TELAFİ EDİCİ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TÜRKİYE VE AB ÜLKELERİNİN İNSANİ GELİŞMİŞLİK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Erhan ORAKÇI

(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir, 2016

TELAFİ EDİCİ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TÜRKİYE VE AB ÜLKELERİNİN İNSANİ GELİŞMİŞLİK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Erhan ORAKÇI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ali ÖZDEMİR

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Ağustos, 2016

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Erhan ORAKÇI'nın "Telafi Edici Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Türkiye ve AB Ülkelerinin İnsani Gelişmişlik Düzeylerinin Belirlenmesi" başlıklı tezi **11 Ağustos 2016** tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca toplanan **İşletme (Sayısal Yöntemler)** Anabilim Dalında, **yüksek lisans tezi** olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

		İmza
Üye (Tez Danışmanı)	**: Yrd.Doç.Dr.Ali ÖZDEMİR**	.....
Üye	**: Prof.Dr.Emel ŞIKLAR**	.....
Üye	**: Prof.Dr.Zeki ÇAKMAK**	.....

Prof.Dr.Kemal YILDIRIM
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

Yüksek Lisans Tez Özü

TELAFİ EDİCİ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TÜRKİYE VE AB ÜLKELERİNİN İNSANİ GELİŞMİŞLİK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Erhan ORAKÇI

İşletme Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ağustos 2016

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ali ÖZDEMİR

İnsanı ve yaşadığı toplumu sadece sayısal verilerle değerlendirmek, tek değişkenli bir fonksiyonunun bize verdiği değer kümesine razı olmaktır. Oysa insan ve toplumu ilgilendiren konularda karar verme, içinde insani birçok değişkeni barındıran çok değişkenli bir fonksiyonla tanımlanabilir. Bu bağlamda ülkeleri ve toplumları ilgilendiren durumları sadece sayısal verilerle değerlendirmek, resmin sadece bir parçasını görmektir.

Bu çalışmada, 28 AB ülkesi ve Türkiye'nin gelişmişlik düzeylerini belirlemek amacıyla, sayısal veriler ve toplumun tutumunu yansıtan veriler beraber değerlendirilmiştir. Bu amaçla "İnsani Gelişmişlik Endeksi" (İGE) göstergeleri ile beraber, Avrupa Komisyonu tarafından yaptırılan; "Quality of Life in European Cities 2015" (flash eurobarometer 419) anketindeki sorular birer gösterge olarak ele alınarak, ülkelerin gelişmişlik düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ülkelerin insani gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde, telafi edici ÇKKV yöntemleri olan Gri İlişkisel Analiz (GİA) ve MOORA (Multi-Objective Optimization on basis of Ratio Analysis) yöntemleri kullanılmış, bu yöntemlerle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Toplumun insani gelişmişlik düzeyini en çok belirleyen göstergelerin hangileri olduğunu belirlemek amacıyla, Entropi ve CRITIC nesnel ağırlıklandırma yöntemleri kullanılmıştır. 29 ülkenin insani gelişmişlik düzeyleri, 27 gösterge seti kullanılarak, EXCEL 2016 ile analiz edilmiştir. Elde edilen ülke sıralamaları ve gösterge ağırlıkları yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: GİA, MOORA, CRITIC, Entropi, Nesnel Ağırlıklandırma

Abstract

DETERMİNATİON HUMAN DEVELOPMENT LEVELS OF TURKEY AND EU COUNTRİES WİTH COMPENSATORY MULTİ CRİTERİA DECİSİON MAKİNG METHODS

Erhan ORAKÇI

Anadolu University, Graduate School of Social Sciences, August 2016

Adviser: Asst. Prof. Ali ÖZDEMİR

One has to acquiesce in the value set of a single variable function if he evaluates human and the society via the numerical values only. However, decision making related to subjects in tie with human and society could be defined by a multivariable function containing many variables related to human being. In this scope, evaluating subjects related to countries and societies over numerical values only is equivalent to seeing only one part of the whole picture

In this study, quantitative variables and variables reflecting the attitudes of societies are evaluated together in order to determine the development levels of 28 EU countires and Turkey. For this aim; "Human Development Index (HDI)" indicators and questions in Quality of Life in European Cities 2015(flash eurobarometer 419) survey are used together in order to evaluate the human development levels of countires. In determining the human development level of countries, compensating MCDM methods such as Grey Relationship Analysis and MOORA(Multi- Objective Optimization on basis of Ratio Analysis) are used and results obtained with these methods are compared. Entrophy and CRITIC objective weighting methods are used in finding the most important indicators determining the human development level of societies. Development levels of 29 countries is analysed using 27 indicators set with EXCEL 2016.

Keywords: GRA, MOORA, CRITIC, Entropy, Objective Weighting

11/8/2016

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tez çalışmasının bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmanın hazırlık veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumunda bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla 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 sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Erhan ORAKÇI



Önsöz

Tezin her aşamasında büyük bir bir sabır ve özenle desteğini esirgemeyen ve bana yol gösteren değerli tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ali ÖZDEMİR'e çok teşekkür ederim.

Akademik ve insani yönleriyle bize herzaman ışık tutan, her anlamda çok şey öğrendiğim Yrd. Doç. Dr. Mahmut Atlas, Prof. Dr. Hasan DURUCASU ve Prof. Dr. Emel ŞIKLAR başta olmak üzere, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı'ndaki değerli hocalarıma teşekkür ederim.

Tez yazım sürecinde bana destek olan değerli meslektaşım, Arş. Gör. Taylan AKGÜL'e ve emeği geçen meslektaşlarıma teşekkür ederim.

Tez yazım sürecinde istemeden ihmal ettiğim, değerli eşim Evin ve oğlum Berken'e anlayışları ve destekleri için teşekkür ederim.

Son olarak, "insani" gelişmişliğin en üst seviyesinde bulunan, vicdanını ve merhametini kaybetmemiş bütün insanlara da teşekkür ederim.

Erhan ORAKÇI

Özgeçmiş

Erhan ORAKÇI

İşletme Anabilim Dalı

Yüksek Lisans

Eğitim

Ls.	2010	Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü
Lise	2002	Hakkari Anadolu Lisesi,

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri/yılı: Hakkari/1984 **Cinsiyet:** Erkek **Yabancı Dil:** İngilizce

İçindekiler Sayfa

Jüri ve Enstitü Onayı..... ii

Öz..... iii

Abstract..... iv

Etik İlke ve Kurallara Uygunluk Beyannamesi..... v

Önsöz..... vi

Özgeçmiş..... vii

Tablolar Listesi..... x

Şekiller Listesi..... xi

Grafikler Listesi..... xii

Kısaltmalar Listesi..... xiii

Giriş..... 1

Birinci Bölüm
Çok Kriterli Karar Verme ve Temel Yaklaşımlar

1. Çok Kriterli Karar Verme..... 3
   1.1. Karar Verme..... 3
   1.2. Karar Verme Stilleri..... 6
   1.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Yapısı..... 7
   1.4. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Temel Özellikleri..... 10
   1.5. ÇKKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması..... 11
      1.5.1. Bilgi gerektirmeyen yöntemler..... 12
      1.5.2. Kriter bilgisini kullanan yöntemler..... 13
      1.5.3. Alternatif bilgisini kullanan yöntemler..... 19
2. ÇKKV Problemlerinin Modellenmesi..... 19
   2.1. Ölçeklendirme..... 20
   2.2. Normalizasyon Yöntemleri..... 23
3. Nesnel Ağırlıklandırma Yöntemleri..... 27
   3.1. Entropi Yöntemi..... 27
   3.2. CRITIC Yöntemi..... 29
   3.3. Standart Sapma Yöntemi..... 30

İkinci Bölüm

GİA ve MOORA Yöntemleri

1. Telafi Edici Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri 31
1.1. Gri İlişkisel Analiz (GİA) 32
1.1.1. Gri ilişkisel uzay 35
1.1.2. Gri İlişkisel Analiz Adımları 36
1.2. MOORA Yöntemi 39
1.2.1. Oran yöntemi 42
1.2.2. Referans nokta yaklaşımı yöntemi 45
1.2.3. Tam çarpım yaklaşımı yöntemi 46
1.2.4. MULTIMOORA 47

Üçüncü Bölüm

Ülkelerin İnsani Gelişmişliklerinin Belirlenmesine Yönelik Analiz, Bulgu ve Sonuçlar

1. İnsani Gelişmişlik Endeksi 50
2. Avrupa Komisyonu Anketleri 52
3. Problemin Tanımı 52
4. Araştırmanın Amacı ve Önemi 54
5. Araştırmanın Sınırları 55
6. Araştırmanın Yöntemi 55
7. AB Ülkeleri'nin ve Türkiye'nin İnsani Gelişmişlik Düzeylerinin ÇKKV Yöntemleri İle Belirlenmesi 56
7.1. Problemin Alternatifleri 58
7.2. Problemin Kriterleri 59
7.3. Yöntemlerin Uygulama Adımları ve Bulgular 60
7.3.1. CRITIC yönteminin örneklendirilmesi ve bulgular 61
7.3.2. Entropi yöntemi adımlarının örneklendirilmesi ve bulgular 65
7.3.3. Gri ilişkisel analiz yöntemi adımlarının örneklendirilmesi ve bulgular 69
7.3.4. MOORA–Oran yöntemi adımlarının örneklendirilmesi ve bulgular 76
7.3.5. MOORA – Referans nokta yaklaşımı yöntemi adımlarının örneklendirilmesi ve bulgular 81
7.4. GİA ve MOORA Yöntemleri ile Elde Edilen Bulguların Karşılaştırılması 86
8. Sonuç ve Öneriler 87

Tablolar Listesi

Sayfa

Tablo 1. Önem Skalası 16
Tablo 2. AHP Yönteminde Alternatiflerin Kriterlere Göre Değerlendirilmesi 16
Tablo 3. Dilsel - Nitel (Kalitatif) Değerlerin Sayısallaştırılması 22
Tablo 4. Voleybol Karşılaşması Örneği 32
Tablo 5. Siyah, Gri ve Beyaz Sistemlerin Karşılaştırılması 33
Tablo 6. MULTİMOORA Örnek Gösterimi 48
Tablo 7. İGE Göstergelerinin En Büyük ve En Küçük Değerleri 51
Tablo 8. Başlangıç Karar Matrisinin EXCEL'de Gösterimi 61
Tablo 9. Normalize Edilmiş Karar Matrisi 62
Tablo 10. Standart Sapma Değerleri 62
Tablo 11. Korelasyon Matrisi 63
Tablo 12. Kriterlerin İçerdiği Bilgi Miktarları 63
Tablo 13. Kriterler Ağırlıkları 64
Tablo 14. $p_i(j)$ Değerleri 66
Tablo 15. ln(p_{ij}) Değerleri 67
Tablo 16. Entropi Değerleri 67
Tablo 17. Entropi Yöntemi İle Hesaplanan Kriter Ağırlıkları 67
Tablo 18. Başlangıç Karar Matrisi 70
Tablo 19. Referans Serisi 70
Tablo 20. Normalize Edilmiş Karar Matrisi 71
Tablo 21. Mutlak Değer Matrisi 71
Tablo 22. Δ_{max} ,Δ_{min} ve ζ (ayırıcı katsayısı) Değerleri 72
Tablo 23. Gri İlişkisel Katsayılar 72
Tablo 24. Gri İlişkisel Dereceler ve Alternatif Sıralamaları 73
Tablo 25. Entropi Yöntemi İle Elde Edilen Gri İlişkisel Derece Ve Sıralamalar ... 74
Tablo 26. CRITIC Yöntemi İle Elde Edilen Gri İlişkisel Derece Ve Sıralamalar .. 74
Tablo 27. GİA ve Nesnel Ağırlıklandırma Yöntemleri İle Oluşturulan Örnek Sıralamalar 75
Tablo 28. Başlangıç Karar Matrisi 77
Tablo 29. Normalize Edilmiş Karar Matrisi 77
Tablo 30. Performans Değerleri ve Sıralamalar 77
Tablo 31. Entropi Değerleri Ve Normalize Edilmiş Matris 78
Tablo 32. Entropi Değerleri İle Elde Edilen Sırlamalar 79
Tablo 33. CRITIC Değerleri Ve Normalize Edilmiş Matris 79
Tablo 34. CRITIC Yöntemi İle Elde Edilen Sıralamalar 80
Tablo 35. Referans Serisi 81
Tablo 36. Referans Nokta Yaklaşımı İle Alternatif Sıralamaları 82
Tablo 37. Entropi Ağırlıkları ve Referans Serisi 83
Tablo 38. Entropi Ağırlıkları ile Hesaplanan Matris Değerleri 83
Tablo 39. Entropi Ağırlıkları İle Ülke Sıralamaları 84
Tablo 40. CRITIC ağırlıkları İle Ülke Sıralamaları 84
Tablo 41.Yöntemlerin Spearman Sıra Korelasyon Değerleri 87

Şekiller Listesi

Sayfa

Şekil 1. Karar Verme Stilleri 6
Şekil 2.Tipik Hiyerarşik Amaç Gösterimi 8
Şekil 3. ÇKKV Yöntemleri Sınıflandırması 12
Şekil 4. Leksikografik Yöntem Süreci 14
Şekil 5. TOPSİS Yönteminin Geometrik Gösterimi 18
Şekil 6. Performans Değerleri Ölçümünde Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Ölçeklendirme Gösterimi 20
Şekil 7.Sıcaklık (°C) Dilsel Değişkenin Bulanık Kümelerde Gösterimi 22
Şekil 8. MULTİMOORA ile Çok Kriterli Değerlendirme Süreci 49
Şekil 9. İGE Bileşenleri 51

Grafikler Listesi

Sayfa

Grafik 1. CRITIC Yöntemi İle Gösterge Ağırlıkları 64
Grafik 2. Entropi Yöntemi İle Elde Edilen Gösterge Ağırlıkları 68
Grafik 3. Entropi ve CRITIC Yöntemleri Karşılaştırması 69
Grafik 4.GİA Yöntemine Göre Ülke Sıralamaları 75
Grafik 5. MOORA- Oran Yöntemi İle Ülke Sıralamaları 80
Grafik 6. MOORA- Referans Yöntemi İle Ülke Sıralamaları 84
Grafik 7. GİA ve MOORA Yöntemleri ile Elde Edilen Ülke Sıralamaları 86

Kısaltmalar Listesi

Δ	: Delta
Γ	: Gamma
∏	: Pi
∑	: Sigma
AB	: Avrupa Birliği
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
AP	: Avrupa Parlementosu
CRITIC	: The Criteria Importance Through Intercriteria Correlation
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
EB	: Eurobarometer
EBT	: Elimination by Tree
ELECTRE	: Elemination Et Choice Translating Reality
EQLS	: Avrupa Yaşam Kalitesi Anketi
GDI	:Cinsiyete Dayalı Gelişme Endeksi
GII	: Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi
GİA	: Gri İlişkisel Analiz
GSMG	: Gayri Safi Milli Gelir
HDI	: Human Development Index
HDR	: Human Development Report
HEBA	: Hierarchical Elimination by Aspects
HTEA	: Hata türleri ve etki analizi
IHDI	: Eşitsizliğe Uyarlanmış İnsani Gelişme Endeksi
İGE	: İnsani Gelişmişlik Endeksi
KV	: Karar Verici
LINMAP	: The Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference
MOORA	: Multi- Objective Optimization on basis of Ratio Analysis
MPI	: Çok Boyutlu Yoksulluk Endeksi

MULTIMOORA	: Multi–Objective Optimization Plus The Full Multiplicative Form
PROMETHEE	: Preference Ranking Organization Methods for Encrichment Evaluations
SAW	: Simple Addative Weight
TDK	: Türk Dil Kurumu
TOPSİS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
UNDP	: United Nations Development Programme

Giriş

İnsanoğlu ilk yaratılışından itibaren sürekli bir karar verme süreci içerisindedir. İlk çağlarda temel gereksinimler için (beslenme, barınma, üreme) karar vermek zorunda olan insanoğlu, teknolojinin gelişmesi ve daha karmaşık bir düzeninin kurulmasıyla daha farklı konularda da karar vermek zorunda kalmıştır. Hızla değişen dünyamızda sınırsız insan ihtiyaçlarına karşın, kıt kaynakları en faydalı şekilde kullanılabilmek için karar veririz. Günlük yaşamımızda da çoğu zaman en az iki alternatiften birini seçeriz. Bu seçimlerimizde karşılaşılan olaylar genellikle fırsat maliyeti düşük ve sıradan olaylardır. Buna karşın fırsat maliyeti yüksek olan bir karar vermek zorunda kaldığımızda, yanlış bir seçim sonucunda hayatımız kabusa dönüşebilir. Günlük ihtiyaçlarımızı karşılamak için herhangi bir mal ve hizmet aldığımızda var olan bütün alternatifler arasından belirlediğimiz kriterlere en uygun olanı seçmek için bir karar veririz.

Türk Dil Kurumu'na göre karar, "bir iş veya sorun hakkında düşünülerek verilen kesin yargı" olarak tanımlanmaktadır. Karar verme, en basit anlamıyla alternatifler arasından bir seçim yapma olarak tanımlanabilir. Fakat bu tanımlama çok basit kalmaktadır. Karar verme; alternatifler arasından amaca en uygun olanın seçilmesi sürecidir. Karar verme süreci sorunun tanımlanmasıyla başlar. Sorun, mevcut ve istenen durum arasındaki tutarsızlıktır. Daha sonra bu sorunun çerçevesi göz önüne alınarak çözüm bulunur. Bulunan bu çözümün etkinliği değerlendirildikten sonra karar verme süreci son bulur. Karar verme süreci sadece bir alternatifin seçilmesi olarak değil, aynı zamanda bu alternatiflerin sıralanması ve sınıflandırılması olarak da düşünülmelidir. Genel olarak ele alındığında, hayatın her evresi bir karar verme sürecidir.

Dünyadaki iktisadi sistem olan kapitalizmi düşündüğümüzde durum daha farklı bir boyut kazanır. İşletmelerin temel amacı olan kâr etmek ve işletme sürekliliğini elde etmek için karar vericiler daha karmaşık ve çok boyutlu konularda karar vermek zorundadır. Bu kararlar verilirken, problemin yapısına bağlı olarak Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleri kullanılabilir. İşletme yöneticilerinin –doğal karar vericiler- karar verirken genellikle deneyimleri ve sezgileri ile hareket ederler kısacası, ampirik bilgilerden yaralanırlar. Ancak, ÇKKV bu karar vermeye analitik bir boyut kazandırır. ÇKKV teknikleri; karar vericilere, alternatifler arasında seçme ve sıralama yapmakla beraber uzlaşmacı çözümler bulmak için de olanak sağlar.

Bu çalışmada telafi edici karar verme teknikleri olan referans tabanlı GİA ve oran tabanlı MOORA teknikleri, nesnel ağırlıklandırma yöntemleri kullanılarak, 28 AB ülkesi ve Türkiye'nin insani gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'nın (UNDP) İnsani Gelişmişlik Raporu' unda yer alan, İGE göstergeleri ve Avrupa Komisyonu tarafından yaptırılan; "Quality of Life in European Cities 2015" (flash eurobarometer 419) anket sorularından uygun olanları birer gösterge olarak ele alınmıştır. Çalışmanın sonunda ülkelere ait gelişmişlik düzeylerine bağlı sıralamalar oluşturulmuş, iki tekniğin karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir.

Birinci Bölüm

Çok Kriterli Karar Verme ve Temel Yaklaşımlar

1. Çok Kriterli Karar Verme

1.1. Karar Verme

Karar verme, bir amaca ulaşabilmek için mevcut ve koşullara göre mümkün olan çeşitli hareket tarzlarından en uygun görüneni seçmek, tercih etmektir (Kurt, 2003: 7).

Bir başka deyişle karar verme, hareketsizlik veya karasızlık halinden hareket veya eylem haline geçişi ifade eder. Karar ise; verilmeden önce var olan hareketsizlik, eylemsizlik ve dalgalanma durumunun yok edilmesini amaçlayan sistemler ve yargılar bütünüdür (Sarıkaya, 2013: 4).

Bireyler açısından karar verme; hayatın her evresinde karşılaşılan olaylara farkında olmadan verilen tepkiler olarak ele alınabilir. Buna karşın iş çevresinde karar verme süreçlerinde ise, farkında olmadan verdiğimiz tepkiler daha iyi tanımlanmalı ve belirli bir çerçeveye oturtturulmalıdır (Aladağ, 2011: 2).

Karar verme, işletmelerin misyon ve vizyonlarının önemli bir parçasıdır. Karar verici olan yöneticiler işletmenin sürekliliğini sağlamak ve işletme hedeflerini gerçekleştirebilmek için sürekli bir karar verme süreci içerisindedir. Yöneticiler, yönetim kademesi ve yapılarına göre belirli konularda karar vermektedirler. Bu kararların çoğu, yapılandırılmış (kolaylıkla tanımlanabilir, rutin sorun) problemler üzerine verilen kararlardır. Bu tür kararları gerektiren problemlerle daha önce karşılaşılmıştır ve karar verici duygu, deneyim ve önceki yaşanmışlıkları göz önüne alarak bu problemleri çözer. Daha önce karşılaşılmamış yeni problemler, yapılandırılmamış problemler olarak isimlendirilir. Bu problemlerin çözümü karar vericinin duygu ve deneyimi yanında problemlerde analitik tekniklerin kullanılmasını gerekli kılar. Yapılandırılmış problemlere göre, yapılandırılmamış problemlerin çözümü daha zordur. Yapılandırılmamış problemlerle karşılaşan bir karar verici zaman kısıtı düşünüldüğünde hızlı karar vermek zorundadır ve bunu yaparken genellikle sezgisel olarak hareket etmektedir.

Karar verme süreci; sorun tanımlama, çözüm üretme ve çözümün etkinliğini değerlendiren sekiz aşamadan oluşur (Robbins vd., 2013: 90):

- Problemin Tanımlanması
- Kriterlerin Belirlenmesi
- Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi
- Seçeneklerin Geliştirilmesi
- Seçeneklerin Değerlendirilmesi
- Bir Alternatifin Seçimi
- Alternatifin Uygulanması
- Kararın Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Problemin Tanımlaması

Karar verme sürecinde problemin tanımlanması doğru çözüme ulaşmanın anahtarıdır. Problemin tanımlanması karar verme sürecinin ilk basamağını oluşturur. Problemin ayrıntılı bir şekilde tanımlanması sonraki aşamaların doğru bir biçimde devam etmesi ve optimum karar için çok önemlidir. Tanımlanan problem, istenen ve beklenen durum arasındaki fark olarak ele alınırsa bunu en aza indirmek için sorun detaylıca tanımlanmalıdır.

Kriterlerin Belirlenmesi

Analizin mantıksal temelini oluşturmak ve modelin uygunluğunu anlamak için kriterlerin belirlenmesi gerekir (Eppel vd., 1992: 287). ÇKKV problemlerinde seçilen kriterlerin; problemle uyumlu olması, birbirinden bağımsız olması, ölçülebilir olması ve alternatiflerle ilişkili olması gerekir (Majumder, 2015: 36).

Problemin çözümünde belirlenen kriterler kadar belirlenmeyen kriterler de önemlidir. Bir kriterin yok sayılması, bunun bizim bizim vereceğimiz karar için önemli olmadığını ve seçimimizi etkilemediğini gösteririr. Kriterler, tanımlanan problem için bir çerçeve oluşturur. Aynı zamanda sorunun hangi düzlemde çözülmesi gerektiğini ve bu problemin sınırlarını belirler. Problemde kriterlerin eksik tanımlanması, problemin yanlış veya arzu edilen çözüme ulaşılamamasına neden olur. İki değişkenli doğrusal programlama probleminin grafik çözümünü örnek verecek olursak, problemin kısıtları grafikte kapalı bir alan oluşturur. Bu kapalı alan, belirlenen kısıtlar altında bütün

çözümlerin bulunduğu alandır. Aynı şekilde problem için belirlenen kriterler, problemin çözüleceği alanı kısıtlar ve istenen çözüme ulaşmayı sağlar.

Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kriterlerin önem derecelerine göre belirli bir sayısal değer verilmesi işlemidir. Karşılaşılan birçok karar verme probleminde kriterlerin ağırlıkları eşit değildir. Belirlenen kriterlerin ağırlıkları hem nesnel hem öznel olarak farklılaşabilir. Bu aşamada, problemin yapısına ve yaklaşımına bağlı olarak kriterlerin önem dereceleri elde edilir.

Seçeneklerin Geliştirilmesi

Seçeneklerin geliştirilmesi aşaması, belirlenen sorun için çözüm yolunun belirlenmesi aşamasıdır. Sorunun çözümü için kullanılacak alternatifler bu aşamada belirlenir.

Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Alternatiflerin belirlenmesinden sonra, karar kriterleri baz alınarak her alternatifin güçlü ve zayıf yönlerinin belirlendiği aşamadır. Alternatifler değerlendirilirken; teknik açıdan uygulanabilirliği, ekonomik açıdan maliyetleri, beklentilere cevap verebilme durumları, alternatiflerin olası sonuçları ve başarıya ulaşma olasılıkları dikkate alınır. Bu aşamada önemli olan en uygun alternatiflerin seçimidir (Karakaya, 1998: 27).

Bir Alternatifin Seçimi

Karar kriterleri baz alınarak seçeneklerin güçlü ve zayıf yönleri belirlendikten sonra, belirlenen çözüme en uygun alternatifin seçimi yapılır.

Alternatifin Uygulanması

Önceki adımlar yardımıyla seçilen alternatifin eyleme dönüşmesi aşamasıdır.

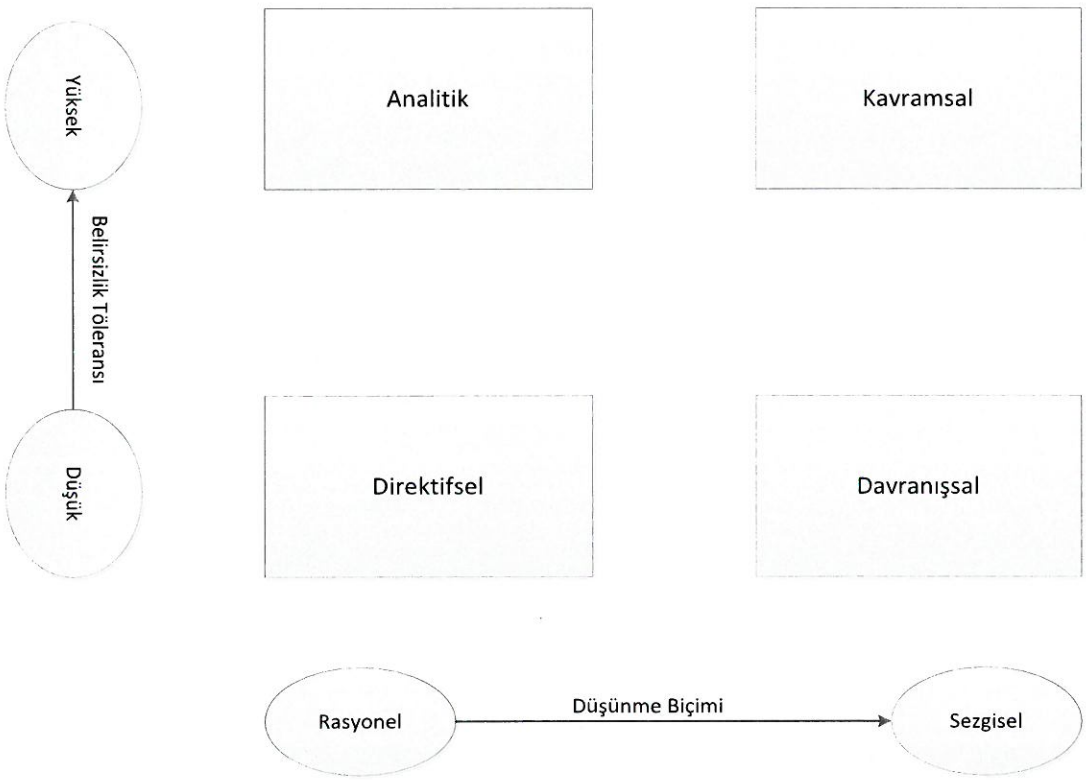
Kararın Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Son aşamada karar vericiler, verilen kararın etkinliğini ölçmek amacıyla değerlendirmede bulunurlar. İstenilen durum ile beklenen durum arasındaki farkın

ölçülmesi aşamasıdır. Bu farkın az olması kararın etkin olduğunu, farkın çok olması ise kararın etkin olmadığını veya eksik olduğunu gösterir.

1.2. Karar Verme Stilleri

Karar verme sürecinde, karar vericiler farklı stillerde davranış modelleri sergilerler. Bireyler farklı öğrenme ve düşünme eğilimi gösterirler. Yapılan araştırmalar bireylerin; direktifsel, davranışsal, analitik ve kavramsal olmak üzere 4 farklı karar verme stiline sahip olduğunu göstermektedir (Sofo vd., 2013: 37). Karar verme stilleri insanları yaşamış olduğu çevre, psikolojik yapı, eğitim düzeyi ve daha birçok içsel ve dışsal yapıyla bağlantılıdır. Aşağıdaki şekilde dört karar verme stili yer almaktadır.



Şekil 1. Karar Verme Stilleri

Kaynak: Robbins vd. 2013:103.

Direktifsel Stil: Direktifsel stilde, bireyler belirsizliğe karşı düşük toleranslı ve rasyonel bir düşünme biçime içerisindedirler. Etkili ve mantıksal kararlar verirler. Bunun yanında hızlı karar verme ve kısa vadeli süreçler için geçerlidir. Az bir bilgi ve birkaç alternatifin değerlendirmesi ile karar verilir (Robbins vd., 2013: 101).

Analitik Stil: Analitik stille hareket eden bireylerin belirsizlik toleransları yüksektir. Karar vermeden önce problemi bütün yönleri ile ele alarak çok fazla veri toplarlar. Soyut düşünme ile bilgileri değerlendirirler ve problem çözmede yaratıcıdırlar (Leonard vd., 1999:411).

Kavramsal Stil: Kavramsal stille hareket eden bireyler birçok alternatifi düşünürler ve geniş bir perpekstifte hareket ederler. Aynı zamanda değişkenliğe kolay adapte olup, esnek bir karar verme tarzı içerisindedirler (Robbins vd., 2013: 102).

Davranışsal Stil: Davranışsal stille hareket eden bireyler sezgisel olarak hareket ederler ve belirsizliğe karşı toleransları düşüktür. Çatışmadan uzak durdukları gibi, grup çalışmasına yatkındırlar. Girişken ve sıcakkanlı bir tutum içerisindedirler. Problemleri, his ve içgüdüleriyle çözme eğilimdedirler (Pennino, 2002:339; Baioccovd., 2009: 964).

1.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Yapısı

ÇKKV yöntemleri, alternatifler arasındaki seçimin belirsiz olduğu durumlarda, bilgi, veri ve deneyimin beraber kullanılarak dengeli bir seçimin yapıldığı rasyonel ve sistemli süreçlerdir (Baker, 2002: 6).

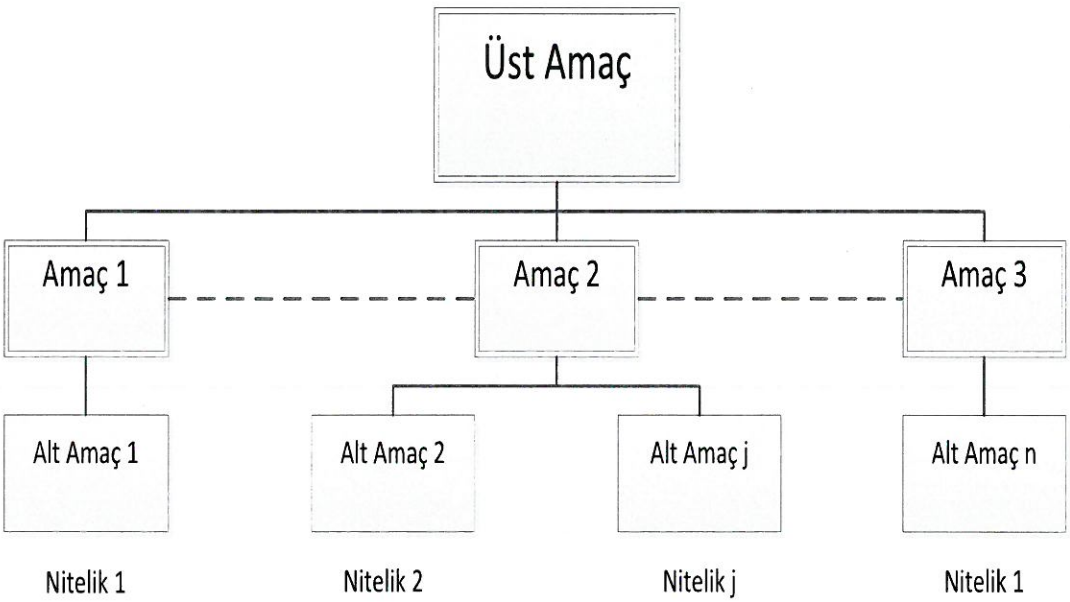
ÇKKV yöntemleri, kriterlerin skor, değer ve ağırlıkları ile karar vericilere alternatiflerin tanımlanması, değerlendirilmesi, sıralanması, sınıflandırılması, seçilmesi ve reddedilmesine yardımcı olan kavram, yaklaşım ve modellerden oluşur (Colson ve De Bruyn, 1989:1201).

Çok kriterli karar verme problemlerinde, çözüme ulaşabilmek için farklı birçok teknik ortaya konmuştur. Bu tekniklere Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleri denilmekte ve probleme göre farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır (Göksu ve Göngür, 2008:2).

ÇKKV problemleri içerisinde birçok elemanı barındırır. Bu elemanlar; kriterler, amaçlar, alternatifler ve karar matrisi olarak sıralanabilir. ÇKKV'de esas amaç alternatifler arasından kriterler baz alınarak amaca göre en iyi en faydalı olanı seçmektir.

Amaç: İşletmelerin hedeflerini gerçekleştirmek ve rakipleriyle mücadele etmek için belirledikleri olgular bütünüdür. Kararlar, belirli bir amaca ulaşmak için verilir. ÇKKV yapısının en önemli ve temel yapısını oluşturur. ÇKKV problem modeli, amaç etrafında

şekillenir. Chankong ve Haimes (1983:9)'e göre, amaçlar kendi içerisinde alt amaçlara bölünür. Aşağıdaki şekilde amaçların hiyerarşik yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2.Tipik Hiyerarşik Amaç Gösterimi

Kaynak: Chankong ve Haimes, 1983: 9.

Amaçlar kendi içerisinde bir hiyerarşi oluştururlar. Bir amacı gerçekleştirebilmek için o amacın sahip olduğu alt amacı gerçekleştirmek gerekir. Alt amaçlar, amaçları ve son olarak amaçlar da üst amacı gerçekleştirir.

Kriterler: Karar problemlerinde alternatifleri değerlendirme ölçütleridir. Kriterler, etkinliğin ölçütü olup, değerlendirmenin temelini oluşturur (Hwang ve Yoon, 1981:16).

Baker (2002)'a göre kriterlerin taşıması gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir.

- Alternatifler arasında ayrım yapabilmeli,
- Bütün hedefleri kapsamalı,
- Anlamlı olmalı
- Kontrol edilebilir sayıda olmalı
- Gereksiz olmamalı.

Ağırlıklandırma: Ağırlık, karar verme problemlerinde değerlendirme kriterlerine atanan, kriterin diğer kriterlere göre görece önem ağırlıklarını belirten bir değerdir. Kriter ağırlıklarını belirlemek için birçok yöntem vardır. Bu yöntemlerden bazıları; sıralama, puanlama (rating) ve ikili karşılaştırmadır. Sıralama yönteminde kriterlere sırayla değerler atanır (en önemli kriter =1, ikinci önemli kriter =2, vb.). Değer ataması yapıldıktan sonra aşağıdaki formül ile kriter ağırlıkları belirlenir (Malczewski ve Rinner, 2015:37).

$$w_k = \frac{n - l_k + 1}{\sum_{k=1}^{n} (n - l_k + 1)}$$

Eşitlikte, k. kriter ağırlığını, w_k; n, kriter sayısını; l_k, kriterin sıralamadaki konumunu göstermektedir.

Puanlama ile kriter ağırlıkları belirlenirken, karar verici tarafından önceden belirlenmiş bir ölçek kullanılır. Örneğin; 1 ile 50 arasında bir ölçek kullanılabilir. Belirlenen ölçekte en önemli kritere 50 verilerek, görece önemli kriterden önemsiz kritere doğru sırlama yapılır. En önemsiz kritere verilen puan ile işlem sonlanır (Malczewski ve Rinner, 2015: 38).

İkili karşılaştırma yönteminde kriterler, amaç üzerindeki etkilerine göre kendi aralarında değerlendirilmesi işlemidir. Benzer biçimde karar verici her bir kritere göre alternatifleri ikili olarak ağırlıklandırır (Lootsma, 1999: 53).

Ağırlıklandırma işlemi öznel olabileceği gibi, nesnel de olabilir. Öznel ağırlıklandırma, bireylerin kendi değer yargılarına göre kriterlerin önem derecelerini belirlemesidir. Öznel ağırlıklandırmada grup kararı ile de kriter ağırlıkları ortaya konulabilir. Nesnel ağırlıklanırmada ise, kriterlerin kendi özünde sahip olduğu bilgi miktarının, amaca olan katkısının sayısal modellerle belirlenmesidir (Diakoulaki vd., 1995:763). İlerleyen bölümlerde nesnel ağırlıklandırma yöntemleri detaylı bir şekilde incelenecektir.

Alternatifler: Tanımlanan amaca uygun olarak belirlenen hedeflere ulaşmak için uygulanabilecek eylemlerdir. Karar vericiler, bu bütün içerisinden hedef veya hedeflere en uygun olan eylemi seçmek için çaba gösterirler.

Alternatiflerin, amaç ve gereksinimleri karşılama yetenekleri farklıdır. Gereksinimleri karşılamayan bu alternatifler daha iyi bir değerlendirme için elenmelidir. Alternatiflerin gereksinimleri karşılamaması durumunda üç durum söz konusu olabilir: Alternatifin elenmesi, gereksinimin değiştirilmesi veya elenmesi ve gereksinimin yeniden tanımlanması (Baker, 2002: 4).

Karar Matrisi: Alternatiflerin ve kriterlerin bir arada gösterildiği, karar alma probleminin temel yapısını oluşturan bir matristir. Matriste satırlarda alternatifler, sütunlarda ise kriterler bulunur. Alternatif ve kriterlerin çakıştığı noktalar, alternatiflerin kriterler için almış olduğu değerleri gösterir (Hansson, 1994: 25).

1.4. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Temel Özellikleri

ÇKKV, işlemsel araçlarla nihai amaca ulaşmamızı sağlayan bir bilim dalıdır. ÇKKV yöntemleri, yöntembilimsel ve teknik aşamalardan oluşur. ÇKKV yöntemleri, kompleks problemlere çözüm üretmenin yanı sıra optimizasyon (en iyileme) yöntemleridir (Kaliszewski, 2006: 57-58).

ÇKKV yöntemleri, ÇKKV problemlerinin çözümünde yargısal evre ile analitik süreçleri kombine eden bir araçtır (Seo ve Sakawa, 1988: 313). ÇKKV yöntemleri analitik işlem süreçlerinden oluşmasına rağmen, karar vericinin yargılarından bağımsız değildir.

ÇKKV yöntemleri karar verme sürecini kriterlere göre modelleme ve analiz etme sürecine dayanır. Tek kriterli problemlerle karşılaşıldığı zaman sezgisel bir karar verme yoluna gidilerek, problem istenilen şekilde ve kısa sürede çözüme ulaştırılabilir. Fakat, adından da anlaşılacağı gibi birden çok kriterin olduğu, ÇKKV problemlerinde sezgisel karar verme zordur. Bu nedenle karmaşık yapıda çözüme ulaşabilmek için analitik süreçlerden yararlanılır. Bu durumda ÇKKV yöntemlerinin analitik adımlardan oluştuğu söylenebilir.

ÇKKV yöntemleri, insanların çeşitli ve farklı kaynaklardan gelen verileri etkin ve verimli bir şekilde değerlendiremediği düşünülerek geliştirilmiştir[1].

[1] http://www.tepav.org.tr/tur/admin/dosyabul/upload/Cok_Amacli_Karar_Verme.pdf

ÇKKV yöntemleri, birçok farklı disiplinler arasında yaygın olarak kullanılan en önemli karar verme yöntemleridir. ÇKKV yöntemlerinin genel amaçları şunlardır (Temuçin, 2012: 26):

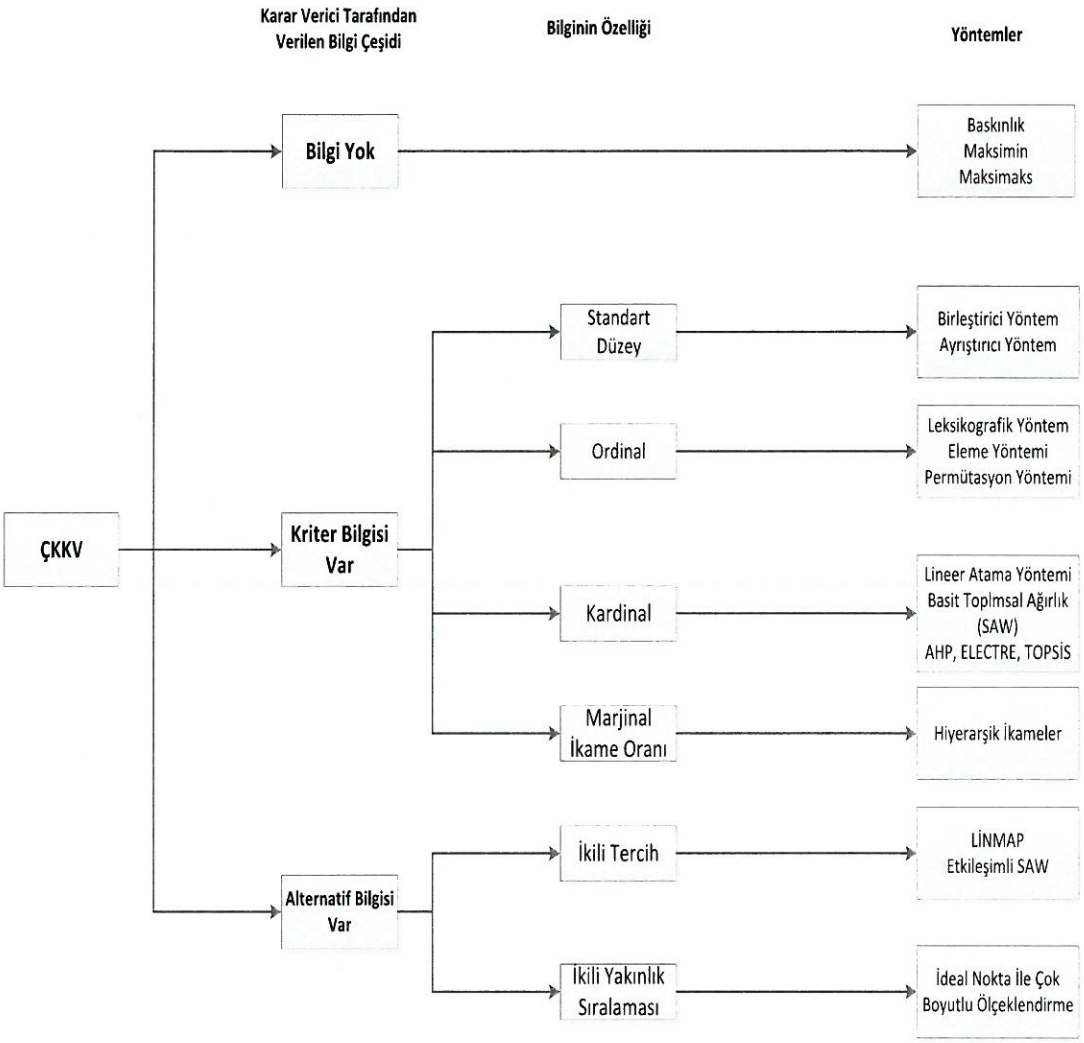
- Dağınık bilgileri değerlendirmek,
- Sistematik bir şekilde karar sürecini gerçekleştirmek,
- Karar vericilerin subjektif fikirlerini uzman görüşleriyle kombine etmek,
- Anlaması tamamıyla güç olan konuları analiz etmek,
- Karar verici sayısının çok olması durumunda, iletişim ve müzakereyi kolaylaştırmak için genel bir platform yaratmak.

ÇKKV problemlerinde diğer bir ortak özellik, aynı ölçü birimlerine sahip olmayan kriterler içermesidir (Gök, 2015: 29). Örneğin bir bilgisayar almayı düşündüğümüzde, işlemci hızı, monitör ve maliyet farklı birimlerle ifade edilir: İşlemci hızı için mhz; monitör için inc veya cm; maliyet için Lira, Euro, Dolar vb. para birimleri kullanılır.

1.5. ÇKKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması

ÇKKV yöntemleri literatürde farklı sınıflandırmalar kullanılarak birbirinden ayrılmaktadır. Bu sınıflandırmalarda ortak bir yaklaşıma rastlanılmamıştır. Bu çalışmada Hwang ve Yoon, (1981), ÇKKV problemlerini, karar vericiden gelen bilgi çeşidi ve bilginin özelliğini dikkate alarak yaptıkları sınıflandırma tercih edilmiştir.

Bu sınıflandırma; problemle ilgili bilginin olmaması, kriter bilgisi ve alternatif bilgisinin olması durumunu dikkate alan bir sınıflandırmadır.



Şekil 3. ÇKKV Yöntemleri Sınıflandırması

Kaynak: Zardari vd., 2015: 20.

1.5.1. Bilgi gerektirmeyen yöntemler

Baskınlık, maksimaks ve maksimin yöntemlerine karar verici tarafından herhangi bir bilginin elde edilemediği durumlarda başvurulur. Bu yöntemler telafi edici olmayan yöntemlerdir. Bu yöntemlere aşağıda kısaca değinilmiştir.

Baskınlık: Eğer bir alternatif, bir veya birden çok kriter için diğer alternatiflerden üstünse veya onlardan zayıf değilse, bu alternatif diğer alternatiflere göre baskındır. Bu yöntemde herhangi bir varsayıma veya kriterlerin dönüşümüne ihtiyaç yoktur (Hwang ve Yoon, 1981: 58).

Maksimin: Kötümserlik kriteri olarak da adlandırılan bu yöntem, her satırdaki en düşük kazanç değeri belirlendikten sonra bunların içerisinden en yüksek olanın seçilmesi ilkesine dayanır. Maksimin kriteri, oluşması muhtemel durumların olasılık değerlerini göz ardı etmesi bakımından dezavantajlı bir durum oluşturur. Maksimin yönteminin uygulanabilmesi için, kriterlerin aynı birimlere sahip olması veya aynı birimlere dönüştürülebilir olması gerekir.

Maksimaks: İyimserlik kriteri olarak da adlandırılan bu yöntem, öncelikle her satırda en yüksek kazanç değeri belirlendikten sonra bu değerlerin en yüksek olanın seçilmesi ilkesine dayanır. Maksimaks yönteminin uygulanabilmesi için kriterlerin aynı birimlere sahip olması veya aynı birimlere dönüştürülebilir olması gerekir. Maksimin kriterinde olduğu gibi, oluşması muhtemel durumların olasılık değerlerini göz ardı etmesi bakımından dezavantajlı bir durum oluşturur.

1.5.2. Kriter bilgisini kullanan yöntemler

Karar vericiler tarafından kriter bilgisinin verilmesi durumunda aşağıdaki yöntemler kullanılır.

Birleştirici Kısıt Yöntem: Birleştirici kısıt yöntemi telafi edici olmayan, hedef etkileşimli tarama yöntemidir. Bu yöntem her kriter için en iyi olası değer yerine, önceden belirlenmiş olan eşik değerleri kullanır. Her bir kriter için belirlenen eşik değerlerin tamamını geçen alternatiflerin kabul edildiği, geçemeyenlerin ise elendiği bir yöntemdir (Linkov vd., 2004: 20). Kriterlerin ortak bir birimle gösterilmesine ihtiyaç yoktur.

Ayırıcı Kısıt Yöntemi: Ayırıcı kısıt yöntemi de birleştirici kısıt yöntemi gibi eşik değerlerin kullanıldığı bir yöntemdir. Karar verici tarafından belirlenen eşik değerlerden en az birini sağlayan alternatifin kabul edildiği, eşik değerlerin hiçbirini sağlamayan alternatifin ise elendiği yöntemdir. Matematiksel olarak ifade edersek;

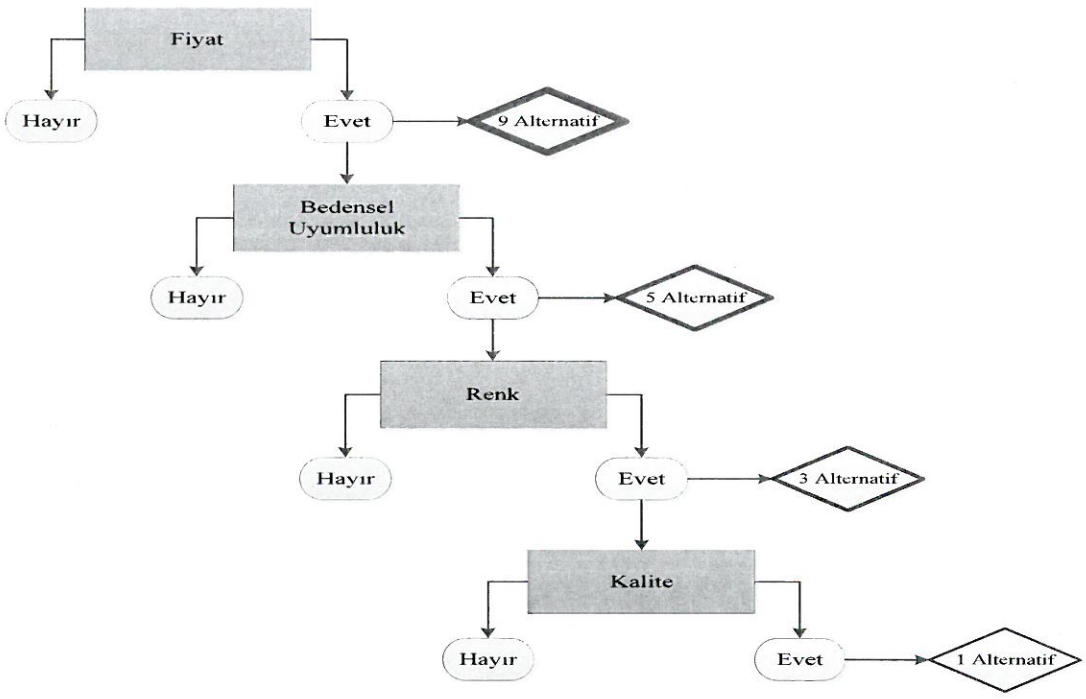
A_i alternatifinin kabul edilebilir olması için, j. krtier için belirlenen eşik değer x_j^0 olmak üzere aşağıdaki gibidir (Hwang ve Yoon, 1981: 71):

$$x_{ij} \geq x_j^0, \quad j = 1 \; veya \; 2 \; veya \; \dots veya \; n$$

Buna benzer olarak bütünleşik yöntemde "veya" yerine "ve" kullanılarak, alternatifin bütün kriter değerleri için belirlenen eşik değer üzerinde olması durumda aynı şekilde gösterilebilir.

Leksikografik Yöntem: Bu yöntem tek çözüm bulunana kadar veya problem çözülene kadar devam eden sıralı bir eleme yöntemidir. Bu yöntemde önem derecesi en yüksek olan kritere göre en iyi alternatif seçilir. Önem derecesi görece düşük olan diğer kriterlere bakılmaz. Eğer önem derecesi en yüksek olan kritere göre alternatiflerin aldığı değerler aynı ise (ki çok fazla alternatif olması durumunda bu kaçınılmazdır) ikinci en yüksek önem derecesine sahip kritere göre işlem yapılır. Bu yöntemde tek alternatif kalana kadar işleme devam edilir (Linkov vd., 2004:20; Stanimirovic, 2012:55).

Leksikografik yöntem, telafi edici olmayan bir yöntemdir. Leksikorafik yöntemde, belirlenen ilk kriter (önem derecesi en yüksek kriter) final seçiminin yapılabilmesi için yeterli olabilir. Bu nedenle, ilk kriter genellikle "diktatör" olarak adlandırılır. Leksikografik yöntem süreci Şekil 4'te gösterilmiştir (Munda, 2008: 4).



Şekil 4. Leksikografik Yöntem Süreci

Kaynak: Munda, 2008:4.

Eleme Yöntemi: Leksikografik yönteme çok benzeyen eleme yönteminde, önem ağırlıkları ile orantılı olarak seçilen kriter doğrultusunda alternatifler değerlendirilir. Seçilen kriteri sağlamayan alternatifler elenir. Eğer seçilen bu kriteri bütün alternatifler sağlıyorsa hiçbiri elenmez ve yeni bir kriter seçilir. Tek alternatif kalana kadar süreç böyle devam eder. Sonuç olarak seçilen kriterin bütün alternatiflerde bulunması durumu, seçim olasılığını etkilemez (Tversky, 2004: 467-468). Alternatiflerden iki tanesinin bütün kriterleri sağlaması durumunda Elimination by Tree (EBT) ve Hierarchical Elimination by Aspects (HEBA) yöntemleri kullanılır (Batley ve Daly, 2006: 460).

Permütasyon Yöntemi: Permütasyon yöntemiyle, mümkün olan tüm alternatif sıralamaların etki tablosunda bulunan sıralama bilgisi ile uyumluluğu araştırılır (Noorul, vd.,2015:19). Bu yöntem uygulanırken, tercih ağırlıklarına göre alternatiflerin bütün permütasyonları kontrol edilir ve birbirleriyle karşılaştırılır. Eğer m tane alternatif varsa m! adet permütasyon vardır (Zavadskas vd., 2011: 1070).

Lineer Atama Yöntemi: Lineer atama yönteminde, N_1 ve N_2 ($N_1=N_2$) gibi iki kümeyi ele aldığımızda bu kümelerin kartezyen çarpımları olan N_1xN_2 kümesini oluşturan elemanlar ve bu elemanlara karşılık gelen maliyetlerin minimuma indirilmesi amaçlanmaktadır (Ahuja vd., 1993:7). Lineer atama yöntemine, Macar Yöntemi örnek olarak gösterilebilir. Yukarıda bahsedilen iki kümenin elemanlarının en az maliyetle eşleştirmesi, yani; "işe en uygun kişi" veya uygulamaya en uygun yöntemin ataması ile tamamlanacak bir durumdur (Taha, 2014: 192).

Basit Toplamsal Ağırlık (SAW): Karar verici tarafından kriterlerin görece önem ağırlıkları direkt olarak belirlenir ve her alternatif değeri ile çarpılır. Bu nedenle ağırlıklandırılmış ortalamalar temeline dayanan bir yöntemdir (Savitha ve Chandrasekar, 2011: 25).

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP): Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. AHP, alternatifleri ve kriterleri belirli bir hiyerarşik yapıda ele alır. Alternatif ve kriterler üst amaca uygun olarak uzmanların kişisel görüşleri dikkate alınarak ikili karşılaştırma yoluyla ağırlıklandırır (Scholl vd., 2005:763).

AHP; soyut ve somut kriterleri, uzman kişilerin yargılarına bağlı olarak, belirli bir ölçek üzerinde ölçen bir teoridir (Saaty, 2005: 347). AHP kriterlerin ağırlıklarını belirlerken uzman görüşüne ihtiyaç duyar ve bu ağırlıklandırmayı yaparken Saaty'nin 1-9 ölçeğini kullanır. Kriter karşılaştırma matrisi nxn boyutlu bir kare matristir. Kriterler, Tablo 1'de gösterilen önem skalası yardımıyla karşılaştırılır (Yaralıoğlu, 2010: 43).

Tablo 1. Önem Skalası

Önem Değerleri	Tanımlar ">" işareti kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerini ifade eder.
1	1. Kriter =2. Kriter (Eşit derecede tercih)
3	1. Kriter > 2. Kriter (Daha fazla tercih)
5	1. Kriter >> 2. Kriter (Kuvvetle tercih)
7	1. Kriter >>> 2. Kriter (Çok kuvvetle tercih)
9	1. Kriter >>>> 2. Kriter (Aşırı derecede tercih)
2,4,6,8	Ara Değerler

Tablo 1'de gösterilen önem skalası alternatiflerin kriterlere göre önem derecelerinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır. Alternatifler, her bir kritere göre ayrı ayrı değerlendirilir ve o kriter için alternatiflerin ikili olarak önem dereceleri belirlenir (Ulucan, 2007: 360). Alternatiflerin kriterlere göre tercih edilme veya önem derecelerinin belirlenmesi Tablo 2 ile örneklendirilmiştir.

Tablo 2. AHP Yönteminde Alternatiflerin Kriterlere Göre Değerlendirilmesi

X Kriterine Göre Değerlendirme	A	B	C
A	1	1/3	5
B	3	1	1/7
C	1/5	7	1

Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere; Alternatif B>Alternatif A (X kriterine göre, B alternatifi A alternatifinden daha fazla tercih edilir), C alternatifi >> A alternatifi (X kriterine göre C alternatifi A alternatifine kuvvetle tercih edilir) ve Alternatif C>>> Alternatif B (X kriterine göre C alternatifi B alternatifine çok kuvvetle tercih edilir). Bu şekilde bütün alternatifler kriterlere göre ikili olarak derecelendirilir.

Karar verici, kriterlere göre alternatif değerlerini hesaplamadan önce, verdiği kararların tutarlılığını ölçmelidir. Tablo 2'de; B>A ve A>>C olması, B>>>C olmasının gerektirir. Aksi durumda karar verici tarafından alternatiflerin tutarlı derecelendirilmediği anlaşılır (Ulucan, 2007: 363). Ayrıca Tablo 2'de X kriterine göre alternatiflerin tutarlı bir şekilde derecelendirilmediği görülebilir. Çünkü; B>A ve A>>C olduğu halde, C>>>B olması alternatiflerin tutarlı bir şekilde derecelendirilmediğini göstermektedir.

Alternatiflerin tutarsız bir şekilde derecelendirildiğini belirlemek büyük ölçekli problemler için kolay değildir. Bunun için AHP yönteminde tutarlılık oranı hesaplanır. Bu oranın %10'nun (0,10) altında kalması durumu, tutarsızlığın ihmal edilebilir düzeyde olduğunu belirtir (Ulucan, 2007: 364).

ELECTRE: ELECTRE (Elemination Et Choice Ttranslating Reality) çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. 1960'larda Bernard Roy tarafından ortaya atılmış olan ELECTRE I, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV ve ELECTRE TRI yöntemleri ve daha sonraları ELECTRE V, ELECTRE IS ve ELECTRE A olmak üzere bir çok yöntem seçim, sıralama ve sınıflama problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir (Ishizaka ve Nemery, 2013:180).

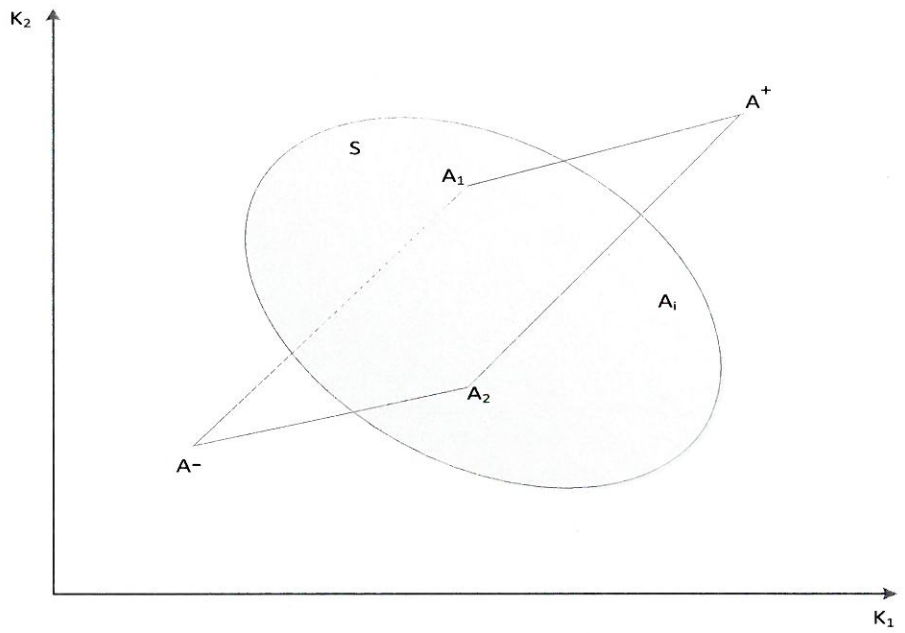
ELECTRE, alternatiflerin her bir kriter için ayrı ayrı ikili karşılaştırmaları temeline dayanır. ELECTRE bir alternatifin seçiminden çok üstün olan alternatiflerin belirlenmesinde kullanılır (Triantaphyllou vd., 1998: 183).

ELECTRE' de amaçlar arasındaki bağlantıları ölçmek için uyumluluk ve uyumsuzluk indeksi kullanılır. Uyumluluk indeksi C(a,b), a'nın b'den ne kadar iyi olduğunu; uyumsuzluk indeksi D(a,b) ise b'nin a'ya ne ölçüde tercih edildiğinin derecesini ölçer (Tzeng ve Huang, 2011: 81).

TOPSIS: TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi, ELECTRE yöntemine alternatif olarak, 1980 yılında Yoon ve Hwang tarafından geliştirilmiştir. TOPSIS yönteminin temel yaklaşımı; geometrik anlamda, alternatiflerin ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olanının seçilmesidir. TOPSIS yöntemine göre her kriter monoton artan veya monoton azalan özelliktedir. Bu nedenle ideal ve negatif ideal çözümün belirlenmesi kolaydır (Triantaphyllou, 2000: 18).

TOPSIS yöntemi, ideal çözüm ile negatif ideal çözümün bileşiminden oluşmaktadır. En iyi alternatif aynı anda hem negatif çözüme en uzak hem de pozitif çözüme en yakın olan alternatiftir (Malczewski ve Rinner, 2015: 104). İdeal çözüm, bütün en iyi kriterlerden oluşurken, negatif ideal çözüm ise en kötü kriterlerden oluşur (Chu ve Khosla, 2011: 206). Kısacası amacımız maksimizasyon ise her alternatifin kriterlerde aldığı en büyük değerler ideal çözüm, en küçük değerler ise negatif ideal çözüm olarak belirlenir. Amaç minimizasyon ise, alternatiflerin kriterlerde aldığı en küçük değerler ideal çözüm, en büyük değerler ise negatif ideal çözüm olarak belirlenir.

TOPSIS yöntemi ideal çözüme yakınlığı dikkate aldığı kadar, negatif ideal çözüme olan uzaklığı da dikkate alır. Alternatif seçimlerinde ideal çözüm ve negatif ideal çözüm bir arada değerlendirilerek karar verilir ve ideal çözüme en yakın olup, negatif ideal çözüme en uzak olan alternatif seçilir. Aşağıdaki şekilde A_1 ve A_2 alternatifleri S kümesi içerisinden herhangi iki alternatif olarak tanımlandığında, A_1 alternatifinin seçilmesi gerekir. Çünkü A_1 alternatifi hem ideal çözüme daha yakın hem de negatif ideal çözüme daha uzaktır.



Şekil 5. TOPSİS Yönteminin Geometrik Gösterimi

Kaynak: Markovic, 2010:122.

1.5.3. Alternatif bilgisini kullanan yöntemler

ÇKKV yöntemlerinin sınıflandırılmasında, karar vericiler tarafından alternatif bilgisinin verilmesi durumundan kullanılan yöntemler kısaca aşağıda anlatılmıştır.

LINMAP: LINMAP (The Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference), kriter ağırlıklarını dikkate almayarak alternatifleri değerlendiren bir doğrusal programlama modelidir. Yöntemde m adet alterntif, m adet nokta; n adet kriter, n-boyutlu uzay olarak ele alınır. Karar verici tarafından n-boyutlu kriter uzayında en çok tercih edilen bölge ideal nokta olarak kabul eder ve ideal noktaya yakın olan alternatif seçilir (Khairullah ve Zionts, 1979: 152; Marbini ve Kangi: 2013).

LINMAP, karar verici tarafından belirlenen alternatiflerin ikili karşılaştırması temeline dayanır ve ideal çözüme en yakın çözümü, en iyi uzlaşık alternatif olarak üretir (Li, 2008: 18).

İdeal Nokta ile Çok Boyutlu Ölçeklendirme: Yöntem, alternatiflere karşılık çok fazla kriter olması durumunda veya bu kriterlerin tam olarak bilinmediği veya belirsiz olduğu durumlarda ÇKKV problemlerinin çözümünde büyük avantajlar sağlar. Alternatifler çözüm uzayında bir nokta olarak gösterilir. Her alternatifin çözüm uzayında ideal noktaya (çözüme) olan uzaklıklarının belirlenmesi ve en uygun alternatifin seçilmesi temeline dayanır (Hwang ve Yoon, 1981: 177). Çok boyutlu ölçeklendirme analizi, alternatifler arasındaki ilişkilerin görsel bir yapısını oluşturur. Bu kümede bulunan elemanlar arasındaki yakınlık (benzerlik) ve uzaklık (ayrıklık) mesafelerini ölçmek için kullanılır (Chen vd., 2008: 110).

2. ÇKKV Problemlerinin Modellenmesi

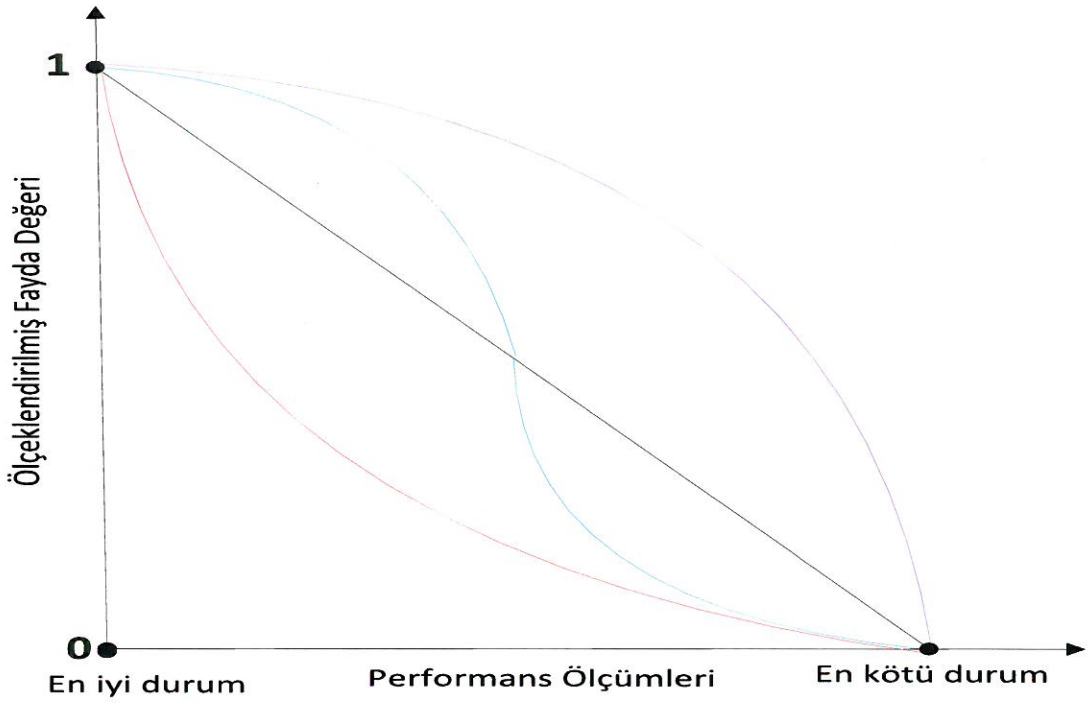
ÇKKV yöntemleri ile problem çözümünün önemli bir bölümünü problemin modellenmesi oluşturur. Bu aşamada ek bilgiye ihtiyaç duyulur. Bu bilgiler yöntemin bir veya birkaç parametresini belirlemek için kullanılır. Karar probleminin analizi için parametre seçimi ise, ÇKKV yöntemine bağlı olarak yapılır. ÇKKV yöntemlerinde kullanılan parametreler; kriter ağırlıkları, eşik değerler, değer ölçeklendirme parametreleri, ideal nokta ve ideal olmayan nokta, fayda fonksiyonu, tercih fonksiyonu ve diğer parametrelerdir (Hanne, 1999: 611-612). ÇKKV yöntemleri ile analiz

yapabilmek için belirli şartların sağlanması gerekir. Bu şartlardan biri de verilerin ölçeklendirilmesidir.

2.1. Ölçeklendirme

Performans ölçümlerinin sayısallaştırılması ölçeklendirme ile sağlanır. Bu sayısal değerler genellikle yüzdelik değerler veya 0-1 aralığında tanımlanır ve ölçeklendirilmiş değerler olarak ifade edilirler. Performans ölçümlerinin ölçeklendirilmesi için bir başka yaklaşım ise, değer fonksiyonu oluşturulmasıdır. Bu fonksiyon, performans ölçümlerinin belirli bir aralıkta ölçeklendirilmiş değerlerinin değişimini ifade eder. Her performans ölçümü iki sabit nokta arasında değişim gösterir. Bu noktalardan olası en kötü performans değeri 0, olası en iyi performans değeri 1'e karşılık gelir (Ramani vd., 2010: 704).

Yaygın olarak kullanılan ölçeklendirme çeşitleri; doğrusal değer ölçeklendirmesi ve doğrusal olmayan değer ölçeklendirmesidir. Her iki ölçeklendirme Şekil 6.'da gösterilmiştir (Ramani, 2008: 49).



Şekil 6. Performans Değerleri Ölçümünde Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Ölçeklendirme Gösterimi

Kaynak: Ramani, 2007: 49.

ÇKKV problemlerinin çoğunda dilsel (verbal-nitel) veriler vardır. Bu tür problemlerin ÇKKV problemleri ile analiz edilebilmesi için dilsel verilerin nicel verilere dönüştürülmesi yani, sayısallaştırılması gerekir. Dilsel verilerin sayısallaştırılması için karar verici tarafından belirlenen ölçekler kullanılır. Dilsel verilerin nicel verilere dönüştürülmesi için kullanılan diğer bir yöntem ise, Bulanık Kümeler (Fuzzy Set) Teorisidir (Larichev, 1999: 511-512).

Geleneksel küme yaklaşımı ile bulanık küme yaklaşımı birbirinden farklıdır. Bulanık kümelerde, öğelerin o kümeye ait olup olmaması kademeli bir geçişe sahiptir ve geleneksel kümeler gibi keskin değildir. Geleneksel küme yaklaşımına göre, bir öğe ya o kümeye aittir ya da ait değildir. Bulanık küme yaklaşımında ise, sınırlar esnektir ve öğenin kümeye ait olma derecesine bakılır. Geleneksel küme mantığına göre, öğenin kümeye ait olması 1; öğenin ait olmaması 0 (sıfır) değeri ile gösterilir. Bulanık kümelerde ise, öğenin kümeye ait olması [0,1] kapalı aralığında gösterilir (Özkan, 2003:5-6).

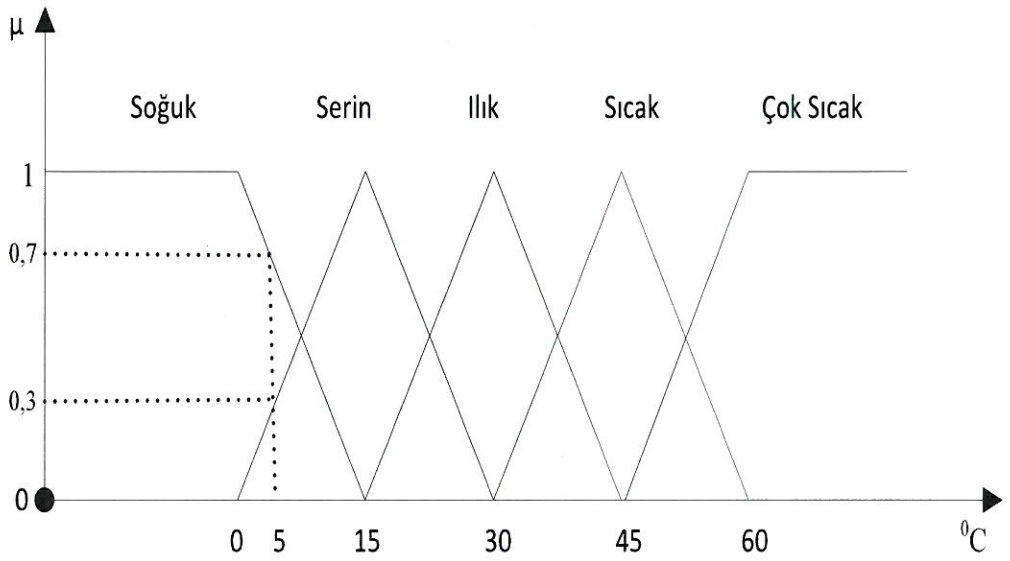
Üyelik fonksiyonu, bir kümeye ait olma derecesini veren fonksiyondur. A kümesi için üyelik fonksiyonu; X evrensel küme olmak üzere, $x \in X$ öğesi için klasik kümelerde matematiksel olarak gösterimi; $\mu_A(x)$ şeklindedir. A kümesinde bulunan bir x elemanının o kümeye ait olma derecesinin klasik küme mantığına göre gösterimi;

$\mu_A(x): X \rightarrow \{0,1\}$,

Bulanık kümeye ait olma derecesi;

$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$, kapalı aralığı ile gösterilir (Jamshidi, 1997: 8-9).

Dilsel verilerin bulanık küme ile gösterimini açıklamak için "sıcaklık" dilsel değişkeninin üyelik fonksiyonu şekil 7'de gösterilmiştir. Sıcaklık dilsel değişkenine benzer olarak ağırlık, boy, tutum vb. dilseldeğişkenler de benzer olarak gösterilebilir.



Şekil 7.Sıcaklık (°C) Dilsel Değişkenin Bulanık Kümelerde Gösterimi

Kaynak: Ross, 2010: 175.

Şekil 7'de, 5 °C sıcaklıklığın, "soğuk" dilsel değişkeni için üyelik fonksiyonu değeri 0,7'e karşılık gelirken, "serin" dilsel değişkeni için üyelik fonksiyonu, 0,3'e karşılık gelmektedir.

Dilsel ifadelerin sayısal karşılıklarının bulunmasında yaygın olarak kullanılan bir diğer ölçek, Saaty'nin temel ölçeğidir. Tablo 3'te sıkça kullanılan ölçeklendirme tekniği olan Saaty'nin 1-9 ölçeği ile dilsel verilerin nicel verilere dönüştürülmesi gösterilmiştir.

Tablo 3. Dilsel - Nitel (Kalitatif) Değerlerin Sayısallaştırılması

Ölçek	Fayda – Amaç Maksimum Yapmak	Maliyet – Amaç Minimum Yapmak
9	Çok Yüksek	Çok Düşük
7	Yüksek	Düşük
5	Orta	Orta
3	Düşük	Yüksek
1	Çok Düşük	Çok Yüksek

Kaynak : Aktaş vd., 2015: 184.

Tablo 3'te görüldüğü üzere, nitel verilerin ölçeklendirilmesinde önemli olan noktalardan biri de kriterin yönüdür. ÇKKV problemlerinde kriterlerin yönü, fayda ve maliyet durumuna göre belirlenir. Eğer kriter değerini maksimum yapmak istiyorsak fayda yönlü, minimum yapmak istiyorsak maliyet yönlüdür. Alternatifleri birbiriyle

kıyaslamak için kriterlerin taşıması gereken özellikler aşağıda sıralanmıştır (U.S.A. Army Logisitic Management College 1990'dan aktaran Aktaş vd., 2015: 184).

- Ölçek sayısal olmalıdır.
- Ölçek, kriter birimlerini tek tip yapmalıdır.
- Ölçeklendirmeden sonra kriter yönleri tek tip olmaldır.

Alternatifler arasında kıyaslamayı doğru bir biçimde yapabilmek için yukarıdaki üç koşulun sağlanması gerekir. Aksi durumlarda anlamlı bir sonuç bulunamaz.

Bununla birlikte, TOPSIS yönteminde kriter yönleri ölçeklendirme sonucunda tek tip olmamaktadır. Bu durum TOPSIS yönteminde kullanılan normalizasyon yönteminden kaynaklanmaktadır (Garcia-Cascales ve Lamata, 2012: 124). Aynı zamanda, ELECTRE ve MOORA yöntemlerinde de vektör normalizasyon yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde de kriter yönleri, yöntemlerin metodolojileri gereği aynı olmamalıdır. Örneğin; TOPSIS yönteminde, ideal çözüm ve negatif ideal çözümün belirlenebilmesi; ELECTRE yönteminde, uyum ve uyumsuzluk setlerinin belirlenebilmesi; MOORA yönteminde, fayda yönlü kriterler ile maliyet yönlü kriterler arasındaki farkların belirlenebilmesi için kriter yönleri aynı olmamalıdır.

ÇKKV yöntemlerinde analiz yapılabilmesi için kriterlerin aynı ölçü birimleri ile ifade edilmesi gerekir. Kriterlerin aynı ölçü birimlerine dönüştürmek için normalizasyon yöntemleri kullanılır.

2.2. Normalizasyon Yöntemleri

Günlük yaşamda veya iş yaşamında karar vermek için o kararı şekillendiren kriterler söz konusudur. Bu kriter aynı ölçü birimlerine sahip olmayabilir. ÇKKV yöntemlerinde alternatiflerin seçimi ve sıralanması için kriterlerin aynı ölçü birimlerine sahip olması gerekir. Bu durum gerçekleşmediğinde normalizasyon işlemine başvurulur. Bu nedenle verilerin normalize edilmesi ÇKKV problemlerinin çözümünde önemli bir adımı oluşturur (Vafaei Vd., 2016: 261). Normalizasyon yöntemleri; bir niceliği, diğer oranlarla karşılaştırılabilir şekilde birimsiz oranlara çevirir (Schneider, 2009: 63).

Normalizasyon yöntemleri kriterleri yaklaşık olarak aynı büyüklüklerde ölçeklendirir, ancak aynı sonuç üretilmediğinden farklı teknikler farklı çözümlere neden

olabilir. Bu durum ise çözümden sapmaya neden olabilir. Bu nedenle problemin çözümünde uygun normalizasyon tekniğinin kullanılmaması, gerçek çözümün ortaya çıkmasına engel olabilir. (Chatterjee ve Chakraborty, 2014: 148).

Normalizasyon yöntemlerinin amacı verileri belirli bir standarta getirip, her verinin sahip olduğu ölçü birimini ortadan kaldırmak veya soyut tek bir birime kavuşturmaktır. Normalizasyon işleminden sonra bütün veriler, yeni bir sayı aralığında tanımlanırlar. Bu aralık genel olarak [-1,1] kapalı aralığıdır. Bununla birlikte, Z – Score yöntemi, [-1,1] aralığında kalmayıp standart normal dağılım tablosundaki uç değerleri alabilmektedir.

Normalizasyon yöntemleri kriterlerin fayda ve maliyet kriterleri olmasına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Fayda kriteri için normalizasyon işlemi, en büyük sayıya 1'e en yakın değeri verirken, maliyet kriteri için hesaplandığında en küçük sayıya 1'e en yakın değeri verir. Aşağıda ÇKKV yöntemlerinde kullanılan normalizasyon yöntemleri verilmiştir.

Doğrusal Orantı Yöntemi: Doğrusal orantı yönteminde fayda yönlü kriter için, normalizasyon yapılacak değer, kriter değerlerinin yer aldığı sütundaki en büyük değere oranlanır. Yeni değerler, değerlerin negatif veya pozitif olmasına bağlı olarak, [-1,1] aralığında yer alır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max\limits_{i} x_{ij}} \tag{1.1}$$

Maliyet yönlü kriter için normalize edilmiş değer, sütundaki en küçük değerin normalizasyon yapılacak değere oranlanması ile bulunur. Değerlerin negatif veya pozitif olmasına bağlı olarak [-1,1] kapalı aralığında yer alır.

$$r_{ij} = \frac{\min\limits_{i} x_{ij}}{x_{ij}} \tag{1.2}$$

Vektör Normalizasyon Yöntemi: Vektör normalizasyon yönteminde fayda kriterleri için, normalizasyon yapılacak değer o sütundaki değerlerin karelerinin toplamının karekökü ne oranlanması ile bulunur. Yeni değerler [-1,1] kapalı aralığında yer alır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \tag{1.3}$$

Maliyet kriterleri için, normalize edilecek değer, o sütundaki değerlerin karelerinin toplamının karekökünе oranlanmasından sonra 1'den çıkarılarak bulunur.

$$x_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \tag{1.4}$$

Weitendorf Lineer Normalizasyon Yöntemi: Bu yöntemde fayda kriterleri için normalize etmek istenilen değer, sütundaki en küçük değere olan uzaklığının, en büyük ve en küçük değer farkına oranlanması ile bulunur. Elde edilen r_{ij} değerleri sayı doğrusu üzerinde ele alındığında, x_{ij}'nin istenmeyen değere ne kadar uzak veya yakın olduğunu oransal olarak gösterir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \tag{1.5}$$

Maliyet kriteri için, sütundaki en büyük değer ile normalize etmek istenilen değerin arasındaki farkın, en büyük ve en küçük değerlerin farkına oranlanması ile bulunur.

$$r_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \tag{1.6}$$

Jüttler Körth Normalizasyon Yöntemi: Bu yöntemde fayda kriteri söz konusu olduğunda, eşitlik (1.7); maliyet kriteri söz konusu olduğunda eşitlik (1.8) kullanılır.

$$r_{ij} = 1 - \left| \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \right| \tag{1.7}$$

$$r_{ij} = 1 - \left| \frac{\min_i x_{ij} - x_{ij}}{\min_i x_{ij}} \right| \tag{1.8}$$

Lineer Olmayan Normalizasyon Metodu: Bu yöntemde fayda kriteri söz konusu olduğunda, eşitlik (1.9); maliyet kriteri söz konusu olduğunda eşitlik (1.10) kullanılır.

$$r_{ij} = \left(\frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \right)^2 \tag{1.9}$$

$$r_{ij} = \left(\frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \right)^2 \tag{1.10}$$

Referans Noktasına Göre Normalizasyon Yöntemi: Referans noktasına göre normalizasyon yönteminde bir referans noktası belirlenir. Bu referans noktası olarak, sütun toplamı veya sütün ortalaması kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_i} \quad veya \quad r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{x}} \tag{1.11}$$

Standartlaştırma (Z – Score) Yöntemi: Bu yöntemde, normale yakın dağılmış rassal değişkenin, standart normal bir rassal değişkene dönüştürülmesi gerçekleştirilir (Dodge, 2008: 387).

Standartlaştırma yönteminde, kriter maliyet kriteri ise maliyet, fayda kriteri ise fayda kriteri olarak kalır (Aktaş vd., 2015: 188). Aşağıdaki formülde standartlaştırılmak istenen değerden, o sütunun ortalaması çıkarılarak sütundaki verilerin standart sapmasına oranlanır.

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}}{\sigma_j} \tag{1.12}$$

3. Nesnel Ağırlıklandırma Yöntemleri

ÇKKV problemlerinin çözümünün önemli aşamalarından biri kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesidir. Aynı problem için uygulanan farklı ağırlıklandırma yöntemleri, kriterlerin farklı ağırlıklandırmasına neden olur (Hobbs,1980'den aktaran Zardari vd., 2015: 37).

Ağırlıklandırma yöntemleri, öznel ağırlıklandırma ve alternatiflerin kriterler için aldığı değerler yani veriler baz alınarak belirlenen nesnel ağırlıklandırmalar olmak üzere ikiye ayrılır (Kao, 2010: 1786).

Öznel ağırlıklandırma yöntemleri karar vericinin yargıları, sahip olduğu bilgi ve deneyimlerine bağlı olarak şekillenen yöntemlerdir. Buna karşılık nesnel ağırlıklandırma yöntemleri, karar vericinin yargılarından bağımsız olarak matematiksel modellerin kullanıldığı yöntemlerdir (Ahn, 2011: 552).

3.1. Entropi Yöntemi

Entropi, ilk olarak 19.yy'da termodinamik sistemlerdeki enerji seviyesinin bir ölçüsü olarak kullanılmıştır. Daha sonra Shannon C.E. tarafından bilgi sistemlerine uyarlanarak mühendislik, sosyal bilimler ve daha birçok alanda uygulanmıştır (Değirmenci, 2011: 7).

Entropi kavramı, olasılıksal belirsizliğin ölçüsü olarak nitelendirileblir. Örneğin iki farklı para atma deneyinde birinci deneyin yazı ve tura gelme olasılıkları sırasıyla 0.01 ve 0.99 olsun. İkinci deneyde ise sırasıyla 0.5 ve 0.5 olsun. İki deney karşılaştırıldığında, ikinci deneyin olasılıksal belirsizliği birinci deneyden daha fazladır (Fang vd., 1997: 2).

Entropi bir sistemdeki bilgilerin kayıp ve kazançlarını ölçmek için kullanılır. Bilginin düzensizlik derecesi, olasılık dağılımının değişkenliğinin bir ölçüsüdür. Değişkenliğin büyük olması düzensizliğin fazla olduğunu ve buna bağlı olarak sistem ile ilgili bilginin az olduğunu gösterir (Rechberger ve Brunner, 2002: 810). Diğer bir deyişle, entropi bilgi teorisinde, bilginin düzensizlik derecesini yansıtır, değerin küçük olması sistemdeki düzensizliğin küçük olduğunu ve bilginin yararlılık değerinin daha büyük olduğunu gösterir (Qi vd., 2015: 58). Yukarıdaki açıklamalara bağlı olarak bir sistemdeki entropi değerleri aşağıdaki adımlar takip edilerek elde edilir.

Matrisin Oluşturulması: m tane alternatif ve n tane değerlendirme kriterine sahip karar matrisi oluşturulur.

$$X_{mxn} = \begin{bmatrix} x_1(1) & x_1(2) & \cdots & x_1(n) \\ x_2(1) & x_2(2) & \cdots & x_2(n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_m(1) & x_m(2) & \cdots & x_m(n) \end{bmatrix} \tag{1.13}$$

Matrisin Normalize Edilmesi: Yukarıda oluşturulan başlangıç matrisi kriterlerin fayda ve maliyet durumlarına göre aşağıdaki gibi hesaplanır.

Kriter fayda yönlü ise,

$$r_i(j) = \frac{x_i(j) - \min_i x_i(j)}{\max_i x_i(j) - \min_i x_i(j)} \tag{1.14}$$

Kriter maliyet yönlü ise,

$$r_i(j) = \frac{\max_i x_i(j) - x_i(j)}{\max_i x_i(j) - \min_i x_i(j)} \tag{1.15}$$

Normalize edilmiş matris elemanları arasında oransal bir yapı oluşturmak için basit normalizasyon aşağıdaki formül ile yapılır.

$$p_i(j) = \frac{r_i(j)}{\sum_{i=1}^{m} r_i(j)} \tag{1.16}$$

Bütün Kriterler İçin Entropinin Hesaplanması:

$$E_j = -\lambda \sum_{i=1}^{m} p_i(j).\ln p_i(j) \tag{1.17}$$

$\lambda = 1/lnm$ değeri Boltzman sabitidir ve her bir kriterin sahip olduğu entropi değerinin (0,1) arasında değer almasını sağlar.

E_j, sistemdeki toplam belirsizliğin ölçüsüdür (Robinson, 2008: 495).

Entropi Ağırlığının Hesaplanması:

$$w_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{k=1}^{n}(1 - E_k)} \tag{1.18}$$

$1\text{-}E_j$, j. kriterin farklılaşma derecesini gösterir. Farklılaşma derecesi ne kadar büyükse, ilgili problemde o kriterin ağırlık değeri o kadar yüksektir (Gök, 2015: 56).

3.2. CRITIC Yöntemi

CRITIC (The Criteria Importance Through Intercriteria Correlation), ÇKKV problemlerinde kriterlerin görece önem değerlerinin nesnel ağırlıklarını belirleyen bir yöntemdir. Kriter ağırlıkları, her bir karar durumunun özünü oluşturan çatışma – çelişki ve bu zıtlığın yoğunluğundan (contrast intensity) elde edilir (Diakoulaki vd., 1995:764). CRITIC yönteminde kriterler arasındaki zıtlığı belirlemek için korelasyon analizi kullanılır (Zardari vd., 2015: 33). Bu nedenle kriter ağırlıklarının belirlenmesi için öncelikle kriterlerin korelasyon matrisi oluşturulur. İki kriter arasındaki uyum ne kadar fazla ise korelasyon matrisinde bu iki kritere ilişkin korelasyon değeri o kadar yüksek olacaktır. CRITIC metodunun adımları aşağıdaki gibidir:

Başlangıç Matrisinin Normalize Edilmesi

mxn tipindeki (m alternatif, n kriter) matris fayda yönlü ise, eşitlik (1.5); maliyet yönlü ise, eşitlik (1.6) kullanılarak normalize edilmiş değerlere ulaşılır ve normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur.

Korelasyon Matrisinin Oluşturulması

Bu adımda, kriterler arasındaki ilişkiyi görmek açısından r_j ve r_k vektörleri arasındaki korelasyon matrisi v_{jk} oluşturulur. j. kriter ile k. kriter arasındaki ilişkinin korelasyon değeri v_{jk}, kriterler arasındaki ilişkinin yönünü ve derecesini belirtir. j=k olması durumunda bu değer her zaman 1'e eşittir. n kriterden oluştuğu için korelasyon matrisi nxn tipindedir.

Bilgi Miktarı Olan C_j Değerinin Hesaplanması

Her bir kriterin diğer bir kriter ile ilişkisi olan v_{jk} korelasyon matrisi elemanları yardımıyla her bir kriterin içerdiği bilgi miktarı olan C_j değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^{m} (1 - v_{jk}) \tag{1.19}$$

Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Elde edilen her bir kriterin doğasında yer alan çatışma – çelişki ve zıtlığın yoğunluğundan elde edilen bilgi miktarı (C_j) değerleri yardımıyla kriter ağırlıkları aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$w_j = C_j \left[\sum_{k=1}^{n} C_k \right]^{-1} \tag{1.20}$$

3.3. Standart Sapma Yöntemi

Standart sapma yöntemi, entropi yöntemi gibi alternatifler arasında benzer değerler varsa o kritere küçük bir ağırlık değeri atar (Jahan vd., 2012: 413). Standart sapması hesaplanan her bir kriterin ağırlığı, kriter ağırlıklarının toplamına bölünerek bulunur. Birinci adımda her bir kriterin standart sapması hesaplanır. j. kriter için standart sapma aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{m}} \tag{1.21}$$

Standart sapması hesaplanan her bir kriterin ağırlığı, diğer kriterlerin standart sapmalarının toplamına bölünerek bulunur.

$$w_j = \sigma_j \left[\sum_{j=1}^{n} \sigma_j \right]^{-1} \tag{1.22}$$

İkinci Bölüm

1. Telafi Edici Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

ÇKKV yöntemleri, telafi edici ve telafi edici olmayan yöntemler olmak üzere ikiye ayrılır (Billing ve Marcuc, 1983: 332-333; Svenson, 1979: 92). Telafi edici olmayan yöntemler, kriterler arasında ödünleşmeye izin vermeyen yöntemlerdir. Tercih edilen veya olumlu bir kriter, tercih edilmeyen veya olumsuz bir kriteri telafi etmez. Her kriter kendi içerisinde değerlendirilir. Telafi edici yöntemlerde ise kriterler arasında ödünleşmeye izin verilir. Tercih edilen veya olumlu bir kriter, tercih edilmeyen veya olumsuz bir kriteri telafi eder (Hwang ve Yoon, 1981: 24-25). Bir anlamda, telafi edici ÇKKV yöntemleri, kriterler arasındaki dengeleme sürecine dayanır. Bu yöntemler kriterler arasındaki dengeleme sonucunda alternatifler arasında seçim, sıralama ve uzlaşma sağlar.

Telafi edici karar verme yöntemlerinde, bilgiler detaylı bir şekilde işlenir ve kriterler arasında ödünleşme yapılması gerekir. Telafi edici olmayan karar verme yöntemlerinde ise, eldeki bütün bilgiler kullanılmaz ve ödünleşme göz ardı edilir. Telafi edici olmayan karar modelleri, sınırlandırılmış rasyonellik (bounded rationality) kavramı ile tutarlılık gösterir (Rothrock ve Yin, 2008: 125).

KV'nin kontrolü dışında olan ve karar çıktılarını etkileyen sayısız faktör (zaman, bilgi, yetenek vb.) vardır. Bu durum KV'nin optimum kararı vermek yerine, en tatmin edici kararı seçmek eğiliminde olmasını gerektirir. Sınırlandırılmış rasyonalite; optimum çözüme ulaşmak için gerekli koşulların yoksunluğu sonucu, en tatmin edici kararı verme olarak tanımlanabilir (Miller ve Starr, 1965: 41).

de Almeida vd. (2015:16-17), PROMETHEE ve ELECTRE gibi eleme ve üstünlük yöntemlerini telafi edici olmayan yöntemler, olarak belirtmişlerdir. Beş set üzerinden oynanan voleybol karşılaşmasını, telafi edici ve telafi edici olmayan yöntemlerin kullanılması durumunda ortaya çıkan sonucu açıklamışlardır.

Tablo 4. Voleybol Karşılaşması Örneği

Takımlar	A	B	Kazanan Takım
1. Set	23	25	B
2. Set	25	13	A
3. Set	25	9	A
4. Set	17	25	B
5. Set	24	25	B
Toplam Puanlar	114	97	

Voleybol karşılaşmalarında beş set üzerinden üç seti kazanan takım, karşılaşmanın kazananı olur. Yukarıdaki tablo telafi edici olmayan bir yöntemle değerlendirildiğinde karşılaşmanın kazananı üç seti üstün bitiren B takımı olur. Telafi edici yöntemler için ele alındığında, A takımı karşılaşmanın kazananı olur. Çünkü; B takımının 97 sayısına karşılık, A takımı 114 sayı almıştır.

Telafi edici ÇKKV tekniklerinde, herhangi bir alternatifin sahip olduğu kriterleri ele aldığımızda fayda/maliyet yönlü bir kriter diğer maliyet/fayda yönlü kriterleri sahip olduğu ağırlık oranına göre dengeler. Bir kriterin ağırlığı yani önem derecesi ne kadar yüksekse, çelişen kriteri veya kriterleri dengeleme kabiliyeti o kadar yüksektir.

1.1. Gri İlişkisel Analiz (GİA)

Bir sistemdeki iki üye arasında veya iki sistem arasında değişen ilişkilerin ölçümüne, "gri ilişki" denir. Bu üyeler arasındaki benzerlik miktarını veya farklılığı ölçmeye ise "gri ilişkisel analiz" denir (Feng ve Wang, 2000: 136). Konuya ilişkin ilk çalışma, "The Control Problems of Grey Systems" 1982'de Julong Deng tarafından yazılmıştır. Gri sistem teorisi, küçük örneklem ve az bilgi içeren problemlerde kullanılır. (Liu ve Lin, 2010: 2).

Gri ilişkisel analizin amacı, bütün faktörlerin değişen özellikleri ile ilgili olan veri setleri arasındaki geometrik karşılaştırmayı yapmaktır. Eğriye en yakın olan serinin gri ilişkisel derecesi en yüksek, eğriye en uzak olanın gri ilişkisel derecesi de en azdır (Du ve Wang, 2010: 142). GİA tekniğinde gri ilişkisel derece, referans alınan seri ile diğer serilerin karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan bir değerdir. Gri ilişkisel derece [0,1]

aralığında değerler alır. Bulunan değer 1'e ne kadar yakınsa, referans seri ile karşılaştırma yapılan seri arasındaki benzerlik o kadar fazladır. Buna karşın, referans seri ile karşılaştırma yapılan serinin derecesi 0'a ne kadar yakınsa benzerlik o kadar azdır biçiminde yorumlanır.

İnsanlar mevcut bilginin netlik derecesini genellikle renklerle ifade etmektedir. Tamamıyla eksik bilginin varlığı veya belirsizlik durumundaki sistemler siyah, tam bilginin ve belirsizliğin olmadığı sistemler beyaz, kısmi bilginin olduğu sistemler ise gri renkte ifade edilmektedir (Jeffrey ve Yang, 2012: 99). GİA tekniğinde gri, siyah ve beyaz sistemlerin karşılaştırılması tablo 5'te verilmiştir (Liu ve Lin. 2006: 5).

Tablo 5. Siyah, Gri ve Beyaz Sistemlerin Karşılaştırılması

	Siyah	Gri	Beyaz
Bilgi	Bilinmeyen	Eksik	Bilinen
Görünüm	Karanlık	Gri	Açık
Süreç	Yeni	Arada	Eski
Özellik	Düzensiz	Karışık	Düzenli
Metodoloji	Olumsuz	Değişken	Olumlu
Tutum	Hoşgörü	Tolerans	Katı
Sonuç	Sonuç Yok	Çok Çözümlü	Tek Çözüm

Sosyal, ekonomik ve bilimsel araştırma yaparken yetersiz bilgi içeren birçok durumla karşılaşırız. Örneğin ekonomik araştırmaları ele aldığımızda döviz kurunun hareket yönünü kısa vadede belirlemek zordur. Aynı şekilde döviz kurunu etkileyen birçok parametre vardır ve biz hem bu döviz kurunun etkilendiği bütün parametrelere ulaşamayız veya tahmin edemeyiz hem de kaç parametreden etkilendiğini bilemeyiz yani sınırları belirsizdir. Sistemlerdeki yetersiz bilginin dört nedeni vardır. Bu sistemlerdeki yetersiz bilgi ve belirsizlik durumu GİA'de grilik olarak açıklanmaktadır (Liu ve Lin. 2006: 6):

1. Sistemdeki parametre veya faktörlerle ilgili bilgi yetersizliği
2. Sistemin yapısı ile ilgili bilgi yetersizliği
3. Sistem sınırları ile ilgili bilgi yetersizliği
4. Sistemin hareket yönü ile ilgili bilgi yetersizliği

Gri ilişkisel analiz ile ilgili yapılmış olan birçok çalışma vardır, bunlardan bazılarına yer verilmiştir.

Uyanık (2011) yaptığı çalışmada, işletmelerin ürün üretim süreçlerinin en önemli aşamasının hammadde tedarikçi seçimi olduğunu belirtmiştir. Tedarikçi seçim problemlemini, GİA ve Fuzzy AHP yöntemi ile yapmıştır. Çalışma sonucunda GİA ve Fuzzy AHP ile edilen sonuçların benzer olduğu görülmüştür.

Xu vd. (2011) yaptıkları çalışmada, Çin'de kömür santrallerinin temel elektrik tedarikçileri olmaları yanında su ve kömür kaynaklarının en büyük tüketicisi olduklarını, sülfat oksit ve azot oksit gibi zararlı madde yaydıklarını belirtmişlerdir. Bu nedenle kömür santrallerinin, ekonomik, çevresel ve termik performanslarının bilimsel ve uygun temellerle değerlendirilmesinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda, kriterler AHP yöntemi ile ağırlıkladırılarak, alternatifler GİA yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Chen ve Tzeng (2004)'te dünyada rekabetin hızla artması nedeniyle, işletmelerin yeni pazarlar bulma, insanların yeni yaşamlar kurması temelinde, en iyi ülke sıralaması yapmışlardır. Bu çalışmada kriterler, Fuzzy AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Alternatiflerin değerlendirilmesinde TOPSİS ve GİA yöntemleri beraber kullanılmıştır.

Sofyalıoğlu ve Öztürk (2012)'de bir tasarımdaki hata türlerini ve etki analizini belirlemek amacıyla, geleneksel yöntem olan; HTEA (Hata türleri ve etki analizi), gri ilişkisel analiz (risk faktörlerinin önem dereceleri eşit), gri ilişkisel analiz ve bulanık AHP (risk faktörlerinin ağırlıkları bulanık AHP ile belirlenmiş) yöntemlerini kullanmışlardır. Elde edilen sıralamaların farklı olduğu görülmüştür.

Kung ve Wen (2007)'da Tayvan'daki sermaye işletmelerinin 2001 ve 2003 yılları arasındaki finansal performanslarını etkileyen finansal göstergeleri ve önemli finansal oran değişkenlerini GİA yöntemi ile sıralamışlardır. Çalışmada 20 finansal oran, altı finansal gösterge altında ele alınmıştır.

Sun vd. (2015)' te güç bataryaların dayanma durumlarını tahmin etmek amacıyla sekiz batarya türü üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada kullanılan 6 kriter uzmanlar tarafından Delphi tekniği ile ağırlıklandırılmıştır. Çalışmada Gri ilişkisel derecelendirme analizi (GRGA) kullanılmıştır.

Şişman ve Eleren, (2013)'te en uygun otomobili satın almak amacıyla oluşturulan problemde, GİA ve ELECTRE yöntemlerini kullanmışlardır. GİA ve ELECTRE yöntemi ile elde edilen bulgular farklılık göstermiştir.

1.1.1. Gri ilişkisel uzay

Gri ilişkisel uzay, verilen sistemdeki diğer bütün faktörlerle karşılaştırma yapılacak ana faktör (referans serisi) arasındaki ilişkiyi açıklar. Gri ilişkisel uzay ikili sistemdeki gösterimi (X, Γ) şeklindedir. X, referans ve karşılaştırma serisi olan x_0 ve referans seri ile karşılaştırma yapılacak olan x_i serisinden oluşur. Γ, gri ilişkisel uzayda $\gamma \epsilon \Gamma$ gibi gri ilişkisel haritalardan oluşan harita kümesi olarak adlandırılır (Julong,1989:4).

Varsayalım ki,

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)),$$

γ haritasındaki k. noktanın görüntüsü olsun. Bu durumda, $\gamma(x_0, x_i)$, k=1,2,3,…,n için görüntüler,

$x_0 = (x_0(1), x_0(2), \ldots, x_0(n))$

$x_1 = (x_1(1), x_1(2), \ldots, x_1(n))$

$x_i = (x_i(1), x_i(2), \ldots, x_i(n))$ olmak üzere,

$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} \gamma(x_0(k), x_i(k)) \text{ olur.}$$

Denkleminde, $\gamma(x_0(k), x_i(k)$, k noktasındaki gri ilişkisel katsayı ve $\gamma(x_0, x_i)$, gri ilişkisel derece olabilmesi için aşağıdaki aksiyomları sağlaması gerekir:

- Normallik:

  $\forall$ k için $\gamma(x_0(k), x_i(k) \in (0,1]$

  $\gamma(x_0(k), x_i(k)) = 1 \Leftrightarrow x_0(k) = x_i(k)$

  $\gamma(x_0(k), x_i(k)) = 0 \Leftrightarrow x_0 \in \emptyset, x_i \in \emptyset$

- Dual Simetri:

$$\gamma(x_0(k),x_i(k)) = \gamma(x_i(k),x_0(k)) \Leftrightarrow X\{x_0,x_i\}$$

- Bütünlük:

$$\gamma(x_0(k),x_i(k)) \neq \gamma(x_i(k),x_0(k)) \Leftrightarrow X = \{\quad : j = 0,1,\dots,n, n > 2\}$$

- Yakınlık:

$$\Delta(k) = \sqrt{(x_0(k) - x_i(k))^2} \text{ olmak üzere,}$$

Δk arttıkça $\gamma(x_0(k),x_i(k))$ gri ilişkisel derecesi azalır.

Yukarıda açıklanan bütün aksiyomlara dayanarak $\gamma(x_0(k),x_i(k))$ için aşağıdaki denklem yazılabilir.

$$\gamma(x_0(k),x_i(k)) = \frac{\min\limits_i \min\limits_k |x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max\limits_i \max\limits_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max\limits_i \max\limits_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

Yukarıdaki denklemde ξ, ayırıcı katsayı (distinguished coefficient) olarak nitelendiren ve (0,1) arasında değer alan bir katsayıdır.

1.1.2. Gri İlişkisel Analiz Adımları

GİA yöntemi ile karar problemlerinin çözümü beş adımlı bir süreçtir (Wu, 2002:211).

Adım 1: Karar Matrisinden Referans Serisinin Elde Edilmesi

Referans serisi kriterlere ait sütun değerlerinden oluşturulur. Başlangıç karar matrisinden referans serisi belirlenirken, fayda yönlü kriter sütunundaki en büyük değer, maliyet yönlü kriter sütunundaki en küçük değer alınır. Aşağıdaki karar matrisinden,

$x_0 = (x_0(1),x_0(2),\dots,x_0(j),\dots,x_0(n))$ referans seri belirlenir.

$$X = \begin{bmatrix} x_0(1) & x_0(2) & \cdots & x_0(n) \\ x_1(1) & x_1(2) & \cdots & x_1(n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_m(1) & x_m(2) & \cdots & x_m(n) \end{bmatrix} \tag{2.1}$$

Elde edilen referans serisi, karar matrisinin ilk satırına eklenerek karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Adım 2: Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

GİA tekniğinde, önceki bölümde açıklanan Weitendorf Lineer Normalizasyon Metodu uygulanır. Normalizasyon; maliyet, fayda ve optimal koşullar için yapılır.

Maliyet durumu için;

$$x_i^* = \frac{\max\limits_j x_i(j) - x_i(j)}{\max\limits_j x_i(j) - \min\limits_j x_i(j)} \tag{2.2}$$

Fayda durumu için;

$$x_i^* = \frac{x_i(j) - \min\limits_j x_i(j)}{\max\limits_j x_i(j) - \min\limits_j x_i(j)} \tag{2.3}$$

Optimal durum için;

$$x_i^* = \frac{\left| x_i(j) - x_{0b}(j) \right|}{\max\limits_j x_i(j) - x_{0b}(j)} \tag{2.4}$$

Optimal durum formülündeki $x_{0b}(j)$ değeri karar matrisinden bağımsız olarak belirlenen, işlem yapılan kriter için belirlenmiş olan optimal değerdir.

Normalizasyon işleminden sonra normalizasyon matrisi oluşur:

$$X^* = \begin{bmatrix} x_1^*(1) & x_1^*(2) & \cdots & x_1^*(n) \\ x_2^*(1) & x_2^*(2) & \cdots & x_2^*(n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_m^*(1) & x_m^*(2) & \cdots & x_m^*(n) \end{bmatrix} \tag{2.5}$$

Adım 3: Mutlak Değer Matrisinin Hesaplanması

j. kriter için referans serisi olan x_0^* ile normalize edilmiş karşılaştırma matrisinin elamanı olan x_i^* arasındaki fark olan $\Delta_{0i}(j)$ değerleri hesaplanarak mutlak değer matrisi oluşturulur.

$$\Delta_{0i} = \left| x_0^*(j) - x_i^*(j) \right| \quad i = 1,2,\ldots,m \quad j = 1,2,\ldots,n \tag{2.6}$$

Bütün faktör serileri ile referans serisi arasındaki mutlak değer farkları alınarak mutlak değer matrisi oluşturulur.

$$\Delta_{0i} = \begin{bmatrix} \Delta_{01}(1) & \Delta_{01}(2) & \cdots & \Delta_{01}(n) \\ \Delta_{02}(1) & \Delta_{02}(2) & \cdots & \Delta_{02}(n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Delta_{0m}(1) & \Delta_{0m}(2) & \cdots & \Delta_{0m}(n) \end{bmatrix} \tag{2.7}$$

Adım 4: Gri İlişkisel Katsayı Matrisinin Oluşturulması

Gri ilişkisel katsayı matrisi eşitlik (2.8) kullanılarak bulunur.

$$\gamma_{0i} = \frac{\Delta_{\min} + \xi\Delta_{\max}}{\Delta_{0i} + \xi\Delta_{\max}} \tag{2.8}$$

$$\Delta_{\max} = \max_i \max_j \Delta_{0i}(j) \quad , \quad \Delta_{\min} = \min_i \min_j \Delta_{0i}(j) \quad \text{ve} \quad \xi \in [0,1] \tag{2.9}$$

Eşitlik (2.9)'da gösterilen $\Delta_{\max}$, eşitlik (2.7)'de gösterilen mutlak değer matrisinin sayısal olarak en büyük değerli elemanını ifade eder. Benzer olarak, $\Delta_{\min}$ de eşitlik (2.7)'de gösterilen mutlak değer matrisinin sayısal olarak en küçük değerli elemanını ifade eder. Eşitlik (2.9)'da gösterilen ξ, ayırıcı katsayısı olarak nitelendirilmektedir.

Adım 5: Gri İlişkisel Derecelerin Hesaplanması

Gri ilişkisel derece referans serisi x_0^* ile karşılaştırma serileri x_i^* arasındaki benzerliğin bir ölçüdür. Gri ilişkisel derecenin büyüklüğü ne kadar fazla ise x_0^* ile x_i^*

arasındaki benzerlik o kadar fazladır. Gri ilişkisel derece, kriterlerin önem ağırlıklarının eşit olması durumunda eşitlik (2.10)'daki gibi hesaplanır.

$$\Gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} \gamma_{0i}(j) \qquad i = 1,2,...,m \qquad (2.10)$$

Gri ilişkisel derece kriterlerin farklı önem ağırlıklarına sahip olması durumunda eşitlik (2.11)'de gösterildiği gibi bulunur.

$$\Gamma_{0i} = \sum_{j=1}^{n} w_i \cdot \gamma_{0i}(j) \qquad i = 1,2,...,m \qquad (2.11)$$

Gri ilişkisel derece referans serisi ile karşılaştırma serisi arasındaki korelasyonu ifade eder. Genel olarak $\gamma_i > 0,9$ ise x_0^* referans serisi ile x_i^* karşılaştırma serisinin bariz bir şekilde benzer olduğunu, $\gamma_i < 0,6$ olması durumunda ise benzerliğin önemsiz olduğu söylenebilir (Sallehuddin vd., 2008:434).

1.2. MOORA Yöntemi

MOORA (Multi-Objective Optimization on the basis Ratio Analysis) yöntemi Brauers ve Zavadskas (2006) tarafından, geliştirilen çok amaçlı optimizasyon yöntemidir. MOORA yöntemi, Oran Yöntemi ve Referans Nokta Yaklaşımı Yöntemi olmak üzere iki yöntemden oluşmaktadır (Brauers ve Zavadskas, 2006:445).

Oran yönteminde temel yaklaşım, normalize edilmiş olan fayda kriterleri toplamından, normalize edilmiş maliyet kriterleri toplamının farkının hesaplanarak sonuca ulaşılmasıdır (Stanujkic vd., 2012:145-146). Referans nokta yaklaşımında ise, kriterlerin fayda - maliyet yönlü olma durumlarına göre belirlenen referans serisi ile diğer sütun elemanları arasındaki farkın hesaplanması temeline dayanır.

Çok amaçlı optimizasyon (veya programlama) belli kısıtlara bağlı kalarak, iki veya daha fazla çatışan amacı aynı anda optimize etme sürecidir. Optimal kararlar, çatışan iki veya daha fazla amacın dengelendiği aralıkta bulunmak zorundadır (Chakraborty, 2011:1156). Çok amaçlı optimizasyon problemleri genellikle çelişen amaçları (kriterleri) barındırır (Taha, 2014:343). İşletmeler için, kar maksimizasyonu ve ürün maliyet minimizasyonu; makineler için, performans maksimizasyonu ve yakıt tüketim

minimizasyonu vb. çatışan amaçlar çok amaçlı optimizasyon yönteminin kullanım alanlarını oluşturur.

Çok amaçlı problem çözümlerinde kriterlerin yönlerine bağlı olarak fayda fonksiyonu ve maliyet fonksiyonu tanımlanır. Çok amaçlı (kriterli) bir problemde, A (karar veya alternatif kümesi) kümesinin bir elamanı olan a alternatifinin i. kriter için aldığı değer $f_i(a)$ olsun. Fayda fonksiyonu,

$$\max_{a \in A} v(f_1(a), f_2(a), \ldots, f_n(a)) = v(f_1^*, f_2^*, \ldots, f_n^*)$$

maliyet fonksiyonu,

$$\min_{a \in A} c(f_1(a), f_2(a), \ldots, f_n(a)) = c(f_1^*, f_2^*, \ldots, f_n^*)$$

şeklinde gösterilir.

Toplamsal fayda fonksiyonu,

$$v(f_1, f_2, \ldots, f_n) = \sum_{i=1}^{n} v_i(f_i)$$

Toplamsal maliyet fonksiyonu,

$$c(f_1, f_2, \ldots, f_n) = \sum_{i=1}^{n} c_i(f_i)$$

şeklinde tanımlanır(Winston,1994: 772).

MOORA yöntemi, yeni bir yöntem olmasına rağmen birçok problemde başarılı bir şekilde uygulanmış ve birçok bilimsel, ekonomik ve sosyal çalışmada kullanılmıştır.

Brauers ve Zavadskas (2006) yaptıkları çalışmada; geçiş ekonomilerindeki özelleştirmeleri detaylı bir şekilde ele almışlardır. Ele aldıkları üç özelleştirme projesini; iç verim oranı, geri ödeme periyodu, yeni yatırım sayısı, saatlik ücretler, haftalık alış-veriş süresi, yeni istihdam miktarı, iskonto ve ödemeler dengesi kriterleri altında MOORA tekniği ile sıralamışlardır. Yine aynı çalışmada MOORA tekniğinde kullanılan vektör normalizasyonu tekniği dışında diğer normalizasyon tekniklerinin neden kullanılmadığını detaylı bir şekilde açıklamışlardır.

Kalibatas ve Turskis (2008) yaptıkları çalışmada; konut seçiminde veya yeni konutlar inşa edilirken, lokasyon, fiyat, temel maliyetler vb. faktörlerin dikkate alındığını fakat iç mekanın dikkate alınmadığını vurgulamışlardır. Bu çalışmada on oturma odasının hissedilen nem yüzdesi, oda sıcaklığı, aydınlatma, havalandırma miktarı, hava sirkülasyonu ve odanın nemi kriterleri dikkate alınarak MOORA tekniği ile sıralama yapılmış ve en iyi oturma odasının nasıl olması gerektiği açıklanmıştır.

Brauers ve Ginevičius (2009) yaptıkları çalışmada; bölgesel gelişmişlik çalışmalarının zorluğu üzerine bir araştırma yapmış ve Litvanya'da bulunan 10 il için 16 kriter belirleyerek MOORA tekniği ile bölgesel gelişmişlik sıralaması yapmışlardır. Bölgesel gelişmişlik çalışmalarının zorluğunu yedi başlık altında belirtmişlerdir.

Baležentis vd. (2010) yaptıkları çalışmada; Baltık devletleri'nin, (Estonya, Litvanya, Letonya) Avrupa Birliği içerisindeki durumunu Lizbon Stratejileri kapsamında; istihdam, mali durum, Ar-Ge harcamaları, ekonomik reform, sosyal kaynaşma ve çevre başlıkları altında on üç kriter belirleyerek MULTIMOORA yöntemi ile AB üye devletleri arasındaki sıralamaları yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar sekiz başlık altında açıklanmıştır.

Brauers ve Zavadskas (2011) yaptıkları çalışmada; mülk alımlarında kullanılan banka kredileri için banka seçimi üzerine bir çalışma yapmışlardır. MULTIMOORA yöntemini oluşturan oran metodu, referans nokta yaklaşımı ve tam çarpım metodlarıyla elde edilen sıralamaları, tek bir sıralamaya dönüştürmek için kullanılan baskınlık teorisini açıklamışlardır.

Dey vd. (2012) yaptıkları çalışmada; tedarik zinciri seçim stratejileri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada fuzzy TOPSIS, AHP ve MOORA yöntemlerine göre belirlenen tedarik zinciri seçim stratejilerini ikili ve üçlü olarak karşılaştırmışlar.

Chakraborty (2011) yaptığı çalışmada; imalat sektörünün karşılaştığı; uygun üretim stratejileri, ürün ve süreç tasarımı, üretim süreçleri ve teknolojileri, makine ve ekipman seçim problemlerini ayrı ayrı MOORA Yöntemi ile analiz etmiştir. Çalışmada bu tür problemlerin çözümünde yöntemin çok uygun olduğunu, fakat nitel verilere sahip kriterlerin değerlendirilmesinde yöntemin uygun olmadığını belirtmiştir.

Brauers ve Zavadskas (2009) yılında yaptıkları çalışmada, yöntemde kullanılan vektör normalizasyon yönteminin diğer normalizasyon yöntemlerine neden tercih edildiğini tartışmışlardır.

1.2.1. Oran yöntemi

Oran yönteminde çözüme, i=1,2,…,n kriter ve j=1,2,…,m alternatifler olmak üzere, x_{ij} değerlerinden oluşan başlangıç karar matrisinin oluşturulması ile başlanır ve aşağıda açıklanan dört adımla süreç tamamlanmış olur (Brauers ve Zavadskas, 2006: 447; Stanujkic vd., 2012: 147-148):

Adım 1: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Normalize edilmiş karar matrisi i=1,2,…,m alternatif sayısı ve j=1,2,…,n kriter sayısını göstermek üzere, r_{ij} değerleri eşitlik (2.12) ile hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \tag{2.12}$$

Kriterlerin önem dereceleri (ağırlık) birbirinden farklı olabilir. Bu durumda kriter ağırlıkları olan w_j değerleri, ilgili sütundaki normalize edilmiş karar matrisi değerleri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi v_{ij}, eşitlik (2.13) ile elde edilir.

$$v_{ij} = w_j . r_{ij} \tag{2.13}$$

Adım 2: Fayda ve Maliyet Kriterlerinin Hesaplanması

Karar problemlerinin çözümünde, maksimize etmek istediğimiz kriterler fayda kriterleri, minimize etmek istediğimiz kriterlerin de maliyet kriteri olduğunu daha önce açıklamıştık. S_i^+ olarak gösterilen fayda kriterleri ve S_i^- olarak gösterilen maliyet kriterlerinin toplamı eşitlik (2.14) ve eşitlik (2.15)'ten yararlanılarak hesaplanır.

J^{max} fayda kriterlerinin aldığı değerleri göstermek üzere,

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^{n} v_{ij} \quad , j \in J^{\max} \tag{2.14}$$

J^{min} maliyet kriterlerinin aldığı değerleri göstermek üzere,

$$S_i^- = \sum_{j=1}^{n} v_{ij} \quad , j \in J^{\min} \tag{2.15}$$

Adım 3: Performans İndekslerinin Hesaplanması

Eşitlik (2.14) ve eşitlik (2.15) ile her bir alternatifin, fayda kriterleri için aldığı değerler toplamı ile maliyet kriterleri için aldığı değerler toplamı bulunur. Elde edilen bu iki değerin farkı alternatifin performans indeks değerlerini verir. Her bir alternatife ait performans indeksleri eşitlik (2.16)'da olduğu gibi hesaplanır.

$$S_i = S_i^+ - S_i^- \tag{2.16}$$

Daha genel bir ifadeyle, j=1,2,…,g alternatiflerin için fayda kriterleri sayısı ve j=g+1,g+2,…,n maliyet kriterleri sayısı olmak üzere eşitlik (2.17) ile hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^{g} v_{ij} - \sum_{j=g+1}^{n} v_{ij} \tag{2.17}$$

Adım 4: Alternatiflerin Sıralanması

Performans indeksleri hesaplandıktan sonra en büyük değer sahip olan indeksten başlanarak sıralama işlemi yapılır. Eğer karar problemi bir seçim problemi ise en yüksek performans indeks değerine sahip olan alternatif seçilir.

$$A^* = \left\{ A_i \ : \max_i S_i \right\} \tag{2.18}$$

Stanujkic vd. (2012:141-154) yaptıkları çalışmada kriter değerinin tek bir değer değil de belirli bir aralıkta değer alması durumunda oran yönteminin adımlarını aşağıda aşağıdaki gibi açıklamışlardır. Kriter değerinin minimum değeri, x'_{ij} ve maksimum değeri, x''_{ij} olmak üzere, D karar matrisinde gösterilmiştir.

$$D = \begin{bmatrix} [x'_{11}, x''_{11}] & [x'_{12}, x''_{12}] & \dots & [x'_{1n}, x''_{1n}] \\ [x'_{21}, x''_{21}] & [x'_{22}, x''_{22}] & \dots & [x'_{2n}, x''_{2n}] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [x'_{m1}, x''_{m1}] & [x'_{m2}, x''_{m2}] & \dots & [x'_{mn}, x''_{mn}] \end{bmatrix}$$

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

Adım 1: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Hesaplanması

Bu adımda her bir alternatife karşılık gelen kriterlerin minimum ve maksimum değerleri ayrı ayrı bütün alternatiflerin minimum ve maksimum değerlerinin kareleri toplamının karekökü ile bulunur.

$$r'_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m}(x'_{ij})^2 + (x''_{ij})^2}}$$

$$r''_{ij} = \frac{x''_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m}(x'_{ij})^2 + (x''_{ij})^2}}$$

Adım 2: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu adımda her bir kriter için belirlenmiş olan ağırlıkları ile alternatiflerin kriterler için aldıkları minimum ve maksimum değerlerin çarpımıyla bulunur.

$$v'_{ij} = w_j . r'_{ij}$$

$$v''_{ij} = w_j . r''_{ij}$$

Adım 3: Fayda ve Maliyet Kriterlerinin Hesaplanması

Kriterler için aralık değerler kullanıldığında, normalize edilmiş değerlerin de aralık değerlerden oluşması gerekir. Fayda kriterlerinin aralık değerlerinin üst limiti S_i^{+l} ve alt limiti S_i^{+u} olmak üzere aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$S_i^{+l} = \sum_{j=1}^{n} v'_{ij} : j \in J^{max}$$

$$S_i^{+u} = \sum_{j=1}^{n} v''_{ij} : j \in J^{max}$$

Maliyet kriterlerinin aralık değerlerinin üst limiti S_i^{-l} ve alt limiti S_i^{-u} olmak üzere aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$S_i^{-l} = \sum_{j=1}^{n} v_{ij}^{l} : j \in J^{min}$$

$$S_i^{-u} = \sum_{j=1}^{n} v_{ij}^{u} : j \in J^{min}$$

Adım 4: Performans İndekslerinin Hesaplanması

Her alternatif için S_i performans değerlerinin hesaplanması gerekir. Fayda kriterinin ilgili alternatif değeri için aldığı alt değer ile maliyet kriterinin ilgili alternatif değeri için aldığı alt değer farkının, fayda kriterinin ilgili alternatif değeri için aldığı üst değer ile maliyet kriterinin ilgili alternatif değeri için aldığı üst değer farkının toplamı alınarak ikiye bölünmesi sonucu bulunur.

$$S_i(S_i^+, S_i^-) = \frac{1}{2}\left[\left(s_i^{+l} - s_i^{-l}\right) + \left(s_i^{+u} - s_i^{-u}\right)\right]$$

Adım 5: Alternatiflerin Sıralanması

Alternatiflerin sıralanması veya en iyi alternatifin seçilmesi orijinal MOORA tekniğinde olduğu gibi yapılır. En yüksek performans indeks değerinden en düşüğüne alternatifler sıralanır.

1.2.2. Referans nokta yaklaşımı yöntemi

Referans nokta yaklaşımdaki temel prensip, maksimum yapılmak istenen kriterin alternatiflerde aldığı en büyük değer ve minimum yapılmak istenen kriterin alternatiflerde aldığı en küçük değer olan (r_j) değerleri ile normalleştirilmiş matris değerleri (r_{ij}) arasındaki farkın mutlak değerinin bulunmasıdır (Brauers ve Zavadskas, 2010: 12).

Referans nokta yaklaşımında alternatiflerin, kriter değerleri ve yönleri baz alınarak belirlenmiş referans noktalarına olan uzaklıkları bulunur (Özbek, 2015: 9). Referans Nokta Yaklaşımı Yöntemi'nde aşağıdaki işlem adımları gerçekleştirilir.

Adım 1: Oran metodunda olduğu gibi eşitlik (2.12) ile normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur.

Adım 2: Kriterlerin fayda ve maliyet yönlü olmalarına bağlı olarak belirlenen referans seri ile referans serisinin ait olduğu sütundaki elamanların farkları eşitlik (2.19)'da gösterildiği hesaplanarak, d_{ij} elemanlarından oluşan D matrisi oluşturulur.

$$d_{ij} = \left| r_j - r_{ij} \right| \tag{2.19}$$

Adım 3: D matrisi oluşturulduktan sonra eşitlik (2.20)'de gösterilen Chebyshev metrik formülü ile her bir sütuna ait en büyük değer bulunur (Poznyak, 2008:256).

$$\left\{ \max_j \left(\left| r_j - r_{ij} \right| \right) \right\} \tag{2.20}$$

Kriter ağılıklarının verilmiş olması durumunda, eşitlik (2.21) kullanılır (Kundakçı, 2016: 20).

$$\left\{ \max_j \left(\left| w_j r_j - w_j r_{ij} \right| \right) \right\} \tag{2.21}$$

Adım 4: Eğer problem bir sıralama problemi ise, eşitlik (2.20) ile (kriterlerin önem dereceleri verilmiş ise eşitlik (2.21)) her bir alternatifin sütunlarda aldığı en büyük değerler küçükten büyüğe doğru sıralanarak, sıralama yapılır. Eğer problem bir seçim problemi ise, en küçük değere sahip alternatif seçilir.

1.2.3. Tam çarpım yaklaşımı yöntemi

Tam çarpım yaklaşımı Yöntemi, Brauers ve Zavadskas (2010) tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Tam çarpım yaklaşımında, her bir alternatifin fayda kriterlerinde aldığı değerler ile maliyet kriterlerinde aldığı değerler çarpımı bölünür (Kracka vd., 2010: 353). Tam Çarpım Yaklaşımı Yöntemi; başlangıç karar matrisi, normalize edilmiş matrisine dönüştürüldükten sonra aşağıdaki adımlar yardımıyla yapılır.

Adım 1: i=1,2,...,m, alternatif sayısını ve g, fayda kriteri sayısı (maksimize edilmeye çalışılan) olmak üzere, eşitlik (2.21) ile her bir alternatif için fayda kriterlerinde aldığı değerler çarpılır.

$$A_i = \prod_{j=1}^{g} x_{ij} \tag{2.22}$$

i=1,2,…,m, alternatif sayısını ve n-g, maliyet kriteri sayısı (minimize edilmeye çalışılan) olmak üzere, eşitlik (2.22) ile her bir alternatif için maliyet kriterlerinde aldığı değerler çarpılır.

$$B_i = \prod_{j=g+1}^{n} x_{ij} \tag{2.23}$$

Tam çarpım yaklaşımında kriterlerin önem ağırlıkları verilmiş ise, eşitlik (2.24)'deki eşitlikler kullanılır (Hafezalkotob ve Hafezalkotob, 2016:5).

$$A_i = \prod_{j=1}^{g} x_{ij}^{w_j} \quad , \quad B_i = \prod_{j=g+1}^{n} x_{ij}^{w_j} \quad , \tag{2.24}$$

Adım 2: Her bir kriter için eşitlik (2.22) ve eşitlik (2.23) ile hesaplanan değerlerin eşitlik (2.24)' deki gibi oranlanması ile işlem tamamlanır.

$$U_i' = \frac{A_i}{B_i} \tag{2.24}$$

Eğer problem bir seçim problemi ise, eşitlik (2.23) ile hesaplanan en büyük orana sahip alternatif seçilir. Sıralama problemi ise, en büyük orana sahip alternatiften başlanarak sıralama işlemi yapılır.

1.2.4. MULTIMOORA

MULTIMOORA (Multi–Objective Optimization Plus The Full Multiplicative Form) Oran metodu, referans nokta yaklaşımı ve tam çarpım yaklaşımı yönteminden oluşmaktadır (Brauers vd., 2012: 578). MULTIMOORA, tek başına bir teknik değildir. Referans nokta yaklaşımı, oran metodu ve tam çarpım metotlarını karşılaştırarak tek bir sıralama elde etmek için kullanılır.

Brauers ve Zavadskas (2011:181)'de oran metodu, referans nokta yaklaşımı ve tam çarpım yaklaşımına göre sıralama işlemi yapıldıktan sonra, elde edilen sıralamalardan tek bir sıralama elde edebilmek için Baskınlık Teorisi (The Theory of Dominance) geliştirmiştir. Baskınlık Teorisi, oran metodu, referans nokta yaklaşımı ve tam çarpım yaklaşımıyla oluşturulan sıralamalardan tek bir sıralama oluşturmak için baskınlık

(dominance), bastırma (being dominated), geçişlilik (transitiveness) ve eşitlik (equability) durumlarını kullanır. Baskınlık Teorisini bir örnek üzerinde açıklamak mümkündür. Aşağıda 7 alternatifin oran yöntemi, referans yöntemi ve tam çarpım yaklaşımı yöntemi için elde edilen sıralamaları örneklendirilmiştir.

Tablo 6. MULTIMOORA Örnek Gösterimi

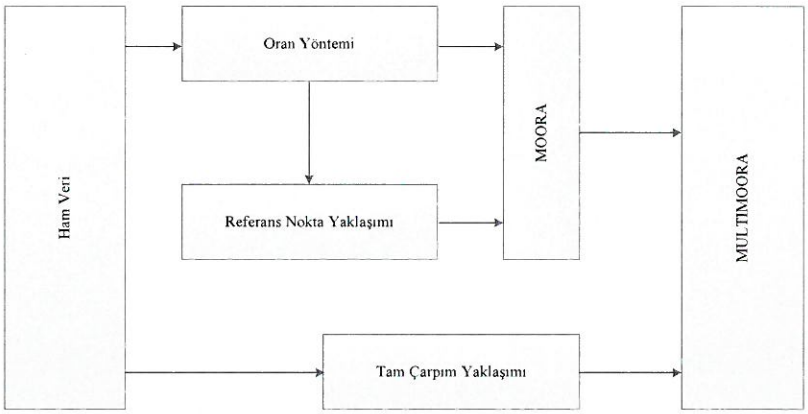
Alternatifler	Oran Yöntemi	Referans N.Y	Tam Çarpım Y.	MULTİMOORA
A	6	5	5	**5**
B	5	3	7	**4**
C	2	2	2	**2**
D	1	1	4	**1**
E	3	7	6	**6-7**
F	4	5	1	**3**
G	7	6	3	**6-7**

C(2,2,2) alternatifi üç yöntem için 2. sırayı almaktadır. Bu durum C alternatifinin, D(1,1,4) alternatifi dışında diğer 4 alternatife göre mutlak baskın (absolute dominance) olduğunu gösterir. Her üç yönteme göre 2. sırada olan C alternatifi, MULTIMOORA'ya göre 2. sırada olur. D alternatifi iki yönteme göre 1. sırada olduğundan diğer alternatiflere göre baskındır (dominance) ve MULTIMOORA'ya göre 1. sırada olur. A(6,5,5), iki yönteme göre 5. sırada olduğundan MULTIMOORA'ya göre 5.sırada olur. MULTIMOORA'ya göre 3.sırayı belirlemek için F(4,5,1) ve B(5,3,7) alternatiflerini karşılaştırdığımız zaman F alternatifinin B alternatifine baskın olduğu aşikardır. Bu nedenle F alternatifi MULTIMOORA'ya göre 3. sırada, B alternatifi ise 4. sırada olur. Dikkat edilirse F alternatifi üç yöntem için 3. sırada hesaplanmamasına rağmen MULTIMOORA'ya göre 3. sırada bulunmuştur. Benzer olarak B alternatifi de üç yöntem için 4. sırada olmamasına rağmen MULTIMOORA'ya göre 4.sırada olmuştur. İlk 5 sıra belirlendikten sonra 6. ve 7. sıraları belirlemek için E(3,7,6) ve G(7,6,3) alternatifleri karşılaştırıldığında, her iki alternatifin birbirine karşı bir baskınlığının olmadığı görülür. Bu durumda iki alternatifin eşitlik (equability) durumunda olduğu söylenebilir.

Baskınlık teorisindeki öznelliği azaltmak için nominal grup tekniği ve Delphi teknikleri kullanılır (Brauers ve Zavadskas, 2010:13). Delphi tekniği, grup üyeleri arasındaki tahmin-geribildirim-tahmin (estimate-feedback-estimate) şeklinde ilerler

(Gustafson vd., 1973: 281). Delphi tekniği, bir grup katılımcı tarafından alternatiflerin veya hareket tarzlarının amaca uygun şekilde değerlendirildiği, grup bilgisine başvurulan öznel bir ağırlıklandırma tekniğidir.

Nominal Grup Tekniği, belirlenmiş bir amacı gerçekleştirmek için üstesinden gelinmesi gereken problemlere hızlı bir şekilde çözüm bulmak amacıyla bir grup karar verici tarafından problemlerin önem sırasının belirlenmesi tekniğidir. Belirlenen problemler karar vericiler tarafından önem derecelerine göre öncesinde belirlenmiş bir ölçeğe göre numaralandırılır. Sayısal olarak en yüksek değere sahip problem üzerinde çalışılır. Sayısal değer olarak en yüksek değerli problemden başlanarak bütün problemler çözülmeye çalışılır (Yaralıoğlu, 2010:7). Aşağıdaki şekilde MULTIMOORA'nın değerlendirme süreci verilmiştir.



Şekil 8. MULTİMOORA ile Çok Kriterli Değerlendirme Süreci

Kaynak: Balezentis vd, 2011:585.

Üçüncü Bölüm

Ülkelerin İnsani Gelişmişliklerinin Belirlenmesine Yönelik Analiz, Bulgu ve Sonuçlar

1. İnsani Gelişmişlik Endeksi

İnsani Gelişmişlik Endeksi (İGE), Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından oluşturulan ve her yıl İnsani Gelişmişlik Raporu'da (HDR) yayınlanan bir endekstir. UNDP tarafından 1990'da ilk raporda, gelişimin (kalkınma) teorisi, ölçümü ve politikası düzenlemiş ve İGE tanıtılmıştır (Stanton, 2007:3).

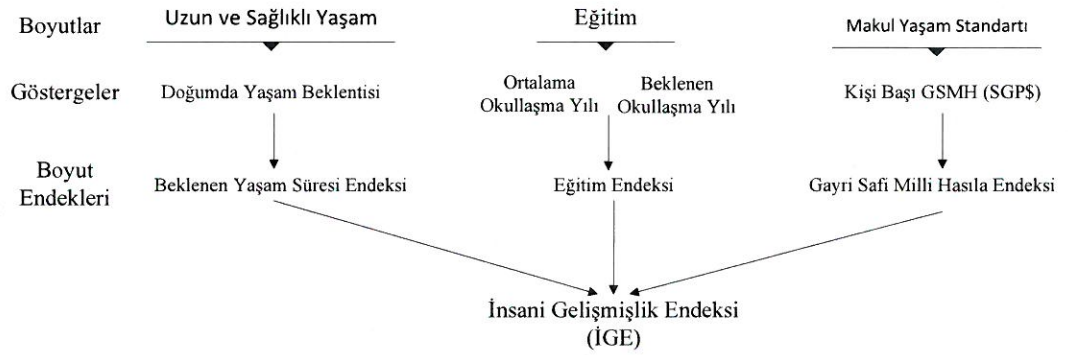
İGE, insani gelişmenin üç temel boyutu üzerine odaklanır. Bunlar, uzun ve sağlıklı bir yaşam, bilgiye ulaşma ve makul yaşam standartlarına ulaşma olanağıdır. Doğumda beklenen yaşam süresi göstergesi ile, uzun ve sağlıklı bir yaşam; ortalama okullaşma yılı ve beklenen okullaşma yılı göstergeleri ile, bilgiye ulaşma imkânı ve kişi başı gayri safi milli gelir göstergesi ile, makul yaşam standartlarına ulaşabilme ölçülmektedir (HDR, 2015:3). Kullanılan göstergelerin içeriği aşağıda açıklanmaktadır (HDR, 2015: 210).

Doğumda beklenen yaşam süresi: Yeni doğmuş bir bebeğin, beklenen yaşam süresi hesaplanırken, bebeğin doğduğu zamandaki yaşa bağlı ölüm oranları dağılımının söz konusu bebeğin yaşadığı süre boyunca sabit kalacağı varsayılır.

Ortalama Okullaşma Yılı: 25 yaş ve üstü bireylerin, her bir eğitim seviyesi için resmi süreler gözetilerek hesaplanan, ortalama eğitim alma süresidir.

Beklenen Okullaşma Yılı: Okula yeni başlayan bir çocuğun, beklenen okullaşma süresi (eğitim süresi) hesaplanırken, çocuğun okula başladığı zamandaki yaşa bağlı okula kayıtlılık oranları dağılımının söz konusu çocuğun yaşadığı süre boyunca sabit kalacağı varsayılır.

Kişi Başı GSMG: Bir ekonomide üretim faktörleri tarafından elde edilen yurt içi ve yurt dışı gelirlerden, dünyanın geri kalanı tarafından üretilen ürün ve hizmetlere ödenen miktar çıkarıldıktan sonra kalan tutarın satın alma paritesi ile dönüştürülüp, yıl ortasındaki nüfusa bölünmesi ile elde edilir. İGE'yi oluşturan göstergeler ve endeksler aşağıda gösterilmiştir (HDR: Technical Notes, 2015:1).



Şekil 9. İGE Bileşenleri

İGE hesaplaması iki adımdan oluşur. Öncelikle, sağlık, eğitim ve gelir endekslerinin 0-1 aralığında ölçeklendirilmesi amacıyla normalizasyon işlemi uygulanır. Daha sonra elde edilen ölçeklendirilmiş verilerin geometrik ortalaması alınarak, İGE oluşturulur. Bu adımlardan önce İGE hesaplamasında kullanılan göstergeler için belirlenen en büyük ve en küçük değerler tablo 7'de gösterilmiştir (HDR: Technical Notes, 2015: 3).

Tablo 7. İGE Göstergelerinin En Büyük ve En Küçük Değerleri

Boyutlar	Göstergeler	En Küçük Değer	En Büyük Değer
Sağlık	Beklenen Yaşam Süresi	20	85
Eğitim	Beklenen Okullaşma	0	18
	Ortalama Okullaşma	0	15
Yaşam Standartı	Kişi Başı GSMH ($)	100	75000

İGE hesaplamasında endekslerin normalizasyonu aşağıdaki gibi yapılır.

$$\text{Boyut Endeksi} = \frac{\text{Değer} - \text{En Küçük Değer}}{\text{En Büyük Değer} - \text{En Küçük Değer}}$$

Sağlık, eğitim, yaşam standartları endeksleri, dört gösterge yardımıyla belirlendikten sonra İGE hesaplaması aşağıdaki gibi yapılır.

$$İGE = \sqrt[3]{E_{Sağlık} \cdot E_{Eğitim} \cdot E_{Yaşam\ S.}}$$

Kısacası, sağlık, eğitim ve yaşam standardı endekslerinin geometrik ortalaması alınarak, İGE değerleri belirlenir (HDR: Technical Notes, 2015: 2).

2. Avrupa Komisyonu Anketleri

Avrupa Birliği'nin (AB) çeşitli alanlarda kamuoyu araştırmalarını yapan kurum, Eurobarometer (EB) kurumudur[2]. EB anketleri, Avrupa Komisyonu adına yaptırılır ve başta Avrupa Komisyonunda olmak üzere Avrupa Parlementosu'nda da (AP) düzenli olarak yayımlanır. Elde edilen birincil veriler eğitim ve araştırma amacıyla, 1974 yılından beri bilim kurulu tarafından düzenlenir[3]. Standart ve özel anketler, dönemlik anketler, doğu ve orta Avrupa'yı kapsayan anketler ve AB üyesi ülkelere uygulanan anketler olmak üzere 4 anket yapılır[4].

EB anketleri aralıklı olarak; tarım, biyoteknoloji, enerji, çevre, aile planlaması, cinsiyet rolleri, sağlık, göçmenlik, yoksulluk ve sosyal dışlanmışlık, bilim ve teknoloji, bilgi toplumu, çalışma koşulları, kent trafiği vb. özel başlıkları inceler[5].

Çalışmamızda verilerini ele aldığımız anket, Mayıs- Haziran 2015 döneminde yayınlanan ve dönemsel olduğundan dolayı flash eurobarometer olarak adlandırılan ankettir. "Quality of Life in European City 2015" anketi, Flash Eurobarometer 419 sayılı raporda yayınlanmış ve 4 büyük şehir olmak üzere toplamda 83 Avrupa şehrinde 40798 katılımcı ile oluşturulmuştur.

3. Problemin Tanımı

Sürekli bir devinim içerisinde olan dünyamızı değiştiren, dönüştüren, yön veren dinamik unsur insanlardır. Bu dinamizm, insanların karar verebilme yetenekleri ile mümkündür. Sosyal, ekonomik, çevresel ve teknolojik ilerlemeler zaman içerisinde verilen kararların etkinliğinin ve doğruluğunun bir sonucudur. Benzer olarak toplum yaşamının her alanında meydana gelen gerilemeler veya durgunluklar zaman içerisinde verilen kararların etkisiz, yanlış ve geleceği okuyamamanın bir sonucu olduğu söylenebilir. Toplumlar bireylerden oluşmaktadır. Tek bir bireyin bile verdiği karar bütün bir toplumu hatta dünyayı bile değiştirebilir. Örneğin; Albert Einstein'nın verdiği "çalışmak" kararı yaşadığı toplumun teknolojisine büyük katkılar sağlamış buna bağlı olarak ekonomik ve sosyal değişimlerin yanında birçok farklı alandaki değişimlere de

---

[2] http://www.ab.gov.tr/?p=45725&l=1
[3] http://www.gesis.org/eurobarometer-data-service/home/
[4] http://www.gesis.org/en/services/data-analysis/survey-data/rdc-international-survey-programs/
[5] https://www.icpsr.umich.edu/icpsrweb/ICPSR/series/26

kapı aralamıştır. Bu anlamda verilebilecek birçok olumsuz örnek de mevcuttur. O halde toplumların veya ülkelerin sahip oldukları gelişmişlik düzeyleri verilen veya verilecek kararlardan bağımsız değildir.

Ülkelerin her alanda gelişmişlik düzeylerini, sosyal ve ekonomik yapısını diğer ülkelerle karşılaştırmamızı sağlayan çeşitli kuruluşlar vardır. Bu kuruluşların en önemlilerinden biri; Birleşmiş Milletler Kalkınma Programıdır (UNDP). UNDP'nin her yıl yayımlamış olduğu İnsani Gelişme Raporu'nu (İGR), birçok alanda ülkeleri kıyaslamak, onlara yol göstermek ve kalkınmalarına yardımcı olmak amacıyla endeksler oluşturur. Bu endekslerin en önemlisi; İnsani Gelişme Endeksidir (İGE). İGE, göstergeleri; uzun yaşam, eğitim (iki gösterge) ve gelir olmak üzere toplam 4 göstergeden oluşmaktadır (UNDP, 2015:204). Bu göstergeler ışığında ülkelerin insani gelişmişlik düzeyleri belirlenir ve ülkeler arasında bir sıralama oluşturur.

Ülkelerin sahip oldukları ile toplum refahına yansıttıkları farklılık gösterebilir. Bu bağlamda ülke vatandaşlarının birçok alanda tutumlarını ölçmek amacıyla anketler düzenleyen kuruluşlar da vardır. Bunlardan birisi, Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan Avrupa Şehirlerinin Yaşam Kalitesi (Quality of Life in European Cities 2015) yayınıdır. Bu yayın 2015 yılında, Türkiye şehirlerinin de içinde bulunduğu 83 Avrupa şehirlerinde yaşayan vatandaşlara ait anket sonuçlarını içermektedir. Ülke vatandaşlarının sosyal, ekonomik, çevresel vb. tutumlarını ölçmek amacıyla uygulanmaktadır.

Çalışmada ele alınan problem; ülkelerin sahip oldukları kaynaklar ile bu kaynakların ülke vatandaşlarına olan yansıma derecesini birlikte değerlendirmektedir. Kısacası İGE sıralamasında üst sıralarda olan bir ülkenin göstergeleri olumlu değerlere sahiptir. Bu olumlu değerlerin topluma ne kadar yansıdığı önem teşkil etmektedir. Bu amaçla İGE göstergeleri ve EB göstergeleri beraber ele alınarak birleşik bir gelişmişlik endeksi oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda Türkiye ve 28 AB ülkesi çalışmanın alternatiflerini oluşturmuştur. Bununla birlikte ÇKKV sonuçlarını doğrudan etkileyen ağırlıklandırma yöntemlerinden, Entropi ve CRITIC yöntemlerinin sonuçlara olan etkisi araştırılmıştır.

Ülkelere ilişkin çeşitli alanlarda birçok endeksin hesaplandığı görülmektedir. Bu endeks göstergeleri fayda ve maliyet yönlü diğer bir deyişle çatışma-zıtlık durumu özelliği

taşırlar. Bu bağlamda ülke sıralamalarını oluşturabilmek için telafi edici ÇKKV yöntemleri olan GİA ve MOORA yöntemlerinin uygun yöntemler olacağı belirlenmiştir. Öncelikle her iki yöntemle ülke sırlamaları elde edilmiş sonrasında iki yöntemle elde edilen sırlamalar korelasyon katsayıları hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte ülkelerin sıralanmasında kullanılan göstergelerin farklı ağırlıklara sahip olması durumunda problemi nasıl ve neden etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için de nesnel ağırlık yöntemleri olan Entropi ve CRITIC yöntemleri ile göstergeler (kriterler) ağırlıklandırılmıştır. Böylelikle ülkelerin diğer ülkeler içerindeki sıralamasını en çok etkileyen göstergeler de belirlenmiştir. Bu sonuç gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan ülkemizin, gelişmiş ülkeler seviyesine ulaşması için öncelikli olarak ele alması gereken göstergeler tespit edilmiştir.

4. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Ülkelerin içinde bulunduğu sosyal, ekonomik, çevresel, siyasal, kültürel vb. durumlar çeşitli göstergeler yardımıyla hesaplanmaktadır. Ele alınan bu göstergeler birbirleriyle çok yakın bir ilişki içerisindedir bu nedenle birbirlerini etkilemektedirler. Bu göstergelerle, matematiksel modeller yardımıyla bir endeks değeri oluşturulmakta ve ülkeler bu şekilde sıralanmaktadır. Literatür incelendiğinde, oluşturulan indekslerle ilgili en büyük eleştirinin kullanılan göstergelerin yetersizliği üzerine olduğu görülür. İGE göstergelerinin de yetersiz olduğu konusunda birçok fikir ortaya atılmıştır.

Endeksleri oluşturmak amacıyla ele alınan göstergelerin hem öznesi hem de nesnesi insandır. Bu anlamda göstergeler, toplumdaki bireylerden ayrı düşünülemez. Bir ülkenin gösterge değerlerinin iyi olması yanında, bu göstergeyi olumlu yönde etkileyen kriterlerin toplum yaşamında bir karşılık bulması da önemlidir. Örneğin; A ülkesinin refah göstergeleri çok iyi fakat toplum konut fiyatlarından, hayat pahalılığından şikayetçi olması veya eğitim göstergeleri çok iyi fakat toplum, eğitim faaliyetlerinden şikayetçi olması durumunda A ülkesinin gösterge değerlerinin iyi olması durumu bir şey ifade etmez. Bu nedenle toplumun tutumunun da göz ardı edilmemesi gerekir.

Bu amaçla İGE göstergeleri olan; doğumda beklenen yaşam süresi, ortalama okullaşma süresi, beklenen okullaşma süresi, kişi başı GSMH ve toplumun tutumlarını ölçmek amacıyla yapılan EB anketi soruları birer gösterge olarak ele alınmış ve birleşik

bir gelişmişlik endeksi oluşturulmuştur. Çalışmada, İGE'nin göstergeleri ile toplumun tutumu beraber ele alınarak daha kapsamlı sonuçlara ulaşılması hedeflenmiştir.

Çalışmanın diğer bir amacı; telafi edici yöntemler olan GİA ve MOORA yöntemlerinin sıralama amaçlı kullanımlarında yeterliliklerinin ortaya konması ve iki yöntemin ne derece benzer sonuçlar verdiğini belirlemektir.

Ayrıca çalışmada nesnel ağırlıklandırma yöntemleri olan Entropi ve CRITIC yöntemleri ile göstergelerin ağırlıklarının belirlenmiştir. Gösterge ağırlıklarının belirlenmesinin temel amacı; başta ülkemiz olmak üzere diğer ülkelerin İGE sıralamasında daha üst seviyelerde olması için, daha çok önem vermesi gereken gösterge veya göstergelerin hangileri olduğunu belirlemek açısından önem teşkil etmektedir.

Ülkemizin diğer AB ülkeleri içerisindeki sıralaması, İGE göstergeleri ve toplum tutumunun beraber ele alınması durumunda ne şekilde değiştiği de önem arz etmektedir.

5. Araştırmanın Sınırları

Çalışmada 27 kriter kullanılarak 29 alternatif değerlendirilmiştir. Alternatifler; 28 AB ülkesi ve Türkiye'den oluşmaktadır. Ele alınan göstergelerden, İGE göstergeleri 2014 yılına aitken, EB anketi göstergeleri 2015 yılına aittir. Bu durum bir sınırlılık olarak karşımıza çıkmaktadır fakat İGE göstergelerinin yansımasının, toplumun tutumunu etkilemesinin zaman alacağı düşünülmüş bu nedenle bir sonraki yılın anket verileri tercih edilmiştir. Ayrıca EB 2015 anketi, başta başkentler olmak üzere Avrupa'nın 83 şehrinde uygulanmaktadır. Birçok Avrupa ülkesinde birden fazla şehirde anket uygulanmıştır. Çalışmamızda ise, ele alınan ülkelerin başkentleri göz önüne alınmıştır. Ülkelerin başkentlere göre az gelişmiş şehirlerinin dikkate alınmaması bir sınırlılık oluşturmuştur.

6. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmada ülkelerin insani gelişmişlik düzeylerini belirlemek amacıyla ele alınan göstergelerin ağırlıkları, Entropi ve CRITIC ağırlık belirleme yöntemleri ile belirlenmiş olup, Gri İlişkisel Analiz ve MOORA Yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmamızda bu göstergelerin yetersizliğine bağlı olarak ülke vatandaşlarının tutumlarının da önemli olduğu düşünülmüştür. Bu bağlamda sayısal göstergeler ve tutum göstergeleri beraber ele alınmıştır.

7. AB Ülkeleri'nin ve Türkiye'nin İnsani Gelişmişlik Düzeylerinin ÇKKV Yöntemleri İle Belirlenmesi

İnsani gelişme, insanların seçimlerini çoğaltma, kapasitelerini ve özgürlüklerini arttırma, uzun ve sağlıklı bir hayat olanağına sahip olma, bilgi ve yeterli bir yaşam standardına erişme, toplumsal kararlara katılabilme ve yaşam ile ilgili etkili karar verme sürecidir (Gasquez ve Royuela, 2014: 833).

Anand ve Sen (1994:1)'e göre, gelir ve zenginliğin önemli araçlar olduğunu fakat kendi başına yaşam standartlarını ölçmekte yeterli olmadıklarını, gelir artışının bireyin ve toplumun yaşam standartlarını nasıl ve ne kadar etkilediğinin dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Harkness (2004)'e göre; İGE'nin toplumun refahını ölçmekte yetersiz olduğunu, bu nedenle indekse sosyal ve politik birçok göstergenin eklenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'nın (UNDP) yayınlamış olduğu İnsani Gelişmişlik Raporu'nda (HDR) ülkeler; ülke vatandaşlarının sağlık, eğitim ve refah düzeyi olmak üzere üç temel kriter baz alınarak değerlendirir. Bu üç kriter göstergeleri kullanılarak İnsani Gelişmişlik Endeksi (HDI- Human Development Index) oluşturulur. Bu indekste, sağlık kriterini; doğumda ortalama yaşam beklentisi; eğitim kriterini, beklenen eğitim süresi ve ortalama eğitim süresi; refah kriterini de kişi başına düşen milli gelir göstergesi oluşturmaktadır. Bununla beraber İnsani Gelişmişlik Raporunda; Eşitsizliğe Uyarlanmış İnsani Gelişme Endeksi (IHDI), Cinsiyete Dayalı Gelişme Endeksi (GDI), Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi (GII) ve Çok Boyutlu Yoksulluk Endeksi (MPI) ayrı ayrı hesaplanır. (HDR, 2015; 208).

İnsani Gelişmişlik Raporu'nun (İGR) yayınlanmasının amacı insani gelişme ile ilgili konularda küresel, bölgesel ve ulusal politikaların tartışılmasını teşvik etmektir. İGE, sadece sağlık, eğitim ve gelir üzerine odaklanmasının sebebi bu üç kriterin insanların yaşam standartlarının ve refahın ön koşulu olarak kabul etmesidir[6].

[6] http://www.peri.umass.edu/fileadmin/pdf/gls_conf/glw_jahan.pdf

Avrupa Komisyonu tarafından yapılan EB anketleri, katılımcılara bulundukları bölgenin (ülke, il vb.) sosyal, ekonomik, kültürel, çevresel, sağlık, eğitim vb. koşullarından – olanaklarından memnuniyetini ölçmek amacıyla yapılmaktadır.

Farklı göstergeler kullanılarak ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirlemek yeni bir durum değildir. Kullanılan farklı göstergeler, ülkelerin içinde bulunduğu durumun değerlendirilmesini ve ülkelerin özel amaçlarına ulaşmasını sağlar (Taner, 2011: 1).

Endeksler, ülkelerin farklı alanlardaki güçlerini ve yetersizliklerini belirleyen, diğer ülkelere göre konumunu gösteren araçlardır. Her yıl ülkelerin farklı alanlardaki konumlarını belirleyen onlarca rapor yayımlanmaktadır. Bu raporların birçoğu, ülkelerde kabul gören ve önemsenen raporlardır. UNDP tarafından yayımlanan İGR raporu bunlardan biridir. İGE ve birçok endeksin bulunduğu İGR raporu kabul gören ve önemsenen bir rapor olmasına rağmen birçok bilim insanı tarafından eleştirilmektedir. Bu eleştirilerin en önemlisi; İGE'de kullanılan göstergelerin yetersiz olduğu konusudur. Literatür incelendiğinde bu yetersizlikleri gidermek amacıyla sunulan birçok çalışmanın olduğu görülür.

Lai (2000), yaptığı çalışmada; ülkelerin İGE gösterge değerlerini temel bileşenler analizi kullanarak ülke sıralaması yapmıştır. Bu sıralamalar zaman serisi ile kullanılmıştır.

Reig-Martinez, (2012) yaptığı çalışmada; Avrupa, Kuzey Afrika ve Ortadoğu ülkelerinden oluşan 42 ülkeyi Refah Bileşik Endeksi kullanarak sıralamıştır. Bu çalışmada Veri Zarflama Analizi ile 42 ülke 7 kriter ile ele alınmıştır. Çalışmada kullanılan kriterler; kişibaşı gelir, hastalıkların çevresel yükleri, gelir eşitsizliği, cinsiyet ayrımı, eğitim, ortalama yaşam süresi ve hükümet etkinliği. Çalışma sonucunda İsveç ilk sırada Moritanya ise son sırada yer almıştır. Türkiye 42 ülke arasından 34. olmuştur.

Kaya vd. (2011) yaptığı çalışmada; Avrupa Yaşam Kalitesi Anketi (EQLS) göstergelerini kullanarak AB ülkeleri ve AB'ye aday üye ülkelerin sıralamalarını VİKOR yöntemi ile hesaplamışlardır. Ülke sıralamaları, 2003,2005 ve 2007 olmak üzere üç yıl için hesaplanmıştır. Ülke sıralamalarına bakıldığında 2003 ve 2007 yılları için İspanya'nın; 2005 yılı için ise Danimarka ve İsveç'in en iyi yaşam kalitesine sahip ülkeler olduğu görülmüştür.

Urfalıoğlu ve Genç (2013) yaptıkları çalışmada; AB ülkelerinin ve üye olmaya aday toplam 32 ülkenin ekonomik performanslarını, ELECTRE, PROMETHEE ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak hesaplamış ve ülke sıralamaları elde edilmiştir. Çalışmada; kişi başı gayri safi yurt içi hasıla, büyüme hızı, ihracat, ithalat, istihdam oranı ve enflasyon kriterleri kullanılmıştır. Çalışmada Türkiye'nin sıralamada üst seviyelere çıkabilmesi için hangi göstergelere ağırlık vermesi gerektiği tartışılmıştır.

Safari ve Ebrahimi (2014) yaptıkları çalışmada; 2011 yılı HDI'e göre ilk 10 sırada olan ülkeler, Safari vd. (2013) tarafından geliştirilen, TOPSIS yönteminde kullanılan ideal çözüme yakınlık ve ideal çözüme uzaklık değerlerinin açısal olarak hesaplandığı "Modified Similarity Method" yöntemi ile sıralanmışlardır. Kullanılan yöntem ile elde edilen sıralamalar ve 2011 HDI sıralamaları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda, çalışmada ele alınan 4 ülkenin sıralaması değişmemiş, diğer 6 ülke sıralamaları ise çok az değişmiştir.

Grimm vd. (2008) yaptıkları çalışmada, İGE'nin düşük gelir gruplarını derecelendirmede yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle; İGE göstergeleri ile beraber, hane halkı anketi ve yaşam standartlarını ölçme anketlerini kullanmışlardır. Adı geçen anketler uluslararası Macro şirketi tarafından yapılmıştır.

Engineer vd. (2010)'da İGE göstergelerine, ölüm göstergesi olan beklenen sağlıklı yaşam kriterini de ekleyerek hesaplamışlardır. Elde edilen sıralamalar İGE ile elde edilen sıralamalarla büyük oranda benzerlik göstermiştir.

Ramos (2005) yaptığı çalışmada; ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirilen dört yaklaşımın etkinliğini belirlemek amacıyla etkinlik analizi uygulamasını kullanmıştır. Bu dört uygulama İngiliz hane halkı panel anketi verileri ile yapılmıştır. Uygulama sonucunda insani gelişmişliğin farklı yaklaşımlarla ölçülmesinin mümkün olduğu vurgulanmıştır.

7.1. Problemin Alternatifleri

Problemin alternatifleri, AB ülkeleri ve AB'ye tam üye olmaya aday olan Türkiye olmak üzere toplam 29 ülke oluşmaktadır. Alternatifler arasında karşılaştırma yaparken kullanılan göstergelerden İGE göstergeleri 2014 yılı verilerine aittir. EB anketi ise, 2015 yılı Mayıs – Haziran ayları arasından elde edilen verilerdir.

7.2. Problemin Kriterleri

Çalışmada kriterler belirlenirken, insani gelişmişlik raporunda yer alan İGE göstergeleri ve EB anketinde kullanılan bazı göstergeler kullanılmıştır. UNDP, insani gelişmişlik endeksini; beklenen yaşam süresi, ortalama okullaşma, beklenen okullaşma ve milli geliri baz alarak hesaplar.

EB anketinde kullanılan anket soruları beşli likert ölçeği ile hazırlanmıştır. Anket sorularına verilen cevaplar derecelendirilmeye çalışılmıştır. Örneğin; yaşadığım şehrin eğitim olanaklarından çok memnunum-memnunum-memnun değilim-hiç memnun değilim-bilmiyorum şeklinde derecelendirilmiştir (Eurobarometer, 419, 2015). Anket soruları ve İGE göstergeleri aşağıda verilmiştir.

1. Kişi başı gayri safi milli gelir
2. Ortalama okullaşma süresi
3. Beklenen okullaşma süresi
4. Doğumda beklenen yaşam süresi
5. Yaşadığınız şehirden memnun musunuz?
6. Yaşadığınız şehrin toplu taşıma (otobüs, tramvay, metro vb.) olanaklarından memnun musunuz?
7. Yaşadığınız şehrin sağlık hizmetlerinden (doktor, hastane vb.) memnun musunuz?
8. Yaşadığınız şehrin spor olanaklarından (kapalı ve açık spor salonları) memnun musunuz?
9. Yaşadığınız şehrin kültürel olanaklarından (konser, tiyatro, müze, kütüphane vb.) memnun musunuz?
10. Yaşadığınız şehrin eğitim olanaklarından (okul ve diğer eğitim faaliyetleri) memnun musunuz?
11. Yaşadığınız şehrin cadde-sokak ve binaların durumundan memnun musunuz?
12. Yaşadığınız şehrin kamusal alanlarından (market, meydan, yayalara ait yollar vb.) memnun musunuz?
13. Yaşadığınız şehrin perakende mağazalarından memnun musunuz?
14. Yaşadığınız şehirde iş bulmak kolay mıdır?
15. Yaşadığınız şehirde makul bir ücret karşılığında iyi bir ev kiralamak mümkün müdür?

16. Yaşadığınız şehirdeki yabancıların şehre entegre olma durumundan memnun musunuz?
17. Yaşadığınız şehirde kendinizi güvende hissediyor musunuz?
18. Yaşadığınız şehirde idari hizmet veren kurumlar insanlara etkili bir şekilde yardım eder mi?
19. Yaşadığınız şehrin hava kalitesinden memnun musunuz?
20. Yaşadığınız şehrin gürültü düzeyinden memnun musunuz?
21. Yaşadığınız şehrin temizliğinden memnun musunuz?
22. Yaşadığınız şehrin yeşil alanlarından (park, bahçe vb.) memnun musunuz?
23. Yaşadığınız şehirde ilgili kişiler iklim değişikliğine karşı mücadele eder mi?
24. Yaşadığınız hayattan memnun musunuz?
25. Yaşam alanınızdan memnun musunuz?
26. Ailenizin- kendinizin ekonomik durumundan memnun musunuz?
27. İş durumunuzdan memnun musunuz?

7.3. Yöntemlerin Uygulama Adımları ve Bulgular

Bu çalışmada 28 AB Ülkesi ve Türkiye'nin İGE göstergeleri ile EB anketindeki bazı göstergeler kullanılmıştır. Telafi edici ÇKKV problemlerine uygun olarak İGE değerleri fayda yönlü alınmış, EB göstergeleri ise maliyet yönlü ele alınarak, memnun olmayanların oranı alınmıştır. EB anketinde kullanılan bazı sorular toplum veya devlet müdahalesinin mümkün olmadığı, kişinin kendi karakteri ile ilgili olduğu düşünülerek veri setine alınmamıştır. Örneğin; "yaşadığınız şehirdeki insanlara güvenir misiniz?" sorusu insanların karakterine, yapısına, psikolojik durumuna, toplumun sosyolojik yapısına bağlı olduğu düşünülerek veri setine dahil edilmemiştir.

Elde edilen veri setindeki kriterler, Entropi ve CRITIC ile ağırlıklandırılmış, bu iki ağırlıklandırıma sonucu elde edilen kriterlerin önem dereceleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen önem derecelerinin farklılıkları ve benzerliklerinin nedenleri açıklanmaya çalışılmıştır. Telafi edici ÇKKV yöntemi olan GİA ve MOORA yöntemleri ile elde edilen ülke sıralamaları, göstergelerin nesnel ağırlıklandırma yöntemleri ile beraber kullanılması sonucundan elde edilen ülke sıralamaları ile karşılaştırılmıştır.

Ülke sıralamalarına ait başlangıç karar matrisi 29x27 boyutlu büyük bir matris olduğundan, uygulama aşamasında gösterilememiştir. Bu nedenle, uygulama yöntemlerinin örneklendirilmesinde, beş ülke ve ikisi maliyet ikisi fayda yönlü olmak üzere dört kriter alınmıştır. Uygulama örnekleri için seçilen ülkeler; Almanya, İspanya, Macaristan, Slovenya ve Yunanistan, kriterler ise; kişi başı gayri safi milli gelir (fayda), ortalama yaşam süresi (fayda), eğitim faaliyetleri (maliyet) ve konut durumu (maliyet) olarak belirlenmiştir. Uygulama yöntemleri adımları 5x4 boyutlu matris yardımıyla açıklandıktan sonra gerçek verilere ait bulgular değerlendirilecektir. Uygulamalar EXCEL 2016 kullanılarak yapılmıştır.

7.3.1. CRITIC yönteminin örneklendirilmesi ve bulgular

Nesnel ağırlık belirleme yöntemlerinden biri olan CRITIC yöntemi, kriterlerin özünde var olan çatışma-çelişki ve bu karşıtlığın yoğunluğu ilkesine dayanır. CRITIC yöntemi hesaplamalarında kriterlerin standart sapması kullanıldığından, alternatiflerin kriterlerde aldığı değerler arasındaki fark ağırlıklandırmayı etkilemektedir. CRITIC yöntemi hesaplamalarında kriterlerin korelasyon analizi de kullanılmaktadır. Korelasyon analizi ile ağırlık bilgisinin belirlenmesinde kriterlerin benzerliği ve çatışması durumu büyük önem arz etmektedir. CRITIC yönteminin analiz adımlarının örneklendirilmesi aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 8. Başlangıç Karar Matrisinin EXCEL'de Gösterimi

	A	B	C	D	E
1		Fayda	Fayda	Maliyet	Maliyet
2		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti (%)	Konut Durumu (%)
3	Almanya	43919	80,9	0,28	0,84
4	İspanya	32045	82,6	0,37	0,41
5	Macaristan	22916	75,2	0,23	0,47
6	Slovenya	27852	80,4	0,12	0,56
7	Yunanistan	24524	80,9	0,37	0,31

CRITIC yönteminin ikinci adımında kriterlerin yönüne bağlı olarak, fayda yönlü bir kriter ise eşitlik (1.5), maliyet yönlü bir kriter ise eşitlik (1.6) kullanılarak aşağıdaki normalize edilmiş karar matrisine ulaşılır.

Tablo 9. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	A	B	C	D	E
10		Fayda	Fayda	Maliyet	Maliyet
11		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti	Konut Durumu
12	Almanya	1,000	0,770	0,360	0,000
13	İspanya	0,435	1,000	0,000	0,811
14	Macaristan	0,000	0,000	0,560	0,698
15	Slovenya	0,235	0,703	1,000	0,528
16	Yunanistan	0,077	0,770	0,000	1,000

Excel üzerinde mantıksal sınama işlemleri normalize edilmiş karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur: B12 hücresine;

"=EĞER(B$1="Fayda";(B3-MİN(B$3:B$7))/(MAK(B$3:B$7)-MİN(B$3:B$7))
;((MAK(B$3:B$7)-B3)/(MAK(B$3:B$7)-MİN(B$3:B$7))))"

mantıksal sınama işlemi uygulanmış ve E16 hücresine kadar çekilerek bütün değerler normalize edilmiştir. CRITIC yönteminde standart sapma işlemi kullanıldığından, her kriterin standart sapmasını bulmak gerekir. Normalize edilmiş karar matrisinde kriterlerin standart sapması şu şekilde bulunur:

Tablo 10. Standart Sapma Değerleri

	A	B	C	D	E
19	Standart S.	0,400	0,380	0,420	0,381

Standart sapma, veriler arasındaki değişkenliğin ölçüsü olarak tanımlanabilir. Veriler arasındaki değişkenlik yani ortalamaya olan uzaklık ne kadar fazla ise standart sapma değeri o kadar yüksek olur. Benzer olarak uzaklık ne kadar az ise standart sapma değeri o kadar küçük olur. Gayri safi milli gelir göstergesini ele aldığımızda, değişkenliğin (ortalamadan olan uzaklık) fazla olduğu buna bağlı olarak standart sapma değerinin yüksek çıktığı görülür. Ortalama yaşam süresi kriterinde ise, verilerin ortalamaya olan uzaklığı küçüktür ve standart sapma değeri küçük bulunmuştur.

B19 hücresine aşağıdaki ifade yazılarak, E19 hücresine kadar çekilir ve bütün kriterlerin standart sapması alınır.

"=STDSAPMA.S(B12:B16)"

Kriterlerin standart sapma değerleri bulunduktan sonra, EXCEL veri çözümleme aracı ile kriterlerin korelasyon matrisi oluşturulur. Örnek uygulamada dört kriter ele alındığından korelasyon matrisimiz 4x4 boyutunda bir matristir.

Tablo 11. Korelasyon Matrisi

	A	B	C	D	E
22		K1	K2	K3	K4
23	K1	1,000	0,488	-0,112	-0,834
24	K2	0,488	1,000	-0,416	-0,030
25	K3	-0,112	-0,416	1,000	-0,387
26	K4	-0,834	-0,030	-0,387	1,000

Korelasyon matrisi incelendiğinde, diğer kriterlerle negatif bir ilişki içerisinden olan K4 kriterinin diğer kriterlere oranla daha yüksek bir önem ağırlığına sahip olması beklenir. Benzer olarak K3 kriteri de diğer kriterlerle negatif bir korelasyon içerisinde olduğundan K3 kriterinin de yüksek bir korelasyon değerine sahip olması beklenir. K2 kriteri sadece K3 kriteri ile negatif bir korelasyon değerine sahip olduğundan diğer kriterlere oran daha düşük bir önem derecesine sahip olması beklenir. Bu durumun oluşması kriterlerin sahip olduğu karşıtlığın yoğunluğu ilkesinden kaynaklanır. Korelasyon matrisi ve kriterlerin standart sapmasını oluşturduktan sonra, eşitlik (1.19)'da gösterilen kriterlerin içerdiği bilgi miktarları olan C_j değerleri excel yardımıyla şu şekilde bulunmuştur. Aşağıdaki excel işlemi B36 hücresine yazılmış ve B39 hücresine kadar çekilerek bütün kriterin içerdiği bilgi miktarı bulunmuştur.

"=DÇARP(TOPLA(1-B23:E23);B$19:E$19)"

Tablo 12. Kriterlerin İçerdiği Bilgi Miktarları

	A	B
35		C_j
36	K1	1,383
37	K2	1,184
38	K3	1,566
39	K4	1,700

Son adımda her bir kriterin önem derecelerini (ağırlık) bulmak için eşitlik (1.20) kullanılır. Önem derecelerinin bulunması için, Tablo12'deki kriterlerin içerdiği bilgi miktarları ayrı ayrı bilgi miktarı toplamına bölünerek bulunur. Bu işlem için B42

hücresine aşağıdaki formül yazılıp, B45 hücresine kadar çekilerek ağırlıklar elde edilmiştir.

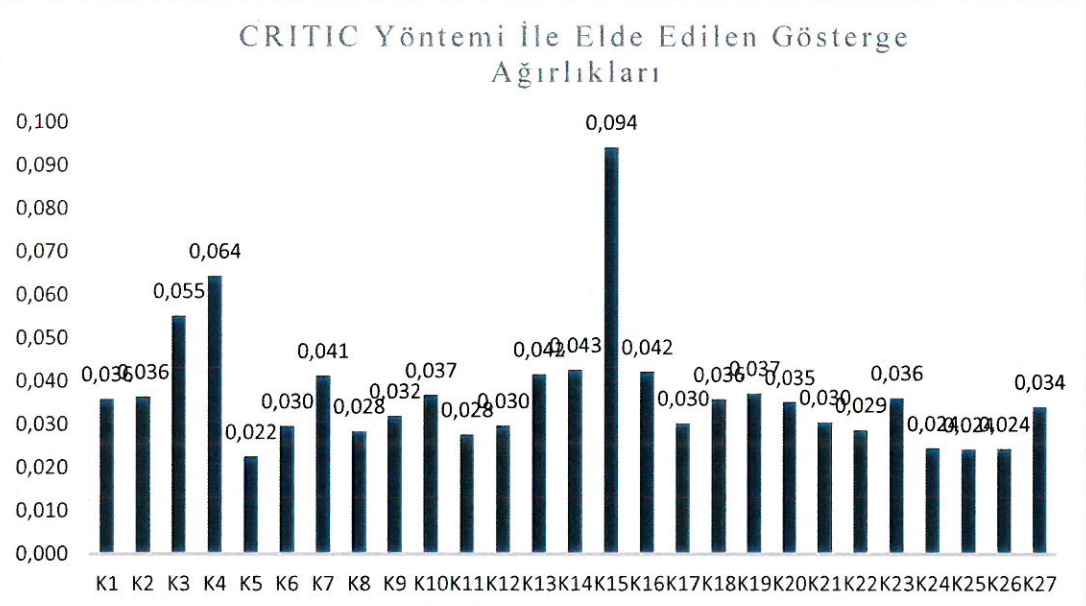
"=B36/TOPLA(B$36:B$39)"

Tablo 13. Kriterler Ağırlıkları

	A	B
41		wj
42	K1	0,24
43	K2	0,20
44	K3	0,27
45	K4	0,29

Kriter ağırlıklarının elde edilmesiyle CRITIC işlemi son bulur. Ülke sıralaması oluşturmak için kullanılan göstergelerin CRITIC yöntemine göre ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen gösterge ağırlıkları Grafik 1'de verilmiştir.

Grafik 1. CRITIC Yöntemi İle Gösterge Ağırlıkları



CRITIC yöntemi, kriterlerin ağırlığını belirlerken kriterlerin kendi içindeki ve diğer kriterler arasındaki çatışma-çelişki ve kriterlerin arasındaki zıtlığın yoğunluğunu (contrast intensity) kullanır. Kriterler arasındaki zıtlık yoğunluğunu belirlemek için Ek 1'de gösterilen kriter korelasyon matrisi incelendiğinde, diğer kriterlerle negatif bir korelasyon içerisinde bulunan kriter veya kriterlerin daha büyük bir ağırlık değeri aldığı

görülmektedir. Örneğin; en büyük ağırlık değerine sahip K15 kriteri diğer kriterlerin tamamıyla negatif bir korelasyon göstermektedir. Kriter ağırlıkları görece küçük olan kriterler incelendiğinde, K15 kriteri dışındaki kriterlerle ya pozitif bir korelasyon içerindedir ya da 0'a yakın bir negatif korelasyon göstermektedir.

CRITIC yöntemi ile yapılan hesaplamalarda en büyük ağırlığa sahip üç kriter sırasıyla; K15 (konut durumu ile ilgili memnuniyetsizlik), K4 (doğumda beklenen yaşam süresi) ve K3 (beklenen okullaşma süresi), en küçük ağırlığa sahip üç kriter ise sırasıyla; K5 (yaşanılan sehir ile ilgili memnuniyetsizlik), K11 (şehir imarı ile ilgili memnuniyetsizlik) ve K8 (spor olanakları ile ilgili memnuniyetsizlik) olarak belirlenmiştir. İGE göstergelerinin ağırlık değerleri toplamları, %19.15 olarak belirlenmiştir. Bu durum İGE göstergelerinin, ortalama ağırlıklarının yaklaşık %4.75 olduğunu göstermektedir. Anket göstergelerinin ağırlık değerleri toplamı ise, %80.75 olarak belirlenmiştir. Bu durumda EB anket sorularının ortalama ağırlıklarının, %3.5 olduğunu göstermektedir. İGE göstergeleri, ele alınan diğer göstergelere oranla daha iyi olmasına rağmen, tek başına ülkelerin insani gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde yeterli olmadığı söylenebilir.

Standart sapma değeri, seriyi oluşturan elemanların aritmetik ortalamaya göre konumlarını ifade eder. Seriyi oluşturan elemanlar aritmetik ortalamaya yakın değerler alıyorsa standart sapma değeri küçük, uzak değerler alıyorsa standart sapma değeri büyük olur (Atlas, 2016: 145). CRITIC yönteminde kriterlerin standart sapmaları hesaplanır. Alternatiflerin kriterler için aldığı değerler birbirinden ne kadar uzaksa o kriterin standart sapması o kadar büyük olmaktadır. Kriterlerin standart sapma değerleri incelendiğinde, ağırlık değerleri büyük olan kriterlerin standart sapma değerinin de kısmen büyük olduğu söylenebilir. Bu durumun ise, CRITIC yöntemi ile ağırlık belirlemede ikinci büyük etkiye sahip durum olduğu söylenebilir (Ek 2).

7.3.2. Entropi yöntemi adımlarının örneklendirilmesi ve bulgular

Entropi, CRITIC yönteminde olduğu gibi kriterlerin sahip olduğu zıtlığın yoğunluğu temeline dayanır. Entropi, olasılık sistemlerinin belirsizliğini ölçer. Belirsizlik durumuna bağlı olarak sistemde var olan bilginin miktarı belirlenir. Bir olayın oluşma ihtimali ne kadar yüksek ise o kadar az bilgi içerir; olayın oluşma ihtimali ne kadar

düşükse o kadar fazla bilgi içerir. Entropi yönteminin kriter ağırlıklandırma süreci aşağıda gösterilmiştir.

Entropi yöntemi ile CRITIC yönteminin ilk iki adımının uygulamaları aynıdır. Başlangıç karar matrisi ile başlanır ve fayda yönlü bir kriter ise eşitlik (1.5), maliyet yönlü bir kriter ise eşitlik (1.6) uygulanarak normalize edilmiş matris oluşturulur. Entropi yönteminin ilk iki adımı Tablo 8 ve Tablo 9' da gösterilmiştir. Sonraki adımda oluşturulan normalizason matrisinin elemanlarını oransal olarak ifade edebilmek için basit normalizasyon işlemi uygulanır ve $p_i(j)$ değerleri elde edilir. $p_i(j)$ değerleri eşitlik (1.16) 'da gösterilen formül ile elde edilir. Elde edilen $p_i(j)$ değerleri aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 14. $p_i(j)$ Değerleri

	A	B	C	D	E
19		Fayda	Fayda	Maliyet	Maliyet
20		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti	Konut Durumu
21	Almanya	0,573	0,238	0,188	0,000
22	İspanya	0,249	0,308	0,000	0,267
23	Macaristan	0,000	0,000	0,292	0,230
24	Slovenya	0,135	0,217	0,521	0,174
25	Yunanistan	0,044	0,238	0,000	0,329

Excel ile B21 hücresine,

"=B12/(TOPLA(B$12:B$16))"

formülü yazılarak E25'e kadar genişletilmiştir.

Matris elemanları oransal olarak ifade edildikten sonra, kriterlerin entropi değerleri elde edilir. Entropi değerlerinin elde edilebilmesi için $p_i(j)$ değerlerinin e tabanında logaritmalarının alınması gerekir. Excel ile $p_i(j)$ değerlerinin logaritması, B30 hücresine;

"=LN(B21)"

yazılıp E34 hücresine kadar genişletilerek bulunmuştur. ln0 tanımlı bir işlem olmadığından, $p_i(j)$=0 olması durumunda excel programında "#SAYI!" hatası vermektedir. Bunun için "#SAYI!" ifadesi bulunan hücrelere 0(sıfır) yazılarak işleme devam edilmiştir.

Tablo 15. $ln(p_{ij})$ Değerleri

	A	B	C	D	E
28		Fayda	Fayda	Maliyet	Maliyet
29		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti	Konut Durumu
30	Almanya	-0,557	-1,438	-1,674	0,000
31	İspanya	-1,391	-1,177	0,000	-1,320
32	Macaristan	0,000	0,000	-1,232	-1,470
33	Slovenya	-2,006	-1,529	-0,652	-1,749
34	Yunanistan	-3,127	-1,438	0,000	-1,111

Kriterlere ait entropi değerleri eşitlik (1.17) ile bulunmuştur. Entropi değerleri , B36 hücresine,

"=-(TOPLA.ÇARPIM(B21:B25;B30:B34))/LN(5)"

formülü yazılarak, E36 hücresine kadar genişletilmiştir. Kriterlere ait entropi değerleri Tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 16. Entropi Değerleri

	A	B	C	D	E
35		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti	Konut Durumu
36	E_j	0,666	0,856	0,629	0,845

Son adımda kriter ağırlıkları bulunur. Bunun için entropi değerleri kullanılarak, eşitlik (1.18) kullanılır. Kriter ağırlıkları bulunurken, B38 hücresine,

"=(1-B36)/(4-TOPLA($B$36:$E$36))"

formülü yazılarak, E38 hücresine kadar genişletilmiştir. Entropi yöntemi ile hesaplanan kriter ağırlıkları Tablo 17'de gösterilmiştir.

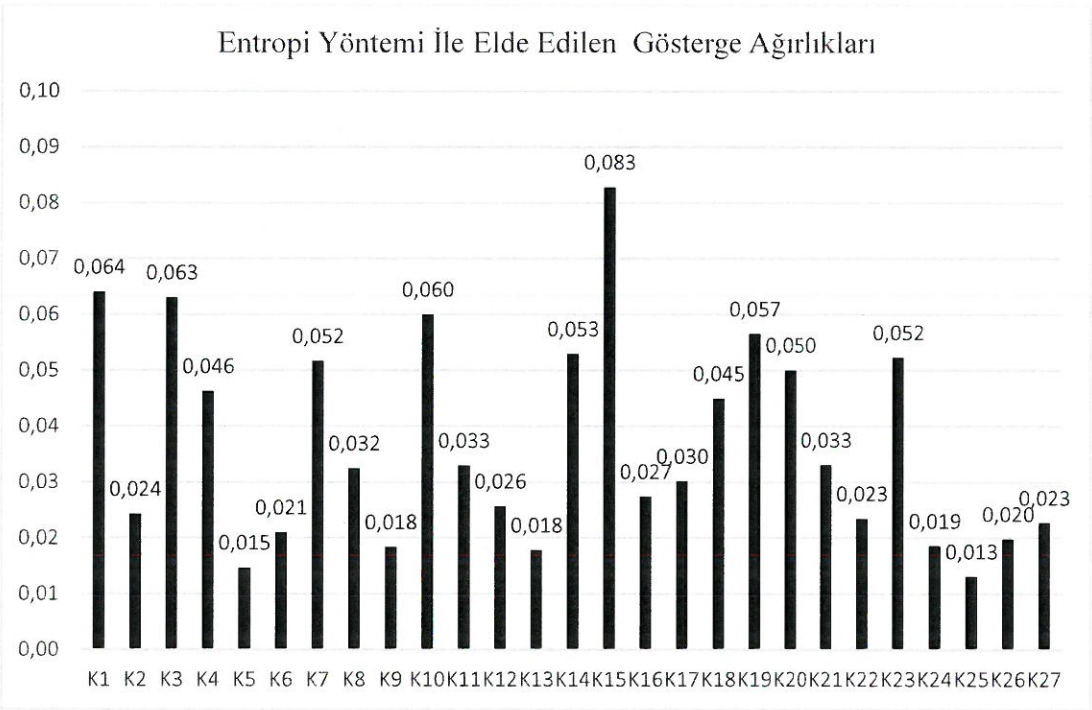
Tablo 17. Entropi Yöntemi İle Hesaplanan Kriter Ağırlıkları

	A	B	C	D	E
37		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti	Konut Durumu
38	w_j	0,33	0,14	0,37	0,15

Entropi yöntemi ile gerçek verilerin kriter ağırlıkları Grafik 2'de gösterilmiştir. Entropi yöntemine göre ağırlıklandırmada, en yüksek ağırlığa sahip kriter "eğitim faaliyeti" kriteri olmuştur. En düşük ağırlığa sahip kriter ise "ortalama yaşam süresi" kriteri olmuştur. Tablo 13 ve Tablo 17 incelendiğinde, farklı nesnel ağırlıklandırma

yöntemleri ile farklı kriter ağırlıklarının elde edildiği görülmektedir. CRITIC yöntemi ile "konut durumu" kriteri en yüksek ağırlığa sahipken, Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlıklandırmalarda ise hemem hemen son sırada olduğu söylenebilir. Kısacası farklı ağırlıklandırma yöntemleri, farklı sonuçların oluşmasına neden olur.

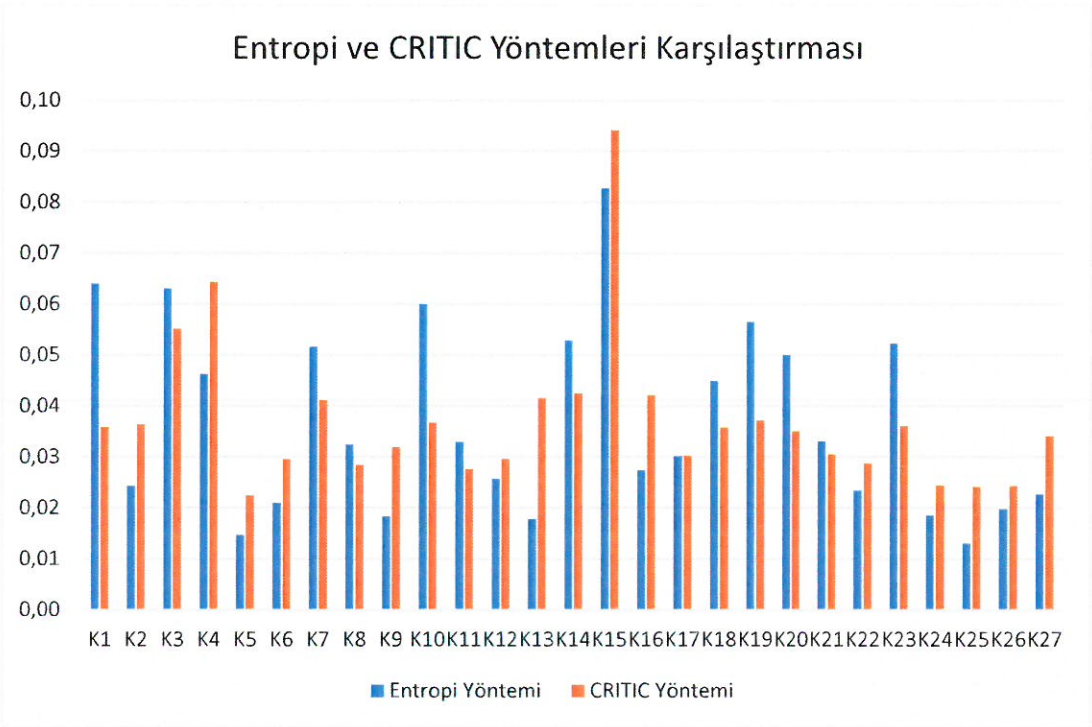
Grafik 2. *Entropi Yöntemi İle Elde Edilen Gösterge Ağırlıkları*



CRITIC yöntemine benzer olarak Entropi yönteminde de kriterler arasındaki zıtlığın yoğunluğu büyük önem arz etmektedir. Entropi yönteminde, en yüksek ağırlığa sahip ilk üç kriter; K15 (konut durumu), K1 (kişi başı GSMG) ve K3 (beklenen okullaşma süresi), en düşük ağırlığa sahip kriterler ise; K25 (yaşam alanı memnuniyetsizliği), K5 (şehir memnuniyetsizliği) ve K24 (yaşanılan hayat memnuniyetsizliği) olarak belirlenmiştir. İGE göstergelerinin ağırlık değerleri toplamları, %19,76 olarak belirlenmiştir. Bu durum İGE göstergelerinin, ortalama ağırlıklarının yaklaşık %5 olduğunu göstermektedir. Anket göstergelerinin ağırlık değerleri toplamı ise, %80,24 olarak belirlenmiştir. Bu durum anket sorularının ortalama ağırlıklarının, %3,5 olduğunu göstermektedir. İGE göstergeleri, ele alınan diğer göstergelere oranla daha iyi olmasına rağmen, tek başına ülkelerin insani gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde yeterli olmadığı söylenebilir. Entropi ve CRITIC yöntemleri ile belirlenen göstergelerin ağırlık değerleri farklı olmasına rağmen, en büyük ve en küçük ağırlığa sahip göstergelerin önem

sıralarının pek değişmediği söylenebilir. Aşağıdaki Grafikte Entropi ve CRITIC yöntemleri ile elde edilen gösterge ağırlıkları arasındaki farklar görülmektedir.

Grafik 3. Entropi ve CRITIC Yöntemleri Karşılaştırması



7.3.3. Gri ilişkisel analiz yöntemi adımlarının örneklendirilmesi ve bulgular

Nesnel ağırlıklandırma yöntemleri olan CRITIC ve Entropi ile kriter ağırlıklandırması yapıldıktan sonra Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemi ile ülkelerin, İGE göstergeleri ve EB anketi göstergeleri beraber ele alınarak ülke sıralaması yapılmıştır.

Gri İlişkisel Analiz tekniği, alternatiflerin kriterlerde aldığı değerleri kriterlein fayda – maliyet durumlarına göre referans kabul ederek çözen bir yöntemdir. Referans serisi belirlenirken, fayda kriteri olması durumunda alternatiflerdeki en büyük değer alınır. Maliyet kriteri olması durumunda ise alternatifteki en küçük değer o kriter için referans olarak belirlenir ve referans serisi oluşturulur. GİA yöntemi ile sıralama yapıldıktan sonra, CRITIC ve Entropi nesnel ağırlıklandırma teknikleri ile elde edilen kriter önem dereceleri kullanılarak kendi aralarında da karşılaştırma yapılmıştır. GİA yönteminde farklı ağırlıklandırma teknikleri ile elde edilen sıralamaların ne şekilde

değiştiğini belirlemek önem arz etmektedir. GİA yönteminin hesaplama adımları aşağıdaki gibidir.

Her problemde olduğu gibi bu problemin de ilk adımı karar matrisinin oluşturulmasıdır. Excel programı ile oluşturulan karar matrisi aşağıdaki gibidir.

Tablo 18. Başlangıç Karar Matrisi

	A	B	C	D	E
1		Maks	Maks	Min	Min
2		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)
3	Almanya	43919	80,9	0,28	0,84
4	İspanya	32045	82,6	0,37	0,41
5	Macaristan	22916	75,2	0,23	0,47
6	Slovenya	27852	80,4	0,12	0,56
7	Yunanistan	24524	80,9	0,36	0,31

Başlangıç matrisi oluşturulduktan sonra referans serisi, kriterlerin fayda- maliyet yönlü olma durumlarına göre oluşturulur. Kriter fayda yönlü ise, o kritere ait sütundaki en büyük değer referans serisinin elemanı olurken, kriter maliyet yönlü ise, o kritere ait sütundaki en küçük değer referans serisinin elemanı olur.

Excel programında, B11 hücresine;

"=EĞER(B1="Maks";MAK(B12:B16);MİN(B12:B16))"

koşullu formülü yazılarak, E11 hücresine kadar genişletilmiş ve referans serisi oluşturulmuştur.

Tablo 19. Referans Serisi

	A	B	C	D	E
9		Maks	Maks	Min	Min
10		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)
11	Referans	43919	82,6	0,12	0,31
12	Almanya	43919	80,9	0,28	0,84
13	İspanya	32045	82,6	0,37	0,41
14	Macaristan	22916	75,2	0,23	0,47
15	Slovenya	27852	80,4	0,12	0,56
16	Yunanistan	24524	80,9	0,36	0,31

Üçüncü adımda farklı birimlere sahip kriterlerin birimlerden arındırılması için normalize işlemi uygulanmıştır. GİA yönteminde normalize işlemi uygulanırken kriter

fayda yönlü ise eşitlik (2.3), maliyet yönlü ise eşitlik (2.2) kullanılır. Excel programı ile verileri normalize etmek için, B21 hücresine,

"=EĞER(B$19="maks";(B11-MİN(B$11:B$16))/(MAK(B$11:B$16)-MİN(B$11:B$16));((MAK(B$11:B$16)-B11)/(MAK(B$11:B$16)-MİN(B$11:B$16))))"

koşullu formülü yazılarak E26 hücresine kadar genişletilmiştir. Tablo 20'de normalize edilmiş karar matrisi gösterilmiştir.

Tablo 20. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	A	B	C	D	E
19		Maks	Maks	Min	Min
20		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)
21	Referans	1,000	1,000	1,000	1,000
22	Almanya	1,000	0,770	0,360	0,000
23	İspanya	0,435	1,000	0,000	0,811
24	Macaristan	0,000	0,000	0,560	0,698
25	Slovenya	0,235	0,703	1,000	0,528
26	Yunanistan	0,077	0,770	0,040	1,000

Dördüncü adımda, elde edilen referans serisinin her bir elemanı ile ait olduğu sütundaki elemanların farkı eşitlik (2.6)'da gösterildiği gibi alınarak, mutlak değer matrisi oluşturulur. Excel programında, mutlak değer matrisi, B31 hücresine,

"=MUTLAK(B$21-B22)"

formülü yazılarak E35 hücresine kadar genişletilmiştir. Tablo 21'de mutlak değer matrisi gösterilmiştir.

Tablo 21. Mutlak Değer Matrisi

	A	B	C	D	E
29		Maks	Maks	Min	Min
30		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)
31	Almanya	0,000	0,230	0,640	1,000
32	İspanya	0,565	0,000	1,000	0,189
33	Macaristan	1,000	1,000	0,440	0,302
34	Slovenya	0,765	0,297	0,000	0,472
35	Yunanistan	0,923	0,230	0,960	0,000

Mutlak değer matrisi, herbir kriter için belirlenen referans noktası ile alternatiflerin sahip olduğu kriter değerleri arasındaki farkı göstermektedir. Örneğin gayri safi milli gelir

kriterinde referans olarak kabul edilen veriye en yakın ülke Almanya iken en uzak ülkenin Macaristan olduğu görülür.

Beşinci adımda, eşitlik (2.8) formülü ile gri ilişkisel katsayıların hesaplanabilmesi için, Tablo 21'den, en büyük (Δ_{max}) ve en küçük (Δ_{min}) değerlerinin elde edilmesi gerekir. Bunun için, B37 hücresine,

"=MAK(B31:E35)"

formülü yazılarak Δ_{max} ve B38 hücresine,

"=MİN(B31:E35)"

formülü yazılarak Δ_{min} bulunmuştur. Tablo 22'de bulunan değerler gösterilmiştir.

Tablo 22. Δ_{max} ,Δ_{min} ve ζ (ayırıcı katsayısı) Değerleri

	A	B
37	Δ_{max}	1
38	Δ_{min}	0
39	ζ	0,5

ζ (ayırıcı katsayısı), literatürde genel olarak 0,5 olarak alınan ve Δ_{max} 'ın en uç değer olmasını önlemek amacıyla kullanılan bir katsayıdır (Peker ve Baki, 2011:9).

Excel programı ile gri ilişkisel katsayılar hesaplanırken, B42 hücresine,

"=($B$38+($B$39*$B$37))/(B31+($B$39*$B$37))"

formülü yazılıp, E46 hücresine kadar genişletilmiştir. Gri ilişkisel katsayılar Tablo 23'te gösterilmiştir.

Tablo 23. Gri İlişkisel Katsayılar

	A	B	C	D	E
41		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)
42	Almanya	1,000	0,685	0,439	0,333
43	İspanya	0,469	1,000	0,333	0,726
44	Macaristan	0,333	0,333	0,532	0,624
45	Slovenya	0,395	0,627	1,000	0,515
46	Yunanistan	0,351	0,685	0,342	1,000

Altıncı ve son adımda, hesaplanan gri ilişkisel katsayılar, her bir alternatif için toplanır ve aritmetik ortalaması alınarak gri ilişkisel derece hesaplanır. Gri ilişkisel derece

referans serisi ile diğer karşılaştırma yapılan seri arasındaki benzerliği ölçer. Gri ilişkisel derecenin değeri ne kadar büyükse referans serisi ile karşılaştırma serisi arasındaki benzerlik o kadar fazladır. Gri ilişkisel dereceler, kriterlerin eşit önem derecelerine (ağırlık) sahip olmaları durumunda eşitlik (2.10)'da verilen formül ile elde edilir. Excel programında, F49 hücresine,

"=TOPLA(B49:E49)/4"

formülü yazılıp, F53 hücresine kadar genişletilerek bütün alternatiflerin gri ilişkisel dereceleri bulunmuş ve G49 hücresine,

"=RANK(F49;$F$49:$F$53;0)"

formülü yazılıp, G53 hücresine kadar genişletilerek alternatifler arasında sıralama elde edilmiştir. Gri ilişkisel dereceler ve alternatif sıralamaları Tablo 24'te gösterilmiştir.

Tablo 24. Gri İlişkisel Dereceler ve Alternatif Sıralamaları

	A	B	C	D	E	F	G
48		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)	Γ_{0i}	Sıralama
49	Almanya	1,000	0,685	0,439	0,333	0,614	3
50	İspanya	0,469	1,000	0,333	0,726	0,632	2
51	Macaristan	0,333	0,333	0,532	0,624	0,456	5
52	Slovenya	0,395	0,627	1,000	0,515	0,634	1
53	Yunanistan	0,351	0,685	0,333	1,000	0,592	4

Tablo 24'te gri ilişkisel derecesi en yüksek olan ülke Slovenya, en düşük olan ülke ise Macaristan olmuştur. Dolaysıyla gri ilişkisel derecesi en yüksek olan ülke ilk sırayı almıştır. GİA yönteminde kriterler eşit önem derecelerine sahip değilse, eşitlik (2.11) kullanılarak gri ilişkisel dereceler hesaplanır. Yeni hesaplanan gri ilişkisel derecelere bağlı olarak sıralamalar değişebilir. Tablo 25 ve Tablo 26'da nesnel ağırlıklandırma yöntemlerine göre belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak hesaplanan gri ilişkisel dereceler ve sıralamalar gösterilmiştir.

Gri ilişkisel katsayı matrisinin elemanları, Entropi yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları ile çarpılıp, gri ilişkisel dereceler hesaplanmış ve sıralama tekrar oluşturulmuştur. Bunun için Tablo 25 'te gösterilen F57 hücresine,

"=TOPLA.ÇARPIM($B$63:$E$63;B57:E57)"

formülü yazılıp, F61 hücresine kadar genişletilerek gri ilişkisel dereceler hesaplanmıştır. Alternatifler arasından sıralamalar G57 hücresine,

"=RANK(F57;$F$57:$F$61;0)"

formülü yazılıp, G61 hücresine kadar genişletilmiştir.

Tablo 25. Entropi Yöntemi ile Elde Edilen Gri İlişkisel Derece ve Sıralamalar

	A	B	C	D	E	F	G
56		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)	Γ_{oi}	Sıralama
57	Almanya	1,000	0,685	0,439	0,333	0,645	2
58	İspanya	0,469	1,000	0,333	0,726	0,535	3
59	Macaristan	0,333	0,333	0,532	0,624	0,451	5
60	Slovenya	0,395	0,627	1,000	0,515	0,670	1
61	Yunanistan	0,351	0,685	0,333	1,000	0,493	4
62							
63	w_j (Entropi)	0,33	0,14	0,37	0,15		

CRITIC yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları, Entropi yönteminde olduğu gibi işleme katılarak GİA yönteminde gri ilişkisel dereceler ve alternatif sırlamaları bulunur. CRITIC yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları ile sırlamalar elde edilirken,

F67 hücresine,

"=TOPLA.ÇARPIM($B$73:$E$73;B67:E67)"

formülü yazılıp, F71 hücresine kadar genişleterek gri ilişkisel dereceler hesaplanmıştır. Alternatifler arasında sıralamalar, G67 hücresine,

"=RANK(F67;$F$67:$F$71;0)"

formülü yazılıp G71 hücresine kadar genişletilerek elde edilmiştir.

Tablo 26. CRITIC Yöntemi ile Elde Edilen Gri İlişkisel Derece ve Sıralamalar

	A	B	C	D	E	F	G
66		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)	Γ_{oi}	Sıralama
67	Almanya	1,000	0,685	0,439	0,333	0,591	4
68	İspanya	0,469	1,000	0,333	0,726	0,615	2
69	Macaristan	0,333	0,333	0,532	0,624	0,471	5
70	Slovenya	0,395	0,627	1,000	0,515	0,639	1
71	Yunanistan	0,351	0,685	0,333	1,000	0,603	3
72							
73	wj (CRITIC)	0,24	0,20	0,27	0,29		

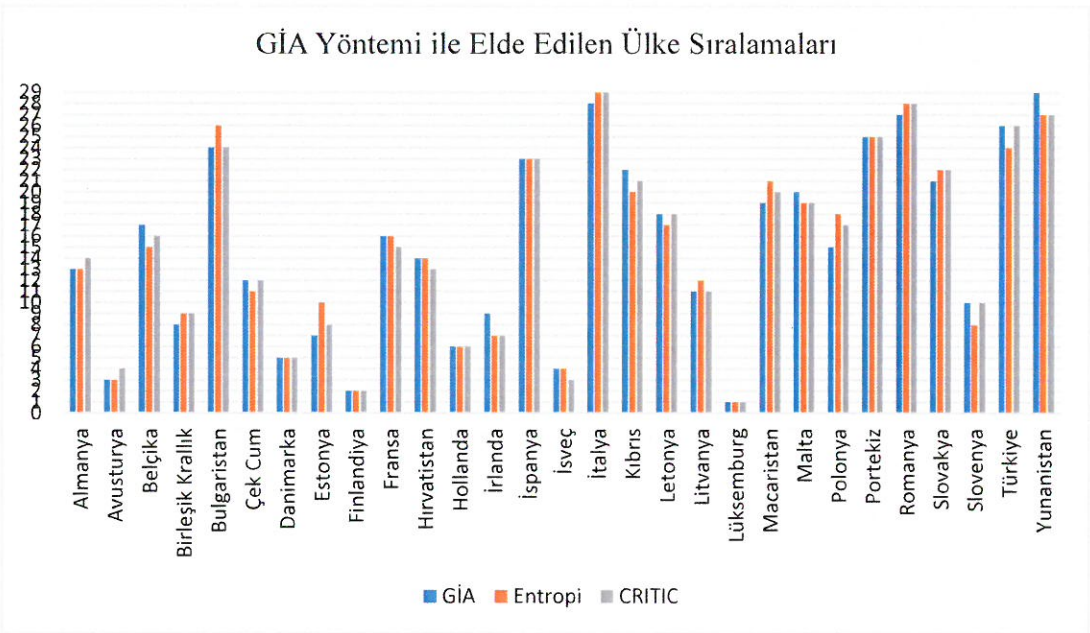
İnsani gelişmişlik düzeylerinin GİA yöntemi ile hesaplanan sıralamaları ile CRİTİC ve Entropi ağırlıklandırma teknikleri ile elde edilen kriter önem dereceleri ile hesaplanan sıralamaları aşağıdaki gibidir.

Tablo 27. GİA ve Nesnel Ağırlıklandırma Yöntemleri ile Oluşturulan Örnek Sıralamalar

Ülkeler	GİA	GİA - Entropi	GİA - CRITIC
Almanya	3	2	4
İspanya	2	3	2
Macaristan	5	5	5
Slovenya	1	1	1
Yunanistan	4	4	3

Yukarıdaki tabloda GİA yönteminin eşit önem derecelerine sahip kriterlerle elde edilen sıralamasında; Slovenya en büyük gri ilişkisel dereceye sahip olduğundan ilk sırayı almıştır. Gri ilişkisel derecesi en küçük olan Macaristan son sırayı almıştır. Kriterlerin Entropi ve CRITIC yöntemleri ile önem derecelerinin belirlenmesi sonucunda elde edilen sıralamalarda Slovenya ve Macaristan'ın sıralamaları değişmezken, Almanya, İspanya ve Yunanistan'ın sırlamaları değişmiştir. Ülke sıralamalarınn değişmesinin nedeni farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanılmasıdır.

Grafik 4.GİA Yöntemine Göre Ülke Sıralamaları



GİA yöntemi farklı kriter ağırlıkları ile hesaplandığında ülke sıralamaları da kısmi olarak değişkenlik göstermektedir. GİA yöntemi sonucu elde edilen sıralamalar ile kriterlerin Entropi yöntemi ile elde edilen sıralamalar arasında Spearman sıra korelasyon değeri hesaplandığında, %98,57 oranında bir benzerlik bulunmuştur. Aynı işlem CRITIC yöntemi ile elde edilen sıralamaya uygulandığında GİA yöntemi ile elde edilen sıralama arasındaki benzerlik %99,36 olarak bulunmuştur. Sıra korelasyon değerleri dikkate alındığında Entropi yönteminin CRITIC yöntemine oranla daha belirleyici bir rol aldığı söylenebilir.

İGE 2015 sıralamasında son sırada olan Türkiye, EB göstergeleri dikkate alınarak yapılan ülke sırlamasında 26. sıraya yükselmiştir. Türkiye, Entropi ve CRITIC yöntemine göre en yüksek ağırlık değerleri toplamına sahip olan, K15 (konut durumu), K3 (beklenen okullaşma süresi) ve K4 (doğumda beklenen yaşam süresi) göstergelerini iyileştirmesi durumunda birçok Avrupa ülkesini geride bırakacağı muhtemeldir. Eğitim alanında yapılacak olan reformlar, uzun vadede Türkiye'nin teknoloji ithal eden ülke konumundan çıkıp teknolojiyi ihraç eden ülke konumuna gelmesini sağlar. Teknoloji ihracı ülke istihdamına büyük katkı sunması ile beraber K1 (kişi başı gayri safi milli gelir) gibi önemli bir göstergenin de iyi bir değere sahip olacağı anlamına gelir. Diğer bir değişle, Türkiye eğitim alanında yapılacak iyileştirmelerin beraberinde getireceği teknolojik bir alt yapı ile orta gelir tuzağında olan ülkeler kategorisinden çıkması durumunda insani gelişmişlik sıralamasında birçok Avrupa ülkesinden daha iyi bir konuma gelecektir.

7.3.4. MOORA – Oran yöntemi adımlarının örneklendirilmesi ve bulgular

MOORA yöntemi; oran yöntemi ve referans nokta yaklaşımı olmak üzere iki alt yöntemden oluşmaktadır Bu örnek veri altında öncelikle oran metodunu ve referans nokta yaklaşımını ile elde edilen ülke sıralamalarını oluşturacağız. Oran metodu ve referans nokta yaklaşımı, daha önce CRITIC ve Entropi ile elde edilen önem ağırlıkları ile ele alınarak yeniden bir sıralama oluşturulacaktır. Oran yönteminin adımları aşağıda örneklendirilmiştir. Başlangıç karar matrisi Tablo 28'de gösterilmiştir.

Tablo 28. Başlangıç Karar Matrisi

	A	B	C	D	E
1		Maks	Maks	Min	Min
2		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)
3	Almanya	43919	80,9	0,28	0,84
4	İspanya	32045	82,6	0,37	0,41
5	Macaristan	22916	75,2	0,23	0,47
6	Slovenya	27852	80,4	0,12	0,56
7	Yunanistan	24524	80,9	0,36	0,31

Başlangıç karar matrisi elde edildikten sonra farklı birimlere sahip kriterlerin birimlerden arındırılması amacıyla normalizasyon yöntemi uygulanır. MOORA yönteminde, vektör normalizasyon yöntemi kullanılır. Eşitlik (2.12) ile başlangıç karar matrisi elemanları normalize edilir. Excel programında, Tablo 29' da gösterilen B12 hücresine,

"=B3/KAREKÖK(TOPKARE(B$3:B$7))"

formülü yazılıp E16 hücresine kadar genişletilerek işlem tamamlanır.

Tablo 29. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	A	B	C	D	E
10		Maks	Maks	Min	Min
11		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)
12	Almanya	0,630	0,452	0,436	0,685
13	İspanya	0,460	0,462	0,576	0,334
14	Macaristan	0,329	0,420	0,358	0,383
15	Slovenya	0,400	0,449	0,187	0,457
16	Yunanistan	0,352	0,452	0,561	0,253

MOORA yönteminin üçüncü adımında, fayda yönlü kriterler ile maliyet yönlü kriterler toplanır ve bu iki toplamın farkları alınarak, her alternatifin sahip olduğu performans değerleri elde edilir. Excel programı ile elde edilen Tablo 30'da alternatiflerin performans değerleri eşitlik (2.17) ile hesaplanmış ve elde edilen sıralamalar eşitlik (2.8)' de gösterildiği gibi en büyük performans değerine sahip alternatiften başlanarak sıralanmıştır.

Tablo 30. Performans Değerleri ve Sıralamalar

	A	B	C	D	E	F	G
19		Maks	Maks	Min	Min		
20		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)	S_i	Sıralama
21	Almanya	0,630	0,452	0,436	0,685	-0,039	5
22	İspanya	0,460	0,462	0,576	0,334	0,011	2
23	Macaristan	0,329	0,420	0,358	0,383	0,008	3
24	Slovenya	0,400	0,449	0,187	0,457	0,205	1
25	Yunanistan	0,352	0,452	0,561	0,253	-0,010	4

Excel programı yardımıyla, F21 hücresine,

"=ETOPLA(B$19:E$19;"Maks";B21:E21)-ETOPLA(B$19:E$19;"Min";B21:E21)"

koşullu toplama işlemi formülü yazılarak F25 hücresine kadar genişletilmiş ve alternatiflerin performans değerleri elde edilmiştir. Alternatifler arasındaki sırlamalar, G21 hücresine,

"=RANK(F21;$F$21:$F$25;0)"

formülü yazılarak elde edilmiştir.

Nesnel ağırlıklandırma yöntemi olan Entropi ve CRITIC yöntemleri ile elde edilen kriter ağırlıklarının kullanılması ile oluşturulan sıralamalar aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 31. Entropi Değerleri ve Normalize Edilmiş Matris

	A	B	C	D	E
28		Maks	Maks	Min	Min
29		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)
30	Almanya	0,630	0,452	0,436	0,685
31	İspanya	0,460	0,462	0,576	0,334
32	Macaristan	0,329	0,420	0,358	0,383
33	Slovenya	0,400	0,449	0,187	0,457
34	Yunanistan	0,352	0,452	0,561	0,253
35					
36	wj (Entropi)	0,33	0,14	0,37	0,15

Başlangıç karar matrisi değerlerinin normalize edilmesinden sonra elde edilen matris değerleri ve Entropi ile elde edilen kriter ağırlıkları çarpımı, B40 hücresine,

"=B$36*B30"

formülü yazılıp E40 hücresine kadar genişletilerek bulunmuştur. Alternatiflerin performans değerleri ise F40 hücresine,

"=ETOPLA(B$38:E$38;"Maks";B40:E40)-ETOPLA(B$38:E$38;"Min";B40:E40)"

formülü yazılıp F44 hücresine kadar uzatılarak sırlamalar oluşturulmuştur.

Tablo 32. Entropi Değerleri İle Elde Edilen Sıralamalar

	A	B	C	D	E	F	G
38		Maks	Maks	Min	Min		
39		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)	S_i	Sıralama
40	Almanya	0,21	0,07	0,16	0,11	0,01	2
41	İspanya	0,15	0,07	0,21	0,05	-0,05	4
42	Macaristan	0,11	0,06	0,13	0,06	-0,02	3
43	Slovenya	0,13	0,06	0,07	0,07	0,06	1
44	Yunanistan	0,12	0,07	0,21	0,04	-0,06	5

Tablo 33. CRITIC Değerleri Ve Normalize Edilmiş Matris

	A	B	C	D	E
28		Maks	Maks	Min	Min
29		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)
30	Almanya	0,630	0,452	0,436	0,685
31	İspanya	0,460	0,462	0,576	0,334
32	Macaristan	0,329	0,420	0,358	0,383
33	Slovenya	0,400	0,449	0,187	0,457
34	Yunanistan	0,352	0,452	0,561	0,253
35					
36	wj (Entropi)	0,33	0,14	0,37	0,15

Excel'de CRITIC ile ağırlıklandırma işlemi Entropi ile ağırlıklandırma işlemine benzer olarak yapılır. Tablo 34'te B58 hücresine,

"=B$54*B48"

formülü yazılarak E62 hücresine kadar genişletilmiştir. F58 hücresine,

"=ETOPLA(B$56:E$56;"Maks";B58:E58)-ETOPLA(B$56:E$56;"Min";B58:E58)"

formülü yazılarak F62 hücresine kadar genişletilerek eşitlik (2.17)'ye göre alternatiflerin performans değerleri elde edilmiştir. Son olarak G58 hücresine,

"=RANK(F58;$F$58:$F$62;0)"

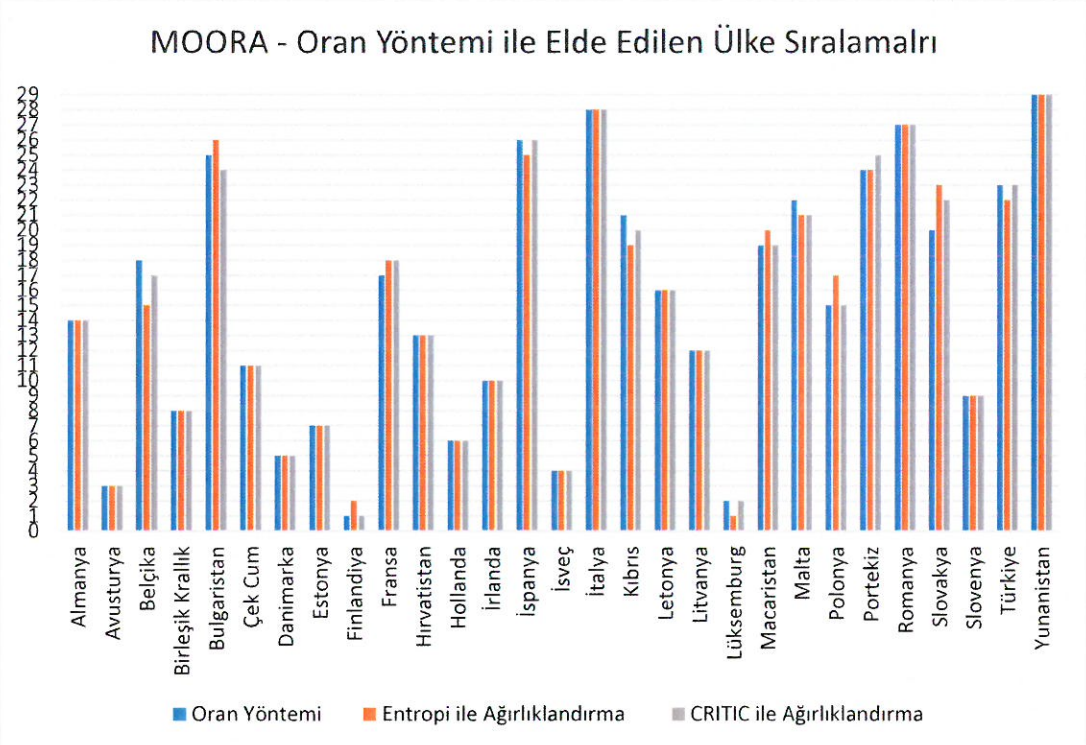
formülü yazılıp G62 hücresine kadar genişletilerek alternatifler sıralanmıştır.

Tablo 34. CRITIC Yöntemi ile Elde Edilen Sıralamalar

	A	B	C	D	E	F	G
56		Maks	Maks	Min	Min		
57		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyetleri(%)	Konut Durumu(%)	S_i	Sıralama
58	Almanya	0,149	0,092	0,117	0,200	-0,076	5
59	İspanya	0,109	0,094	0,155	0,097	-0,049	4
60	Macaristan	0,078	0,085	0,096	0,112	-0,045	2
61	Slovenya	0,095	0,091	0,050	0,133	0,003	1
62	Yunanistan	0,083	0,092	0,151	0,074	-0,049	3

Örnek veriler yardımıyla Oran yönteminin işlem adımları gösterildikten sonra uygulama verileri kullanılarak yapılan ülke sıralamaları Grafik 5'te gösterilmiştir.

Grafik 5. MOORA- Oran Yöntemi ile Ülke Sıralamaları



Oran yöntemi ile yapılan sıralamalar sonucunda ilk üç sırayı sırasıyla; Finlandiya, Lüksemburg ve Avusturya almaktadır. Son sıralarda ise, Yunanistan, Romanya ve İtalya bulunmaktadır. Kriterlerin Entropi yöntemi ile ağırlıklandırılması sonucunda oluşan sıralamada, Lüksemburg birinci sıraya geçerken Finlandiya ikinci, Avusturya üçüncü olmuştur. Sıralamada sonuncu olan ülkeler değişmemiştir.

Kriterlerin CRITIC yöntemi ile ağırlıklandırılması sonucunda elde edilen sıralamada ilk üç ve son üç ülke değişmemiştir. Oran yönteminde, kriter ağırlıklarının eşit ağırlık değerlerine sahip olması durumu ile kriter değerlerinin Entropi yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi sonucu elde edilen sıralamalar arasında Spearman sıra korelasyon değeri hesaplandığında, %99,16, CRITIC yöntemi kriter ağırlıkları belirlenmesi sonucu, %99,75 benzerlik bulunmuştur. Bu durumda, Entropi yönteminin CRITIC yönteminden daha belirleyici olduğu söylenebilir.

Türkiye, oran yöntemi ile yapılan sıralamada 23. ülke olmuştur. Kriterlerin entropi yöntemi ile ağırlıklandırılması sonucunda 22. ülke olmuştur. Kriterlerin CRITIC yöntemi ile belirlenmesi sonucunda ise, konumu değişmemiştir.

7.3.5. MOORA – Referans nokta yaklaşımı yöntemi adımlarının örneklendirilmesi ve bulgular

MOORA yönteminin alt yöntemlerinden biri olan Referans Nokta Yaklaşımı ile yapılan sıralama adımlarının ilk iki adımı Oran yöntemiyle aynıdır. Yani karar matrisini oluşturduktan sonra normalize edilmiş matris eşitlik (2.12) ile oluşturulur. Normalize edilmiş matris oluşturulduktan sonra kriterlerin fayda – maliyet durumlarına göre bir referans serisi elde edilir. Fayda yönlü kriterlerde; ait olduğu sütunun en büyük değeri referans serisinin elemanı olurken, maliyet yönlü kriterlerde; kriterin ait olduğu sütundaki en küçük değer referans serisinin elemanı olur. Referans serisi elde edilirken, G12 hücresine,

"=EĞER(B$10="Maks";MAK(B13:B17);MİN(B13:B17))"

koşullu formülü yazılarak E12 hücresine kadar genişletilmiştir.

Tablo 35. Referans Serisi

	A	B	C	D	E
10		Maks	Maks	Min	Min
11		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti(%)	Konut Durumu(%)
12	Referans	0,630	0,462	0,187	0,253
13	Almanya	0,630	0,452	0,436	0,685
14	İspanya	0,460	0,462	0,576	0,334
15	Macaristan	0,329	0,420	0,358	0,383
16	Slovenya	0,400	0,449	0,187	0,457
17	Yunanistan	0,352	0,452	0,561	0,253

Referans serisi ile diğer değerler arasındaki uzaklığı bulmak için eşitlik (2.19)'da gösterilen metrik işlemi kullanılır. G22 hücresine,

"=MUTLAK(B$12-B13)"

formülü yazılarak E26 hücresine kadar genişletilmiş ve referans seri ile diğer matris elemanları arasındaki uzaklıklar bulunmuştur. F22 hücresine,

"=MAK(B22:E22)"

formülü yazılıp F26 hücresine kadar genişleterek alternatiflerin kriterlerde aldığı en büyük değerler bulunmuştur. Alternatiflerin kriterlerde aldığı en büyük değerler bulunduktan sonra G22 hücresine,

"=RANK(F22;$F$22:$F$26;1)"

formülü yazılarak G26 hücresine kadar genişletilmiş ve alternatifler arasındaki sıralamalar elde edilmiştir.

Referans noktasına en yakın olan alternatif değeri ilk sırayı almaktadır. Benzer olarak referans noktasına en uzak alternatif de en son sırayı almaktadır.

Tablo 36. Referans Nokta Yaklaşımı ile Alternatif Sıralamaları

	A	B	C	D	E	F	G
20		Maks	Maks	Min	Min		
21		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti(%)	Konut Durumu(%)	En Büyük D.	Sıralama
22	Almanya	0,000	0,009	0,249	0,432	0,432	5
23	İspanya	0,170	0,000	0,389	0,082	0,389	4
24	Macaristan	0,301	0,041	0,171	0,130	0,301	2
25	Slovenya	0,231	0,012	0,000	0,204	0,231	1
26	Yunanistan	0,278	0,009	0,374	0,000	0,374	3

Referans nokta yaklaşımı, eşit öneme sahip olmayan kriterlerle hesaplamak için referans serisi ve normalize edilmiş karar matrisi değerlerinin kriter ağırlıkları ile çarpılması gerekir. Entropi ve CRITIC yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarının referans nokta yaklaşımı ile kullanılmasına dair örnek çözüm aşağıda verilmiştir. Referans serisinin elde edilmesi, Tablo 35'te elde edilmesi süreci ile aynıdır.

Tablo 37. Entropi Ağırlıkları ve Referans Serisi

	A	B	C	D	E
29		Maks	Maks	Min	Min
30		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti(%)	Konut Durumu(%)
31	Referans	0,630	0,462	0,187	0,253
32	Almanya	0,630	0,452	0,436	0,685
33	İspanya	0,460	0,462	0,576	0,334
34	Macaristan	0,329	0,420	0,358	0,383
35	Slovenya	0,400	0,449	0,187	0,457
36	Yunanistan	0,352	0,452	0,561	0,253
37					
38	wj (Entropi)	0,33	0,14	0,37	0,15

Metrik işlemi yani referans seri ile matris değerlerinin arasındaki fark hesaplanmadan önce kriter ağırlıklarının matris elemanları ile çarpılması gerekir. Bunun için Tablo 38'de gösterilen B43 hücresine,

"=B$38*B31"

formülü yazılarak E48 hücresine kadar genişletilir.

Tablo 38. Entropi Ağırlıkları ile Hesaplanan Matris Değerleri

	A	B	C	D	E
41		Maks	Maks	Min	Min
42		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti(%)	Konut Durumu(%)
43	Referans	0,210	0,066	0,069	0,039
44	Almanya	0,210	0,065	0,161	0,106
45	İspanya	0,153	0,066	0,213	0,052
46	Macaristan	0,109	0,060	0,132	0,059
47	Slovenya	0,133	0,065	0,069	0,070
48	Yunanistan	0,117	0,065	0,207	0,039

Referans seri ve matris değerleri arasındaki fark eşitlik (19)'da verilen metrik işlemi ile hesaplanır. Bu işlem için B53 hücresine,

"=MUTLAK(B$43-B44)"

formülü yazılarak E57 hücresine kadar genişletilir. Alternatiflerin kriterlerde aldığı en büyük değeri bulmak için F53 hücresine,

"=MAK(B53:E53)"

formülü yazılarak F57 hücresine kadar genişletilir.

Nesnel ağırlıklandırma yöntemi olan Entropi değerleri ile referans nokta yaklaşımı ile sıralama oluşturmak için G53 hücresine,

"=RANK(F53;$F$53:$F$57;1)"

formülü yazılıp G57 hücresine kadar genişletilir.

Tablo 39. Entropi Ağırlıkları İle Ülke Sıralamaları

	A	B	C	D	E	F	G
51		Maks	Maks	Min	Min		
52		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti(%)	Konut Durumu(%)	En Büyük D.	Sıralama
53	Almanya	0,000	0,001	0,092	0,067	0,092	2
54	İspanya	0,057	0,000	0,144	0,013	0,144	5
55	Macaristan	0,100	0,006	0,063	0,020	0,100	3
56	Slovenya	0,077	0,002	0,000	0,031	0,077	1
57	Yunanistan	0,093	0,001	0,138	0,000	0,138	4

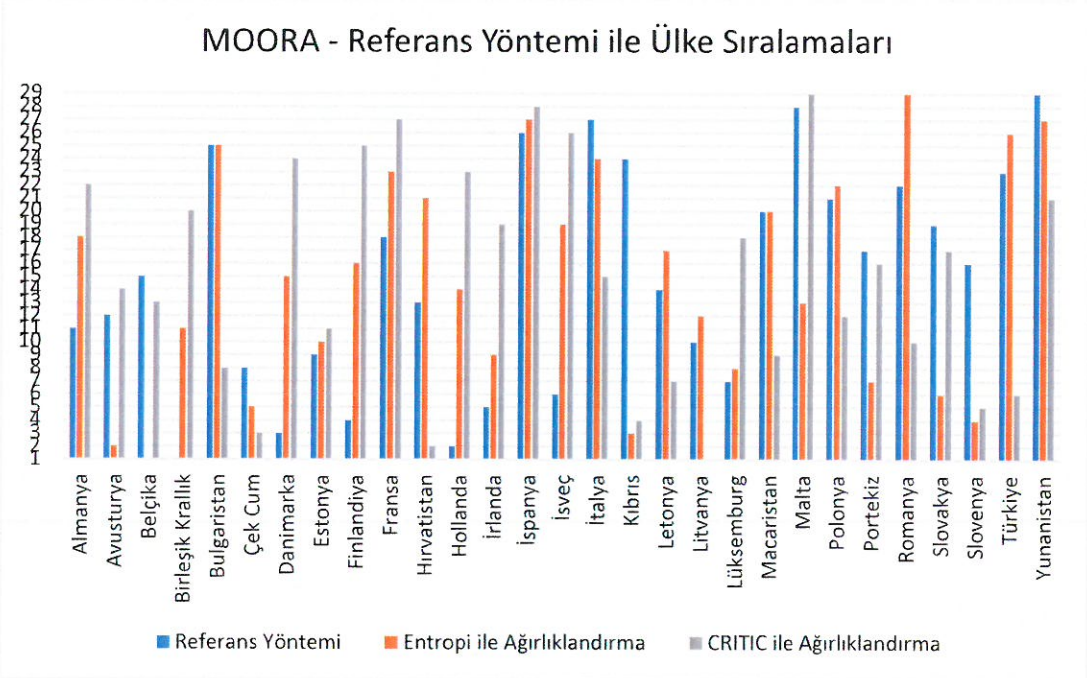
Entropi ağırlıklandırma yöntemi ile belirlenen gösterge ağırlıkları ile yapılan ülke sıralamasında; Slovenya birinci sırada, İspanya beşinci sırada bulunmuştur. CRITIC yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları ile elde edilen sıralama ile Entropi yöntemi ile elde edilen sıralama aynı adımlardan oluşur.

Tablo 40. CRITIC Ağırlıkları İle Ülke Sıralamaları

	A	B	C	D	E	F	G
81		Maks	Maks	Min	Min		
82		Gayri Safi Milli Gelir($)	Ort. Yaşam Süresi(yıl)	Eğitim Faaliyeti(%)	Konut Durumu(%)	En Büyük D.	Sıralama
83	Almanya	0,000	0,002	0,067	0,126	0,126	5
84	İspanya	0,040	0,000	0,105	0,024	0,105	4
85	Macaristan	0,071	0,008	0,046	0,038	0,071	2
86	Slovenya	0,055	0,002	0,000	0,059	0,059	1
87	Yunanistan	0,066	0,002	0,100	0,000	0,100	3

CRITIC ağırlıklandırma yöntemi ile belirlenen gösterge ağırlıkları ile yapılan ülke sıralamasında; Slovenya birinci sırada, Almanya beşinci sırada bulunmuştur. CRITIC yöntemi ile Entropi yöntemi farklı ağırlıklandırma yöntemleri olduğundan ülke sıralamalarında da farklı sonuçların elde edilmesine neden olmuştur. Kısacası farklı ağırlıklandırma yöntemleri farklı sonuçların elde edilmesini sağlar.

Grafik 6. MOORA- Referans Yöntemi İle Ülke Sıralamaları



Ülke sıralamaları referans nokta yaklaşımına göre yapıldığında, ilk üç sırayı; Birleşik Krallık, Hollanda ve Danimarka almaktadır. Son üç sırayı ise; Yunanistan, Malta ve İtalya almaktadır.

Referans nokta yaklaşımı yönteminde, kriterlerin Entropi yöntemi ile ağırlıklandırılması sonucunda ülke sıralamaları büyük oranda değişmiştir. İlk üç ülke; Belçika, Avusturya ve Kıbrıs olurken, son üç ülke; Romanya, Yunanistan ve İspanya olmuştur.

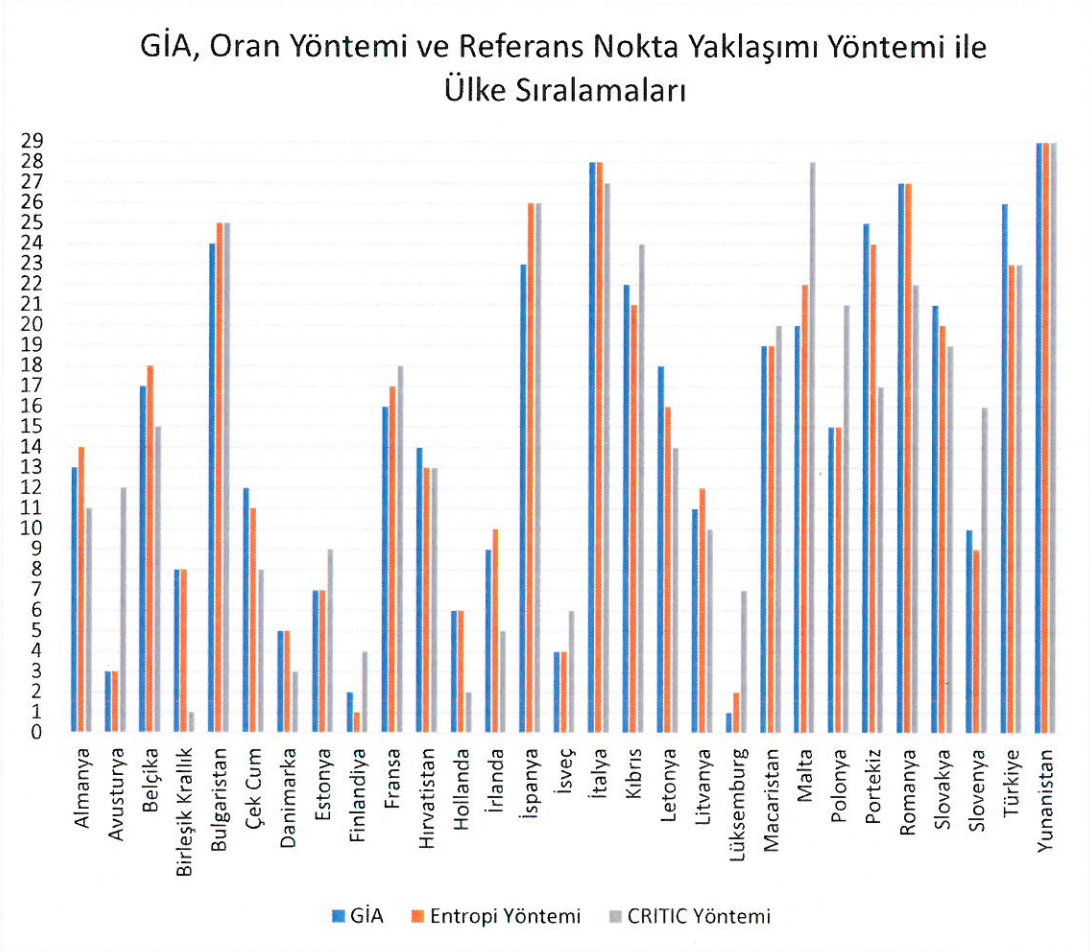
Referans nokta yaklaşımı yönteminde, kriterlerin CRITIC yöntemi ile ağırlıklandırılması sonucunda ülke sıralamalarında ise, ilk üç sıradaki ülkeler; Litvanya, Hırvatistan ve Çek Cumhuriyeti, son üç sıradaki ülkeler; Malta, İspanya ve Fransa olmuştur. Türkiye ülke sıralamaları arasında 6. olmuştur.

Sıralamalar arasındaki farklılığın nedeni, kriterlerin ağırlık (önem derecesi) değerlerinin farklı yöntemlerle belirlenmesinden kaynaklanmaktadır.

Kriter ağırlıklarının, referans nokta yaklaşımında sonuca etkisinin oran yöntemi'ne göre daha fazla olduğu söylenebilir.

7.4. GİA ve MOORA Yöntemleri ile Elde Edilen Bulguların Karşılaştırılması

Grafik 7. GİA ve MOORA Yöntemleri ile Elde Edilen Ülke Sıralamaları



GİA ve Oran Yöntemi ile elde edilen sıralamalar, Spearman Sıra Korelasyon değeri hesaplandığında, %99,01 oranında benzerlik bulunmuştur. GİA ve Oran Yöntemi, Entropi Yöntemi ile ele alındığında %98,76 oranında benzerlik bulunmuştur. GİA ve Oran Yöntemi, CRITIC Yöntemi ile ele alındığında %98,37 oranında benzerlik bulunmuştur. Telafi edici ÇKKV yöntemleri olan GİA ve Oran Yöntemi'nin büyük oranda benzer skorlar ürettiği söylenebilir. GİA ve MOORA - Oran Yöntemleri ile elde edilen sıralamalar büyük oranda benzerlik göstermesine rağmen, MOORA – Referans Yöntemi ile karşılaştırılıp, Spearman Sıra Korelasyon değeri hesaplandığında; yaklaşık olarak %87-89 oranında benzerlik bulunmuştur. Bu durumda MOORA- Referans Nokta Yaklaşımı'nın, GİA ve MOORA – Oran Yöntemleri'nden farklı skorlar ürettiği söylenebilir.

Spearman Sıra Korelasyon Değerleri ile elde edilen sıralamalar arasındaki benzerliği gösteren tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 41.Yöntemlerin Spearman Sıra Korelasyon Değerleri

	GİA	Oran Yöntemi	Referans Nokta Y.
GİA	1	-	-
Oran Yöntemi	99.01	1	-
Referans Nokta Y.	87.3	88.67	1

8. Sonuç ve Öneriler

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesi, ülkeler arasındaki kültürel, sosyal, ekonomik, çevresel, siyasal vb. birçok durumun karşılaştırılmasına olanak tanımaktadır. Belirli alanlarda yapılan gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde yaşanan en büyük sorunlardan biri hangi göstergelerin kullanılması gerektiği sorunudur. Bu anlamda pek çok çalışmada referans olarak İGE göstergeleri kullanılmaktadır. Ancak İGE göstergelerinin kapsam itibariyle eksik olduğu açıktır.

Bu nedenle çalışmada İGE göstergelerinin ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin karşılaştırılmasında kapsam açısından yetersiz olduğu kabul edilerek yaşam kalitesi göstergeleri de eklenmiştir. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre sıralamasında telafi edici ÇKKV yöntemleri olan, GİA ve MOORA yöntemleri kullanılmıştır. Ülkelerin karşılaştırılmasında kullanılan göstergelerin ağırlıkları ise CRITIC ve Entropi yöntemleri kullanılmıştır.

Göstergelerin, Entropi yöntemi ile ağırlıklarının belirlenmesi sonucunda, en büyük önem derecesine sahip göstergeler; K15 (konut durumu), K1 (kişi başı GSMG) ve K3 (beklenen okullaşma süresi) olduğu; CRITIC yöntemi ile ağırlıklarının belirlenmesi sonucunda ise en önemli göstergelerin; K15 (konut durumu ile ilgili memnuniyetsizlik), K4 (doğumda beklenen yaşam süresi) ve K3 (beklenen okullaşma süresi) olduğu görülmüştür. Entropi ve CRITIC yöntemleri ile belirlenen gösterge ağırlıklarına göre benzer sonuçlar verdiği ve ülke sıralamalarını en çok etkileyen göstergenin konut durumu göstergesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

GİA yönteminde göstergelerin eşit önem derecesine sahip olması durumu ile Entropi ve CRITIC yöntemleri ile belirlenmesi durumu arasında çok büyük sıralama farklarının oluşmadığı fakat Entropi yönteminin CRITIC yöntemine oranla ülke sıralamalarında daha belirleyici olduğu görülmüştür. Benzer olarak MOORA – Oran yöntemi ile göstergelerinin eşit önem derecesine sahip olması durumu ile göstergelerin önem derecelerinin Entropi ve CRITIC yöntemleri ile belirlenmesi durumunda yapılan ülke sıralamalarında yine çok büyük sıralama farklılığının oluşmadığı, benzer olarak Entropi yönteminin ülke sıralamalarında daha belirleyici bir rol aldığı görülmüştür. MOORA – Referans yönteminde ise, göstergelerin eşit öneme sahip olması durumu ile göstergelerin Entropi ve CRITIC yöntemleri ile önem derecelerinin belirlenmesi durumunda ülke sırlamaları arasında büyük farklılıklar oluştuğu görülmüştür. Entropi ve CRITIC yöntemleri ile belirlenen gösterge ağırlıklarının MOORA – Referans Yöntemi ile yapılan analizleri büyük oranda etkilediği görülmüştür.

GİA ve MOORA – Oran Yöntemlerinin ülke sırlamalarında benzer sonuçlar ürettiği, MOORA – Referans yönteminin ise çok farklı sonuçlar ürettiği görülmüştür.

GİA yöntemi ile yapılan ülke sıralamalarında ilk üç ülke; Lüksemburg, Finlandiya ve Avusturya, son üç ülke ise; Yunanistan, İtalya ve Romanya olmuştur. Türkiye ise, 26. sırayı almıştır.

MOORA – Oran Yöntemi ile yapılan ülke sıralamalarında ilk üç ülke; Finlandiya, Lüksemburg ve Avusturya, son üç ülke ise; Yunanistan, İtalya ve Romanya olmuştur. Türkiye, 23. sırayı almıştır.

MOORA – Referans Yöntemi ile yapılan ülke sıralamalarında ilk üç ülke; Birleşik Krallık, Hollanda ve Danimarka, son üç ülke ise; Yunanistan, Malta ve İtalya olmuştur. Türkiye, 23. sırayı almıştır.

Kriter ağırlıklarının kullanıldığı analizlerde; kriter ağırlık bilgisinin, Referans Nokta Yaklaşımı Yöntemi ile elde edilen sıralamaları, Oran Yöntemi'ne göre elde edilen sıralamalardan daha fazla etkilediği görülmüştür.

Ağırlıklandırma yöntemleri, ülkemizde hızla ele alınması gereken iyileştirmeler konusunda sorumlu yöneticilere bilgi sağlayacaktır. Bu kriterlerde gösterilecek iyileşme ise, ülkemizi insani gelişmişlik düzeyi açısından daha iyi bir noktaya taşıyacaktır.

Ekler

Sayfa

Ek 1. Göstergelere Ait Korelasyon Matrisi 90

Ek 2. Göstergelere Ait Standart Sapma Değerleri..... 91

Ek 3. CRITIC Yöntemi ile Belirlenen Gösterge Ağırlıkları 92

Ek 4. Entropi Yöntemi ile Belirlenen Gösterge Ağırlıkları 93

Ek 5. GİA Yöntemi ile Ülkelerin İnsani Gelişmişlik Sıralamaları 94

Ek 6. MOORA – Oran Yöntemi ile Ülkelerin İnsani Gelişmişlik Sıralamaları..... 95

Ek 7.MOORA- Referans Yöntemi ile Ülkelerin İnsani Gelişmişlik Sıralamaları .. 96

Ek 8. Kullanılan Yöntemler ile Ülkelerin İnsani Gelişmişlik Sıralamaları..... 97

Ek 1. Göstergelere Ait Korelasyon Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24	K25	K26	K27
K1	1,000	0,350	0,336	0,726	0,868	0,363	0,733	0,628	0,326	0,480	0,597	0,473	-0,132	0,119	-0,706	-0,075	0,379	0,530	0,453	0,518	0,323	0,493	0,447	0,640	0,381	0,667	0,355
K2	0,350	1,000	0,237	-0,024	0,489	0,441	0,192	0,400	0,537	0,399	0,428	0,411	0,213	0,556	-0,369	0,310	0,314	0,174	0,364	0,468	0,309	0,434	0,292	0,542	0,415	0,479	0,517
K3	0,336	0,237	1,000	0,402	0,028	0,315	0,199	0,306	0,100	0,196	0,183	0,230	-0,040	-0,049	-0,359	-0,066	0,140	-0,003	0,210	0,253	0,009	0,242	0,011	0,224	0,040	0,107	-0,081
K4	0,726	-0,024	0,402	1,000	-0,044	0,085	0,546	0,322	-0,106	0,353	0,224	0,062	-0,406	-0,388	-0,417	-0,317	0,097	0,223	0,078	0,122	-0,040	0,065	0,127	0,382	0,107	0,266	-0,143
K5	0,868	0,489	0,028	-0,044	1,000	0,448	0,472	0,640	0,512	0,590	0,664	0,744	0,074	0,562	-0,502	0,637	0,790	0,381	0,655	0,670	0,633	0,716	0,622	0,824	0,894	0,736	0,686
K6	0,363	0,441	0,315	0,085	0,448	1,000	0,450	0,590	0,638	0,496	0,669	0,629	0,073	0,489	-0,316	0,164	0,491	0,479	0,503	0,498	0,597	0,631	0,485	0,522	0,424	0,480	0,450
K7	0,733	0,192	0,199	0,546	0,472	0,450	1,000	0,590	0,257	0,553	0,616	0,550	-0,021	0,196	-0,532	0,024	0,495	0,598	0,445	0,462	0,419	0,521	0,544	0,643	0,452	0,698	0,483
K8	0,628	0,400	0,306	0,322	0,640	0,590	0,590	1,000	0,644	0,693	0,794	0,772	0,097	0,346	-0,646	0,272	0,624	0,574	0,715	0,654	0,615	0,798	0,596	0,727	0,648	0,726	0,471
K9	0,326	0,537	0,300	-0,106	0,512	0,638	0,257	0,644	1,000	0,325	0,611	0,838	0,219	0,559	-0,590	0,361	0,421	0,194	0,527	0,519	0,437	0,787	0,432	0,488	0,474	0,429	0,438
K10	0,480	0,399	0,196	0,353	0,590	0,496	0,553	0,693	0,325	1,000	0,703	0,489	0,188	0,304	-0,498	0,281	0,670	0,604	0,644	0,693	0,647	0,491	0,546	0,673	0,587	0,609	0,489
K11	0,597	0,428	0,183	0,224	0,664	0,669	0,616	0,794	0,611	0,703	1,000	0,775	0,208	0,478	-0,537	0,321	0,780	0,674	0,742	0,727	0,738	0,729	0,674	0,689	0,568	0,736	0,491
K12	0,473	0,411	0,230	0,062	0,744	0,629	0,550	0,772	0,838	0,489	0,775	1,000	0,046	0,451	-0,646	0,496	0,702	0,433	0,656	0,686	0,630	0,923	0,614	0,676	0,701	0,618	0,492
K13	-0,132	0,213	-0,040	-0,406	0,074	0,073	-0,021	0,097	0,219	0,188	0,208	0,046	1,000	0,539	-0,083	-0,073	0,139	0,142	0,259	0,236	0,234	0,183	0,156	0,104	-0,077	0,219	0,342
K14	0,119	0,556	-0,049	-0,388	0,562	0,489	0,196	0,346	0,559	0,304	0,478	0,451	0,539	1,000	-0,421	0,220	0,361	0,259	0,363	0,380	0,364	0,501	0,336	0,538	0,477	0,629	0,794
K15	-0,706	-0,369	-0,359	-0,417	-0,502	-0,316	-0,532	-0,646	-0,590	-0,498	-0,537	-0,646	-0,083	-0,421	1,000	-0,140	-0,454	-0,240	-0,450	-0,508	-0,218	-0,664	-0,343	-0,711	-0,604	-0,684	-0,559
K16	-0,075	0,310	-0,066	-0,317	0,637	0,164	0,024	0,272	0,361	0,281	0,321	0,496	-0,073	0,220	-0,140	1,000	0,534	0,141	0,243	0,286	0,353	0,368	0,329	0,296	0,495	0,194	0,278
K17	0,379	0,314	0,140	0,097	0,790	0,491	0,485	0,624	0,421	0,670	0,780	0,702	0,139	0,361	-0,454	0,534	1,000	0,501	0,722	0,750	0,809	0,681	0,632	0,730	0,681	0,671	0,504
K18	0,530	0,174	-0,003	0,223	0,381	0,479	0,598	0,574	0,194	0,604	0,674	0,433	0,142	0,259	-0,240	0,141	0,501	1,000	0,431	0,503	0,636	0,424	0,668	0,433	0,393	0,603	0,463
K19	0,453	0,364	0,210	0,078	0,655	0,503	0,445	0,715	0,527	0,644	0,742	0,696	0,259	0,363	-0,450	0,243	0,722	0,431	1,000	0,915	0,815	0,676	0,633	0,644	0,559	0,560	0,391
K20	0,518	0,468	0,253	0,122	0,670	0,498	0,462	0,654	0,519	0,693	0,727	0,686	0,236	0,380	-0,508	0,386	0,750	0,503	0,915	1,000	0,822	0,738	0,602	0,735	0,588	0,623	0,467
K21	0,323	0,309	0,009	-0,040	0,633	0,597	0,419	0,615	0,437	0,647	0,758	0,630	0,234	0,364	-0,218	0,353	0,809	0,626	0,815	0,822	1,000	0,682	0,694	0,663	0,462	0,544	0,448
K22	0,493	0,434	0,242	0,065	0,716	0,631	0,521	0,798	0,787	0,491	0,729	0,923	0,183	0,501	-0,664	0,368	0,681	0,424	0,676	0,738	0,682	1,000	0,551	0,780	0,688	0,695	0,562
K23	0,447	0,292	0,011	0,127	0,622	0,485	0,544	0,596	0,432	0,546	0,674	0,614	0,156	0,336	-0,343	0,329	0,632	0,668	0,633	0,662	0,694	0,551	1,000	0,504	0,478	0,618	0,491
K24	0,640	0,542	0,224	0,282	0,824	0,522	0,643	0,727	0,488	0,673	0,689	0,676	0,104	0,538	-0,711	0,396	0,730	0,433	0,644	0,735	0,603	0,780	0,504	1,000	0,837	0,903	0,763
K25	0,381	0,415	0,040	0,107	0,894	0,424	0,452	0,648	0,474	0,587	0,568	0,701	-0,077	0,477	-0,604	0,495	0,681	0,793	0,559	0,588	0,462	0,688	0,478	0,837	1,000	0,735	0,635
K26	0,667	0,479	0,107	0,266	0,736	0,480	0,698	0,726	0,429	0,609	0,736	0,618	0,219	0,629	-0,684	0,194	0,671	0,603	0,560	0,623	0,544	0,695	0,618	0,903	0,735	1,000	0,811
K27	0,355	0,517	-0,081	-0,143	0,686	0,450	0,483	0,471	0,438	0,489	0,491	0,492	0,342	0,794	-0,559	0,278	0,504	0,463	0,391	0,467	0,448	0,562	0,491	0,763	0,635	0,811	1,000

Ek 2. Göstergelere Ait Standart Sapma Değerleri

Gösterge Numarası	Standart Sapma Değerleri
K1	0,2458
K2	0,2366
K3	0,2712
K4	0,3009
K5	0,1968
K6	0,2209
K7	0,2975
K8	0,2548
K9	0,2300
K10	0,2963
K11	0,2629
K12	0,2627
K13	0,1999
K14	0,2781
K15	0,2743
K16	0,2335
K17	0,2621
K18	0,2505
K19	0,3122
K20	0,3096
K21	0,2527
K22	0,2593
K23	0,2818
K24	0,2284
K25	0,1912
K26	0,2196
K27	0,2535

Ek 3. CRITIC Yöntemi ile Belirlenen Gösterge Ağırlıkları

Gösterge Numarası	Ağırlık (Önem Derecesi)
K1	0,0358
K2	0,0363
K3	0,0551
K4	0,0643
K5	0,0224
K6	0,0295
K7	0,0412
K8	0,0283
K9	0,0318
K10	0,0367
K11	0,0276
K12	0,0296
K13	0,0415
K14	0,0425
K15	0,0941
K16	0,0420
K17	0,0302
K18	0,0357
K19	0,0371
K20	0,0350
K21	0,0304
K22	0,0286
K23	0,0360
K24	0,0244
K25	0,0241
K26	0,0243
K27	0,0340

Ek 4. Entropi Yöntemi ile Belirlenen Gösterge Ağırlıkları

Gösterge Numarası	Ağırlık (Önem Derecesi)
K1	0,0640
K2	0,0243
K3	0,0630
K4	0,0463
K5	0,0147
K6	0,0210
K7	0,0517
K8	0,0325
K9	0,0184
K10	0,0600
K11	0,0329
K12	0,0257
K13	0,0178
K14	0,0529
K15	0,0828
K16	0,0274
K17	0,0301
K18	0,0449
K19	0,0565
K20	0,0500
K21	0,0331
K22	0,0235
K23	0,0523
K24	0,0186
K25	0,0131
K26	0,0198
K27	0,0227

Ek 5. GİA Yöntemi ile Ülkelerin İnsani Gelişmişlik Sıralamaları

Ülkeler	GİA	Entropi	CRITIC
Almanya	13	13	14
Avusturya	3	3	4
Belçika	17	15	16
Birleşik Krallı	8	9	9
Bulgaristan	24	26	24
Çek Cum	12	11	12
Danimarka	5	5	5
Estonya	7	10	8
Finlandiya	2	2	2
Fransa	16	16	15
Hırvatistan	14	14	13
Hollanda	6	6	6
İrlanda	9	7	7
İspanya	23	23	23
İsveç	4	4	3
İtalya	28	29	29
Kıbrıs	22	20	21
Letonya	18	17	18
Litvanya	11	12	11
Lüksemburg	1	1	1
Macaristan	19	21	20
Malta	20	19	19
Polonya	15	18	17
Portekiz	25	25	25
Romanya	27	28	28
Slovakya	21	22	22
Slovenya	10	8	10
Türkiye	26	24	26
Yunanistan	29	27	27

Ek 6. MOORA – Oran Yöntemi ile Ülkelerin İnsani Gelişmişlik Sıralamaları

Ülkeler	MOORA- Oran	Entropi	CRITIC
Almanya	14	14	14
Avusturya	3	3	3
Belçika	18	15	17
Birleşik Krallık	8	8	8
Bulgaristan	25	26	24
Çek Cum	11	11	11
Danimarka	5	5	5
Estonya	7	7	7
Finlandiya	1	2	1
Fransa	17	18	18
Hırvatistan	13	13	13
Hollanda	6	6	6
İrlanda	10	10	10
İspanya	26	25	26
İsveç	4	4	4
İtalya	28	28	28
Kıbrıs	21	19	20
Letonya	16	16	16
Litvanya	12	12	12
Lüksemburg	2	1	2
Macaristan	19	20	19
Malta	22	21	21
Polonya	15	17	15
Portekiz	24	24	25
Romanya	27	27	27
Slovakya	20	23	22
Slovenya	9	9	9
Türkiye	23	22	23
Yunanistan	29	29	29

Ek 7.MOORA- Referans Yöntemi ile Ülkelerin İnsani Gelişmişlik Sıralamaları

Ülkeler	MOORA-Referans	Entropi	CRITIC
Almanya	11	18	22
Avusturya	12	2	14
Belçika	15	1	13
Birleşik Krallık	1	11	20
Bulgaristan	25	25	8
Çek Cum	8	5	3
Danimarka	3	15	24
Estonya	9	10	11
Finlandiya	4	16	25
Fransa	18	23	27
Hırvatistan	13	21	2
Hollanda	2	14	23
İrlanda	5	9	19
İspanya	26	27	28
İsveç	6	19	26
İtalya	27	24	15
Kıbrıs	24	3	4
Letonya	14	17	7
Litvanya	10	12	1
Lüksemburg	7	8	18
Macaristan	20	20	9
Malta	28	13	29
Polonya	21	22	12
Portekiz	17	7	16
Romanya	22	29	10
Slovakya	19	6	17
Slovenya	16	4	5
Türkiye	23	26	6
Yunanistan	29	28	21

Ek 8. Kullanılan Yöntemler ile Ülkelerin İnsani Gelişmişlik Sıralamaları

Ülkeler	GİA	Oran Yöntemi	Referans N.Y.
Almanya	13	14	11
Avusturya	3	3	12
Belçika	17	18	15
Birleşik Krallık	8	8	1
Bulgaristan	24	25	25
Çek Cum	12	11	8
Danimarka	5	5	3
Estonya	7	7	9
Finlandiya	2	1	4
Fransa	16	17	18
Hırvatistan	14	13	13
Hollanda	6	6	2
İrlanda	9	10	5
İspanya	23	26	26
İsveç	4	4	6
İtalya	28	28	27
Kıbrıs	22	21	24
Letonya	18	16	14
Litvanya	11	12	10
Lüksemburg	1	2	7
Macaristan	19	19	20
Malta	20	22	28
Polonya	15	15	21
Portekiz	25	24	17
Romanya	27	27	22
Slovakya	21	20	19
Slovenya	10	9	16
Türkiye	26	23	23
Yunanistan	29	29	29

Kaynakça

Ahn, B.S. (2011). Compatible weighting method with rank order centroid: Maximum entropy ordered weighted averaging approach. *European Journal of Operational Research, 212 (2011)*, 552–559.

Ahuja, R.K.; Magnanti, T.L. ve Orlin, J.B. (1993). *Network flows: Theory, Algorithms and application.* USA: Prentice-Hill.

Aladağ, Z. (2011). *Karar teorisi.* İzmit-Kocaeli: Umuttepe Yayınları

Anand, S. ve Sen, A.K., (1994). Human development index: methodology and measurment. *Human Development Report Office Occosional Paper.* UNDP, New York.

Anderson, D.R.; Sweeney, D.J.; Williams, T.A.; Camm, J.D. ve Martin, K. (2012). *An introduction to management science: quantitative approaches to decision making.* (14. Edition). USA: South- Western.

Aktaş, R.; Doğanay, M.; Gökmen, Y.; Gazibey, Y. ve Türen, U. (2015). *Sayısal karar verme yöntemleri.* İstanbul: Beta Basın Yayın Dağıtım.

Atlas, M. (2016). İstatistik 1 çözümlü örnekler. (5.Baskı). Ankara: Sözkesen Matbaacılık.

Baiocco, R.; Laghi, F. Ve D'Alessio, M. (2009). Decision-making style among adolescent: Relationship with sensation seeking and locus of control. *Journal of adolescence*, 32, 963-976.

Baker, D.; Bridges, D.; Hunter, R.; Johnson, G.; Krupa, J.; Murphy, J. ve Sorenson, K. (2002). Guidebook to decision-making methods. *Developed for the Department of Energy,https://www.researchgate.net/publication/255621095_Guidebook_to_Decision-Making_Methods. (Erişim tarihi: 13.05.2016).*

Balezentis, A.; Balezentis, T. ve Valkauskas, R. (2011). Evaluating situation of Lithuania in the European Union: Structural indicators and MULTIMOORA method. *Ukio Technologinis ir Ekonominis Vystymas, 16(4),* 578-602.

Batley, R.P. ve Daly, A.J. (2006) On the equivalence between elimination-by-aspects and generalised extreme value models of choice behaviour. *Journal of Mathematical Psychology, 50(5),* 456-467.

Billing, R.S. ve Marcus, S.A. (1983). Measures of compensatory and noncompensatory models of decision behavior: process tracing versus policy capturing. *Organizational Behavior And Human Performance, 31,* 331-352.

Brauers, W.K.M.; Balezentis, A. ve Balezentis, T. (2012). EUROPEAN union member states preparing for EUROPE 2020. An application of the MULTIMOORA method. *Technological and Economic Development of Economy, 18(4),* 567-587.

Brauers, W. K. M. ve Ginevičius, R. (2009). Robustness in regional development studies. The case of Lithuania. *Journal of Business Economics and Management, 10(2),* 121-140.

Brauers, W. K. M 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.M ve Zavadskas, E. K. (2010). Project management by MULTIMOORA as an instrument for fransition economies. *Technological and Economic Development, 16(1),* 5-24.

Brauers, W. K. M ve Zavadskas, E. K. (2011). MULTIMOORA optimization used to decide on a bank loan to buy property. *Technological and Economic Development of Economy, 17(1),* 174-188.

Chakraboty, S. (2011). Application of the MOORA method for decision making in manifacturing environment. *The İnternational Journal of Advanced Manufacturing Technology, 54*, 1155-1166.

Chankong, V. ve Haimes, Y.Y. (1983). Multiobjective decision making: Theory and methodology. *North- Holland Series in System Science and Engineering.* (Ed: A. P. Sage). Amerika: North- Holland, ss. 3-23.

Chatterjee, P. ve Chakraborty, S. (2014). Investigating the effect of normalization norms in flexible manufacturing sytem selection using multi-criteria decision-making methods. *Journal of Engineering Science and Technology Review, 7(3),* 141-150.

Chen, M-F. ve Tzeng, G-H. (2004). Combining grey relation and TOPSIS concept for selection an expatriate host country. *Mathematical and Computer Modeling, 40,* 1473-1490.

Chen, M-F.; Tzeng, G-H. ve Ding, C.G. (2008). Combining fuzzy AHP with MDS in identifying the preference similarity of alternatives. *Applied Soft Computing 8,* 110–117.

Chiang, K., (2009). Weight determination for consistently ranking alternatives in multiple criteria decision analysis. *Applied Mathematical Modelling, 34 (2010),* 1779–1787.

Chu, M-T. ve Khosla, R. (2011). Communities of practise based business performance evaluation. *Handbook of research on communities of practice for organizational management and networking: Methodologies for Competitive Advantage.* (Ed:O.R. Hernaez ve E.B.Campos). USA: IGI Global, ss.201-221.

Colson, G. Ve De Bruyn, C. (1989). Models and methods in multiple objective decision making. *Mathematics on Computation, 12(10-11),* 1201-1211.

Çınar, Y. (2004). *Çok nitelikli karar verme ve "bankaların mali performanslarının değerlendirilmesi örneği.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi.

de Almeida, A.T.;Cavalcante, C.A.V.;Alencar, M.H.;Ferreira,R.J.P.; de Almeida-Filho, A.T. ve Garcez, T.V. (2015). Multiobjective and multicriteria and decision models. *Multicriteria and multiobjective models for risk, reliability and maintenance decision analysis.* (Ed:C.C, Price). İsviçre: Springer, ss.1-21.

Değirmenci, İ. (2011). *Entropi ölçüleri ve maksimum entropi ilkesi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi

Dey, B.; Bairagi, B.; Sarkar, B. ve Sanyal, S. (2012). A MOORA based fuzzy multi-criteria decision making approach for supply chain strategy selection. *International Journal of Industrial Engineering Computations, 3 (2012),* 649–662.

Diakoulaki, D.; Mavrotas, G. ve Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The CRITIC methods. *Computers and Operations Research, 22(7),* 763-770.

Dodge, Y. (2008). *The consice encyclopedia of statistics*. New York: Springer

Du, J. ve Wang, X. (2010). The analysis of China's macro-economy with grey dynamic model in 30 years of reform and opening up. *In Advances in Grey Systems Research (141- 152).* Verlag Berlin Heidelberg: Springer

Engineer, M.H.; Roy, N. ve Fink, S. (2010). "Healty" Human development indicies" *Social Indicators Research, 99(1),* 61-80.

Eppel, T.; Mathenson, D.; Miyamato, J.; Wu, G. ve Eriksen, S. (1992). Old and new roles for expected and generalized utility theories. *In Utility Theories: Measurement and Applications.* (Ed: W, Edwards). New York: Springer, ss. 271-294.

Fang, S.C.; Rajasekera, J.R. ve Tsao, H.S.J. (1997). *Entropy optimization and mathematical programming.* Springer: New York

Feng, C.M. ve Wang, R.T. (2000). Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratio. *Journal Of Air Transport Management 6,* 133-142.

Garcia-Cascales, M.S. ve Lamata, M.T. (2012). On rank reversal and TOPSIS method. *Mathematical and Computer Modelling 56,* 123-132.

Gasquez, R., Royuela, V. (2014). Is football an indicator of development at the international level?. *Soc Indic Res, (117),* 827-848.

Gök, M. (2015). *G20 ülkelerinin enerji göstergeleri açısından çok kriterli karar verme teknikleri ile sıralanması.* Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi

Göksu, A. ve Güngör İ. (2008). Bulanık analitik hiyerarşi proses ve üniversite tercih sıralamasında uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(3),* 1-26.

Grimm, M.; Harttgen, K.; Klasen, S. ve Misselhorn, M. (2008). A human development index by income groups. *World Development, 36(12),* 2527-2546.

Gustafson, D.H.; Shukla, R.K.; Delbequ, A. ve Walster, G. W. (1973). A comparative study of differences in subjective likelihood estimates made by individuals, interacting groups, delphi groups, and nominal groups. *Organizational Behavior And Human Performance, 9,* 280-291.

Hanne, T. (1999). Meta decision problems in multiple criteria decision making. *Multicriteria decision making: Advances in MCDM models, algorithms, theory and applications.* (Ed:T.Gal;T.J. Stewart; T.Hanne). New York: Springers, ss. 6-1-6-20.

Hansson, S.O. (1994). *Decision theory: A brief introduction.* Stokholm: Royal Institute of Technology.

Harkness, S. (2004), "Social and political indicators of human well-being", United Nations University, *World Institute for Development Economics Research, Research Paper No. 2004/33.*

Hatami – Marbini, A. ve Kangi, F. (2013). An Extension of Linmap Method for Group Decision Making under Fuzzy Environment. *13. Fuzzy Sistemler Konferansı'nda sunulan poster.* İran: Tehran-North Branch Islamic Azad University.

Hwang C.L. ve Yoon K., (1981) *Multiple attribute decision making methods and applications.* New York: Springer- Verlag.

Ishizaka, A. ve Nemery, P. (2013). *Multi – criteria decision analysis: Methods and software.* West Sussex: Wiley.

Jahan, A.; Mustapha, F.; Sapuan, S. M.; Ismail, Y. ve Bahraminasab, M. (2012). A framework for weighting of criteria in ranking stage of material selection process. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 58*, 411–420.

Jamshidi, M. (1997). *Large – scale systems: modeling, control and fuzzy logic.* New Jersey: Prentice Hall.

Julong, D. (1989). Introduction to grey system theory. *The Journal of Grey System, 1,*1-24

Khairullah, Z. ve Zionts, S. (1979). An experiment with some approaches for solving problems with multiple criteria. *In 3rd International Conference on Multiple Criteria Decision Making.* Konigswinter: Germany.

Kalibatas D. ve Turskis Z. (2008). Multıcrıterıa evaluation of inner climate by using MOORA method. *Information Technology And Control, 37(1),* 79-83.

Kaliszewski, I. (2006). *Soft computing for complex multiple criteria decision making.* Amerika: Springer.

Kao, C. (2010). Weight determination for consistently ranking alternatives in multiple criteria decision analysis. *Applied Mathematical Modeling, 34,* 1779-1787.

Karakaya, G. (1998). *Yönetici eğitiminde karar verme becerileri geliştirilmesi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi.

Kaya, P.; İpekçi Çetin, E. ve Kuruüzüm, A. (2011). Çok kriterli karar verme ile avrupa birliği ve aday ülkelerin yaşam kalitesinin analizi. *Ekonometri ve İstatistik 13,* 80-94.

Kracka, M.; Brauers, W. K. M. ve Zavadskas, E.K. (2010). Ranking heating losses in a building by applying the MULTIMOORA. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, 21(4),* 352-359.

Kundakçı, N. (2016). Combined multi-criteria decision making approach based on machbet and multi-moora methods. *Alphanumeric Journal, 4(1),* 17-26.

Kung, C-Y. ve Wen, K-L. (2007). Applying grey relational analysis and grey decision-making to evaluate the relationship between company attributes and its financial performance—a case study of venture capital enterprises in Taiwan. *Decision Support System, 43,* 842-852.

Kurt, Ü. (2003). *Karar verme sürecinde yöneticilerin kişilik yapılarının etkileri.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Başkent Üniversitesi

Lai, D. (2000). Temporal analysis of human development ındicators: Principal component approach. *Social Indicator Research, 51(3),* 331-366.

Larichev, O. I. (1999). Normative and descriptive aspect of decision making. *Multicriteria decision making: advances in MCDM models, algorithms, theory and applications.* (Ed: T, Gal; T.J. Stewart; T.Hanne). New York: Springers. ss. 5-1-5-20.

Leonard, N. H.; Scholl, R.W. ve Kowalski, K.B. (1999). İnformation processing style and decision making. *Journal of Organizational Behavior, 20,* 407-420.

Linkov, I.; Varghese, A.; Jamil, S.; Seager, T. P.; Kiker, G. ve Bridges, T. (2004). Multi-criteria decision analysis: A framework for structuring remedial decisions at contaminated sites. *Comparative risk assessment and environmental decision making.* (ed: Linkov,I., Ramadan, A. B.). Dorchet: Kluwer Academic Publishers. ss.15-54.

Li, D-F. (2008). Extension of the LINMAP for multiattribute decision making under Atanassov's intuitionistic fuzzy environment. *Fuzzy Optim Decis Making, 7,* 17–34 DOI 10.1007/s10700-007-9022-x

Liu, S. ve Lin, Y. (2006). *Grey information theory and practical applications.* London: Springer - Verlag

Liu, S. ve Lin, Y. (2010). *Grey system theory and applications.* Berlin: Springer

Liu, S., Forrest, J. ve Yang, Y. (2012). A brief introduction to grey systems theory. *Grey Systems: Theory and Application, 2 (2),* 89 – 104.

Lootsma, F. A. (1999). *Multi – criteria decision analysis via ratio and difference judgement.* Hollanda: Kluwer Academic Puplishers.

Majumder, M. (2015). *Impact of urbanization on water shortage in face of climatic aberrations.* Singapor: Springer.

Malczewski, J.;Rinner, C. (2015). Multicriteria decision analysis in geographic information science. Advences in Geographic Information Science. New York: Springer.

Maritimo, J.P. (1993). *Technological forecasting for decision making.* (3.baskı). Amerika: McGraw-Hill.

Marković, Z. (2010). Modification of TOPSIS method for solving of multicriteria tasks. *Yugoslav Journal of Operations Research, 20(1),* 117-143.

Miller, D. W. ve Starr, M. K. (1965). Executive decision and operations research. Amerika: Prentice – Hall.

Munda, G. (2008). *Social multi-criteria evaluation for a sustainable economy.* Berlin:Springer.

Önder, G. Ve Önder, E. (2015). Analitik hiyerarşi süreci. *Operasyonel, yönetsel ve stratejik problemlerin çözümünde çok kriterli karar verme teknikleri.* (ed: B.H. Yıldırım, E. Önder). Bursa: Dora, ss. 21-64.

Özbek, A. (2015). Akademik birim yöneticilerinin MOORA yöntemiyle seçilmesi: Kırıkkale üzerine bir uygulama. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 38,* 1-18.

Özdamar, K. (2003). *Paket programları ile istatistiksel veri analizi-Cilt-2.* (9.Baskı). Eskişehir: Nisan Kitapevi.

Özkan, M. M. (2003). *Bulanık hedef programlama.* Bursa: Ekin Kitabevi.

Peker, İ. ve Baki, B. (2011). Gri ilişkisel analiz yöntemi ile Türk sigortacılık sektörünün performans ölçümü. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 7(1),* 1-18

Pennino, C. M. (2002). Is decision style related to moral development among managers in the U.S.?. *Jounal of Business Ethics, 41(4),* 337-347.

Poznyak, A.S. (2008). *Advenced mathematical tools for automatic control engineers.* Elsevier: Amsterdam.

Qi, W.; Wu, C. ve Sun, Y. (2015). Evaluating corporate social responsibility of airlines using entropy weight and grey relation analysis. *Journal of Air Transport Management, 42,* 55-62.

Ramani, T. L. (2008). *An improved methodology for multi-criteria assesment of highway sustainability.* Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Teksas: Texas A&M University.

Ramani, T. L.; Quadrifoglio, L. ve Zietsman, J. (2010). Accounting for nonlinearity in the MCDM approach for a transportation planning application. *IEEE transactions on engineering management, 57(4),* 702-710.

Ramos, X. (2005). On the application of efficiency analysis to the study of the dimensions of human development. *Review of Income and Wealth, 51(2),* 285-309.

Rechberger, H. ve Brunner, P.H. (2002). A new entropy based method to support waste and resource management decisions. *Environmental Science & Technology, 36,* 809-816.

Reig-Martinez, E. (2012). Social and economic wellbeing in Europe and The Mediterranean basin: Building An Enlarged Human Development Indicator. *Soc Indic Res, 111,* 527-547.

Robbins, S.P.; Decenzo, D. A.; Coulter, M. ve Anderson, I. (2013). *Fundamentals of management.* (7.Edition). New Jersey: Pearson.

Robinson, D.W. (2008). Entropy and Uncertainity. Entropy, 10, 493-506.

Ross, T. J. (2010). *Fuzzy logic with engineering applications.* (third edition). United Kingdom: Wiley.

Rothrock, L. ve Yin, J. (2008). Integrating compensatory and noncompensatory decision making strategies in dynamic task environments. *Decision modeling and behavior in complex and uncertain environments.* (Ed: T. Kugler v.d). New York: Springer, ss. 125-141.

Saaty, T. L. (2005). The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for the measurement of intangible criteria and for decision-making. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Survey.* (Ed: J. Figueira; S. Greco; M. Ehrgott). Amerika: Springer, ss. 345-407.

Safari, H. ve Ebrahimi, E. (2014). Using modified similarity multiple criteria decision making technique to rank countries in terms of human development index. *Journal of Industrial Engineering and Management, 7(1),* 254-275.

Safari, H.; Khanmohammadi, E.; Hafezamini, A. ve Ahangari, S.S. (2013). A new technique for multi criteria decision making based on modified similarity method. *Middle-East Journal of Scientific Research, 14(5),* 712-719.

Sakarya, B. (2007). *From Delphi to scenario by using cluster analysis: Turkish foresight case.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara:ODTÜ.

Sallehuddin, R.; Shamsuddin, S.M.H. ve Hashim, S.Z.M. (2008). Application of grey analysis for multivarite time series. *Eight International Conference on Intelligent Systems Design and Applications.* http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4696371 (Erişim Tarihi: 14.04.2016).

Sarıkaya, M. (2013). *Karar verme süreçleri ve örgütsel sessizlik.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi.

Savitha, K. ve Chandrasekar, C. (2011). Trusted network selection using SAW and TOPSIS algorithms for heterogeneous wireless networks. *International Journal of Computer Applications, 26(8),* 22-29.

Schneider, D.C. (2009). *Quantitative ecology: Measurement, models and scaling.* Amerika: Elsevier.

Scholl, A; Manthey, L; Helm, R. ve Steiner, M. (2005). "Solving multiattribute design problems with analytic hierarchy process and conjoint analysis: *An empirical comparison. European Journal of Operational Research, 164,* 760-777.

Seo, Fumiko. Ve Sakawa, M. (1988). *Multiple criteria decision analysis in regional planning.* Hollanda: D. Reidel Publishing Company.

Sofo, F.; Colapinto, C.; Sofo, M. ve Ammirato, S. (2013). *Addaptive decision making and intellectual styles.* London: Springer.

Sofyalıoğlu, Ç. ve Öztürk, Ş. (2012). Application of grey relational analysis with fuzzy AHP to FMEA method. *Doğuş Üniversitesi Dergisi, 13(1),* 114-130.

Stanimirovic, I. P. (2012). Compendious lexicographic method for multi-objective optimization. *Ser. Math. Inform, 27(1),* 55-66.

Stanton, E. A. (2007). The Human Development Index: A History. Political Economy *Research Institute. Workingpaper Series 127,* http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1101&context=peri_workingpapers (Erişim tarihi: 26.06.2016).

Stanujkic, D.; Magdalinovic, N.; Stojanovic, S. ve Jovanovic, R. (2012). Extension of ratio system part of MOORA method for solving decision-making problems with interval data. *Informatica, (23),* 141-154.

Sun, P.; Jiang, J.; Zheng, F.; Zhao, W.; Liaw, B. Y.; Ruan, H.; Han, Z. ve Zhang, W. (2015). Practical state of health estimation of power batteries based on delphi method and grey relational grade analysis. *Journal of Power Sources, 282,* 146-157.

Svenson, O. (1979). Process description of decision making. *Organizational behavior and human performance, 23,* 86-112.

Şişman, B. ve Eleren, A. (2013). En uygun otomobilin Gri İlişkisel Analiz ve ELECTRE yöntemleri ile seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(3),* 411-429.

Tabucanon, M. T. (1988). *Multiple criteria decision making in industry.* Elsevier Scince Ltd.

Taha, H. A. (2014). *Yöneylem Araştırması.* (Çev: Ş.A. Baray ve Ş. Esnaf). İstanbul: Literatür.

Taner, M. T. (2011). *An analysis on the compotencies and deficiencies of human development ındex: Conclusions drawn for Turkey.* Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gebze: Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Temuçin, T. (2012). *A new C sharp based hybrid decision support software and an application to cutting technology selection.* Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Deniz Harp Okulu

Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-criteria decision making methods: A comparative study.* Dordrecht: Springer.

Triantaphyllou, E; Shu, B; Sanchez,S.N. ve Ray, T. (1998). Multi-criteria decision making: An operations research approach. *Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, 15,* 175-186.

Tversky, A. (2004). *Elemination by aspect: A theory of choise. preference, belief and similarity* .(ed: E. Shafir). London: The MIT Press Cambridge, ss.463-492.

Tzeng, G-H. ve Huang, J-J. (2011). *Multiple attribute decision making methods and applications.* Florida: CRC Press.

Ulucan, A. (2007). *Yöneylem araştırması, işletmecilik uygulamalı bilgisayar destekli modelleme.* Ankara: Siyasal Kitabevi.

UNDP, (2015). Human development report 2015. *United Nations Development Programme,* New York.

UNDP, (2015). *Human development report technical notes 2015.* United Nations Development Programme, New York.

Urfalıoğlu, F. ve Genç, R. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleri ile Türkiye'nin ekonomik performansının Avrupa Birliği üye ülkeleri ile karşılaştırılması. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi, 35 (2),* 329-360.

Uyanık, Ş. (2011). *A supplier evaluation application using multi criteria decision approaches: Comparison hybrid grey relational analysis and fuzzy logic integrated AHP.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Fatih Üniversitesi

Vafaei, N.; Ribeiro,R. A. ve Camarinha-Matos, L. M. (2016). Normalization techniques for multi-criteria decision making: Analytical Hierarchy Process case study. *In: Technological Innovation for Cyber-Physical Systems, IFIP AICT series 470/2016*, Springer, ss. 261-269, DOI: 10.1007/978-3-319-31165-4_26.

Winston, W. L.(1994). *Operations research: applications and algorithms*. (Third Edition). California: Duxbury Press.

Wu, H. H. (2002). A comparative study of using Grey Relational Analysis in multiple attribute decision making problems. *Quality Engineering, 15,* 209 – 217

Xu, G.; Yang, Y-P.; Lu, S-Y.; Li, L. ve Song, X. (2011). Comprehensive evaluation of coal-fired power plants based on grey relational analysis and analytic hierarchy process. *Energy Policy 39,* 2543-2351.

Yaralıoğlu, K. (2010). *Karar verme yöntemleri.* Ankara: Detay Yayıncılık.

Zardari, N. H.; Ahmed, K.; Shirazi, S. M. ve Yusop, Z. B. (2015*). Weighting methods and their effect on multi – criteria decision making model outcomes in water resources management.* London: Springer

Zavadskas, E. K.; Turskis, Z. ve Tamosaitiene, J. (2011). Selection of construction enterprises management strategy based on the SWOT and multi-criteria analysis. *Archives Of Civil And Mechanical Engineering, 11(4),* 1063-1082.

İnternet Kaynakları

http://www.tepav.org.tr/tur/admin/dosyabul/upload/Cok_Amacli_Karar_Verme.pdf (Erişim tarihi:26.01.2016).

http://www.ab.gov.tr/?p=45725&l=1 (12.05.2016).

http://www.gesis.org/eurobarometer-data-service/home/ (Erişim Tarihi: 12.05.2016).

http://www.gesis.org/en/services/data-analysis/survey-data/rdc-international-survey-programs/ (Erişim Tarihi: 13.05.2016).

https://www.icpsr.umich.edu/icpsrweb/ICPSR/series/26 (Erişim Tarihi: 11.05.2016).

http://www.peri.umass.edu/fileadmin/pdf/gls_conf/glw_jahan.pdf (Erişim Tarihi: 17.05.2016).

http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/urban/survey2015_en.pdf (Erişim Tarihi: 08.05.2016).