. Anketin sonuçları aynı zamanda WEF vd. kurumlar tarafından yayınlanan periyodik rapor serileri için de önem taşımaktadır. 140 ülkede 12.500' den fazla özel sektör yöneticisine uygulanarak yapılan yönetici görüşleri anketi sayesinde, araştırmaya dahil olan ülkelerde iş yapma adına büyük engel yaratacak küresel riskler sıralanmaktadır. WEF tarafından yıllık olarak yayınlanan raporda, özel sektör yöneticileri yardımıyla yapılan anket verileri sadece ekonomik sektörleri değil toplumları da ilgilendiren konulara ilişkin bilgiler sunmaktadır¹¹.

Anket, yöneticilerin kendi iş alanlarının farklı yönleri ile ilgili uzman görüşlerine yer vermektedir. Toplanan veriler, her bir ülke için ekonomi ve iş ortamı bağlamında bir

¹¹ <https://www.mercer.com/our-thinking/career/world-economic-forum-executive-opinion-survey-2018.html>

çerçeve sunar ki, bu da ülkelerin farklı kriterler ele alınarak karşılaştırılmasına olanak sağlar¹².

Çalışmada, Şubat-Haziran 2015 tarihleri arasında 144 ülkede 14.000'in üzerinde iş adamıyla yapılan yönetici görüşleri anket verileri kullanılmıştır. Anketi oluşturan verilerin kalitesi ve miktarı nedeniyle, ankette elde edilen sonuçlar 7 ülke sıralaması için uygulanmıştır¹³.

3. PROBLEMİN TANIMI

Küreselleşen dünya rekabet kavramına yeni bir boyut kazandırmıştır. Günümüzde hızla büyüyen ülke ekonomileri, sosyal ve teknolojik alanda elde edilen gelişimlerden uzak kalmamaktadır. Bu bağlamda ülkeler, kendi gelişmişlik düzeyini daha iyi seviyelere çıkarmak adına küresel rekabetçilik içerisinde kendi yerlerini almaktadırlar. Küresel rekabetçilik eğitim sistemi, ekonomi politikaları, teknolojik altyapı ve kamu-özel sektör ilişkilerini içermektedir. Ülkenin uluslararası rekabet ortamında gücünü yansıtacak bir ortam sağlanmamışsa bu sektörel bazda bir takım gelişim karşıtı engellerin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Uluslararası rekabet düzeyinde ülke firmaları rekabet edebilirlik performanslarını korumakta tek başına başarılı olamamaktadır. Bir ülkenin şirketleri küresel ekonominin yarattığı tehditlere karşı kendini savunacak güçte olmak istiyorsa o zaman rekabet edebilirlik seviyesini her zaman yeterli seviyede tutmak zorundadır. Bu sebepten de hükümetler küresel rekabetçilik ortamında önemli bir rol üstlenmektedirler.

Ülkeler, kendi içlerinde mevcut olan şirketler aracılığıyla üretim, hizmet ve ticaret gibi değişkenlerle uluslararası ekonomide kendi yerlerini alır. Günden güne gelişen dünyada hiçbir ülke dünya ekonomisinin dışında kalamayacağı gibi, bu küreselleşen ekonominin getirdiği rekabet ortamından da kaçamaz. Hükümetler tarafından desteklenen sürekli şirket ihracatları, bir şirketin rekabetçi niteliğinin olduğunu göstermemektedir. Ayrıca her ülkenin, ekonominin tüm sektörlerinde başarı sağlayamayacak olması da diğer bir gerçektir.

Ülkeler, küresel rekabet ortamına katılarak kendi ekonomilerini üst seviyelere ulaştırmak çabası içindedirler. İyi gelişmiş bir ekonomi, aynı zamanda bir ulus için iyi bir

¹² <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.484.1240&rep=rep1&type=pdf>

¹³ http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/GCR_Chapter1.3_2015-16.pdf

refah düzeyi anlamına gelmektedir. Bu bağlamda gelişim seviyelerini tetikleyen anahtar rolünü teknolojik alanda elde edilen başarılarla bağlamak mümkündür. Bu alanda elde edilen başarılar, her bir ülkenin ekonomik, sosyal ve siyasal alanlarına da etki yapmaktadır. Dolayısıyla refah seviyelerinin artan frekansta değişmesi, ülkeleri küresel ekonomide rekabet edebilir kılmaktadır¹⁴.

Dünya ülkelerinin ekonomik yapısı ile ilgili araştırmalar yapan birçok kuruluş ve vakıflar mevcuttur. Bunlardan en önemlisi Dünya Ekonomik Forumudur (WEF). WEF tarafından her yıl düzenli şekilde yayınlanan Küresel Rekabetçilik Raporu, ülkeleri 3 temel endeks altında birleşen ve 12 temel sütunda toplanan kriterler yardımıyla karşılaştırmaktadır. Bu karşılaştırmalar, ülkelerin rekabetçilik durumunu değiştirebilen mikro ve makroekonomik etkileri ölçmek amacıyla yaratılmış olan, Küresel Rekabetçilik Endeksi yardımıyla yapılmaktadır. Oluşturulan endeks sayesinde ülkelerin küresel rekabet edebilirlik düzeyleri belirlenir ve ülkeler sıralanır¹⁵.

Bu çalışmada ele alınan problem, topluluk ülkelerinin, küresel rekabet ortamında sahip oldukları yeri belirlemek ve onları kendi içlerinde yeni bir sıralamaya tabi tutmaktır. Bu sıralamayı oluşturmak ve ülkelerin rekabet edebilirlik seviyelerini tespit etmek için, ülkelerin özel sektör yöneticilerine uygulanarak yapılan, Yönetici Görüşleri Anket verilerine başvurulmuştur. Anket, ülkelerde mevcut olan ekonomik riskler de dahil olmak üzere özel sektör yöneticilerinin görüşleri ile ilgili çok değerli bilgiler içermektedir.

Çalışmada ele alınan BDT, Sovyetler Birliğinin parçalanmasının ardından, bağımsızlığını ilan etmiş 11 cumhuriyetin birleşerek yarattığı bir topluluktur. Sovyetler döneminde tek merkezden yönetilen bir ekonomiye sahip bu ülkeler, bağımsızlığının ilerleyen yıllarında küresel ekonomi içinde kendi yerlerini almayı başarmışlardır. Birliğe dahil oldukları süreçte ekonominin her alanında bir birleriyle bağımlı bir ilişkiye sahip olduklarından, hiçbir ülke bir diğeriyle ekonomik düzeyde karşılaştırılmamaktaydı. Bu ve bunun benzeri nedenlerden dolayı birlik ülkeleri, küresel rekabet yarışından kenarda kalmış, yalnızca Sovyetler Birliğinin ekonomik gelişimi için çalışmışlardır. Bu bağlamda, çalışmamızda BDT ülkelerinden alternatif olarak kabul edilen 7 ülkenin, bağımsızlık

¹⁴ http://www.ufukotesi.com/yazigoster.asp?yazi_no=82

¹⁵ <https://www.weforum.org/agenda/2016/09/what-is-competitiveness/>

sonrasında ulaşılan ekonomik başarı düzeyleri temel alınarak küresel rekabetçilik durumları incelenmektedir.

Çalışmada, topluluk ülkeleri ile ilgili eksik veri durumu nedeniyle topluluğun verisine erişilebilen 7 ülkesi ele alınmıştır.  lke sıralaması için güncel olan ÇKKV tekniklerinden WASPAS kullanılmıştır. Kullanılan verilerin tarafsız özellik taşması ve bağımsızlık içermesi nedeniyle nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinden olan CRITIC yardımıyla kriterlerin ağırlıklandırılması yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Gelişimin temel anahtarı olan rekabet, ülkelerin siyasal, ekonomik, sosyo-kültürel vb. alanlarına doğrudan etki yapmaktadır. Bu bağlamda ülkelerin ekonomik performans derecelerinin farklı göstergeler ele alınarak kıyaslanması tüm zamanlarda güncelliğini korumuştur. Bu nedenle farklı matematiksel modeller kullanılarak endeks değerleri oluşturulmuştur. Oluşturulan endeks değerleri yardımıyla, ülkeler farklı göstergeler bakımından karşılaştırılmış ve sıralanmıştır. Bu endekslerin en önemlilerinden biri de Küresel Rekabetçilik Endeksidir.

Literatürde, BDT ile ilgili yapılan birçok araştırmaya rastlanmaktadır. Fakat bu çalışmalar incelendiğinde yapılan araştırmaların daha çok hukuki, siyasi ve tarihsel boyut taşdıkları gözlenmektedir. Bu nedenle de BDT  lkelerinin ekonomik boyutta incelenmesini hedefleyen bu çalışma, literatür için büyük bir önem taşımaktadır.

Çalışmada, Nesnel Ağırlıklandırma yöntemlerinden olan CRITIC yardımıyla Bağımsız Devletler Topluluğuna  ye olan 7 ülkenin küresel rekabetçilik durumu ÇKKV'nin güncel tekniklerinden olan WASPAS yöntemiyle incelenip, topluluk ülkelerinin kendi aralarında yeni bir sıralaması oluşturulacaktır.

Çalışmanın diğer bir amacı da güncel bir ÇKKV tekniği olan WASPAS' ın sıralama söz konusu olan problemlerde yeterliliğini ortaya koymaktır.

5. ARAŞTIRMANIN SINIRLARI

2015 yılında yayınlanan Küresel Rekabet Raporun' da 144 ülke ekonomisi ele alınarak, ülkelerin rekabet edebilirlik görünümü incelenmiştir. Bu çalışmada, 144 ülke içerisinden Bağımsız Devletler Topluluğuna dahil olan 7 ülke, çalışmanın alternatiflerini oluşturmuştur. Bunlar sırasıyla, Azerbaycan, Ermenistan, Kazakistan, Kırgızistan,

Moldova, Tacikistan ve Ukrayna'dır. Topluluğa dahil olan ülkelerden Türkmenistan, 2005 yılından beri gözlemci üye statüsü taşıdığı ve tam üye statüsünü kaybettiği için alternatif olarak ele alınmamıştır. Ayrıca, 2009 yılında Rusya-Gürcistan savaşı sonrası üyelikten ayrılan Gürcistan da alternatifler arasına dahil edilmemiştir. Diğer bir üye ülke olan Beyaz Rusya Cumhuriyeti ise eksik veri durumunun yaşanması nedeniyle alternatifler arasında yer alamamıştır.

Çalışmada, Yönetici Görüşleri Anketi'nde yer alan ve 12 sütun başlığı altında birleşen değerlendirme kriterlerinden 40'ı kullanılmıştır. Ankette yer alan tüm kriterlerle ilgili verilerin eksik olmasından dolayı kriter sayısı 40'a kadar indirgenmiştir.

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada, ülkelerin küresel rekabetçilik durumunu incelemek amacıyla kullanılan kriter ağırlıkları, nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinden olan CRITIC yardımıyla belirlenmiş, sıralama işlemi ise güncel bir ÇKKV tekniği olan WASPAS kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

7. CRITIC ve WASPAS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK BAĞIMSIZ DEVLETLER TOPLULUĞUNDA YER ALAN 7 ÜLKENİN KÜRESEL REKABETÇİLİK DURUMLARININ İNCELENMESİ

Dünya Ekonomik Forumunun 2006-2015 yılları için hazırladığı rapordaki veriler, çok kriterli karar verme tekniklerinden olan "WASPAS" tekniği uygulanarak Bağımsız Devletler Topluluğuna dahil olan 7 ülkenin küresel rekabetçilik durumuna göre sıralanması yapılmıştır. Bağımsız Devletler Topluluğunun 7 ülkesinin alternatif olarak ele alındığı çalışmada, kriter olarak ise nüfus, kişi başına düşen GSYİH, bütçe açığı, kamu borcu, yaşam beklentisi, mülkiyet hakları, yargının bağımsızlığı, kamu harcamalarının gereksiz yere harcanması, devletin politika üretirken şeffaf olması, terörizmin iş kesimine maliyeti, denetleme ve raporlama düzenlemelerinin gücü, azınlık hissedarlarının çıkarlarının gözetilmesi, genel altyapının kalitesi, karayollarının kalitesi, raylı ulaşım altyapısının kalitesi, liman altyapısının kalitesi, hava taşımacılığı altyapısının kalitesi, eğitim sisteminin kalitesi, yerel rekabetin yoğunluğu, monopol karşıtı politikaların etkinliği, ticaret engellerinin yaygınlığı, yabancı mülkiyetin yaygınlığı, gümrük prosedürlerinin yükü, finansal hizmetlerin mevcudiyeti, krediye erişim kolaylığı, bankaların dayanıklılığı, en son teknolojilerin mevcudiyeti, yerel ve yabancı piyasa hacim

endeksi, yerel tedarikçi sayısı ve kalitesi, rekabetçi avantajın doğası, inovasyon kapasitesi, bilimsel araştırma kurumlarının kalitesi, Ar-Ge için şirket harcamaları, Ar-Ge’de Üniversite-Sanayi kesimi işbirliği, ileri teknoloji ürünlerinin alımı (kamu), düzensiz ödemeler ve rüşvet, bilim adamları ve mühendislerinin varlığı ve GSYİH kullanılmıştır.

7.1. Problemin Alternatifleri

Bağımsız Devletler Topluluğuna dahil olan 7 ülke problemin alternatiflerini oluşturmaktadır. Çalışmada, alternatiflerin sıralanması için kullanılan veriler, 2015 yılında yayınlanmış olan Yönetici Görüşleri Anketinden alınmıştır.

7.2. Problemin Kriterleri

Problemin kriterleri, WEF tarafından yayınlanan Yönetici Görüşleri Anketinden alınmıştır. Ankette sunulan verilerin yetersizliği nedeniyle kriterler arasında indirgenmeye gidilerek, toplamda 40 kriter belirlenmiştir. Bu kriterlerden, ticaret engellerinin yaygınlığı, kamu borcu, düzensiz ödemeler ve terörizmin iş kesimine maliyeti maliyet yönlü, diğer 35 kriter ise fayda yönlüdür. Çalışmada dikkate alınan değerlendirme kriterlerinin yer aldığı tablo ekte verilmiştir.

7.3. Uygulama ve Bulgular

Uygulamada kullanılan veri seti, 7 BDT ülkesi için Yönetici Görüşleri Anketin’ den (2015) alınmıştır. 7 alternatif ve 40 kriterden oluşan karar matrisinin analizi ise Microsoft Excel 2013 paket programı yardımıyla yapılmıştır. Çalışmanın karar matrisi, 7 alternatif ve 40 kriterden oluşan büyük bir matris olduğu için uygulama kısmında verilememiştir. Bu bölümde ise uygulamada kullanılan yöntemlerin örneklendirilmesine gidilmiştir. Bunun için 3 ülke ve 3 kriter ele alınarak, bu kriterlerden ikisi fayda biri ise maliyet yönlü olmak üzere seçilmiştir. Seçilen ülkeler sırasıyla Azerbaycan, Kırgızistan, Moldova olmuştur. Örnek kriterler ise; nüfus (fayda), kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla (fayda) ve kamu borcu (maliyet) olarak belirlenmiştir. Örnek yöntem anlatımlarından sonra çalışmanın içeriğini oluşturan öz verilerle ilgili sonuçlar değerlendirilmiştir.

7.3.1. CRITIC nesnel ağırlıklandırma yönteminin örneklendirilmesi ve bulgular

Değerlendirme matrisinin analitik incelenmesine dayanan bu objektif ağırlıklandırma yönteminin amacı, kriterlerin sahip olduğu tüm bilgileri ortaya

çıkarmaktır. Bu yöntemde, değerlendirme kriterlerinin ağırlığı, onların sahip olduğu içsel bilginin ölçülmesiyle belirlenmektedir. Yöntemde, kriter ağırlıkları belirlenirken, standart sapma ve korelasyon analizi kullanılmaktadır (UNLU vd., 2017: 71). CRITIC yönteminin örnek hesaplama adımları aşağıdaki gibidir.

Adım 1: Başlangıç karar matrisinin oluşturulması

Değerlendirme matrisi (3x3) şeklinde olup Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Başlangıç karar matrisinin EXCEL’de gösterimi

| | A | B | C | D |
|---|-------------|----------------|------------------------------|----------------------|
| 1 | | Fayda | Fayda | Maliyet |
| 2 | | Nüfus (Milyon) | Kişi Başına Düşen GSYİH (\$) | Kamu Borcu (% GSYİH) |
| 3 | Azerbaycan | 9416801 | 7875,756953 | 12,75 |
| 4 | Kırgızistan | 5719600 | 1282,437162 | 46,1 |
| 5 | Moldova | 3558566 | 2243,979662 | 23,79 |

Adım 2: Normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulması

Yöntemin ikinci adımında, karar matrisinde yer alan değerlendirme kriterlerinden nüfus ve kişi başına düşen GSYİH kriterleri için eşitlik (2.4), kamu borcu kriteri için ise eşitlik (2.5) uygulanarak karar matrisi normalize edilir. Normalize edilmiş karar matrisi Tablo 3.3’de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Normalize edilmiş karar matrisi

| | A | B | C | D |
|----|-------------|----------------|------------------------------|----------------------|
| 9 | | Fayda | Fayda | Maliyet |
| 10 | | Nüfus (Milyon) | Kişi Başına Düşen GSYİH (\$) | Kamu Borcu (% GSYİH) |
| 11 | Azerbaycan | 1 | 1 | 1 |
| 12 | Kırgızistan | 0,36888824 | 0 | 0 |
| 13 | Moldova | 0 | 0,145835866 | 0,668965517 |

B11 hücresi fayda yönlü olduğu için hücreye,

$$" = (B3 - MIN(B$3: B$5))/(MAK(B$3: B$5) - MIN(B$3: B$5))" \quad (3.1)$$

formülü uygulanmış ve formül B12 ve B13 hücrelerine kopyalanarak tüm alternatifler için normalize değerler elde edilmiştir. Kamu borcu kriteri ise maliyet yönlü kriter olduğundan, D11 hücresine,

$$" = (MAK(D\$3:D\$5) - D3)/(MAK(D\$3:D\$5) - MIN(D\$3:D\$5))" \quad (3.2)$$

yazılmış ve formül D12 ve D13 hücrelerine kopyalanarak tüm alternatifler için normalize değerler elde edilmiştir.

Adım 3: Standart sapma değerinin bulunması

Bu adımda, eşitlik (2.6) uyarınca normalize edilmiş matris yardımıyla standart sapma değerleri bulunur. Standart sapma değerlerini belirlemek için, B15 hücresine aşağıdaki formül yazılır ve D15 hücresine kadar kopyalanır.

$$" = STDSAPMA.S(B11: B13)" \quad (3.3)$$

Bulunan standart sapma değerleri aşağıdaki Tablo 3.4'de gösterilmiştir.

Tablo 3.4. *Kriterlerin standart sapma değerleri*

| | A | B | C | D |
|----|----------------|------------|-------------|-------------|
| 15 | Standart Sapma | 0,41290039 | 0,441067451 | 0,415945869 |

Adım 4: Korelasyon matrisinin oluşturulması

Kriter değerlerinin ortalamaya olan uzaklıklarının belirlenmesinden sonra EXCEL veri çözümleme aracı yardımıyla korelasyon matrisi oluşturulur. Oluşturulan korelasyon matrisi Tablo 3.5'de verilmiştir.

Tablo 3.5. *Korelasyon matrisi*

| | A | B | C | D |
|----|----|-------------|-------------|-------------|
| 17 | | K1 | K2 | K3 |
| 18 | K1 | 1 | 0,873357583 | 0,462815359 |
| 19 | K2 | 0,873357583 | 1 | 0,835977302 |
| 20 | K3 | 0,462815359 | 0,835977302 | 1 |

Adım 5: Kriterlerin içerdiği bilgi miktarlarının hesaplanması

Korelasyon matrisinin oluşturulmasının ardından eşitlik (2.7)'ye göre düzenlenen eşitlik (3.4) uyarınca, her bir kriter için C_j değeri hesaplanır. Hesaplanan C_j değerleri Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.6. Kriterlerin içerdiği bilgi miktarları

| | A | B |
|----|----|-------------|
| 23 | | C_j |
| 24 | K1 | 0,274094451 |
| 25 | K2 | 0,68699484 |
| 26 | K3 | 1,460504917 |

C_j değerlerinin belirlenmesi için B24 hücresine aşağıda gösterilen formül yazılmış ve B26 hücresine kadar kopyalanmıştır.

$$" = DÇARP(TOPLA(1 - B18: B20); B$15: D$15)" \quad (3.4)$$

Adım 6: Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Bu adımda, her bir kriter için ağırlık değerleri belirlenir. Kriter ağırlıklarını bulmak için eşitlik (2.8)'e göre düzenlenen Excel formülü eşitlik (3.5) kullanılır. Ağırlıkların belirlenmesi aşamasında önceden bulunan her C_j değeri ayrı ayrı C_j değerleri toplamına bölünür. B29 hücresine aşağıda gösterilen formül yazılarak B31 hücresine kadar çekilir. İşlem için kullanılan formül aşağıda gösterilmiştir.

$$" = B24/TOPLA(B$24: B$26)" \quad (3.5)$$

Elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 3.7'de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Kriter ağırlıkları

| | A | B |
|----|----|-------------|
| 28 | | w_j |
| 29 | K1 | 0,113187606 |
| 30 | K2 | 0,283695277 |
| 31 | K3 | 0,603117117 |

CRITIC yönteminin son adımı olan, kriterlerin görelî önem değerlerinin hesaplanmasıyla işlem son bulur. Çalışmanın alternatiflerini sıralamak için kullanılan değerlendirme kriterlerinin tamamı için benzer hesaplamalar yapılarak, CRITIC ağırlıklandırma yöntemine göre görelî önem değerleri hesaplanmıştır. Bulunan görelî önem değerleri ekte verilen grafik 7,8.9 ve 10'da gösterilmiştir.

CRITIC nesnel ağırlıklandırma yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucunda, yıllar için görelî önem değerleri belirlenmiştir. En yüksek görelî öneme sahip kriterler 2010 yılı için sırasıyla K38, K39, K22, 2011 yılı için sırasıyla K22, K39, K38, 2012 yılı için sırasıyla K39, K38, K16, 2013 yılı için ise K38, K39 ve K16 olarak belirlenmiştir. En düşük görelî önem değerine sahip kriterler ise 2010 yılı için K23, K13, K26, 2011 yılı için K31, K23, K34, 2012 yılı için K23, K31, K29, 2013 yılı için ise K31, K20 ve K34 olarak belirlenmiştir.

7.3.2. WASPAS karar verme yönteminin örneklendirilmesi ve bulgular

Ağırlıklı Toplam (WSM) ve Ağırlıklı Çarpım (WPM) modelinin birleşiminden oluşan bu yeni metodoloji, bilimsel topluluklar tarafından en iyi yöntemlerden biri olarak önerilmektedir (Jayant ve Singh, 2018: 2504). Yöntem, WSM ve WPM sonuçlarına dayanarak hesaplanmış birleşik optimallik kriteri değerine göre alternatif sıralamasını gerçekleştirmektedir (Can vd., 2017: 218). WASPAS karar verme yönteminin adımlarının uygulanmasına ilişkin örnek aşağıdaki gibidir.

Adım 1: Başlangıç karar matrisinin oluşturulması

Örnek değerlendirme matrisi 3 alternatif ve 3 kriterden oluşup, Tablo 3.8’de verilmektedir.

Tablo 3.8. Başlangıç karar matrisi

| | A | B | C | D |
|---|-------------|----------------|------------------------------|----------------------|
| 1 | | Fayda | Fayda | Maliyet |
| 2 | | Nüfus (Milyon) | Kişi Başına Düşen GSYİH (\$) | Kamu Borcu (% GSYİH) |
| 3 | Azerbaycan | 9416801 | 7875,756953 | 12,75 |
| 4 | Kırgızistan | 5719600 | 1282,437162 | 46,1 |
| 5 | Moldova | 3558566 | 2243,979662 | 23,79 |
| 6 | | | | |

Adım 2: Normalize karar matrisinin oluşturulması

Başlangıç karar matrisinin oluşturulmasından sonra yöntemin ikinci adımı olan normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Bu adımda CRITIC yönteminde olduğu gibi fayda ve maliyet yönlü kriterler, farklı formüller uygulanarak normalize edilir. Fayda yönlü kriterler için eşitlik (1.3) uyarınca oluşturulan Excel formülü eşitlik (3.6), maliyet yönlü olan Kamu Borcu kriteri için ise eşitlik (1.4) uyarınca oluşturulan Excel formülü eşitlik

(3.7) uygulanır. Normalizasyon işleminin sonuçlarını gösteren Tablo 3.9 aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.9. *Normalize edilmiş karar matrisi*

| | A | B | C | D |
|----|-------------|----------------|------------------------------|----------------------|
| 8 | | Fayda | Fayda | Maliyet |
| 9 | | Nüfus (Milyon) | Kişi Başına Düşen GSYİH (\$) | Kamu Borcu (% GSYİH) |
| 10 | Azerbaycan | 1 | 1 | 1 |
| 11 | Kirgizistan | 0,607382486 | 0,162833512 | 0,276572668 |
| 12 | Moldova | 0,377895423 | 0,284922411 | 0,53593947 |

Normalizasyon işlemi B10 hücresine,

$$= (B3/(MAK(B3:B5))) \quad (3.6)$$

yazılarak başlanılır ve formül C10 hücresine kopyalanarak ilk alternatif için fayda yönlü kriter değerleri normalize edilir. Bu işlem, diğer iki alternatif için de aynı şekilde devam ettirilerek alternatiflerin fayda yönlü kriterler için olan normalizasyon işlemi tamamlanır.

Maliyet yönlü kriter olan Kamu Borcu kriterinin normalize işlemi D10 hücresine,

$$= (MIN(D3:D5)/D3) \quad (3.7)$$

yazılarak yapılır. Formül diğer alternatifler için de aynı şekilde uygulanır.

Adım 3: WSM yöntemine göre i. alternatifin görelî önem değerinin hesaplanması

Karar matrisinin normalize edilmesinin ardından, normalize edilmiş matris ve önceden bulunmuş kriter ağırlıkları yardımıyla i. alternatif için görelî önem değerleri eşitlik (1.5) uyarınca oluşturulan eşitlik (3.8) kullanılarak hesaplanır. Hesaplanmış $Q_i^{(1)}$ değerleri Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10. $Q_i^{(1)}$ değerleri

| | A | B |
|----|------------------------------|-------------|
| 18 | | |
| 19 | Ağırlıklı Toplam Yöntemi Qi1 | |
| 20 | Azerbaycan | 1 |
| 21 | Kırgızistan | 0,281748978 |
| 22 | Moldova | 0,446838489 |

$Q_i^{(1)}$ değerlerini hesaplamak için B20 hücresine aşağıdaki formül yazılır ve formül B22 hücresine kadar kopyalanır.

$$= (B10 * \$B\$17) + (C10 * \$C\$17) + (D10 * \$D\$17) \quad (3.8)$$

Adım 4: WPM yöntemine göre i. alternatifin görelî önem değerlerinin hesaplanması

Bu adımda, WPM yöntemine göre i. alternatif için görelî önem değerleri 3. adımda olduğu gibi yine normalize matris ve kriter ağırlık değerleri yardımıyla hesaplanır. Hesaplama işlemi için eşitlik (1.6) uyarınca oluşturulan eşitlik (3.9) kullanılır. Hesaplanmış $Q_i^{(2)}$ değerleri Tablo 3.11’de verilmiştir.

Tablo 3.11. $Q_i^{(2)}$ değerleri

| | A | B |
|----|------------------------------|-------------|
| 25 | Ağırlıklı Çarpım Yöntemi Qi2 | |
| 26 | Azerbaycan | 1 |
| 27 | Kırgızistan | 0,260142709 |
| 28 | Moldova | 0,430623067 |

$Q_i^{(2)}$ değerlerini hesaplamak için B26 hücresine aşağıdaki formül yazılarak,

$$= (\text{KUVVET}(B10; \$B\$17) * \text{KUVVET}(C10; \$C\$17) * \text{KUVVET}(D10; \$D\$17) \quad (3.9)$$

B28 hücresine kadar kopyalanır.

Adım 5: WPM ve WSM için ağırlıklandırılmış ortak genel kriter değerinin hesaplanması

Alternatiflerin $Q_i^{(1)}$ ve $Q_i^{(2)}$ değerlerinin belirlenmesinin ardından WPM ve WSM için ortak genel kriter değerleri (Q_i) hesaplanır. İşlem sonunda elde edilen değerler sayesinde alternatiflerin sıralanmasına gidilir. Hesaplama işlemi için eşitlik (1.7) uyarınca oluşturulan eşitlik (3.10), $Q_i^{(1)}$ ve $Q_i^{(2)}$ değerleri kullanılır. Hesaplanmış Q_i değerleri Tablo 3.12' de verilmiştir.

Tablo 3.12. Q_i değerleri

| | A | B |
|----|---------------------------------------|-------------|
| 31 | Alternatiflerin Görelî Önem Değerleri | |
| 32 | Azerbaycan | 1 |
| 33 | Kırgızistan | 0,270945843 |
| 34 | Moldova | 0,438730778 |

Q_i değerlerini hesaplamak için B32 hücresine aşağıdaki formül yazılır ve B34 hücresine kadar kopyalanır.

$$= (0,5 * B20) + (0,5 * B26) \quad (3.10)$$

Problemin alternatiflerini oluşturan ülkeler, bulunan Q_i değerlerine göre kendi içinde sıralamaya tabi tutulur. Sıralamada birinci sırada Azerbaycan, ikinci sırada Moldova ve son sırada Kırgızistan yer almıştır. Çalışmaya konu olan tüm alternatif ve kriterler için yukarıda hesaplama örnekleri verilen WASPAS tekniğinin adımları uygulanmış olup, sonuçta ülkelerin küresel rekabetçilik durumuna göre sıralanması elde edilmiştir. Elde edilen sıralamalar ekte gösterilen tablolar kısmında verilmiştir.

Adım 6: Alternatiflerin genel toplam görelî öneminin hesaplanması

Bu adımda, elde edilen sıralamanın doğruluğunu artırmak amacıyla alternatifler için λ değerleri hesaplanmaktadır. Bu işlem için eşitlik (1.8) uyarınca oluşturulan eşitlik (3.11) kullanılır. Hesaplanmış λ değerleri aşağıdaki Tablo 3.13' de verilmiştir.

Tablo 3.13. λ değerleri

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----|---------------|-------------|---|---------------|----------|---|---------------|----------|---|---------------|----------|
| 36 | $\lambda=0$ | | | $\lambda=0.1$ | | | $\lambda=0.2$ | | | $\lambda=0.3$ | |
| 37 | Azerbaycan | 1 | | Azerbaycan | 1 | | Azerbaycan | 1 | | Azerbaycan | 1 |
| 38 | Kirgizistan | 0,260142709 | | Kirgizistan | 0,262303 | | Kirgizistan | 0,264464 | | Kirgizistan | 0,266625 |
| 39 | Moldova | 0,430623067 | | Moldova | 0,432245 | | Moldova | 0,433866 | | Moldova | 0,435488 |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | $\lambda=0,4$ | | | $\lambda=0,5$ | | | $\lambda=0,6$ | | | $\lambda=0,7$ | |
| 42 | Azerbaycan | 1 | | Azerbaycan | 1 | | Azerbaycan | 1 | | Azerbaycan | 1 |
| 43 | Kirgizistan | 0,268785216 | | Kirgizistan | 0,270946 | | Kirgizistan | 0,273106 | | Kirgizistan | 0,275267 |
| 44 | Moldova | 0,437109236 | | Moldova | 0,438731 | | Moldova | 0,440352 | | Moldova | 0,441974 |
| 45 | | | | | | | | | | | |
| 46 | $\lambda=0,8$ | | | $\lambda=0,9$ | | | $\lambda=1$ | | | | |
| 47 | Azerbaycan | 1 | | Azerbaycan | 1 | | Azerbaycan | 1 | | | |
| 48 | Kirgizistan | 0,277427724 | | Kirgizistan | 0,279588 | | Kirgizistan | 0,281749 | | | |
| 49 | Moldova | 0,443595404 | | Moldova | 0,445217 | | Moldova | 0,446838 | | | |

Hesaplanan λ değerleri 11 farklı hücreyi kapsadığından ve her hücrede kullanılan formüllerde sadece λ değerleri değiştiğinden, işlemi açıklayan formülde $\lambda = 0$ değeri için olan örnek gösterilmiştir. İşlem için kullanılan formül aşağıdaki gibidir.

$$= (0 * B20) + (1 * B26) \quad (3.11)$$

B37 hücresine yukarıda gösterilen formül yazılarak B39 hücresine kadar kopyalanmış ve $\lambda = 0$ için alternatiflerin aldığı değerler bulunmuştur. Sırasıyla diğer lambda değerleri için de aynı işlem uygulanmış ve ülke sıralamaları karşılaştırılmıştır. λ değeri yüksek olan alternatif ilk sırada olacağından, bulunan λ sıralamalarıyla Q_i sıralamaları örtüşmektedir. Örnek uygulama için nihai ülke sıralamaları Tablo 3.14' de verildiği gibidir.

Tablo 3.14. Ülke sıralamaları

| 51 | Ülke sıralamaları | |
|----|-------------------|---|
| 52 | Azerbaycan | 1 |
| 53 | Kirgizistan | 3 |
| 54 | Moldova | 2 |

Çalışma için WASPAS karar verme yöntemi uygulanmış olup, 2010-2013 yılları için elde edilen ülke sıralamaları ekte verilen tabloda gösterilmiştir. Aynı zamanda elde edilen sıralamaların doğruluğunu artırmak amacıyla karar verme sürecine λ etkisi araştırılmış ve bulunan λ değerleri ekte verilen Tablo 11, 12, 13 ve 14'te gösterilmiştir. λ 'nın elde edilen sıralamalar üzerindeki etkisi incelenmiş, 2010 yılı için bulunan λ değerleri $\lambda = 0.7$ değerine kadar aynı sıralamayı vermiştir. 0.7 değerinden sonra her lambda değeri için küçük sıralama farklılıkları oluşmuş olup, genel sıralamaya yakın

sonuçlar elde edilmiştir. Sırasıyla 2011, 2012, 2013 seneleri için aynı işlemler uygulanmış olup, yine aynı şekilde λ değerleri belirlenmiş ve önceden bulunan Q_i değerleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda λ 'nın sıralamalar üzerindeki etkisine bakıldığında, bazı λ değerlerinde küçük farklar yaratan sıralama sonuçları gözlemlenmiştir. Fakat bu küçük farklar, elde edilen genel sıralamalara yakın sonuçlar verdiği için kabul edilebilir sıralamalar olarak grlmştir.

Ek 6 incelendiğinde, 2010 ve 2011 seneleri için Azerbaycan birinci sırada yerini alırken sonraki iki sene için birinci sırada Kazakistan yer almıştır. Alternatiflerden Ermenistan ise ilk sene için 3. sırada yer alırken, sonraki iki sene için 4. sırada konumlanarak yerini Tacikistan'a vermiş ve son sene yeniden 3. sırada yerini almıştır. Diğer alternatifler olan Moldova, Kırgızistan ve Ukrayna ise tüm seneler için sırasıyla 5,6 ve 7. sırayı paylaşmıştır.

8. SONUÇ

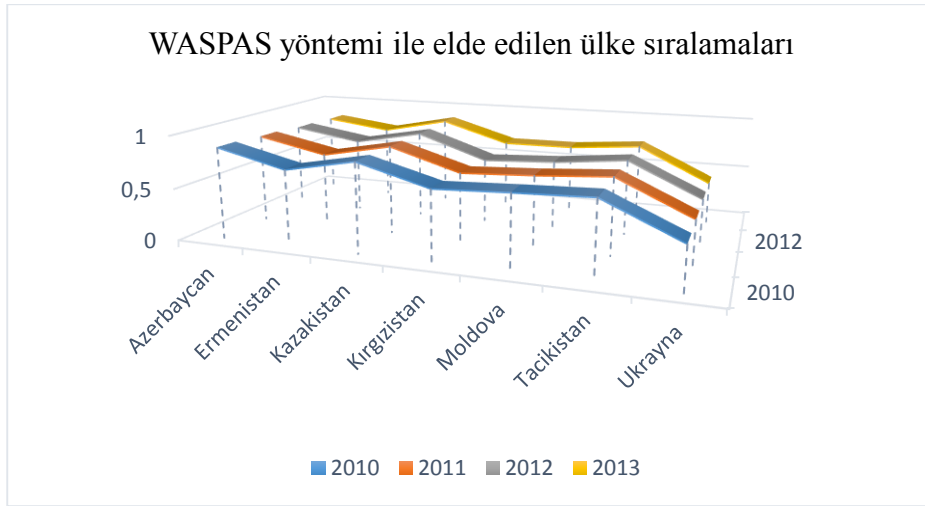
Küreselleşen ekonomide yer alan ülkeler için rekabet kavramı artık küçük boyutta düşünülememektedir. Rekabetin getirdiği zorunluluklardan dolayı ülkeler, bir tek kendi coğrafyası sınırlarında değil, aynı zamanda uluslararası düzeyde yarışır hale gelmiştir. Küreselleşme, ülkelerin rekabet edebilirlik tanımlarına uygun gelen koşulların değişimine neden olduğu gibi, rekabet kavramına da yeni bir boyut kazandırmıştır. Bu bağlamda küresel rekabetçilik kavramı, ülkeler, yatırımcılar ve ekonomik kuruluşlar için güncelliğini korumaktadır. Dünya lkelerinin küresel rekabetçilik durumunun incelenmesi, ister şirket yöneticileri ister ekonomik politika üreticileri isterse de yatırımcılar için büyük önem arz etmektedir. Çünkü rekabetçilik, bir ülke için yalnızca ülke nüfusunun yüksek yaşam standartları, istihdam ve geniş bir piyasa ortamı değil, aynı zamanda ülkenin küresel ekonomide zorunlu olduğu yükümlülükleri yerine getirmesi ile de ilgilidir. Bu bağlamda ülkelerin küresel rekabetçilik durumunu karşılaştırmak, onların ekonomik performansları ile ilgili tahmin ve yorumlarda bulunmak amacıyla WEF tarafından Küresel Rekabetçilik İndeksi geliştirilmiştir.

Çalışmada, Sovyetler Birliğinin parçalanmasından sonra, bağımsızlığını ilan eden 11 ülkenin birleşerek yarattığı Bağımsız Devletler Topluluğu ülkelerinden verilerine ulaşılan 7 ülke, alternatif olarak belirlenmiş ve bu ülkelerin küresel rekabetçilik durumu belirli kriterler altında incelenmiştir. Değerlendirme kriterlerinin CRITIC nesnel ağırlıklandırma yöntemi ile göreliliği değerleri hesaplanmış ve ÇKKV'nin güncel

tekniklerinden olan WASPAS yardımıyla alternatiflerin sıralanmasına gidilmiştir. CRITIC yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıklarından, ülke sıralamalarını en çok etkileyen kriterlerin düzensiz ödemeler ve kamu harcamalarının gereksiz yere harcanması olduğu gözlemlenmiştir. Ülkelerin rekabet güçlerinde en çok ağırlığı olan bu kriterler, ülkelerin öncelikli olarak ele alması gereken kriterlerdir. Bu kriterlerde gerçekleşecek iyileşmeler ülkelerin rekabetçilik sıralamalarını en hızlı şekilde etkileyecektir.

WASPAS yöntemi ile 4 ayrı yıl için ülke sıralamaları yapılarak, ülkelerin küresel rekabetçilik durumu ortaya konmuştur. Ülkelere ilişkin yıllık sıralamaları ve yıl bazında sıralamadaki yer değişiklerini kendinde birleştiren grafik aşağıda verilmiştir.

Grafik 3.1. WASPAS yöntemi ile elde edilen ülke sıralamaları



Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, 2010 yılı için ülke sıralamaları sırasıyla Azerbaycan, Kazakistan, Ermenistan, Tacikistan, Moldova, Kırgızistan ve Ukrayna olarak belirlenmiştir.

2011 yılı için yapılan sıralamada, ülkeler sırasıyla Azerbaycan, Kazakistan, Tacikistan, Ermenistan, Moldova, Kırgızistan ve Ukrayna olarak belirlenmiştir.

2012 yılı sıralamasında ülke sıralaması sırasıyla Kazakistan, Azerbaycan, Tacikistan, Ermenistan, Moldova, Kırgızistan ve Ukrayna olarak belirlenmiştir.

2013 yılı için ise sıralama, Kazakistan, Azerbaycan, Ermenistan, Tacikistan, Moldova, Kırgızistan ve Ukrayna olarak belirlenmiştir.

Her yıl için sıralamalar ayrı ayrı incelendiğinde, Ukrayna, Moldova ve Kırgızistan'ın hep aynı sıralarda konumlanması gözlemlenmiştir. Bu 3 ülkenin sabit konum durumu, rakipleriyle mukayesede küresel ekonomi içerisinde çok da boy gösterememesi olarak yorumlanabilir. Diğer 4 ülke için ise her yıl küçük sıralama değişikliği görülmektedir.

Ekler

Sayfa

- Ek 1. Kriterlerin endeks yönü**
- Ek 2. Kriterlere ait Standart Sapma Değerleri**
- Ek 3. Kriterlere ait Standart Sapma Değerleri**
- Ek 4. Alternatiflerin ağırlıklı toplam yöntemine göre $Q_i^{(1)}$ değerleri**
- Ek 5. Alternatiflerin ağırlıklı çarpım yöntemine göre $Q_i^{(2)}$ değerleri**
- Ek 6. Alternatiflerin görelî önem Q_i değerleri**
- Ek 7. 2010 yılı için CRITIC yöntemiyle bulunan kriter ağırlıklarının grafik gösterimi**
- Ek 8. 2011 yılı için CRITIC yöntemiyle bulunan kriter ağırlıklarının grafik gösterimi**
- Ek 9. 2012 yılı için CRITIC yöntemiyle bulunan kriter ağırlıklarının grafik gösterimi**
- Ek 10. 2013 yılı için CRITIC yöntemiyle bulunan kriter ağırlıklarının grafik gösterimi**
- Ek 11. Lambda değerleri tablosu (2010)**
- Ek 12. Lambda değerleri tablosu (2011)**
- Ek 13. Lambda değerleri tablosu (2012)**
- Ek 14. Lambda değerleri tablosu (2013)**
- Ek 15. 2010-2013 yılları için WASPAS yöntemiyle elde edilen ülke sıralamaları**

Ek 1. Kriterlerin endeks yönü

| Kod | Kriterler | Kriterin yönü |
|------------|---|----------------------|
| K1 | Nüfus | Fayda |
| K2 | Kişi başına düşen GSYİH | Fayda |
| K3 | Bütçe açığı | Fayda |
| K4 | Yaşam Beklentisi | Fayda |
| K5 | Mülkiyet hakları | Fayda |
| K6 | Devletin politika üretirken şeffaf olması | Fayda |
| K7 | Yargının bağımsızlığı | Fayda |
| K8 | Denetleme ve Raporlama düzenlemelerinin gücü | Fayda |
| K9 | Azınlık hissedarlarının çıkarlarının gözetilmesi | Fayda |
| K10 | Genel Altyapının Kalitesi | Fayda |
| K11 | Karayollarının Kalitesi | Fayda |
| K12 | Raylı Ulaşım Altyapısının Kalitesi | Fayda |
| K13 | Liman Altyapısının Kalitesi | Fayda |
| K14 | Hava Taşımacılığı Altyapısının Kalitesi | Fayda |
| K15 | Eğitim Sisteminin Kalitesi | Fayda |
| K16 | Yerel Rekabetin Yoğunluğu | Fayda |
| K17 | Monopol Karşıtı Politikaların Etkinliği | Fayda |
| K18 | Yabancı Mülkiyetin Yaygınlığı | Fayda |
| K19 | Gümrük Prosedürlerinin Yüku | Fayda |
| K20 | Finansal Hizmetlerin Mevcudiyeti | Fayda |
| K21 | Krediye erişim kolaylığı | Fayda |
| K22 | Bankaların dayanıklılığı | Fayda |
| K23 | En son teknolojilerin mevcudiyeti | Fayda |
| K24 | Yerel Piyasa hacim endeksi | Fayda |
| K25 | Yabancı piyasa hacim endeksi | Fayda |
| K26 | Yerel tedarikçi sayısı | Fayda |
| K27 | Yerel tedarikçi kalitesi | Fayda |
| K28 | Rekabetçi avantajın doğası | Fayda |
| K29 | İnovasyon kapasitesi | Fayda |

| | | |
|------------|---|----------------|
| K30 | Bilimsel araştırma kurumlarının kalitesi | Fayda |
| K31 | Ar-Ge için şirket harcamaları | Fayda |
| K32 | Ar-Ge'de Üniversite Sanayi kesimi işbirliği | Fayda |
| K33 | İleri teknoloji ürünlerinin alımı (kamu) | Fayda |
| K34 | Bilim adamı ve mühendislerinin varlığı | Fayda |
| K35 | Gayri safi yurtiçi hasıla | Fayda |
| K36 | Ticaret engellerinin yaygınlığı | Maliyet |
| K37 | Kamu Borcu (%GSYİH) | Maliyet |
| K38 | Düzensiz ödemeler | Maliyet |
| K39 | Kamu harcamalarının gereksiz yere harcanması | Maliyet |
| K40 | Terörizmin iş kesimine maliyeti | Maliyet |

Ek 2. Kriterlere ait standart sapma değerleri

| Kriterler | Standart Sapma Değerleri | | | |
|--|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Nüfus | 0,353304 | 0,352996 | 0,352694 | 0,352406 |
| Kişi başına düşen GSYİH | 0,362918 | 0,360184 | 0,360453 | 0,357454 |
| Bütçe açığı | 0,293865 | 0,335126 | 0,293044 | 0,290368 |
| Yaşam Beklentisi | 0,319329 | 0,327570381 | 0,333957 | 0,342586 |
| Mülkiyet hakları | 0,37291 | 0,405030088 | 0,374221 | 0,402998 |
| Devletin politika üretirken şeffaf olması | 0,334116 | 0,303460108 | 0,327356483 | 0,422453 |
| Yargının bağımsızlığı | 0,390555 | 0,380858208 | 0,361583 | 0,400841 |
| Denetleme ve Raporlama düzenlemelerinin gücü | 0,413176 | 0,4351281 | 0,401220313 | 0,392616 |
| Azınlık hissedarlarının çıkarlarının gözetilmesi | 0,394659 | 0,373668 | 0,404403 | 0,309955 |
| Genel Altyapının Kalitesi | 0,333046 | 0,330855 | 0,40352 | 0,358086 |
| Karayollarının Kalitesi | 0,3395 | 0,34919 | 0,33836 | 0,380071 |
| Raylı Ulaşım Altyapısının Kalitesi | 0,373288 | 0,403793 | 0,405076 | 0,437696 |
| Liman Altyapısının Kalitesi | 0,346554 | 0,380409 | 0,39915 | 0,317831 |
| Hava Taşımacılığı Altyapısının Kalitesi | 0,323814 | 0,312035 | 0,3289761 | 0,308792 |
| Eğitim Sisteminin Kalitesi | 0,337034 | 0,342786 | 0,3616 | 0,359105 |
| Yerel Rekabetin Yoğunluğu | 0,3535522 | 0,3110161 | 0,41156 | 0,353576 |
| Monopol Karşıtı Politikaların Etkinliği | 0,33908357 | 0,347528976 | 0,34028401 | 0,410068 |
| Yabancı Mülkiyetin Yaygınlığı | 0,3322437 | 0,402374 | 0,43543 | 0,365935 |
| Gümrük Prosedürlerinin Yüku | 0,381113 | 0,480833 | 0,360467 | 0,335261 |
| Finansal Hizmetlerin Mevcudiyeti | 0,3681643 | 0,3317379 | 0,35376 | 0,377419 |
| Krediye erişim kolaylığı | 0,377291 | 0,390057 | 0,3453496 | 0,3557 |
| Bankaların dayanıklılığı | 0,320092 | 0,308671 | 0,311589 | 0,317502 |

| | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|----------|
| En son teknolojilerin mevcudiyeti | 0,3190581 | 0,332322 | 0,37394 | 0,303989 |
| Yerel Piyasa hacim endeksi | 0,402854 | 0,400343 | 0,398886 | 0,401527 |
| Yabancı piyasa hacim endeksi | 0,38682 | 0,43372 | 0,44017655 | 0,43688 |
| Yerel tedarikçi sayısı | 0,330535 | 0,363247 | 0,358283 | 0,360356 |
| Yerel tedarikçi kalitesi | 0,371 | 0,32041734 | 0,3562542 | 0,353201 |
| Rekabetçi avantajın doğası | 0,439156 | 0,367636 | 0,38922 | 0,322405 |
| İnovasyon kapasitesi | 0,35815 | 0,344259 | 0,362676 | 0,334429 |
| Bilimsel araştırma kurumlarının kalitesi | 0,319619 | 0,327902 | 0,390572 | 0,352711 |
| Ar-Ge için şirket harcamaları | 0,36522 | 0,3754907 | 0,36151046 | 0,414609 |
| Ar-Ge'de Üniversite Sanayi kesimi işbirliği | 0,31833 | 0,319242 | 0,355414558 | 0,35172 |
| İleri teknoloji ürünlerinin alımı (kamu) | 0,37081 | 0,36678 | 0,367699 | 0,38722 |
| Bilim adami ve mühendislerinin varlığı | 0,322908 | 0,367759 | 0,365344 | 0,378568 |
| Gayri safi yurtiçi hasıla | 0,447173213 | 0,433411 | 0,432867 | 0,364382 |
| Ticaret engellerinin yaygınlığı | 0,360797 | 0,331489708 | 0,336194 | 0,323298 |
| Kamu Borcu (%GSYİH) | 0,345591 | 0,366713 | 0,360535 | 0,396275 |
| Düzensiz ödemeler | 0,373167 | 0,381256 | 0,352517 | 0,398031 |
| Kamu harcamalarının gereksiz yere harcanması | 0,402133 | 0,380075 | 0,407479 | 0,364502 |
| Terörizmin iş kesimine maliyeti | 0,372288 | 0,36004 | 0,372757 | 0,398305 |

Ek 3. CRITIC yöntemiyle hesaplanan kriter ağırlıkları

| Kod | Kriterler | Ağırlıklar | | | |
|-----|--|------------|-------------|-------------|----------|
| | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| K1 | Nüfus | 0,024424 | 0,025911752 | 0,02810814 | 0,028596 |
| K2 | Kişi başına düşen GSYİH | 0,021451 | 0,022720879 | 0,02372491 | 0,020692 |
| K3 | Bütçe açığı | 0,029744 | 0,025459407 | 0,031093062 | 0,025493 |
| K4 | Yaşam Beklentisi | 0,030685 | 0,028513168 | 0,029405901 | 0,027347 |
| K5 | Mülkiyet hakları | 0,025558 | 0,023041509 | 0,021989719 | 0,020892 |
| K6 | Devletin politika üretirken şeffaf olması | 0,025408 | 0,033525518 | 0,028803183 | 0,023242 |
| K7 | Yargının bağımsızlığı | 0,034033 | 0,022239745 | 0,020006991 | 0,021648 |
| K8 | Denetleme ve Raporlama düzenlemelerinin gücü | 0,027929 | 0,02889481 | 0,02811882 | 0,023661 |
| K9 | Azınlık hissedarlarının çıkarlarının gözetilmesi | 0,028414 | 0,023917007 | 0,02413167 | 0,025515 |
| K10 | Genel Altyapının Kalitesi | 0,020914 | 0,020613138 | 0,019592142 | 0,021721 |
| K11 | Karayollarının Kalitesi | 0,029636 | 0,025373873 | 0,022854001 | 0,022782 |
| K12 | Raylı Ulaşım Altyapısının Kalitesi | 0,020933 | 0,020532692 | 0,020398203 | 0,022927 |
| K13 | Liman Altyapısının Kalitesi | 0,017846 | 0,020594359 | 0,023241242 | 0,022466 |
| K14 | Hava Taşımacılığı Altyapısının Kalitesi | 0,021529 | 0,019479496 | 0,018132066 | 0,020891 |
| K15 | Eğitim Sisteminin Kalitesi | 0,027754 | 0,031322467 | 0,024336448 | 0,023766 |
| K16 | Yerel Rekabetin Yoğunluğu | 0,030259 | 0,033718262 | 0,036584945 | 0,035281 |
| K17 | Monopol Karşıtı Politikaların Etkinliği | 0,029414 | 0,026916816 | 0,020398204 | 0,024689 |
| K18 | Yabancı Mülkiyetin Yaygınlığı | 0,021256 | 0,022965449 | 0,025099506 | 0,032461 |
| K19 | Gümrük Prosedürlerinin Yüğü | 0,026886 | 0,025901897 | 0,027119253 | 0,029965 |
| K20 | Finansal Hizmetlerin Mevcudiyeti | 0,019117 | 0,020170601 | 0,022827899 | 0,018793 |
| K21 | Krediye erişim kolaylığı | 0,025412 | 0,023875761 | 0,02166743 | 0,023569 |
| K22 | Bankaların dayanıklılığı | 0,034889 | 0,036465442 | 0,033634008 | 0,025307 |

| | | | | | |
|------------|--|----------|-------------|-------------|----------|
| K23 | En son teknolojilerin mevcudiyeti | 0,017799 | 0,018757125 | 0,017116339 | 0,022778 |
| K24 | Yerel Piyasa hacim endeksi | 0,021086 | 0,022511309 | 0,024124303 | 0,023206 |
| K25 | Yabancı piyasa hacim endeksi | 0,021535 | 0,022407649 | 0,025055367 | 0,024342 |
| K26 | Yerel tedarikçi sayısı | 0,018411 | 0,023170244 | 0,023691881 | 0,023008 |
| K27 | Yerel tedarikçi kalitesi | 0,019942 | 0,032892579 | 0,021758987 | 0,025753 |
| K28 | Rekabetçi avantajın doğası | 0,02616 | 0,022805164 | 0,023446939 | 0,024097 |
| K29 | İnovasyon kapasitesi | 0,018645 | 0,020029079 | 0,017864134 | 0,019906 |
| K30 | Bilimsel araştırma kurumlarının kalitesi | 0,019364 | 0,020002783 | 0,018312469 | 0,021783 |
| K31 | Ar-Ge için şirket harcamaları | 0,018709 | 0,01849812 | 0,017685664 | 0,018573 |
| K32 | Ar-Ge'de Üniversite Sanayi kesimi işbirliği | 0,018973 | 0,01981821 | 0,017991729 | 0,020565 |
| K33 | İleri teknoloji ürünlerinin alımı (kamu) | 0,02102 | 0,019219342 | 0,018734517 | 0,021814 |
| K34 | Bilim adamı ve mühendislerinin varlığı | 0,018683 | 0,019207595 | 0,020326173 | 0,019846 |
| K35 | Gayri safi yurtiçi hasıla | 0,02164 | 0,023635959 | 0,024997583 | 0,021862 |
| K36 | Ticaret engellerinin yaygınlığı | 0,033887 | 0,027459788 | 0,03122232 | 0,029253 |
| K37 | Kamu Borcu (%GSYİH) | 0,020296 | 0,021858232 | 0,023290532 | 0,023067 |
| K38 | Düzensiz ödemeler | 0,038419 | 0,034975931 | 0,042704795 | 0,044452 |
| K39 | Kamu harcamalarının gereksiz yere harcanması | 0,037945 | 0,036605063 | 0,044200065 | 0,040691 |
| K40 | Terörizmin iş kesimine maliyeti | 0,033997 | 0,033991778 | 0,036208459 | 0,0333 |

Ek 4. Alternatiflerin ağırlıklı toplam yöntemine göre $Q_i^{(1)}$ değerleri

| Ülkeler | $Q_i^{(1)}$ değerleri | | | |
|-------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Azerbaycan | 8,88491E-01 | 0,867640071 | 0,843776134 | 0,83125572 |
| Ermenistan | 7,54205E-01 | 0,762896197 | 0,769289499 | 0,774540442 |
| Kazakistan | 8,52715E-01 | 0,853623544 | 0,85653828 | 0,874897253 |
| Kırgızistan | 7,06643E-01 | 0,693882183 | 0,669570538 | 0,713790629 |
| Moldova | 7,32569E-01 | 0,723991941 | 0,699979887 | 0,711685599 |
| Tacikistan | 7,58056E-01 | 0,776657237 | 0,774862882 | 0,772019486 |
| Ukrayna | 8,13987E-01 | 0,821368668 | 0,820483444 | 0,802195514 |

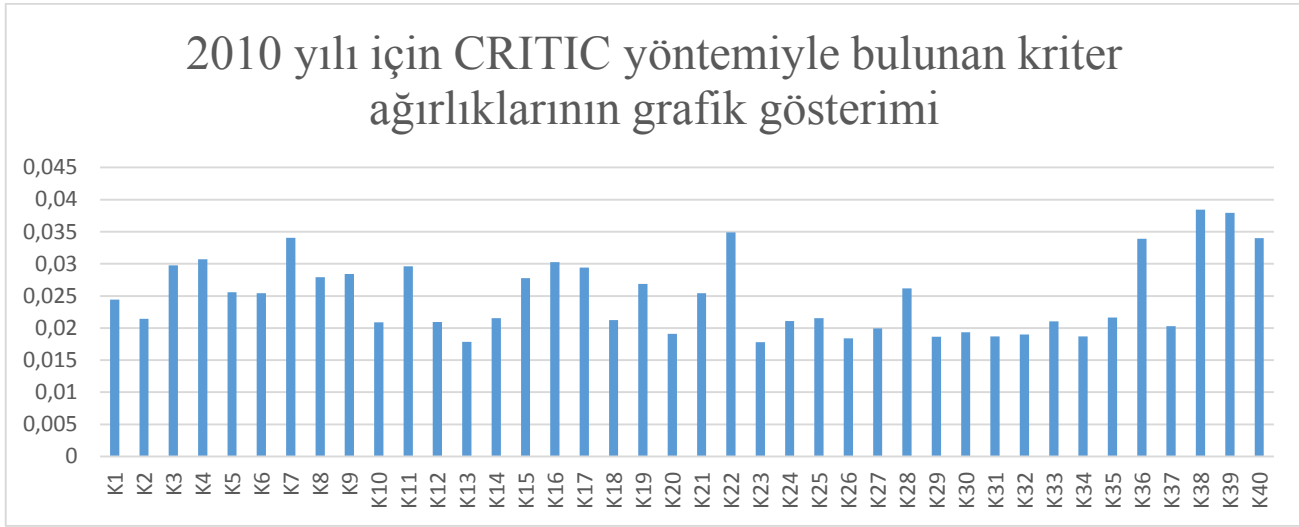
Ek 5. Alternatiflerin ağırlıklı çarpım yöntemine göre $Q_i^{(2)}$ değerleri

| Ülkeler | $Q_i^{(2)}$ değerleri | | | |
|--------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Azerbaycan | 0,86071319 | 0,839709116 | 0,813365915 | 0,799003164 |
| Ermenistan | 0,68269771 | 0,675573905 | 0,679344735 | 0,686470337 |
| Kazakistan | 0,839297033 | 0,840265253 | 0,840894793 | 0,859118399 |
| Kırgızistan | 0,621529672 | 0,600595954 | 0,581096904 | 0,626359332 |
| Moldova | 0,652256908 | 0,635491281 | 0,616434999 | 0,633266491 |
| Tacikistan | 0,673221403 | 0,675186634 | 0,67751108 | 0,683825001 |
| Ukrayna | 0 | 0 | 0 | 0 |

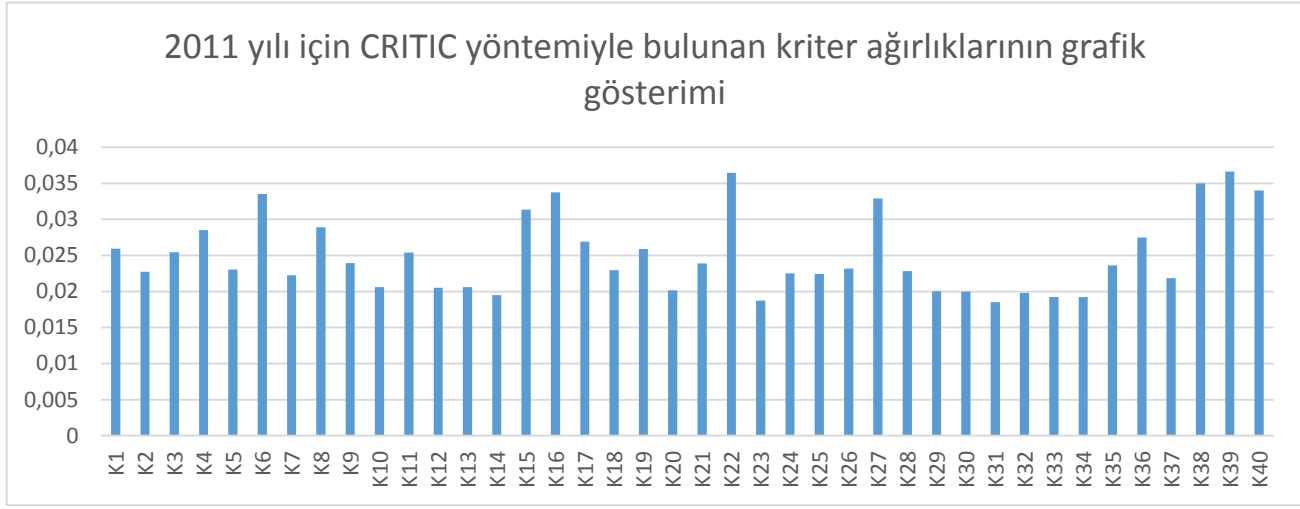
Ek 6. Alternatiflerin görelî önem Q_i değerleri

| Ülkeler | Alternatiflerin görelî önem değerleri | | | |
|--------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Azerbaycan | 0,874602112 | 0,853674594 | 0,828571025 | 0,815129442 |
| Ermenistan | 0,718451324 | 0,719235051 | 0,724317117 | 0,730505389 |
| Kazakistan | 0,846005991 | 0,846944399 | 0,848716536 | 0,867007826 |
| Kırgızistan | 0,664086324 | 0,647239068 | 0,625333721 | 0,670074981 |
| Moldova | 0,692412875 | 0,679741611 | 0,658207443 | 0,672476045 |
| Tacikistan | 0,715638639 | 0,725921936 | 0,726186981 | 0,727922244 |
| Ukrayna | 0,406993699 | 0,410684334 | 0,410241722 | 0,401097757 |

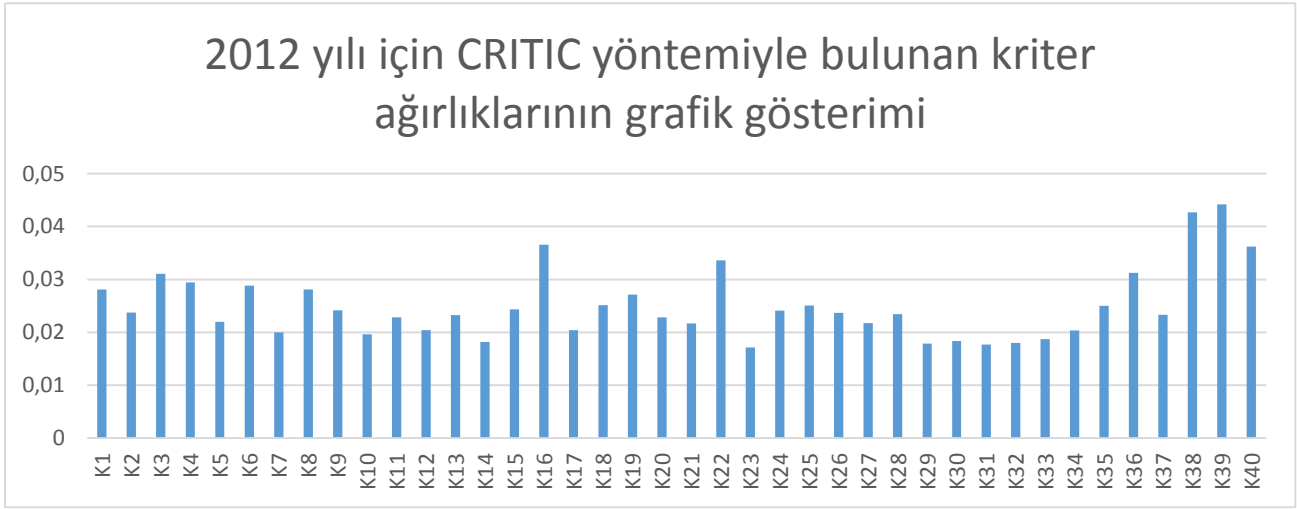
Ek 7. 2010 yılı için CRITIC yöntemiyle bulunan kriter ağırlıklarının grafik gösterimi



Ek 8. 2011 yılı için CRITIC yöntemiyle bulunan kriter ağırlıklarının grafik gösterimi



Ek 9. 2012 yılı için CRITIC yöntemiyle bulunan kriter ağırlıklarının grafik gösterimi



Ek 10. 2013 yılı için CRITIC yöntemiyle bulunan kriter ağırlıklarının grafik gösterimi



Ek 11. Lambda değerleri tablosu (2010)

| Ülkeler | $\lambda = 0$ | $\lambda = 0.1$ | $\lambda = 0.2$ | $\lambda = 0.3$ | $\lambda = 0.4$ | $\lambda = 0.5$ | $\lambda = 0.6$ | $\lambda = 0.7$ | $\lambda = 0.8$ | $\lambda = 0.9$ | $\lambda = 1$ |
|-------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Azerbaycan | 0.86071319 | 0.863490974 | 0.866268759 | 0.869046543 | 0.871824328 | 0.874602112 | 0.877379896 | 0.880157681 | 0.882935465 | 0.88571325 | 0.888491034 |
| Ermenistan | 0.68269771 | 0.689848433 | 0.696999155 | 0.704149878 | 0.711300601 | 0.718451324 | 0.725602047 | 0.732752769 | 0.739903492 | 0.747054215 | 0.754204938 |
| Kazakistan | 0.839297033 | 0.840638824 | 0.841980616 | 0.843322408 | 0.8446642 | 0.846005991 | 0.847347783 | 0.848689575 | 0.850031367 | 0.851373158 | 0.85271495 |
| Kırgızistan | 0.621529672 | 0.630041002 | 0.638552333 | 0.647063663 | 0.655574994 | 0.664086324 | 0.672597655 | 0.681108985 | 0.689620316 | 0.698131646 | 0.706642977 |
| Moldova | 0.652256908 | 0.660288101 | 0.668319295 | 0.676350488 | 0.684381681 | 0.692412875 | 0.700444068 | 0.708475261 | 0.716506455 | 0.724537648 | 0.732568841 |
| Tacikistan | 0.673221403 | 0.68170485 | 0.690188298 | 0.698671745 | 0.707155192 | 0.715638639 | 0.724122087 | 0.732605534 | 0.741088981 | 0.749572429 | 0.758055876 |
| Ukrayna | 0 | 0.08139874 | 0.16279748 | 0.244196219 | 0.325594959 | 0.406993699 | 0.488392439 | 0.569791179 | 0.651189918 | 0.732588658 | 0.813987398 |

Ek 12. Lambda değerleri tablosu (2011)

| Ülkeler | $\lambda = 0$ | $\lambda = 0,1$ | $\lambda = 0,2$ | $\lambda = 0,3$ | $\lambda = 0,4$ | $\lambda = 0,5$ | $\lambda = 0,6$ | $\lambda = 0,7$ | $\lambda = 0,8$ | $\lambda = 0,9$ | $\lambda = 1$ |
|-------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Azerbaycan | 0,839709116 | 0,842502212 | 0,845295307 | 0,848088403 | 0,850881498 | 0,853674594 | 0,856467689 | 0,859260785 | 0,86205388 | 0,864846976 | 0,867640071 |
| Ermenistan | 0,675573905 | 0,684306135 | 0,693038364 | 0,701770593 | 0,710502822 | 0,719235051 | 0,72796728 | 0,73669951 | 0,745431739 | 0,754163968 | 0,762896197 |
| Kazakistan | 0,840265253 | 0,841601083 | 0,842936912 | 0,844272741 | 0,84560857 | 0,846944399 | 0,848280228 | 0,849616057 | 0,850951886 | 0,852287715 | 0,853623544 |
| Kırgızistan | 0,600595954 | 0,609924577 | 0,6192532 | 0,628581823 | 0,637910446 | 0,647239068 | 0,656567691 | 0,665896314 | 0,675224937 | 0,68455356 | 0,693882183 |
| Moldova | 0,655491281 | 0,644341347 | 0,653191413 | 0,662041479 | 0,670891545 | 0,679741611 | 0,688591677 | 0,697441743 | 0,706291809 | 0,715141875 | 0,723991941 |
| Tacikistan | 0,675186634 | 0,685333694 | 0,695480754 | 0,705627815 | 0,715774875 | 0,725921936 | 0,736068996 | 0,746216056 | 0,756363117 | 0,766510177 | 0,776657237 |
| Ukrayna | 0 | 0,082136867 | 0,164273734 | 0,2464106 | 0,328547467 | 0,410684334 | 0,492821201 | 0,574958067 | 0,657094934 | 0,739231801 | 0,821368668 |

Ek 13. Lambda değerleri tablosu (2012)

| Ülkeler | $\lambda = 0$ | $\lambda = 0,1$ | $\lambda = 0,2$ | $\lambda = 0,3$ | $\lambda = 0,4$ | $\lambda = 0,5$ | $\lambda = 0,6$ | $\lambda = 0,7$ | $\lambda = 0,8$ | $\lambda = 0,9$ | $\lambda = 1$ |
|-------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Azerbaycan | 0,813365915 | 0,816406937 | 0,819447959 | 0,822488981 | 0,825530003 | 0,828571025 | 0,831612047 | 0,834653069 | 0,837694091 | 0,840735112 | 0,843776134 |
| Ermenistan | 0,679344735 | 0,688339212 | 0,697333688 | 0,706328165 | 0,715322641 | 0,724317117 | 0,733311594 | 0,74230607 | 0,751300547 | 0,760295023 | 0,769289499 |
| Kazakistan | 0,840894793 | 0,842459141 | 0,84402349 | 0,845587839 | 0,847152188 | 0,848716536 | 0,850280885 | 0,851845234 | 0,853409583 | 0,854973931 | 0,85653828 |
| Kirgizistan | 0,581096904 | 0,589944267 | 0,598791631 | 0,607638994 | 0,616486358 | 0,625333721 | 0,634181084 | 0,643028448 | 0,651875811 | 0,660723175 | 0,669570538 |
| Moldova | 0,616434999 | 0,624789487 | 0,633143976 | 0,641498465 | 0,649852954 | 0,658207443 | 0,666561932 | 0,674916421 | 0,683270909 | 0,691625398 | 0,699979887 |
| Tacikistan | 0,67751108 | 0,68724626 | 0,69698144 | 0,70671662 | 0,716451801 | 0,726186981 | 0,735922161 | 0,745657341 | 0,755392521 | 0,765127702 | 0,774862882 |
| Ukrayna | 0 | 0,082048344 | 0,164096689 | 0,246145033 | 0,328193378 | 0,410241722 | 0,492290067 | 0,574338411 | 0,656386755 | 0,7384351 | 0,820483444 |

Ek 14. Lambda değerleri tablosu (2013)

| Ülkeler | $\lambda = 0$ | $\lambda = 0,1$ | $\lambda = 0,2$ | $\lambda = 0,3$ | $\lambda = 0,4$ | $\lambda = 0,5$ | $\lambda = 0,6$ | $\lambda = 0,7$ | $\lambda = 0,8$ | $\lambda = 0,9$ | $\lambda = 1$ |
|-------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Azerbaycan | 0,799003164 | 0,802228419 | 0,805453675 | 0,808678931 | 0,811904186 | 0,815129442 | 0,818354697 | 0,821579953 | 0,824805208 | 0,828030464 | 0,83125572 |
| Ermenistan | 0,686470337 | 0,695277347 | 0,704084358 | 0,712891368 | 0,721698379 | 0,730505389 | 0,7393124 | 0,74811941 | 0,756926421 | 0,765733431 | 0,774540442 |
| Kazakistan | 0,859118399 | 0,860696284 | 0,86227417 | 0,863852055 | 0,865429941 | 0,867007826 | 0,868585712 | 0,870163597 | 0,871741483 | 0,873319368 | 0,874897253 |
| Kırgızistan | 0,626359332 | 0,635102461 | 0,643845591 | 0,652588721 | 0,661331851 | 0,670074981 | 0,67881811 | 0,68756124 | 0,69630437 | 0,7050475 | 0,713790629 |
| Moldova | 0,633266491 | 0,641108402 | 0,648950312 | 0,656792223 | 0,664634134 | 0,672476045 | 0,680317956 | 0,688159866 | 0,696001777 | 0,703843688 | 0,711685599 |
| Tacikistan | 0,683825001 | 0,69264445 | 0,701463898 | 0,710283347 | 0,719102795 | 0,727922244 | 0,736741692 | 0,745561141 | 0,754380589 | 0,763200038 | 0,772019486 |
| Ukrayna | 0 | 0,080219551 | 0,160439103 | 0,240658654 | 0,320878205 | 0,401097757 | 0,481317308 | 0,56153686 | 0,641756411 | 0,721975962 | 0,802195514 |

Ek 15. 2010-2013 yılları için WASPAS yöntemiyle elde edilen ülke sıralamaları

| Ülkeler | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Azerbaycan | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Ermenistan | 3 | 4 | 4 | 3 |
| Kazakistan | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Kırgızistan | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Moldova | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Tacikistan | 4 | 3 | 3 | 4 |
| Ukrayna | 7 | 7 | 7 | 7 |

KAYNAKÇA

- Adalı, E. A., ve Işık, A. T. (2017). The multi-objective decision making methods based on MULTIMOORA and MOOSRA for the laptop selection problem. *Journal of Industrial Engineering International*, 13, 229-237.
- Akyüz, F., Yeşil, T., Kara, İ., ve Ersoy, G. (2018). BİST'de işlem gören kağıt ve kağıt ürünleri basım ve yayın işletmelerinin TOPSİS, PROMETHEE ve COPRAS yöntemleriyle finansal performanslarının belirlenmesi. *Business and Management Studies: An International Journal*, 6(3), 293-314.
- Al-Hamadi, G. M. (1995). A comparative study of multiple attribute decision making techniques using a subjective experiment. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Washington: George Washington Üniversitesi.
- Alp, İ., Öztel, A., ve Köse, M. S. (2015). Entropi tabanlı MAUT yöntemi ile kurumsal sürdürülebilirlik performansı ölçümü: bir vaka çalışması. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 65-82.
- Alper, D., ve Başdar, C. (2017). A comparison of TOPSIS and ELECTRE methods: an application on the factoring industry. *Business and Economics Research Journal*, 8(3), 627-646.
- Arslan, H. M., Köse, A., ve Durak, İ. (2018). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile eğitim kurumları karar problemlerinin çözümü. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 27-34.
- Ataman, A. C. (2018). Savunma sanayinde endüstri 4.0 olgunluk parametrelerinin tereddütlü bulanık AHP yöntemi ile önceliklendirilmesi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi.
- Attri, R., ve Grover, S. (2014). Decision making over the production system life cycle: MOORA method. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 5(3), 320-328.
- Aydın, Ö., Öznehir, S., ve Akçalı, E. (2009). Ankara için optimal hastane yeri seçiminin analitik hiyerarşi süreci ile modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2), 69-86.
- Aydın, Y. (2017). Küresel kriz çerçevesinde katılım bankalarının ve ticari bankaların mali performanslarının TOPSİS yöntemiyle analizi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Çorum: Hitit Üniversitesi.
- Ayık, Z., ve Kılavuz, Y. (2013). Analitik ağ süreci yaklaşımı ve TOPSIS yöntemi ile öğrenci işleri bilgi sistemi yazılımı seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(4), 1-18.

- Azadfallah, M. (2017). Multi criteria supplier selection using PROMETHEE outranking procedures. *Journal of Supply Chain Management Systems*, 6(1), 24-32.
- Badi, I., ve Abdulshahed, A. (2019). Ranking the Libyan airlines by using full consistency method (FUCOM) and analytical hierarchy process (AHP). *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 2(1), 1-14.
- Bakır, M., ve Atalık, Ö. (2018). Entropi ve Aras yöntemleriyle havayolu işletmelerinde hizmet kalitesinin değerlendirilmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 617-638.
- Bana e Costa, C., ve Oliveira, R. C. (2002). Assigning priorities for maintenance, repair and refurbishment in managing a municipal housing stock. *European Journal of Operational Research*, 138(2002), 380-391.
- Bedir, N. (2018). Vardiya çizelgeleme probleminin kombine AHS-PROMETHEE ve Hedef Programlama yöntemleri ile çözümü: bir hidroelektrik santral örneği. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi.
- Bedir, N., Özder, E. H., ve Eren, T. (2016). Course selection with AHP & PROMETHEE methods for post graduate students: an application in Kırıkkale University graduate school of natural and applied sciences. *MATEC Web of Conferences*, 68(2016), 1-7.
- Bhushan, N., ve Rai, K. (2004). *Strategic decision making applying the analytic hierarchy process* (1 b.). Springer.
- Bose, D. (2012). *Principles of Management and Administration* (2 b.). PHI Learning Pvt.Ltd.
- Bottero, M., D'Alpaos, C., ve Oppio, A. (2018). Multicriteria evaluation of urban regeneration processes: an application of PROMETHEE method in Northern Italy. *Advances in Operations Research*, 2018(2), 1-12.
- Bozanic, D., Tesic, D., ve Kocic, J. (2019). Multi-criteria FUCOM - fuzzy MABAC model for the selection of location for construction of single-span bailey bridge. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 2(1), 132-146.
- Brans, J. P., ve Vincke, P. (1985). A preference ranking organisation method: (The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making). *Institute for Operations Research and the Management Sciences*, 31(6), 647-656.
- Brauers, W. K., ve Zavadskas, E. K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*, 35(2), 445-469.
- Brauers, W. K., ve Zavadskas, E. K. (2012). Robustness of MULTIMOORA: a method for multi-objective optimization. *INFORMATICA*, 23(1), 1-25.
- Brauers, W. K., Ginevicius, R., ve Podvezko, V. (2010). Regional development in Lithuania considering multiple objectives by the MOORA method. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(4), 613-640.

- Brauers, W. K., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., ve Vilutiene, T. (2008). Multi-objective contractor's ranking by applying the MOORA method. *Journal of Business Economics and Management*, 9(4), 245-255.
- Bülbül, S., ve Köse, A. (2011). Türk gıda şirketlerinin finansal performansının çok amaçlı karar verme yöntemleriyle değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10. *Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı*, 71-97.
- Can, G. F., Delice, E. K., ve Özçakmak, B. C. (2017). Çok kriterli karar verme yaklaşımıyla oturma düzeneği seçimi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(22), 213-225.
- Cassone, D. T. (2005). A process to estimate the value of a company based on operational performance metrics. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Manhattan, Kansas: Kansas State University.
- Cereska, A., Podvieszko, A., ve Zavadskas, E. K. (2018). Assessment of different metal screw joint parameters by using multiple criteria analysis methods. *Metals-Open Access Metallurgy Journal*, 8(5), 1-16.
- Ceylan, A. (2018). Şirketlerin TOPSİS yöntemiyle finansal performans değerlendirmesi: BİST30 üzerine bir uygulama. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Chakraborty, S., ve Zavadskas, E. K. (2014). Applications of WASPAS method in manufacturing decision making. *INFORMATICA*, 25(1), 1-20.
- Chakraborty, S., Bhattacharyya, O., Zavadskas, E. K., ve Antucheviciene, J. (2015). Application of WASPAS method as an optimization tool in non-traditional machining processes. *Information Technology and Control*, 44(1), 77-88.
- Chang, K. (2004). Multiattribute weighting models for best-value selection in public sector design-build projects. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Colorado: University of Colorado.
- Cömert, H. G. (2018). Akdeniz ülkelerinin turizm performansının çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çakır, S. (2015). Bütünleşik bulanık Shannon Entropi-Bulanık Veri Zarflama Analizi yöntemiyle teknoloji firmalarında etkinlik ölçümü. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çelik, C., Alkan, A., ve Aladağ, Z. (2016). Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada tedarikçi seçimi: AHP-bulanık AHP ve TOPSIS uygulaması. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 43-83.
- Çizmecioğlu, S. (2019). Tedarik zincirinde çok kriterli karar verme yöntemleriyle sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve imalat sektöründe bir uygulama. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Konya: KTO Karatay Üniversitesi.

- Dai, J., Liu, X., ve Hu, F. (2014). Research and application for grey relational analysis in multigranularity based on normality grey number. *The Scientific World Journal*, 2014(2), 1-10.
- Deason, K. (2009). A systems approach to improving policy compliance. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Washington: George Washington University, The School of Engineering and Applied Science.
- Demircioğlu, M., ve Coşkun, İ. T. (2018). CRITIC-MOOSRA yöntemi ve UPS seçimi üzerine bir uygulama. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 183-195.
- DEMİRCİOĞLU, O. (2010). Kuruluş yeri seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırılması. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., ve Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: the CRITIC method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770.
- Dolan, J. (2010). Multi-criteria clinical decision support: a primer on the use of multiple criteria decision making methods to promote evidence-based, patient-centered healthcare. *The patient*, 3(4), 229-248.
- Durmuş, M. (2015). Kriter ağırlıklandırma yöntemlerinin karşılaştırılması. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Uşak: Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Dursun, B. (2018). TOPSIS ve ELECTRE yöntemi ile tedarikçi seçimi: kozmetik sektöründe bir uygulama. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi.
- Ercan, E., ve Kundakcı, N. (2017). Bir tekstil işletmesi için desen programı seçiminde ARAS ve OCRA yöntemlerinin karşılaştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 83-105.
- Fazlollahtabar, H., Smailbasic, A., ve Stevic, Z. (2019). FUCOM method in group decision-making: selection of forklift in a warehouse. *Decision making: Applications in Management and Engineering*, 2(1), 49-65.
- Gelashvili, T. (2019). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile performans değerlendirmesi: AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinin karşılaştırılması. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Gendreau, E. J. (2018). An investigation into the usability of an innovation management assessment tool. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. South Carolina: Clemson University.
- Ghazinoory, S., Danashmand-Mehr, M., ve Azadegan, A. (2013). Technology selection: application of the PROMETHEE in determining preferences- a real case of

- nanotechnology in Iran. *Journal of the Operational Research Society*, 64(6), 884-897.
- Goodwin, P., ve Wright, G. (2004). *Decision Analysis for Management Judgment* (3 b.). John Wiley & Sons, Ltd.
- Gök, M. (2015). G20 ülkelerinin enerji göstergeleri açısından çok kriterli karar verme teknikleri ile sıralanması. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Guarini, M. R., Battisti, F., ve Chiovitti, A. (2018). A methodology for the selection of multi-criteria decision analysis methods in real estate and land management processes. *Sustainability*, 10(2), 1-28.
- Gupta, S., ve Ilgin, M. A. (2018). *Multiple criteria decision making applications in environmentally conscious manufacturing and product recovery* (1 b.). CRC Press.
- Gür, Ş., Bedir, N., ve Eren, T. (2017). Analitik ağ süreci ve PROMETHEE yöntemleri ile gıda sektöründeki orta ölçekli işletmeler için pazarlama stratejilerinin seçimi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 79-92.
- Hasani, H., Tabatabaei, S. A., ve Amiri, G. (2012). Grey relational analysis to determine the optimum process parameters for open-end spinning yarns. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 7(2), 81-86.
- Huang, S. (2014). Comprehensive pavement evaluation with objective approaches: a case study of flexible pavements in Louisiana. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Oklahoma: Oklahoma State University.
- Hwang, C.-L., ve Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: methods and applications: a state-of-the-art survey*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- İlter, D. (2010). İnşaat projelerinde uyumsuzluk çözüm yöntemi seçimi için çok kriterli karar verme modeli. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Ishizaka, A., ve Nemery, P. (2013). *Multi-criteria decision analysis methods and software* (1 b.). Wiley.
- Ishizaka, A., ve Nemery, P. (2013). *Multi-criteria decision analysis: methods and software* (1 b.). Wiley.
- Jayant, A., ve Singh, S. (2018). An integrated approach with MOORA, SWARA and WASPAS methods for selection of 3PLSP. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management konferansında sunulan bildiri*. Paris, France: IESEG School of Management.
- Jayant, A., Gupta, P., Garg, S. K., ve Khan, M. (2014). TOPSIS-AHP based approach for selection of reverse logistics service provider: a case study of mobile phone industry. *Procedia Engineering*. 97, s. 2147-2156. Elsevier.

- Kabli, M. R. (2009). A multi-attribute decision making methodology for selecting new R&D projects portfolio with a case study of Saudi oil refining industry. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Nottingham: The University of Nottingham, School of Mechanical, Materials and Manufacturing Engineering.
- Kalanaki, A. (2013). Tender evaluation for the telecommunication industry using the analytic network process. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Morgantown, West Virginia: West Virginia Üniversitesi.
- Karabasevic, D., Stanujkic, D., Urosevic, S., ve Maksimovic, M. (2016). An approach to personnel selection based on SWARA and WASPAS methods. *Journal of Economics, Management and Informatics*, 7(1), 1-11.
- Karaca, T. (2011). Proje yönetiminde çok kriterli karar verme tekniklerini kullanarak kritik yolun belirlenmesi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karande, P., ve Chakraborty, S. (2012). Decision making for supplier selection using the MOORA method. *The IUP Journal of Operations Management*, 11(2), 6-18.
- Karande, P., ve Chakraborty, S. (2013). Using MACBETH method for supplier selection in manufacturing environment. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4(2), 259-279.
- Kostoglou, V., Papathanasiou, J., Moschidis, O., ve Ladopoulou, P. (2013). A comparative analysis of Greek universities presence on the World Wide Web using an analytical MCDM methodology. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, 4(3), 1-20.
- Kou, G., Ergu, D., Peng, Y., ve Shi, Y. (2013). *Data processing for the AHP/ANP* (1 b.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kundakcı, N. (2016). Combined multi-criteria decision making approach based on MACBETH and MULTI-MOORA methods. *Alphanumeric Journal*, 4(1), 017-026.
- Kundakcı, N. (2018). An integrated method using MACBETH and EDAS methods for evaluating steam boiler alternatives. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 26(1-2), 27-34.
- Kuo, Y., Yang, T., ve Huang, G.-W. (2008). The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision-making problems. *Computers & Industrial Engineering*, 55(1), 80-93.
- Kuruüzüm, A., ve Atsan, N. (2001). Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları. *Akdeniz Üniversitesi İ.İ.B.F dergisi*(1), 83-105.
- Li, Y. (2007). Design for Product Adaptability. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Alberta: University of Calgary.
- Limbong, T., Simarmata, J., Sriadhi, S., Tambunan, A., Sinaga, E. K., Simbolon, N., . . . Pakpahan, S. (2018). The implementation of multi-objective optimization on the

- basis of Ratio Analysis method to select the lecturer assistant working at computer laboratorium. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2), 352-356.
- Lopes, Y. G., ve Almeida, A. T. (2013). A multicriteria decision model for selecting a portfolio of oil and gas exploration projects. *Pesquisa Operacional*, 33(3), 417-441.
- Madic, M., Gecevska, V., Radovanovic, M., ve Petkovic, D. (2014). Multi-criteria economic analysis of machining processes using the WASPAS method. *Journal of Production Engineering*, 17(2), 79-82.
- Mercan, Y. (2013). İmalat sektörlerinin finansal performanslarının TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Nenad, M., ve Zoran, A. (2017). Multi-criteria decision making methods: comparative analysis of PROMETHEE and VIKOR. *International Scientific Conference on Industrial Systems* (s. 284-287). Novi Sad: University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences.
- Nori, N. S., Saifuddin, M., ve Ratna, S. (2018). Cam shaft material selection using multi-objective optimization on the basis of Ratio Analysis-(MOORA) method. *International Journal of Mechanical and Production*, 8(3), 1023-1028.
- Olson, D. L. (1996). *Decision Aids for Selection Problems* (1 b.). Springer-Verlag New York.
- Orakçı, E., ve Özdemir, A. (2017). Telafi edici çok kriterli karar verme yöntemleri ile Türkiye ve AB ülkelerinin insani gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1), 61-74.
- Ömürbek, N., ve Tunca, Z. (2013). Analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci yöntemlerinde grup kararı verilmesi aşamasına ilişkin bir örnek uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 47-70.
- Özbek, A. (2015). Akademik birim yöneticilerinin MOORA yöntemiyle seçilmesi: Kırıkkale üzerine bir uygulama. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(38), 1-18.
- Özçalıcı, M. (2016). Designing and implementing grey relational analysis function using MATLAB. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 3(4), 24-31.
- Özdağoğlu, A. (2013). Üretim işletmelerinde lazer kesme makinelerinin PROMETHEE yöntemi ile karşılaştırılması. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9(19), 305-318.
- Öznel, A. (2016). Çok kriterli karar verme yöntemi seçiminde yeni bir yaklaşım. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Öztürk, A., Kecek, G., ve Söylemez, E. Y. (2013). Personnel selection in an accomodation enterprise by PROMETHEE method. *International Journal of Business and Commerce*, 5(3), 1-19.
- Pamucar, D., Stevic, Z., ve Sremac, S. (2018). A new model for determining weight coefficients of criteria in MCDM models: Full consistency method (FUCOM). *Symmetry*, 10(9), 1-22.
- Patel, M. R., Vashi, M. P., ve Bhatt, B. V. (2017). SMART-multi-criteria decision-making technique for use in planning activities. *New Horizons in Civil Engineering*, (s. 1-6).
- Podvezko, V., Kildiene, S., ve Zavadskas, E. K. (2017). Assessing the performance of the construction sectors in the Baltic states and Poland. *Panoeconomicus*, 64(4), 493-512.
- Roberts, R., ve Goodwin, P. (2002). Weight approximations in multi-attribute decision models. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11(6), 291-303.
- Saaty, T., ve Özdemir, M. S. (2003). Why the magic number seven plus or minus two. *Mathematical and Computer Modelling*, 38(3-4), 233-244.
- Saaty, T., ve Vargas, L. (2001). *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process* (1 b.). Springer US.
- Sallehuddin, R., Shamsuddin, S. M., ve Hashim, S. Z. (2008). Application of grey relational analysis for multivariate time series. *Eight International Conference on Intelligent Systems Design and Applications* (s. 432-437). IEEE computer society.
- Sanaei, S. (2014). Sustainability assessment of biorefinery strategies under uncertainty and risk using multi-criteria desicion-making (MCDM) approach. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Montreal Üniversitesi.
- Sarar, Y. (2018). Alüminyum giydirmeye cephelerde çok kriterli karar verme yöntemleriyle taşıyıcı sistem seçimi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Düzce: Düzce Üniversitesi.
- Sargut, F. (2018). Measuring financial performances via TOPSIS and Grey Analysis; iron & steel sector examples. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Silva, A. L., ve Forte, S. C. (2016). Technology parks (TP) strategic capacity evaluation structure: a framework proposal for implementation in latin america. *Revista de Administração e Inovação*, 13(1), 144-165.
- Siregar, D., Arisandi, D., Usman, A., Irwan, D., ve Rahim, R. (2017). Research of simple multi-attribute rating technique for decision support. *Journal of Physics Conference Series*, 930(1), 1-6.
- Siskos, E., ve Tsotsolas, N. (2015). Elicitation of criteria importance weights through the Simos method: a robustness concern. *European Journal of Operational Research*, 246(2), 543-553.

- Solomon, T. (2017). Ranking of cloud service providers using a dynamic TOPSIS model for provisioning of enterprise IT infrastructure in the cloud. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. George Washington University.
- Soner, S., ve Önüt, S. (2006). Çok kriterli tedarikçi seçimi: bir ELECTRE-AHP uygulaması. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 110-120.
- Şeker, M. (2018). Kurumsal sürdürülebilirlik performansının PROMETHEE yöntemiyle ölçülmesi: TÜPRAŞ örneği. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Bartın: Bartın Üniversitesi.
- Taraszewski, S. A. (2017). Understanding knowledge storage/retrieval system success: an analytic network process perspective. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Cleveland: Cleveland State University.
- Tınmaz, M. (2017). Bulanık analitik ağ süreci yöntemiyle teknoloji perakende firma seçimi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Tosun, Ö. (2017). Using Macbeth method for technology selection in production environment. *American Journal of Data Mining and Knowledge Discovery*, 2(1), 37-41.
- Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-criteria decision making methods: a comparative study* (1 b.). Boston: Springer ABD.
- Trinkuniene, E., Podvezko, V., Zavadskas, E. K., Joksiene, I., Vinogradova, I., ve Trinkunas, V. (2017). Evaluation of quality assurance in contractor contracts by multi-attribute decision-making methods. *Economic Research*, 30(1), 1152-1180.
- Uygurtürk, H., ve Korkmaz, T. (2015). Türkiye'deki A grubu seyahat acentalarının tercih sıralamasının PROMETHEE yöntemi ile belirlenmesi. *Business and Economics Research Journal*, 6(2), 141-155.
- Ünlü, U., Yalçın, N., ve Yağlı, İ. (2017). Kurumsal yönetim ve firma performansı: TOPSIS yöntemi ile BIST 30 firmaları üzerine bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(1), 63-81.
- Vinogradova, I., Podvezko, V., ve Zavadskas, E. K. (2018). The recalculation of the weights of criteria in MCDM methods using the Bayes approach. *Symmetry*, 10(6), 1-18.
- Wang, J.-J., Jing, Y.-Y., Chun-Fa, Z., ve Zhao, J.-H. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2263-2278.
- Wang, Z. (2005). Improving ITS planning with multicriteria decision analysis. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Austin: The University of Texas at Austin.
- Wu, J., Sun, J., Liang, L., ve Zha, Y. (2011). Determination of weights for ultimate cross efficiency using Shannon entropy. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5162-5165.

- Wu, W. (2017). Grey relational analysis method for group decision making in credit risk analysis. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(12), 7913-7920.
- Yılmaz, M. (2016). AHP ve TOPSIS yöntemleri ile şirket kredibilitésinin değerlendirilmesi: gıda, içki, ve tütün sektöründe bir uygulama. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yin, F., Lu, L., Wu, C., ve Chai, J. (2015). Study on subjective weighting method of multi-attribute decision making for broadcasting and TV program evaluation. *4th International Conference on Computer Science and Network Technology*, (s. 462-466).
- Yücel, M. G., ve Görener, A. (2016). Decision making for company acquisition by ELECTRE method. *International Journal of Supply Chain Management*, 5(1), 75-83.
- Zardari, N. H., Ahmed, K., Shirazi, S. M., ve Yusop, Z. B. (2015). *Weighting methods and their effects on multi-criteria decision making model outcomes in water resources management* (1 b.). Springer International Publishing.
- Zavadskas, E. K., Cavallaro, F., Podvezko, V., Ubarte, I., ve Kaklauskas, A. (2017). MCDM assessment of a healthy and safe built environment according to sustainable development principles: a practical neighborhood approach in Vilnius. *Sustainability*, 9(5), 1-30.
- Zavadskas, E. K., Nunic, Z., Stjepanovic, Z., ve Prentkovskis, O. (2018). A novel rough range of value method (R-Rov) for selecting automatically guided vehicles (AGVs). *Studies in Informatics and Control*, 27(4), 385-394.
- Zhang, H., Gu, C.-l., Gu, L.-w., ve Zhang, Y. (2011). The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information entropy - a case in the Yangtze river delta of China. *Tourism Management*, 32(2), 443-451.
- Zhang, Z. (2017). Laser cladding of iron-based erosion and corrosion resistant alloys by a high power direct diode lase. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Texas: Southern Methodist University, Lyle School of Engineering.
- Zoraghi, N., Amiri, M., Talebi, G., ve Zowghi, M. (2013). A fuzzy MCDM model with objective and subjective weights for evaluating service quality in hotel industries. *Journal of Industrial Engineering International*, 9, 1-13.

İnternet Kaynakları

<https://www.umassd.edu/fycm/decision-making/process/> (Erişim tarihi: 15.03.2019)

<http://www.businessmanagementideas.com/decision-making/decision-making-meaning-process-and-factors/3422> (Erişim tarihi: 17.03.2019)

<https://www.wisdomjobs.com/e-university/principles-of-management-and-organisational-behaviour-tutorial-366/decision-making-12715.html> (Erişim tarihi: 17.03.2019)

<https://www.wisdomjobs.com/e-university/principles-of-management-and-organisational-behaviour-tutorial-366/decision-making-12715.html> (Erişim tarihi: 19.03.2019)

<https://www.cliffsnotes.com/study-guides/principles-of-management/decision-making-and-problem-solving/the-decisionmaking-process> (Erişim tarihi: 22.03.2019)

<https://medium.com/@alannallama/9-decision-types-you-should-know-3311f2621e04> (Erişim tarihi: 22.03.2019)

<http://www.yourarticlelibrary.com/management/decision-making-management/decision-types-top-11-types-of-decisions-business-management/70028> (Erişim tarihi: 24.03.2019)

<http://www.yourarticlelibrary.com/management/decision-making-management/decision-types-top-11-types-of-decisions-business-management/70028> (Erişim tarihi: 24.03.2019)

https://ebrary.net/2831/management/types_decision_making (Erişim tarihi: 25.03.2019)

<https://www.mercer.com/our-thinking/career/world-economic-forum-executive-opinion-survey-2018.html> (Erişim tarihi: 01.04.2019)

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.484.1240&rep=rep1&type=pdf> (Erişim tarihi: 01.04.2019)

http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/GCR_Chapter1.3_2015-16.pdf (Erişim tarihi: 03.04.2019)

http://www.ufukotesi.com/yazigoster.asp?yazi_no=82 (Erişim tarihi: 05.04.2019)

<https://www.weforum.org/agenda/2016/09/what-is-competitiveness/> (Erişim tarihi 08.04.2019)