



Entropi Tabanlı ELECTRE TRI ve K-Ortalamlar Yöntemleriyle Ülkelerin Refah Düzeyine Göre Değerlendirilmesi

Evaluation of Countries According to the Prosperity Level by Entropy Based ELECTRE TRI and K-Means Methods

Sibel ŞENER^a, Şebnem KOLTAN YILMAZ^b

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi	
Başvuru	1 Mart 2021
Kabul	15 Haziran 2021
Yayın	16 Eylül 2021
Makale Türü	Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler

Entropi tabanlı ELECTRE TRI,
K-Ortalamlar,
Refah düzeyi,
Çok kriterli karar verme,
Kümeleme analizi.

ARTICLE INFO

Article History	
Received	1 March 2021
Accepted	15 June 2021
Available Online	16 September 2021
Article Type	Research Article

Keywords

Entropy based ELECTRE TRI,
K-Means,
Prosperity level,
Multi criteria decision making,
Cluster analysis

ÖZ

Bu çalışmada amaç, ülkeleri Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) ve Kümeleme Analizi (KA) yöntemleriyle refah düzeylerine göre gruplara ayırmak ve yöntemlerin uygulanabilirliğini göstermektir. Bu kapsamda; Legatum Refah Endeksi (LRE)'nde yer alan 12 refah göstergesi ve 167 ülkenin 2019 güncel verileri kullanılmıştır. Çalışmada, önce ÇKKV yöntemlerinden Entropi tabanlı ELECTRE TRI yöntemi uygulanarak ülkeler refah düzeylerine göre sınıflandırılmış ve dört grup elde edilmiştir. Bu dört grup küme sayısı olarak belirlenerek veriler KA yöntemlerinden olan K-Ortalamlar algoritmasıyla kümelere ayrılmıştır. Yöntemlerden elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak grupların bu göstergeler dahilinde benzerlik gösterip göstermediği incelenmiş, Türkiye'nin bu gruplar içerisindeki yeri belirlenmiştir. Sonuçlar; yöntemlerin ülkeleri refah düzeyine göre ayırmada %73 oranında benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte göstergeler incelendiğinde her iki yöntemle de en çok etkisi olan göstergelerin "pazar erişimi ve alt yapı, eğitim" olduğu; buna karşılık en az etkisi olan göstergelerin ise "sosyal sermaye, doğal çevre" olduğu belirlenmiştir.

ABSTRACT

The aim of this study is to divide countries into groups according to their prosperity levels with Multi Criteria Decision Making (MCDM) and Cluster Analysis (CA) methods and to show the applicability of the methods. In this context; The 2019 updated data of 12 prosperity indicators and 167 countries in The Legatum Prosperity Index (LPI) were used. In the study, firstly, Entropy-based ELECTRE TRI method, one of the MCDM methods, was applied, and countries were classified according to their prosperity levels and four groups were obtained. These four groups were determined as the number of clusters and the data were divided into clusters with the K-Means algorithm, which is one of the CA methods. Comparing the results obtained from the method of the groups was examined whether they show similarities within these indicators, Turkey was determined place in these groups. Results; It reveals that the methods are 73% similar in separating countries according to their prosperity level. However, when the indicators are examined, it is seen that the indicators that have the most impact with both methods are "market access and infrastructure, education"; On the other hand, it has been determined that the indicators with the least impact are "social capital, natural environment".

EXTENDED SUMMARY

Prosperity, which is important for the economies of the country, refers to the progress of societies. For this reason, many organizations have sought new indicators for multidimensional examination of prosperity. One of these, the Legatum Prosperity Index (LRI), was developed in 2007

by the London-based Legatum Institute. The Institute accept that the prosperity is human development and so argues that nations nation can achieve prosperity through effective institutions, an open economy, healthy-educated-safe empowered people. The LRI developed in this direction determines the prosperity level of 167 countries based on 12 prosperity indicators. In the index, the general prosperity

✉ Sorumlu Yazar/Corresponding Author

^a Dr. Öğr. Gör., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İİBF Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Sivas, **E-Posta:** matpi.ss@gmail.com, **ORCID:** https://orcid.org/0000-0001-6299-3712

^b Dr. Öğretim Üyesi, İnönü Üniversitesi, İİBF İşletme Bölümü, Malatya, **E-Posta:** sebnem.yilmaz@inonu.edu.tr, **ORCID:** https://orcid.org/0000-0003-3730-2363

▲ Yazarlar bu çalışmanın tüm süreçlerinin araştırma ve yayın etiğine uygun olduğunu, etik kurallara ve bilimsel atf gösterme ilkelerine uyduğunu beyan etmiştir. Aksi bir durumda Akdeniz İİBF Dergisi sorumlu değildir.

score of each country is obtained with a simple average by assigning equal weight to the indicators; thus, countries are ranked from best to worst.

Increased interest in prosperity assessment in recent years; it has enabled the use of various statistical and optimization methods to measure prosperity at regional, national and international level. The aim of this study is to divide countries into groups according to their prosperity levels with Multi Criteria Decision Making (MCDM) and Cluster Analysis (CA) methods and to show the applicability of these methods. In this context, the 2019 current data of 12 prosperity indicators and 167 countries included in the LRI were used. In the study, by applying Entropy based ELECTRE TRI, one of the MCDM methods, countries were classified according to their prosperity levels, and then countries were divided into clusters according to their similarities with the K-Means, which is one of the hierarchical clustering methods. The similarities were determined by comparing the findings obtained by both methods, and the effect of the indicators used was revealed. According to the findings, the status of Turkey in these groups identified and evaluated.

ELECTRE TRI is the most widely used MCDM method based on superiority approach in solving classification problems. The powerful features of the method, such as being unable to compensate for a bad score in some criteria with good scores in other criteria depending on the veto threshold, its ability to handle quantitative and qualitative criteria, and its ability to evaluate data without the need for data normalization, enabled it to be successfully applied in many real-life problems. However, one of the main problems of MCDM methods is to find the appropriate weight for each criterion. Many methods have been developed for this. The Entropy method used in this study is one of them, and it measures the uncertainty of information using probability theory. CA, on the other hand, is the techniques that gather the data in the data matrix under clusters and bring together objects with similar properties. In order to divide the variables into the appropriate number of clusters, algorithms in two groups, hierarchical and non-hierarchical methods, are used. The K-Means algorithm used in the study is one of the non-hierarchical clustering methods and the appropriate number of clusters is determined by the user.

When the literature is examined, it is seen that various methods are used that offer alternative solutions for indices that determine the prosperity levels of countries with different indicators. The prosperity levels of countries, regions and cities were evaluated by using the methods either individually or together. MCDM and CA methods make many important contributions to group countries according to their prosperity level, but there are few studies in which alternative methods are used together. Although many methods were used in evaluating the prosperity level in previous studies, it was not encountered studies in which Entropy-based ELECTRE TRI and K-Means were used together. As for LRI, the studies of Krupka and Provaznikova (2013), Amin and Siddiq (2019) and Levy-Carciente et al (2020) have been reached, and these studies differ in terms of indicators. In this study, the revised indicators and data of LRI were used for the first time. Despite the equal weighting of the 12 basic indicators of the

LRI, the Entropy method, which makes an objective assessment, assign different weights to each criterion, and according to the priority of the criteria that determine the prosperity level of the countries, this method can help each country to become one of the richest countries socially and economically.

In the study, criterion weights for the selected indicators were determined by the Entropy method using the Excel program. After that, countries were classified in four categories, from the best to the worst, according to their wealth level with the ELECTRE TRI and for this purpose, the Matlab 2017 was used. Later, countries were divided into clusters using the K-Means and the appropriate number of clusters was selected as "four" obtained from the classification. Thus, the four clusters obtained can be distinguished as countries with similar wealth levels. This analysis was made with the SPSS 20.0.

According to the findings obtained from the study, countries were classified in four categories according to their prosperity levels with the ELECTRE TRI as "C1: worst, C2: middle, C3: good and C4: best". Accordingly, there are 27 countries in C1, 65 countries in C2, 36 countries in C3 and 39 countries in C4. With the K-Means method, they were clustered in four categories as "K1: worst, K4: medium, K3: good and K2: best". Accordingly, there are 22 countries in K1, 37 countries in K4, 70 countries in K3 and 38 countries in K2. The countries in K1 and K4 are more similar to each other while the countries in K1 and K2 are the least similar.

In the classification obtained by using entropy criterion weights and $\lambda=0.86$ cut-off level, 73% of the countries are similar to the clusters obtained by K-Means. Countries that are classified in the same category but do not show similarities are mostly seen in clusters with "medium" and "good" wealth levels and show similarities with close clusters. According to the results obtained by the ELECTRE TRI method, 39 countries were classified in the C4 category with the best prosperity level. When compared with the K-Means, other 38 countries, except for only one country (Uruguay), showed similarity and clustered in K2 and Uruguay, which did not show similarity, was clustered in K3. Of the 27 countries classified in C1, 19 are clustered in K1 and 8 in K4. Of the 65 countries classified in C2, 3 are clustered in K1, 33 in K3 and 29 in K2. Finally, all 36 countries classified in C3 showed similarity and clustered in K3. The fact that both methods have similar results reveals that the results obtained by the ELECTRE TRI method are compatible with the results obtained by the K-Means method.

Prosperity, which is important for the economies of the country, refers to the progress of societies. When the indicators that are effective in the prosperity level of the countries are evaluated according to the methods; While the most important indicators are "Personal Freedom, Market Access and Infrastructure, Education" in the classification with ELECTRE TRI, "Market Access and Infrastructure, Management, Education" in clustering with K-Means; The least important indicators appear as "Natural Environment, Health, Social Capital" in the classification of ELECTRE TRI, while clustering with K-Means "Social Capital, Natural Environment, Personal Freedom". Accordingly, the two indicators contain a significant difference. The "Personal Freedom" indicator, which ranks first with

ELECTRE TRI, takes the last place in the K-Means method; and the "Health" indicator, which takes the last place with ELECTRE TRI, takes the middle ranks in the K-Means method. When all indicators are evaluated, all 12 indicators show the same or similar effect level for both methods. Key indicators representing the best prosperity for both methods explain well-being in the 'Open Economies' area.

The prosperity levels of the countries obtained with ELECTRE TRI, when evaluated for Turkey, it is seen that the Class in which Turkey is located is at the "medium" prosperity level. When Turkey's prosperity indicators are examined, the worst prosperity indicator is the "Personal Freedom" indicator, while the indicator that it is best is the "Living Conditions" indicator. When the prosperity levels of countries obtained by K-Means are evaluated for Turkey, it is seen that the cluster in which Turkey is located is defined at the "good" prosperity level. Important indicators that stand out in this cluster are indicators of "Health, Education" and "Living Conditions", as in ELECTRE TRI. These indicators are located in the area of "Empowered People" in the LRI. In this context, the quality of people's experiences and the associated aspects that enable individuals to reach their full potential through autonomy and self-determination come to the fore. The least effective indicators for the countries in the K3 cluster are "Natural Environment, Management" and, again, "Personal Freedom" indicators, as in ELECTRE TRI. These indicators show the weak state of the countries in the field of prosperity. Of these, "Natural Environment" is again included in the field of "Empowered People" in the LRI, while indicators of "Personal Freedom, Management" explain prosperity in the field of "Inclusive Societies".

1. Giriş

Dünya ekonomileri için büyük öneme sahip olan refah, ülkelerin toplumsal ilerleme derecesini göstermektedir. Refah artıka ülke ekonomileri gelişmekte ve mutlu bireylerin, toplumların oluşması sağlanmaktadır (Akar, 2014:2). Refah sistemlerinin sürdürülebilirliği için, ekonomik büyüme yerine ihtiyaçların karşılanmasına öncelik verilmelidir. Sosyal ve çevresel hedeflere öncelik veren sürdürülebilir istikrarlı ekonomiler, sadece büyümeye dayalı kapitalist ekonomiler tarafından (iş, kaynak ve fırsatların daha eşit dağılımı, daha fazla ekonomik güvenlik, sosyal destek, bakım ve sosyal katılım için geliştirilmiş toplum ve aile kapasitesi yoluyla) üretilen "refah" taleplerinin artmasını önleyebilir (Büchs, 2021:2,5). Toplumsal refah ölçüsü, bir toplumun hem üretken kapasiteleri hem de kolektif refahları açısından halkının potansiyelini gerçekten yerine getirip getirmediğinin gerçek ölçüsüdür (LPI, 2019b:3). Bir ülkenin refahının ölçülmesiyle, o ülkenin toplumsal ve bireysel ilerlemenin ne derece sağlandığı konusunda fikir sahibi olunmaktadır. (Akar, 2014:2). Refah devletinden beklentilerin karşılanması adına ülkelerin yerini belirlemek ve ülkeler arasında refah düzeyinin karşılaştırılması için refah ölçümü önem arz etmektedir (Akar, 2015:23).

Geçmişten günümüze bireylerin ve toplumların refah düzeyini ölçen çok sayıda refah göstergesi kullanılmıştır. Refah göstergeleri, modern topluluklarda ve ülkelerde refah düzeyini değerlendirmek için önemli bir ölçüt

oluşturmaktadır. Refah göstergeleri arasında en ünlü olan Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH), çok uzun zamandır kullanılan ve refahın temel göstergesi olarak bilinen bir göstergedir (Markou vd., 2015:1-2). Bu göstergenin, uzun yıllar refah göstergesi olarak kullanılmasının sebebi, iyi bir ekonomik teoriye dayanması, gerekli olan verilerin kolay toplanması, güvenilir ve kolay hesaplanması olarak gösterilmiştir (Akar, 2014:2). Ancak, küreselleşme ve teknolojik gelişmeler ile birlikte GSYİH'nin gerçek büyüme hakkında yeterli fikir sunmadığı, tek başına bir ülkenin refahını belirlemede yeterli olamayacağı ve bir ülkenin refahında ekonomik göstergelerinin yanı sıra sosyal göstergelerin de dikkate alınması gerekliliği gündeme gelmiştir. Bu nedenle birçok kuruluş refahın çok boyutlu incelenmesi için yeni gösterge arayışına girmiştir. Bu kuruluşlar bireylerin yaşamlarına odaklanarak, refahı finansal, sosyal, çevresel, kültürel göstergelerle ölçmeyi hedeflemişlerdir (Markou vd., 2015:1-2).

1990'lü yıllardan itibaren, bireylerin yaşamdan aldıkları tatmin ve mutluluğu ön plana çıkararak, bireylerin ve toplumların refahını çok boyutlu olarak ele alan pek çok endeks geliştirilmiştir. Bunlardan en eski olanı, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (United Nations Development Program (UNDP)) tarafından 1990 yılından itibaren her yıl düzenli olarak yayınlanan İnsani Gelişmişlik Endeksi (İGE) (Human Development Index (HDI))'dir. Bu endeks, insanların içinde yaşadığı ekonominin zenginliğinden ziyade, insan yaşamının zenginliğini genişletmekle ilgilenmiştir (UNDP, HDI, 2019a). İGE, insani gelişmişliği sağlık, eğitim ve gelir boyutuyla ele alarak incelemiş ve bu üç boyutu eşit ağırlıklandırıp, her biri için normleştirilmiş endekslerin geometrik ortalamasını alarak 189 ülkenin gelişmişliğini hesaplamıştır. Uluslararası geçerliliği olan bu endeks, ülkeleri gelişmişlik düzeylerine göre sıralamış ve ayrıca dört kategoride sınıflandırmıştır (UNDP, HDI, 2019b).

Refahı çok boyutlu ölçen ve küresel vizyona sahip bir diğer endeks de 2007 yılında Londra merkezli bir düşünce kuruluşu olan Legatum Enstitüsü tarafından geliştirilen Legatum Refah Endeksi (LRE) (The Legatum Prosperity Index (LPI))'dir. Bu enstitü, bireyler, topluluklar ve uluslar için yoksulluktan refaha giden yolculuğu ölçmeye, anlamaya ve açıklamaya odaklanan uluslararası bir düşünce kuruluşu ve eğitim yardım kuruluşudur. Refahı insan gelişimi olarak görmekte ve bir ulusun refaha ulaşmasının etkili kurumlar, açık ekonomi ve sağlıklı, eğitilmiş, güvende olan güçlendirilmiş insanlarla gerçekleştirilebileceğini savunmaktadır. Bu doğrultuda 2007 yılından beri yıllık olarak yayınlanan LRE, 12 refah göstergesini göz önünde bulundurarak 167 ülkenin refah düzeyini belirlemiş ve karşılaştırılabilir bir analiz sunmuştur. Her göstergeye eşit ağırlık atanmasıyla, ülkelerin genel refah puanını 12 göstergenin basit ortalaması ile elde edilmiş; ülkeler en iyiden en kötüye doğru sıralanmıştır (LPI, 2019a).

Geliştirilen ölçümlerden, 2004 yılında Dünya Ekonomik Forumu (World Economic Forum) tarafından tanıtılan Küresel Rekabet Endeksi (Global Competitiveness Index (GCI)) (GCI, 2019), 2011 yılında Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Corporation and Development (OECD)) tarafından geliştirilen Daha İyi Yaşam Endeksi (Better Life Indeks (BLI)) (BLI, 2019), 2012 yılında Birleşmiş Milletler tarafından yayınlanan

Dünya Mutluluk Raporu (World Happiness Report (WHR)) (WHR, 2020), 2013 yılında Michael Green ve Luke Greeves öncülüğünde geliştirilen Sosyal Gelişme Endeksi (SGE) (The Social Progress Index (SPI)) (SPI, 2020) diğer önemli çok boyutlu refah endekslerindedir.

Son yıllarda refah değerlendirmesine olan ilginin artması, bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde refahın ölçülmesinde çok çeşitli istatistiksel ve optimizasyon yöntemlerin kullanılmasını sağlamıştır. Bu çalışmada amaç, ülkeleri Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) ve Kümeleme Analizi (KA) yöntemleriyle refah düzeylerine göre gruplara ayırmak ve yöntemlerin uygulanabilirliğini göstermektir. Bu kapsamda LRE'de yer alan 12 refah göstergesi ve 167 ülkenin 2019 yılı güncel verileri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan yöntemler refah düzeylerinin değerlendirmesi probleminde ilk defa beraber kullanılmışlardır. Bu yöntemlerden Entropi tabanlı ELECTRE TRI yöntemi ile ülkeler refah düzeylerine göre sınıflandırılmış, daha sonra hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinden olan K-Ortalamlar ile ülkeler benzerliklerine göre kümeler ayrılmıştır. Her iki yöntemle elde edilen bulgular karşılaştırılarak yöntemler ve benzerlikler değerlendirilmiştir.

Sınıflandırma ve kümeleme arasındaki temel fark, sınıflandırma problemlerinde grupların önceden tanımlanması, buna karşın kümelemede benzer özellikleri paylaşan alternatif grupların belirlenmesidir. Başka bir ifade ile analist, sınıflandırma problemlerinde analiz sonuçlarının nasıl olması gerektiğini önceden bilmekteyken, kümelemede bir veri örneğinde somutlaşan bilgiyi benzerlik ölçütlerine göre en uygun şekilde düzenlemektedir (Rocha ve Dias, 2013:254).

ÇKKV yöntemleri, alternatif ve kriter sayılarının fazla olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol altında tutabilmek, karar sonucunu mümkün olduğu kadar kolay ve hızlı elde etmek üzere geliştirilmiş yöntemlerdir. Alternatifin bir kriterde diğer bir alternatifte üstünlük sağlarken diğerinde üstün olmaması durumunda ÇKKV karar vericiye çeşitli tekniklerle yardımcı olmaktadır (Urfalıoğlu ve Genç, 2013:332). Yıllar içinde geliştirilen ve gelişmeye devam eden ÇKKV yöntemleri, çeşitli gerçek hayat problemlerine başarıyla uygulanmıştır. Bu çalışmada kullanılan ELECTRE TRI yöntemi (Yu, 1992; Roy ve Bouyssou, 1993; Mousseau and Slowinski, 1998), ÇKKV sınıflandırma problemlerinin çözümünde en yaygın kullanılan ve üstünlük yaklaşımına dayanan bir ÇKKV yöntemidir. Bernard Roy (1968) tarafından geliştirilen ELECTRE (ELemination Et Choice Translating REality) ailesinin bir üyesi olan bu yöntem, iki aşamalı eşik yaklaşımına dayanan sözde kriterler yardımıyla, kriterlerin değerlendirilmesinden doğan belirsizliklerin karar sürecine dahil edilmesine izin vermektedir (Mousseau vd., 1999). ELECTRE TRI yönteminin, telafi edici olmaması (bazı kriterlerdeki kötü bir puanın, veto eşğine bağlı olarak diğer kriterlerdeki iyi puanlarla telafi edilememesi), keyfi veya hassas yargılardan kaçınmak için karşılaştırılmazlığı kabul etmesi (Roy ve Bouyssou, 1986:210; Mousseau vd., 1999:8), nicel ve nitel kriterleri ele alabilmesi (Boer vd., 1998:109), normalleştirmeye gerek duymadan, yani farklı kriterleri tek bir ölçüğe dönüştürmeden orijinal verileri doğrudan değerlendirilmesine izin vermesi (Vasto-

Terrientes vd., 2015:4911) gibi güçlü özelliklere sahip olması yöntemi gerçek hayat problemlerinde başarıyla uygulanmasını sağlamıştır. Her bir kriter için uygun ağırlık bulma, ÇKKV yöntemlerinin temel problemlerinden biridir (Lotfi ve Fallahnejad, 2010:53). Bu yöntemlerin kriter ağırlıkları genellikle Karar Verici (KV) tarafından belirlenen subjektif verilerdir. ÇKKV problemlerinde kriter ağırlıklarını belirlemek için Entropi (Shannon,1948), Hinkle (Hinkle, 1965), AHP (Saaty, 1977), Simos (Simos, 1990) gibi yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan Entropi yöntemi, bilginin belirsizliğini olasılık teorisi kullanarak ölçen bir ağırlık belirleme yöntemidir ve KV'ye gerek kalmadan objektif bir değerlendirme sağlamaktadır.

KA ise, veri matrisindeki verilerin gruplar veya kümeler altında toplanarak, benzer özelliklere sahip nesnelere bir araya gelmesini sağlayan tekniklerdir. Aynı grup içinde yer alan nesnelere; değişkenler itibariyle birbirlerine benzerlik göstermekteyken diğer gruptaki nesnelere farklı olmaktadır. Böylece nesnelere, veri kümesinin özelliklerini en iyi şekilde yansıtan etkili bir temsil biçimine sahip olmaktadır. KA doğru ve tarafsız grupların bulunması, veri indirgemesi için de kullanılan bir yöntemdir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında fark ya da üstünlük gözetmeksizin birbirine bağımlı tüm ilişkileri incelemektedir. KA uygulama sürecinde uygun benzerlik ölçüsü ile veri matrisi oluşturulduktan sonra uygun kümeleme tekniği seçilmekte ve uygulanmaktadır (Koltan Yılmaz ve Patır, 2011:99-100). Değişkenlerin uygun sayıda kümeye ayrılması için birçok algoritma geliştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan K-Ortalamlar yöntemi hiyerarşik olmayan kümeleme tekniklerinden olup bu yöntemde uygun küme sayısı kullanıcı tarafından bilgi tecrübe ya da deneme yanılma yoluyla, analizde sürecin tamamlandığı iterasyon sayısına göre ya da farklı kümeleme teknikleri/farklı yöntemler yardımıyla belirlenmektedir. Bu çalışmada uygun küme sayısı, Entropi tabanlı ELECTRE TRI yöntemi için belirlenen sınıf sayısı baz alınarak belirlenmiştir.

Çalışmada, seçilen göstergelere göre elde edilen verilere önce ELECTRE TRI yöntemi uygulanmıştır. ELECTRE TRI yöntemi uygulanması için göreceli kriter ağırlıklarının bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla, objektif bir değerlendirme sağlayan Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş, sonra ülkeler refah düzeyine göre en iyiden en kötüye doğru dört kategoride sınıflandırılmıştır. Daha sonra verilere K-Ortalamlar yöntemi uygulanmıştır. Uygun küme sayısı, sınıflandırmadan elde edilen "dört" olarak seçilmiş, ülkelerin refah düzeyine göre benzerlikleri dört kümede gruplandırılmıştır. Her iki yöntemle elde edilen bulgular karşılaştırılmış, yöntemler ve benzerlikler değerlendirilmiştir. Çalışmanın, LRE'nin güncel verilerini kullanması, LRE'nin 12 temel refah düzeyi göstergesini eşit ağırlıklandırması ve bu endeksin herhangi bir sınıflandırmaya sahip olmaması, bu nedenle çalışmanın bu eksikleri gidermeye yönelik olması, LRE'ye alternatif yöntemler sunmuş olması, literatür taramasında LRE'nin verileri kullanılarak sıralı sınıflandırma yapan başka bir çalışmaya rastlanmaması, refah düzeylerinin sınıflandırılması çalışmalarında Entropi tabanlı ELECTRE TRI ile K-Ortalamlar yöntemlerinin beraber kullanıldığı

çalışmaya rastlanılmaması nedenleriyle bu çalışmanın uygulamaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Literatür Taraması

Literatürde, ülkelerin refah düzeylerini farklı göstergeler kullanarak belirleyen endeksler için alternatif çözümler

sunan çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerle genellikle, ülkelerin, bölgelerin, şehirlerin ya da ilçelerin refah düzeyleri değerlendirilmiştir. ÇKKV ve KA yöntemleri ülkeleri refah düzeyine göre gruplandırmak için önemli katkı sağlamaktadır. Bu yöntemler kullanılarak yapılan bazı çalışmalar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Ülkelerin, Bölgelerin, Şehirlerin/İlçelerin Refah Düzeylerinin Değerlendirilmesi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Çalışma	Yöntem	Kullanılan Endeks	Kullanılan Göstergeler
Bambra (2007); Kowalski ve Wałęga (2015)	Hiyerarşik KA (Ward); Hiyerarşik olmayan KA (K-Ortalamalar)	Birleşmiş Milletler göstergeleri	Ekonomik aktivite oranı, doğum izni tazminatı ve ücretli annelik izni süresi göstergeleri
Abu Sharkh ve Gough (2010)	Hiyerarşik KA (Ward); Hiyerarşik olmayan KA (K-Ortalamalar)	Birleşmiş Milletler göstergeleri	Yaşam beklentisi, okuryazarlık ve yoksulluk gibi klasik insani gelişme göstergeleri
Kaya vd. (2011)	ÇKKV (VIKOR)	Avrupa Yaşam Kalitesi Anketi	Sağlık, istihdam, gelir yoksunluğu, eğitim, aile, sosyal katılım, barınma, çevre, ulaşım, güvenlik, boş zaman, yaşam tatmini
Krupka ve Provaznikova (2013)	ÇKKV (AHP)	Çek Ekonomi Dergisi E15 Endeksi, Legatum Enstitüsü Legatum Refah Endeksi	E15 Endeksi; GSYİH, ülkedeki ortalama maaş, işsizlik oranı, GSYİH yüzdesi olarak vergilendirme düzeyi, çalışma haftası uzunluğu, yaşam beklentisi, gıda harcamalarının seviyesi, yoksulluk veya sosyal dışlanma riski altındaki insanlar, yolsuzluk endeksi ve kadın yönetici sayısı. LRE; ekonomik temeller, girişimcilik ve yenilikçilik, demokratik kurumlar, eğitim, sağlık, emniyet ve güvenlik, yönetim, kişisel özgürlük, sosyal sermaye
Kangallı vd. (2014)	Hiyerarşik KA (Ward); Hiyerarşik olmayan KA (K-Ortalamalar);	Heritage Vakfı ve Wall Street Journal; Ekonomik Özgürlük Endeksi	İş özgürlüğü, ticaret özgürlüğü, mali özgürlük, kamu harcamaları, parasal özgürlük, yatırım özgürlüğü, finansal özgürlük, mülkiyet hakları, yolsuzlukla savaş, işgücü özgürlüğü
Alptekin ve Yeşilaydın (2015)	Hiyerarşik olmayan KA (Bulanık C-Ortalamalar)	OECD Çekirdek Sağlık Göstergeleri Küresel Referans Listesi	Hekim sayısı, hastane yatağı sayısı, kişi başı sağlık harcamaları, doğumda beklenen yaşam süresi ve anne ölüm hızı, sigara içen 15 yaş üstü erişkinlerin yüzdesi, meyve tüketimi, kızamık aşısı olan çocukların yüzdesi, karbon monoksit emisyonu ve 5-39 yaş arası beklenen okullaşma (eğitim) yılı
Pereira ve Mota (2016)	ÇKKV (ELECTRE TRI-C)	Belediye İnsani Gelişmişlik Endeksi (BİGE)	Gelir, sağlık ve eğitim
Alpaykut (2017)	ÇKKV (Temel Bileşenler Analizi ve TOPSIS)	TÜİK İllerde Yaşam Endeksi	Konut, çalışma hayatı, gelir ve servet, sağlık, eğitim, çevre, güvenlik, sivil katılım, alt yapı hizmetleri, sosyal yaşam, yaşam memnuniyeti
Mut ve Akyürek (2017)	Hiyerarşik KA (Ward); Hiyerarşik olmayan KA (K-Ortalamalar);	OECD Çekirdek Sağlık Göstergeleri Küresel Referans Listesi	Hekim sayısı, hasta yatağı sayısı, GSYİH'den sağlığa ayrılan pay, kızamık aşısı olan çocukların yüzdesi, gini katsayısı, günlük sigara içen 15 yaş üstü erişkinlerin yüzdesi, 25-64 yaş üstü erişkinlerde okullaşma oranı, doğumdan beklenen yaşam yılı ve bebek ölüm hızı
Safae Pour ve Maleki (2017)	ÇKKV (AHP, ELECTRE I)	İran-İslam kentlerinde kent refah endeksi	Verimlilik, kalkınma altyapısı, yaşam kalitesi, eşitlik ve sosyal katılım, çevresel sürdürülebilirlik ve kentsel yönetim
Saraç ve Alptekin (2017)	ÇKKV (Entropi, Gri İlişkisel Analiz (GIA))	Sürdürülebilir Kalkınma	Ekonomik, sosyal ve çevresel göstergeler
Ayyıldız ve Demirci (2018)	ÇKKV (SWARA, TOPSIS)	Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan illerde yaşam endeksi	Sağlık, eğitim, güvenlik, altyapı hizmetlerine erişim, konut, çalışma hayatı, gelir ve servet, çevre, sivil katılım, sosyal yaşam, yaşam memnuniyeti
Do Carvalho Monteiro vd. (2018)	ÇKKV (ELECTRE TRI), Kernel Yoğunluk Tahmini ve Jenks Natural Breaks istatistiksel yaklaşımlar	UNDP, İnsani Gelişmişlik Endeksi	Uzun ve sağlıklı yaşam (sağlık), bilgiye erişim (eğitim), makul yaşam standartları (gelir)
Kılıç Depren ve Bağdatlı Kalkan (2018)	ÇKKV (Entropi, MULTIMOORA)	OECD Daha İyi Yaşam Endeksi	Konut, gelir, iş, toplum, eğitim, çevre, sivil katılım, sağlık, yaşam memnuniyeti, güvenlik ve iş-yaşam dengesi.
Peiro-Palomino ve Picazo-Tadeo (2018)	Veri Zarflama Analizi; Hiyerarşik KA (Ward, Tek Bağlantı, Tam Bağlantı, Ortalama, Centroid)	OECD Daha İyi Yaşam Endeksi	Konut, gelir, iş, toplum, eğitim, çevre, sivil katılım, sağlık, güvenlik ve iş-yaşam dengesi.
Akkuş ve Zontul (2019)	Hiyerarşik olmayan KA (K-Ortalamalar); Yapay Sinir Ağları (Kendini Düzenleyen Haritalar)	Dünya Veri Bankası göstergeleri	Tarım, ölüm oranı, GDP endeksi, dış borç, banka şube sayısı, internet kullanıcı sayısı, iş yapılabirlik, insan hakları endeksi, teknoloji ihracatı, kadın milletvekili sayısı, ihracat, temiz su
Amin ve Siddiq (2019)	ÇKKV (Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Sıralı Ağırlıklı Ortalama (OWA))	Legatum Enstitüsü, Legatum Refah Endeksi	Ekonomik kalite, iş ortamı, yönetim, eğitim, sağlık, emniyet ve güvenlik, kişisel özgürlük, sosyal sermaye, doğal çevre
Diñç Cavlak (2019)	Hiyerarşik KA (Ward);	Sürdürülebilir Toplum Endeksi	Yeterli Yiyecek ve içecek, Sağlığım Korunması, Eğitim, Sağlıklı Yaşam, Cinsiyet Eşitliği, Gelir Dağılımı, Nüfus Artışı, İyi Yönetişim, Biyolojik Çeşitlilik, Ormanlık Alan&Korunan Alan, Yenilenebilir Su Kaynakları, Tüketim, Enerji Kullanımı ve tasarrufu, Sera Gazları, Yenilenebilir Enerji, Organik Tarım,

			Gerçek Tasarruflar, Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla, İstihdam, Kamu Borçları
Gülden ve Karakış (2019)	Hiyerarşik KA (Ward, Gruplar Arası Bağlantı, Grup İçi Bağlantı, En Yakın Komşuluk, En Uzak Komşuluk, Centroid, Medyan); Hiyerarşik olmayan KA (K-Ortalamalar);	Heritage Vakfı ve Wall Street Journal; Ekonomik Özgürlük Endeksi	Mülkiyet hakları, devletin bütünlüğü, yargı etkinliği, kamu harcamaları, vergi yükü, mali sağlamlık, iş özgürlüğü, emek özgürlüğü, parasal özgürlük, ticaret özgürlüğü, yatırım özgürlüğü, finansal özgürlük
Koçhisarlı ve Özari (2019)	ÇKKV (TOPSIS)	OECD Daha İyi Yaşam Endeksi	Konut, gelir, iş, toplum, eğitim, çevre, sivil katılım, sağlık, güvenlik ve iş-yaşam dengesi.
Levent ve Özari (2019)	ÇKKV (EDAS); Hiyerarşik olmayan KA (K-Ortalamalar);	G-10 Ülkeleri Ekonomik Özgürlük Kriterleri	İş özgürlüğü, işgücü özgürlüğü, parasal özgürlük, ticaret özgürlüğü, yatırım özgürlüğü ve finansal özgürlük.
Taşçı ve Özari (2019)	ÇKKV (Gri İlişkisel Analiz; Hiyerarşik olmayan KA (K-Ortalamalar);	OECD Ekonomik Özgürlük Endeksi	İş özgürlüğü, işgücü özgürlüğü, parasal özgürlük, ticaret özgürlüğü, yatırım özgürlüğü ve finansal özgürlük.
Türe (2019)	ÇKKV (WASPAS)	TÜİK, İstatistik Bölge Birimleri Sınıflaması (İBBS-2. Düzey)	İşgücü, işsizlik oranı, istihdam oranı, cinayet oranı, ölüm oranı, beklenen yaşam süresi, hava kirliliği, seçime katılım oranı, internet erişimi, sosyal ağ desteği, yaşam memnuniyeti, gelir, konut
Yıldız vd. (2019)	ÇKKV (Pisagor Bulanık AHP-TOPSIS)	Avrupa Birliği yaşam kalitesi göstergeleri	Yaşam koşulları, çalışma durumu, eğitim, sağlık, sosyal ilişkiler, güvenlik, yönetim, çevre ve barınma
Akyol Özcan ve Oktan (2020)	ÇKKV (UTADIS)	UNDP, İnsani Gelişmişlik Endeksi	Uzun ve sağlıklı yaşam (sağlık), bilgiye erişim (eğitim), makul yaşam standartı (gelir)
Aras ve Yıldırım (2020)	ÇKKV (ARAS)	Dünya Bankası	Uzun ve sağlıklı yaşam, eğitim, yaşam standartı, cinsiyet eşitliği, yaşam standartı, işgücü, iş çevresi, iletişim alt yapısı, savunma, nüfus
Ekizler ve Bolelli (2020)	ÇKKV (Entropi, MAUT)	OECD, iyi oluşun cinsiyet farklılıkları	Çalışma ve iş kalitesi, sağlık, bilgi ve beceriler, özel iyi oluş
Eren ve Mizrahitokatlı (2020)	ÇKKV (MAUT, TOPSIS)	UNDP, İnsani Gelişmişlik Endeksi	Uzun ve sağlıklı yaşam (sağlık), bilgiye erişim (eğitim), makul yaşam standartı (gelir)
Değirmenci ve Yakıcı Ayan (2020)	ÇKKV (TOPSIS); Hiyerarşik olmayan KA (Bulanık C-Ortalama)	OECD Çekirdek Sağlık Göstergeleri Küresel Referans Listesi	Sağlık harcamaları, ilaç harcamaları, doktor sayısı, hemşire sayısı ve hastane yatak sayısı
Levy-Carciente vd. (2020)	Açıklayıcı ve Tanımlayıcı İstatistiksel Analiz; Hiyerarşik KA (Ward);	Legatum Refah Endeksi	Açık Ekonomiler (Girişimcilik Koşullar, Ekonomik Kalite), Kapsayıcı Toplular (Emniyet ve Güvenlik, Kişisel Özgürlük, Yönetim ve Sosyal Sermaye), Güçlendirilmiş İnsanlar (Sağlık, Eğitim ve Doğal Çevre)

3. Materyal ve Yöntemler

3.1. Legatum Refah Endeksi

Legatum Enstitüsü, refahın nasıl oluşturulduğunu ve sürdürüldüğünü anlamaya odaklanarak, dünyadaki bireyler ve uluslar için yoksulluktan refaha giden yolları oluşturmak için LRE'yi geliştirmişlerdir (LPI, 2019b:3). LRE, refahın dünya çapında nasıl oluştuğu ve zaman içinde nasıl değiştiği konusunda özgün fikirler sunan bir dönüşüm aracıdır (LPI, 2019a). Her yıl kendini yenileyen endeks, dünya nüfusunun % 99'undan fazlasını temsil eden çok zengin ve bütünsel politika odaklı bir veri kümesi sağlamaktadır (LPI, 2019c). Legatum Enstitüsü, 2019 yılında yaklaşık 50 farklı endeksi inceleyerek LRE'yi yeniden düzenlemiş ve iyileştirmiştir. Uzman danışmalarla yapılan görüşmelerin ve diğer endekslerle karşılaştırmanın sonucunda elde edilen LRE veri kümesinin mevcut son güncellemesinde 9 refah göstergesi, 12'ye yükseltmiş, 294 farklı alt gösterge kullanılmıştır. Enstitü, bu yeni değişikliklerle refahı yeniden tanımlamış, yeni düzenlemeler ile daha fazla açıklama gücü ve yapısı olan bir endeks elde etmeyi başarmıştır. Endekste yapılan düzenlemeler ile ülkelerin sıralamalarında bazı değişiklikler olduğu, fakat bu değişikliklerin küçük olduğu, son 13 yılda yapılan ölçümlerle tutarlı sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir (LPI, 2019b:36-39).

Endeks, küresel bir yapıya sahip olduğu için veriler çok çeşitli ülkeleri kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. Ayrıca, sadece mevcut durumdan ziyade refahın zaman içinde nasıl değiştiğini gösteren bir endeks oluşturulmaya çalışılmış ve

bu amaç doğrultusunda zaman içindeki değişimi yakalayan göstergeler tercih edilmiştir. Refah endeksi, ülkelerin bazı göstergelerinin eksik ya da gecikmeli olarak yayınlanması durumunda, eksik veri kümesini tamamlamak için o gösterge için bilinen en son değeri ya da mevcut en eski veriyi kullanmıştır. Bunlarla ilgili herhangi bir bilgiye ana kaynaktan erişilmediğinde ise eksik veriler, uygun bir alternatif kaynaktan telafi edilmeye çalışılmıştır (LPI, 2019b:34). Endeksteki göstergeler, birçok farklı ölçü birimine sahip olduğundan, göstergeler ve ülkeler arasındaki karşılaştırmaların anlamlı olabilmesi için bu farklı birimler normalleştirilmiştir. Normalleştirme yapılırken, bazı göstergelerin çarpık veri dağılımına sahip olması durumunda, örneğin bir gösterge için bazı ülkelerin diğer ülkelere göre daha yüksek değerler alması durumunda, bu değerlerin logaritması alınarak normalleştirme yapılmıştır. 294 göstergenin her biri 0 ile 1 arasında normalize edilerek, tek bir göstergedeki aşırı varyasyon engellenmeye çalışılmıştır (LPI, 2019b:26).

Çok boyutlu refah anlayışı doğrultusunda çok çeşitli göstergeleri dahil eden LRE, refah sağlamada bazı göstergelerin diğerlerinden daha önemli olduğunu vurgulamıştır. Bu nedenle 294 alt göstergelyi farklı (0.5, 1, 1.5 ve 2) ağırlıklandırmıştır. Ülkelerin genel refah endeksi puanını hesaplamak üzere 12 temel gösterge eşit ağırlıklandırılmış, 0 (bir kriter için en kötü refah düzeyi puanı) ile 100 (bir kriter için en iyi refah düzeyi puanı) arasında puanlandırılıp 12 göstergenin basit bir ortalaması alınmıştır. Genel endeks puanı bu ortalamaya göre

hesaplanmış ve ülkeler en iyiden en kötüye doğru sıralanmıştır (LPI, 2019b:33).

LRE, dünyadaki sosyal veya ekonomik refah alanlarını inceleyen İGE, SGE ve GCI ile karşılaştırılmıştır. Farklı göstergeler kullanan bu üç endeks ile arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları tespit etmek üzere basit regresyon analizi yapılmış ve sonuç olarak LRE ile diğer endekslerin her biriyle aralarında yüksek korelasyon çıkmıştır. Fakat LRE, İGE ile daha uyumlu bulunmuştur. LRE ile İGE arasındaki temel fark, göstergelerin sayısı olarak belirtilmiştir. LRE raporunda, İGE'nin sadece 4 temel göstergeyi ele almakta iken LRE'nin 294 göstergeden oluşan bir endeks olması, aralarında önemli ölçüde farklılıklar oluşturduğunu belirtilmiştir. Enstitü, LRE'nin yalnız ölçmeyi değil, açıklamayı da amaçladığını, ayrıca daha karmaşık bir yapıya sahip olduğunu, İGE'nin Kapsayıcı Topluların rolünü dikkate almadığını vurgulamıştır (LPI, 2019b:34).

3.1.1. LRE'de Kullanılan Kriterler

Endeks, refah için gerekli olan Kapsayıcı Topluların, Açık Ekonomilerin ve Güçlendirilmiş İnsanların temel özelliklerini ele alarak refahı yakalamayı amaçlamaktadır ve Şekil 1'de bu kriterler gösterilmektedir (LPI, 2019b:4-5).

Kapsayıcı Toplular (The Inclusive Societies) alanı, bir toplumda, bireyler ve daha geniş kurumlar arasında var olan ilişki yapılarını ve bunların toplumsal uyumu ve kolektif gelişmeyi ne ölçüde sağladığını veya engellediğini göstermektedir. Bu sosyal ve hukuki kurumlar, bireylerin temel özgürlüklerini ve gelişme kabiliyetlerini korumak için gereklidir. Bu alan, bir ulusun sosyo-politik kurumlarını (hem resmi hem de gayri resmi) ele alan Emniyet ve Güvenlik, Kişisel Özgürlük, Yönetim ve Sosyal Sermaye göstergelerinden oluşmaktadır (LPI, 2019b:4-5).

Açık Ekonomiler (The Open Economies) alanı, bir ekonominin rekabete ne ölçüde açık olduğunu göstermektedir. Yeniliği ve yatırımı teşvik eder, iş ve ticareti teşvik eder ve kapsayıcı büyümeyi kolaylaştırır. Bir toplumun gerçekten müreffeh olması için, bu idealleri bünyesinde barındıran bir ekonomi gerektirir. Bu alan, ekonominin temel yönlerini temsil eden Yatırım Ortamı, Girişimcilik Koşulları, Pazara Erişim ve Altyapı ve Ekonomik Kalite göstergelerinden oluşmaktadır (LPI, 2019b:4-5).

Güçlendirilmiş İnsanlar (The Empowered People) alanı, insanların yaşadığı deneyimlerinin kalitesini ve bireylerin özerklik ve kendi kaderini tayin etme yoluyla tam potansiyellerine ulaşmalarını sağlayan ilişkili yönleri göstermektedir. Bu alan, insanların doğrudan sosyal refahını temsil eden Yaşam Koşulları, Sağlık, Eğitim ve Doğal Çevre göstergelerinden oluşmaktadır (LPI, 2019b:4-5).

Kapsayıcı Toplular	Açık Ekonomiler	Güçlendirilmiş İnsanlar
<ul style="list-style-type: none"> •Emniyet ve Güvenlik •Kişisel Özgürlük •Yönetim •Sosyal Sermaye 	<ul style="list-style-type: none"> •Yatırım Ortamı •Girişimcilik Koşulları •Pazara Erişim ve Altyapı •Ekonomik Kalite 	<ul style="list-style-type: none"> •Yaşam Koşulları •Sağlık •Eğitim •Doğal Çevre

Şekil 1. Legatum Refah Endeksi Kriterleri (LPI, 2019b)

3.2. Entropi Yöntemi

Bir belirsizlik ölçüsü olan Entropi, ilk kez Shannon tarafından (1948) "A Mathematical Theory of Communication" adlı makalede tanıtılmıştır. Shannon makalesinde, eşit derecede olası olaylarda, daha fazla olası olay olduğundan daha fazla belirsizlik olduğunu belirtmiştir. Bu varsayımından yola çıkarak, olasılık teorisine göre formüle ettiği Entropi kavramını bilginin, seçimin ve belirsizliğin bir ölçüsü olarak önermiştir (Shannon, 1948:10-11). Entropi yönteminin en büyük avantajı, KV'ye gerek kalmadan objektif bir ağırlıklandırma yapabildiği ve ayrıca her bir kriterin ağırlığını, kriterin örnek gözlem değerine göre hesaplayabilmesidir (Chen, Feng ve Chu, 2015: 9).

3.2.1. Entropi'nin Hesaplanması

Entropi yöntemiyle ağırlıkların hesaplanması için, karar matrisindeki verilerin biliniyor olması gerekmektedir (Alp, 2015: 69). Bu durumda, ÇKKV yöntemlerinde m alternatif $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ ve n kriterden $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ oluşan bir karar matrisi denklem (1) gibi gösterilmektedir (Chen, Feng ve Chu, 2015: 92).

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Bir X karar matrisi için Entropi yöntemiyle kriter ağırlıklarının hesaplanması aşağıdaki adımları gerektirmektedir.

Adım 1: Entropi hesaplama sürecindeki logaritmik hesaplama nedeniyle, negatif etkileri ve farklı ölçüm birimlerini ortadan kaldırmak üzere kriterlerin normalleştirilmiş değerlere çevrilmesi gerekmektedir. Böylece, normalleştirilmiş kriterlerin değeri artıya, farklı ölçüm birimleri ortak ölçüm birimlerine dönüştürülmüş olacaktır. i . alternatifin j . kritere göre normalleştirilmiş değerleri denklem (2)'deki gibi hesaplanmıştır (Chen, Feng ve Chu, 2015: 92);(Lotfi ve Fallahnejad, 2010: 55).

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \quad 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n \quad (2)$$

Burada, p_{ij} , i . alternatifin j . kritere göre performans değerini göstermektedir.

Adım 2: Entropi, bilginin belirsizliğini ölçmek için olasılık teorisini kullanan bir ölçüdür. Her bir j . kriterin entropi değeri, denklem (3)'deki gibi hesaplanmıştır (Liu ve Zhang, 2011: 639).

$$e_j = -K \sum_{i=1}^m (p_{ij} \ln(p_{ij})), \quad i \leq j \leq n, K = \frac{1}{\ln(m)} \quad (3)$$

Shannon (1948), K pozitif sabitini sadece bir ölçü birimi seçimine karşılık geldiğini, e_j değerinin ise bilgi teorisindeki belirsizlik ölçüsü olarak rol oynadığını belirtmiştir (Shannon, 1948: 11).

Adım 3: Bu adımda, önce her bir kriterin d_j ayırt etme (discrimination) gücü hesaplanır ve daha sonra bu değer kullanılarak her bir kriterin ayırt etme gücü üzerindeki önemi, yani w_j entropi ağırlığı hesaplanmaktadır. Entropi ağırlık değeri denkle (4)'deki gibi hesaplanmıştır (Mahdiraji, Hafeez ve Hajiagha, 2020: 215).

$$d_j = 1 - e_j \Rightarrow w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (4)$$

3.3. ELECTRE TRI Yöntemi

ELECTRE TRI yönteminde (Yu, 1992; Roy ve Bouyssou, 1993; Mousseau and Slowinski, 1998), bir $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ alternatifler kümesi, önceden belirlenmiş $C = \{C_1, C_2, \dots, C_h, \dots, C_{p+1}\}$ sıralı kategorilere atanarak sınıflandırılmaktadır. Bir $G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$ kriterler kümesine göre, bir alternatifin, bir kategoriye atanabilmesi için her bir alternatifin kategorilerin sınırlarını tanımlayan $B = \{b_0, b_1, b_2, \dots, b_p, b_{p+1}\}$ profil değerleri ile karşılaştırılması gerekmektedir. Her bir kategori bir alt ve bir üst kategori tarafından sınırlanmıştır. $h = 1, 2, \dots, p$ için b_h profili, C_h kategorisinin üst sınırı ve C_{h+1} kategorisinin alt sınırı olarak tanımlanmaktadır. En büyük ve en küçük profilleri temsil eden b_{p+1} ve b_0 profilleri, ideal ve ideal olmayan alternatiflere karşılık gelmektedirler (Mousseau 2004; 479).

ELECTRE TRI yönteminde, bir a alternatifi ile bir b_h profili karşılaştırılarak bir bulanık S üstünlük ilişkisi elde edilmektedir. Bu S ikili üstünlük ilişkisi “ a alternatifi, en az b_h profili kadar iyidir” veya “ a , b_h ’dan üstündür” anlamına gelen aSb_h (tersi b_hSa) ifadesi ile gösterilmektedir (Mousseau and Slowinski, 1998; 161). Bir S üstünlük ilişkisi, q_j farksızlık, p_j tercih eşikleri ile birlikte w_j önem katsayısı ve v_j veto eşikini içermektedir ($v_j > p_j > q_j \geq 0$) (Roy 1991;56-60).

$$c_j(a, b_h) = \begin{cases} 1, & g_j(a) + q_j(g_j(b_h)) \geq g_j(b_h) \text{ ise,} \\ 0, & g_j(a) + p_j(g_j(b_h)) \leq g_j(b_h) \text{ ise} \\ \frac{g_j(a) - g_j(b_h) + p_j(g_j(b_h))}{p_j(g_j(b_h)) - q_j(g_j(b_h))} & g_j(a) + q_j(g_j(b_h)) < g_j(b_h) < g_j(a) + p_j(g_j(b_h)) \end{cases} \quad (5)$$

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

$$C(a, b_h) = \frac{1}{w} \sum_{j=1}^n w_j c_j(a, b_h), \quad w = \sum_{j=1}^n w_j, \quad 0 \leq C(a, b_h) \leq 1, \quad (6)$$

Uyumsuzluk İndeksi: Uyumsuzluk indeksi, aSb_h iddiası ile uyumlu olmayan azınlık kriterlerini, bir v_j veto eşikini işleme katarak incelemektedir. Bir g_j kriterinde $c_j(b_h, a) = 1$ ve $c_j(a, b_h) = 0$ ise, bu kriterde b_h profili a alternatifine tercih edilir, $b_h > a$. Her bir g_j kriteri için uyumsuzluk indeksi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$d_j(a, b_h) = \begin{cases} 0, & g_j(b_h) - g_j(a) \leq p_j(g_j(b_h)), \\ 1, & g_j(b_h) - g_j(a) > v_j(g_j(b_h)), \\ \frac{g_j(b_h) - g_j(a) - p_j(g_j(b_h))}{v_j(g_j(b_h)) - p_j(g_j(b_h))} & g_j(a) + p_j(g_j(b_h)) < g_j(b_h) < g_j(a) + v_j(g_j(b_h)), \end{cases} \quad (7)$$

Güvenirlilik İndeksi: Güvenirlilik indeksi, bir bulanık üstünlük ilişkisi hesaplayarak, aSb_h (tersi b_hSa) iddiasının gücünün bir güvenirlilik derecesini tespit etmektedir. $[0, 1]$ aralığında değişen üstünlük ilişkisinin güvenirlilik derecesi $\sigma(a, b_h)$ (tersi $\sigma(b_h, a)$) ile gösterilir. Güvenirlilik indeksi uyum (6) ve uyumsuzluk (7) indekslerinden faydalanarak bir güvenirlilik matrisi oluşturmaktadır. Bu durumda üstünlük ilişkisinin bir $\sigma(a, b_h)$ güvenirlilik indeksi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\sigma(a, b_h) = \begin{cases} C(a, b_h), & \forall j \text{ için } d_j(a, b_h) \leq C(a, b_h), \\ C(a, b_h), & \prod_{j \in J(a, b_h)} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - C(a, b_h)} \quad \exists j \text{ için } d_j(a, b_h) > C(a, b_h), \end{cases} \quad (8)$$

Eğer hiçbir kriterde uyumsuzluk yoksa, aSb_h iddiasının iyi kurulduğunu gösterir ve bu durumda $\sigma(a, b_h)$ güvenirlilik indeksi, $C(a, b_h)$ uyumluluk indeksine eşit olur. Bir veya birden fazla uyumsuz kriterin varlığında $C(a, b_h) < d_j(a, b_h)$ olması, güvenirliliğin azaldığını göstermektedir. Bu azalma $d_j(a, b_h)$ değerinin 1’e yaklaşmasıyla daha da büyümektedir. Veto etkisi ile uyumlu olarak, en az bir kriter

ELECTRE TRI yönteminde alternatifler, iki ardışık adımla kategorilere atanmaktadır. İlk olarak, çeşitli parametreler (farksızlık eşik, tercih eşik, veto eşik, kriter ağırlıkları, kategorilerin sınır profil değerleri) kullanılarak alternatifler ve kategorilerin sınır profil değerleri karşılaştırılıp, bulanık S üstünlük ilişkisi elde edilmektedir. S üstünlük ilişkisi kullanılarak, alternatifler iki atama kuralı ile (iyimser, kötümser atama kuralı) kategorilere atanarak sınıflandırılırlar (Mousseau 1998: 9).

3.3.1. Üstünlük ilişkisinin kurulması ve Güvenirliliğin Ölçülmesi

ELECTRE TRI yönteminde bir S üstünlük ilişkisi uyumluluk ve uyumsuzluk adında iki farklı indeks yardımıyla kurulmuştur. Ayrıca bu S üstünlük ilişkisinin güvenirlilik derecesini tespit etmek için, uyumluluk ve uyumsuzluk indeksleri birleştirilerek bir güvenirlilik indeksi elde edilmiştir. Bu kavramlar aşağıda açıklanmıştır (Mousseau ve Slowinski 1998: 162- 163; Mousseau vd. 1999: 9-14):

Uyumluluk İndeksi: Bir kısmi uyumluluk ve bir genel uyumluluk indeksinden oluşan uyumluluk indeksi, kriterlerin ağırlık önem katsayıları göz önünde bulundurularak bu kriterlerin büyük çoğunluğunun aSb_h iddiası ile uyumluluğunu ifade etmektedir. Her bir g_j kriteri için kısmi uyumluluk indeksi aşağıdaki gibi hesaplanır:

için $d_j(a, b_h) = 1$ ise aSb_h iddiası güvenirliliğe sahip değildir ve $\sigma(a, b_h) = 0$ olur (Mousseau vd. 1999; 14).

3.3.2. Sınıflandırmanın Yapılması

Güvenirlilik indeksi belirlendikten sonra, bir kesin üstünlük ilişkisi elde etmek amacıyla bulanık ilişkiyi durulaştırılan bir λ kesme seviyesi belirlenmelidir. Bu kesme seviyesi, tüm kriterler göz önünde bulundurularak bir üstünlük ilişkisini

onaylamak için KV'nin gerekli gördüğü bir minimum güvenilirlik derecesidir. $[0, 5, 1]$ aralığında bir değer alan λ kesme seviyesi, aSb_h iddiasının bir güvenilirlik derecesi olan $\sigma(a, b_h)$ ile karşılaştırılır. $\sigma(a, b_h) \geq \lambda \Leftrightarrow aSb_h$ (“ a , en az b_h kadar iyidir”) (Mousseau vd. 1999:14).

$\sigma(a, b_h)$, $\sigma(b_h, a)$, ve λ değerleri a alternatifi ve b_h profili arasındaki tercih durumunu belirlemektedirler. İkili tercih ilişkilerini gösteren $>$, I ve R sembolleri sırasıyla tercih, farksızlık ve karşılaştırılmazlık durumlarını ifade etmektedirler (Mousseau ve Slowinski 1998; 163). aIb_h durumunda, kriterlerin yeterli bir çoğunluğu a ve b_h 'in hemen hemen aynı performansa sahip olduğunu desteklemektedir ($\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ ve $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$). $a > b_h$ (tersi $b_h > a$), kriterlerin büyük bir çoğunluğu a 'nın b_h 'dan üstün olduğunu desteklerken, geriye kalan azınlık kriterleri b_h 'ın a 'dan üstün olduğunu desteklemektedir ($\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ ve $\sigma(b_h, a) < \lambda$) (tersi $\sigma(a, b_h) < \lambda$ ve $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$). aRb_h , kriterlerin bir kısmı a 'nın b_h 'dan, diğer kısmı b_h 'ın a 'dan üstün olduğunu savunmakta, fakat bu iddiaları destekleyen kriterlerin gereken çoğunluğu sağlayamadıklarını göstermektedir ($\sigma(a, b_h) < \lambda$ ve $\sigma(b_h, a) < \lambda$) (Almeida-Dias vd., 2010:567).

Atama İşlemleri: ELECTRE TRI yönteminde, her bir alternatifi atanacağı kategoriye belirlemek amacıyla, bir alternatifi bir profil ile karşılaştırılma şeklini analiz eden iyimser ve kötümser atama kuralları adında iki atama kuralı mevcuttur. Bu atama kuralları aşağıdaki gibi açıklanmıştır (Mousseau vd. 1999:18-19):

Kötümser Atama Kuralı:

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

İyimser Atama Kuralı (Ayrıran):

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

İyimser atama kuralı, alternatifleri mümkün olan en yüksek kategoride sınıflandırırken, kötümser atama kuralı ise alternatifleri mümkün olan en düşük kategoride sınıflandırmaktadır (Zheng vd., 2014:30). Kötümser atama kuralında, $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ ise, yani aSb_h ($a > b_h$ veya aIb_h) ise a , C_{h+1} kategorisine atanır. Aksi takdirde aSb_0 olacak şekilde en düşük C_1 kategorisine atanacaktır. İyimser atama kuralında, $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$ ve $\sigma(a, b_h) < \lambda$ ise, yani b_hSa ve $\neg aSb_h$ ($b_h > a$) ise a , C_h kategorisine atanır. Aksi takdirde $b_{p+1} > a$ olacak şekilde en yüksek C_{p+1} kategorisine atanacaktır (Khalil vd. 1999: 10; Jabeur ve Martel 2007:1279; Sánchez-Lozano vd., 2014: 481). Burada b_0 , tüm alternatiflerin tercih edildiği profili (aSb_0), b_{p+1} , tüm alternatiflere tercih edilen profili temsil etmektedir ($b_{p+1} > a$) (Zheng vd., 2014:29).

ELECTRE TRI yönteminin bu iki atama kuralı, alternatifler ve profiller arasındaki karşılaştırılmazlık ile başa çıkmada bir avantaj sağlamaktadır. ELECTRE TRI yöntemi, alternatiflerin bazı kriterlerde yüksek performans göstermesi ve diğer kriterlerde düşük performans göstermesi durumunda kötümser ve iyimser yaklaşımlar önererek, değerlendirmelerinde özgünlükleri olan alternatiflere işaret edecek şekilde alternatifler arasındaki karşılaştırılmazlığı yönetmektedir. Bu durumda iki atama kuralı arasındaki farklar, alternatiflerin profilleri ile karşılaştırmasını zorlaştıran özel niteliklere sahip alternatiflerin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır. Karşılaştırılmazlık alternatifler arasında gerçekçi olmayan ve zorunlu karşılaştırmalar yapılmasını önlemekte ve KV için önemli bilgileri ortaya koymaktadır (Siskos vd. 2007:868; Doumpos vd. 2009:498).

3.4. Kümeleme Analizi ve K-Ortalamlar Algoritması

Kümeleme Analizi (KA), birimleri benzerliklerine göre sınıflandırmak üzere kullanılan çok değişkenli yöntemlerdir. Temel amaç; önceden belirlenen ölçütlere göre, üzerinde çalışılan herhangi bir veri setindeki benzer grupları kendi içinde türdeş; fakat diğer gruplardan farklı olacak biçimde kümeler ayırmaktır. Bunu yaparken, gruplar arasındaki benzerliğin de en çok olması hedeflenmektedir. Başka bir ifadeyle amaç, üretilecek çıktı için kendi içinde tek tip olan farklı gruplar oluşturmaktır (Dinç Cavlak, 2019:2057; Kalra vd., 2018:4; Kodinariya ve Makwana, 2013:90; Morissette ve Chartier, 2013:15; Turan vd., 2016:149; Koltan Yılmaz ve Patır, 2011:99). Temel olarak KA uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir (Özdamar, 2004:280):

- Veri kümesinden alınan n sayıda birimin p sayıda değişkenine ilişkin gözlem değerlerinin üretilmesiyle veri matrisi belirlenmektedir.
- Benzerlik/farklılık matrisini belirlemek için birimlerin/değişkenlerin birbirleriyle olan benzerliklerini/farklılıklarını gösteren uygun benzerlik ölçüsü ile birbirlerine uzaklıkları hesaplanmaktadır. Birimlerin benzerliklerinin ortaya konmasında farklı ölçüler kullanılmaktadır. Değişkenlerin ölçü birimlerinin ve ölçümleme tekniklerinin farklı olması nedeniyle uzaklık ölçüleri; değişkenler oransal ya da aralıklı ölçükle elde edildiğinde “uzaklık ya da korelasyon”, sayımla elde edildiğinde “kikare ya da phi kare”, ikili (binary) gözlemlere göre elde edildiğinde ise “Öklid, kareli Öklid, ölçü farkı, örüntü farkı, Lance ve Williams farkı” gibi ölçülerdir (Özdamar, 2004:283).
- Uygun kümeleme algoritması ile birimler/değişkenler uygun sayıda kümeler ayırmaktadır.
- Elde edilen kümeler yorumlanmakta ve bu küme yapısına dayalı kurulan hipotezler doğrulanmaktadır.

KA, Faktör Analizine benzer şekilde bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında ayırım yapmadan, değişkenler arası karşılıklı ilişkileri esas almaktadır. Faktör analizi, değişkenleri az sayıda faktöre indirgeyerek gruplamak ve böylece değişken sayısını azaltmaktadır. KA ise gözlemleri az sayıda kümeye indirgeyerek, gözlem sayısını azaltmaktadır (Dinç Cavlak, 2019:2057). Bununla birlikte, veri matrisinde değişkenlerin ortalama ve varyansları birbirlerinden çok farklı olduklarında, büyük ortalama ve varyansa sahip değişkenler diğer değişkenleri belirli oranda

baskılamakta ve etkinliklerini göreceli olarak azaltmaktadır. Bu nedenle verilerin standardize edilmesi ya da belirli aralıklarda gözlenen değerlere dönüştürülmesi uygun olmaktadır. Bu amaçla; z skorlarına dönüştürme, $-1 \leq x \leq +1$ aralığına dönüştürme, $0 \leq x \leq 1$ aralığına dönüştürme, $x \leq 1$ dönüştürme, ortalama 1 olacak şekilde dönüştürme ve standart sapma 1 olacak şekilde dönüştürme yöntemleri kullanılmaktadır (Özdamar, 2004, 291).

Birimlerin/değişkenlerin uygun sayıda kümeler ayrılması için pek çok algoritma geliştirilmiştir. Bu algoritmalar, hiyerarşik olan ve hiyerarşik olmayan yöntemler olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. Her iki yöntemde de amaç, kümeler içi benzerlikleri ve kümeler arasındaki farklılıkları en yüksek düzeye çıkarmaktır. Hiyerarşik kümeleme, kümeleri oluşturmak için birimler arasındaki uzaklıkları kullanarak, bağlantı noktalarını gösteren hiyerarşik ağaç diyagramlarını ortaya koymaktadır KA'nın ana zorluklarından biri, farklı veri kümelerinden oluşan doğru sayıda küme sayısının pratikte nadiren bilinmesidir. Hiyerarşik yöntem, kaç tane küme oluşması gerektiğine karar verebilmektedir. Verilerde bilinmeyen sayıda kümenin aranmasına izin verme avantajına sahiptir; ancak benzerlik matrisine dayandıkları için hesaplama açısından çok maliyetlidir. Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri ise analizi yapacak araştırmacı küme sayısına karar verdiğinde ya da bir tahmini olduğunda tercih edilmektedir. Bu da araştırmacının ön bilgisi ve tecrübesi ile yapılmaktadır. Daha sonra her kümenin tipik bir gözlemi seçilmekte ve benzer gözlemler bu tipik gözlemin etrafında birer birer kümelendirilmektedir. Güvenilir olması en belirgin üstünlüğüdür (Dinç Cavlak, 2019:2057; Kangallı vd, 2011:103; Turan vd., 2016:152; Koltan Yılmaz ve Patır, 2011:101). Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri arasında en yaygın kullanılan yöntem; uygulama kolaylığı, hesaplama verimliliği ve düşük bellek tüketimi nedenleriyle yaygınlaşan K-Ortalamlar algoritmasıdır. Bu yöntemin genel mantığı n adet veri nesnesinden oluşan bir veri setini, giriş parametresi olarak verilen k adet kümeye bölümlenmektedir. Böylece, ortaya çıkan küme içi benzerlik yüksek; ancak kümeler arası benzerlik düşük olmaktadır (Ali ve Kadhum, 2017:1577; Demiralay ve Çamurcu, 2005:4; Kanungo, 2002:881; Kodinariya ve Makwana, 2013:91; Morissette ve Chartier, 2013:15).

D , n nesne içeren bir veri kümesi olmak üzere; K-Ortalamlar algoritması aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Ali ve Kadhum, 2017:1578; Kodinariya ve Makwana,, 2013:91):

Adım 1: İlk küme merkezleri olarak rasgele D 'den k nesne seçilmekte ve kümelenen nesnelerin temsil ettiği alana k noktası yerleştirilmektedir. Bu noktalar ilk grup ağırlık merkezlerini temsil etmektedir.

Adım 2: Her nesne yeniden kümedeki nesnelerin ortalama değerine bağlı olarak nesnenin en benzer olduğu kümeye, bir başka deyişle en yakın ağırlık merkezine sahip gruba atanmaktadır.

Adım 3: Küme araçları güncellenmektedir. Bir başka deyişle her küme için nesnelerin ortalama değeri hesaplanarak tüm nesnelere atandığında, k küme merkezlerinin konumları yeniden hesaplanmaktadır.

Adım 4: Küme merkezleri artık hareket etmeye kadar, yeniden değişiklik yapılmayana kadar, 2. ve 3. adımlar tekrarlanmaktadır.

K-Ortalamlar algoritmasının en büyük eksikliği k değerini tespit edememesidir. Bu nedenle başarılı bir kümeleme elde etmek için farklı k değerleri için deneme yanılma yöntemi uygulanmaktadır (Demiralay ve Çamurcu, 2005:6). Küme sayısının belirlenmesinde bir diğer yöntem ise işlemlerin tekrarlanma sayısı ve yakınsama kriteri koşullarının incelenmesidir. İşlemlerin en az 10 defa tekrarlanması gerektiği ve yakınsama kriterinin de 0-1 arasında mümkün olan en küçük sayıda olması tavsiye edilmektedir. Yakınsama kriteri azaldıkça gözlemlerin kümeler atanması daha güvenilir olmaktadır (Kangallı vd, 2011: 104).

4. Bulgular

Bu çalışmada LRE'nin güncellenmiş 2019 yılına ait verileri ve 12 temel göstergesi (Şekil 1'de verilen göstergeler) göz önünde bulundurularak ülkelerin refah düzeyi Entropi tabanlı ELECTRE TRI yöntemi ve K-Ortalamlar kümeleme analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Excel programı kullanılarak Entropi yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlenmiş, Matlab 2017 programlama dili kullanılarak ELECTRE TRI yöntemiyle ülkelerin refah düzeylerine göre dört kategoride sınıflandırılmış ve SPSS programı kullanılarak K-Ortalamlar yöntemine göre benzer özelliklere sahip ülkeler gruplandırılmıştır.

4.1. Entropi Yöntemiyle Kriterlerin Ağırlıklarının Elde Edilmesi

ELECTRE TRI yönteminin uygulanması için, en önemli parametrelerden biri olan kriterlerin önem ağırlıklarının bilinmesi gerekmektedir. Çalışmada, objektif bir değerlendirme sağlayan Entropi yöntemi kullanılarak göstergelerin önem ağırlıkları belirlenmiştir. Entropi yönteminde ilk olarak karar matrisinin belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmada ele alınan 167 ülkenin 12 temel göstergeye ilişkin verileri ile 167×12 boyutlu bir karar matrisi oluşturulur. Karar matrisinin farklı ölçüm birimlerini ortadan kaldırmak için karar matrisi normalleştirilir. Daha sonra her bir kriter için normalize edilmiş değerler ile bu değerlerin logaritmik değeri çarpılarak sütun bazında toplanır. Her bir kriter için bu toplamlar ayrı ayrı K pozitif sabiti ile çarpılarak e_j entropi değerleri elde edilir. Burada, K pozitif sabiti çalışmada ele alınan ülkelerin sayısı olan 167'nin logaritmasıdır ($K = \frac{1}{\ln(167)} = 0.195389$). Her bir e_j entropi değeri 1'den çıkarılarak d_j ayırt etme gücü hesaplanır ve en son aşamada w_j gösterge ağırlıkları elde edilir. Elde edilen e_j ve d_j değerleri Tablo 2'de, göstergelerin w_j önem ağırlıkları da Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Kriterlere İlişkin e_j ve d_j Değerleri

	g1	g2	g3	g4	g5	g6
e_j	0.992344	0.987735	0.993151	0.989863	0.996883	0.992174
d_j	0.007656	0.012265	0.006849	0.010137	0.003117	0.007826
	g7	g8	g9	g10	g11	g12
e_j	0.991425	0.987003	0.997755	0.985904	0.993024	0.996704
d_j	0.008575	0.012997	0.002245	0.014096	0.006976	0.003296

Tablo 3. Entropi Gösterge Ağırlık Değerleri

	Kriterler	Kriter Ağırlıkları	Önem Sırası
g1	Ekonomik Kalite	0.079726	7
g2	Eğitim	0.127717	3
g3	Girişimcilik Koşulları	0.071316	9
g4	Yönetim	0.105557	4
g5	Sağlık	0.032453	11
g6	Yatırım Ortamı	0.081488	6
g7	Yaşam Koşulları	0.08929	5
g8	Pazara Erişim ve Altyapı	0.135334	2
g9	Doğal Çevre	0.023381	12
g10	Kişisel Özgürlük	0.146777	1
g11	Emniyet ve Güvenlik	0.072645	8
g12	Sosyal Sermaye	0.034317	10

Tablo 3'deki değerlere göre, refah düzeyini en çok etkileyen ilk üç kriter "Kişisel Özgürlük", "Pazara Erişim ve Altyapı, Eğitim" kriterleri çıkarken, en az etkileyen ise "Doğal Çevre" kriteri çıkmıştır. Bu değerlere göre, refah düzeyi düşük olan ülkelerin ilk olarak düzeltmeleri gereken Kişisel Özgürlük kriteridir.

4.2. ELECTRE TRI Yöntemi İle Ülkelerin Refah Düzeylerine Göre Sınıflandırılması

ELECTRE TRI yönteminin uygulanması çeşitli parametrelerin belirlenmesini gerektirmektedir. Bu parametreler ayırım eşikleri (tercih, farksızlık veto eşikleri ve lamda kesme seviyesi), kriterlerin önem katsayılarını gösteren kriter ağırlıkları ve ardışık kategorileri arasındaki sınırları belirleyen profillerdir. ELECTRE TRI yönteminde kullanılan bu parametreler KV tarafından belirlenen ve onların tecrübelerini ve uzmanlık alanlarını ifade eden keyfi değerlerdir. Bu parametrelerin değeri ile ilgili bazı belirsizlikler, çelişkiler ve keyfilik söz konusu olduğunda, tüm parametre değerleri için kesin rakamlar sağlamak genellikle zordur (Mousseau ve Slowinski 1998:159). Roy ve Bouyssou (1986), bu değerlerin keyfi seçiminden dolayı duyarlılık analizini önermiştir. Bu çalışmada, önce başlangıç parametre değerlerine göre sınıflandırma yapılmış, daha sonra kriter ağırlıkları ve kesme seviyesinin sınıflandırma sonuçları üzerindeki etkisinin araştırmak amacıyla duyarlılık analizi yapılmıştır.

Eşik değerler: ELECTRE TRI yönteminde, farksızlık, tercih ve veto eşik değerleri KV tarafından belirlenen keyfi değerlerdir. Roy (1991), belirsiz, tutarsız ve yanlış tanımlanan kriterlerin ana kaynaklarını inceleyerek eşik değerleri makul bir minimum ve maksimum değer arasına yerleştirmeyi ve eşik değerleri bu aralığın ortasına karşılık gelen değeri benimsemeyi önermiştir (Roy, 1991:66-70). Bu çalışmada eşik değerler, LRE'nin 2019 verilerinin her bir kriterine göre ülkelerin refah düzeyi puanları arasındaki farklar incelenerek, q_j farksızlık, p_j tercih ve v_j veto eşik değerleri makul bir minimum ve maksimum değer arasına yerleştirilmiştir. Her bir kriterdeki, ülkelerin refah düzeyi arasındaki en küçük farklar farksızlık eşiği, orta değerler

Tablo 4. Kriterlerin Başlangıç Profil Değerleri

	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12
b₁	45.105	53.513	51.789	45.876	65.738	49.715	64.884	44.46	53.673	47.315	63.277	48.798
b₂	59.489	74.511	67.729	63.743	76.728	66.301	84.909	64.024	59.473	63.859	77.556	53.212
b₃	69.551	83.878	79.844	80.639	81.153	76.793	93.677	74.707	66.683	81.079	87.996	62.798

λ Kesme Seviyesi: Üstünlük ilişkisini destekleyen yeterli çoğunluk olarak tanımlanan ve keyfi bir değer olan λ kesme seviyesi, Merad vd. (2004:174) tarafından, (1-(en büyük

tercih eşiği ve en büyük farklar veto eşiği olarak alınmıştır. Eşik değerler, her bir kriterdeki refah düzeyi puanları büyükten küçüğe doğru sıralandıktan sonra elde edilmiştir. Bu durumda, eşik değer aralıkları $q_j = [0, 10]$, $p_j = [49, 69]$ ve $v_j = [77, 97]$, şeklinde elde edilmiş ve bu aralıkların ortasına karşılık gelen $q_j = 5$, $p_j = 59$ ve $v_j = 87$, eşik değerler tüm kriterler için eşit olarak alınmıştır.

Kriter Ağırlıkları: Çalışmada, iki tür kriter ağırlığı kullanılmıştır. İlk olarak objektif bir değerlendirme yapan Entropi ağırlıkları kullanılmış ve daha sonra her bir kriter eşit ağırlıklandırılarak (1/12) sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Kategoriler ve Profil değerleri: Bu çalışmada, ülkeler refah düzeylerine göre dört kategoride sınıflandırılmıştır. Bu kategorilerden C1 kategorisinde en düşük refah düzeylerine sahip ülkeler, C2 kategorisinde orta refah düzeylerine sahip ülkeler, C3 kategorisinde iyi refah düzeylerine sahip ülkeler ve C4 kategorisinde ise en yüksek refah düzeylerine sahip ülkeler sınıflandırılmıştır.

Profil değerleri, kategorilerin sınırlarını gösteren ve KV tarafından belirlenen keyfi değerlerdir. Bu çalışmada, ülkeler refah düzeylerine göre dört kategoriye ayrılarak sınıflandırılacağından üç sınır profil değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmada, başlangıç profil değerleri, Mousseau ve Slowinski (1998) tarafından önerilen aşağıdaki yöntem kullanılarak elde edilmiştir.

$$g_j(b_h) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\sum_{a_i \in C_h} g_j(a_i)}{n_h} + \frac{\sum_{a_i \in C_{h+1}} g_j(a_i)}{n_{h+1}} \right\} \quad (9)$$

Burada n_h ve n_{h+1} sırasıyla C_h ve C_{h+1} kategorilerine atanan ülkelerin sayısını vermektedir (Mousseau ve Slowinski,1998:169). Bu sezgisel kural ile profil değerlerinin hesaplanması için, LRE'nin sınıflandırmasına ihtiyaç vardır. LRE herhangi bir sınıflandırmaya sahip olmadığından, bu çalışmada LRE'ne en yakın benzerlik gösteren ve küresel hesaplama yapan İGE'nin sınıflandırmasının sınır değerleri göz önünde bulundurularak, LRE'nin sınıflandırılması elde edilmiştir. 0 ile 1 arasında değerler alan İGE, 2019 verilerine göre üç sınır değer belirleyip ülkeleri gelişmişlik düzeylerine göre dört kategoride sınıflandırmıştır. Düşük insani gelişmişlik için 0.550'den küçük, orta düzey insani gelişmişlik için 0.550–0.699, yüksek insani gelişmişlik için 0.700–0.799 ve çok yüksek insani gelişmişlik için 0.800 veya daha büyük değerler seçilmiştir (IGE, 2020). LRE'nin puanları 0 ile 100 arasında değiştiği için İGE'nin sınır değerleri 100'lük sisteme çevrilerek, bu sınır değerlere göre LRE dört kategoride sınıflandırılmıştır.

Denklem (9) daki sezgisel kural yardımıyla, LRE'nin dört sınıftan faydalanarak ELECTRE TRI yönteminin profil değerleri elde edilmiş ve bu profil değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

ağırlık / toplam ağırlık)) değerinden daha büyük bir değer olarak önerilmiştir. Bu değer, en ağırlıklı kriterin atanma kategorisine karar verenin tek kişi olmasını engellemektedir

(Merad vd. 2004: 174). λ kesme seviyesi, bir alternatifin bir profilden üstün olduğunu iddia edebilecek en düşük güvenilirlik derecesini temsil ettiğinden, alternatiflerin sınıflandırılmasında yüksek λ değerlerinin seçilmesi mantıklı görülmüştür. Bu yüksek değerler, KV'nin bazı belirsizliklerden etkilenebileceği parametre değerlerine ilişkin sınıflandırma sonuçlarını güvenilir kılmaktadır (Antonella vd., 2017:107). Bu çalışmada, Entropi kriter ağırlıkları ile bir α ülkesinin bir refah düzeyi kategorisinde sınıflandırılması için kriter ailesinin $\left[1 - \left(\frac{0.146777}{1}\right)\right] = \%85.3232$ 'den fazlasının bu durumu onaylaması gerekmektedir. Bu durumda, ilk sınıflandırma için gereken çoğunluk $\lambda = 0.86$ olarak belirlenmiştir. Her bir kriter eşit ağırlıklandırıldığında ise λ kesme seviyesi $\left[1 - \left(\frac{0.08333}{1}\right)\right] = \%91.667$ 'den fazlasının bu durumu onaylaması gerekmektedir. Bu durumda, ikinci sınıflandırma için gereken çoğunluk $\lambda=0.92$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu iki λ kesme seviyesinin büyük değerleri için duyarlılık analizi yapılmıştır.

Atama Kuralları: Alternatiflerin önceden belirlenmiş kategorilere atanması için gereken parametre değerleri belirlendikten sonra, yöntemin kötümser ve iyimser atama kuralları yardımıyla, alternatifler kategorilerin sınır profil değerleri ile karşılaştırılıp sınıflandırılacaktır. Bu çalışmada, ülkeler refah düzeylerine göre dört kategoride sınıflandırıldığı için üç sınır profil değeri elde edilmiştir. Ayrıca b_0 , tüm ülkelerin tercih edildiği en alt profil değerini, b_4 ise tüm ülkelere tercih edilen profil değerini göstermektedir. LRE, ülkelerin refah düzeylerini 0 ile 100 arasında değerlendirdiği için $b_0 = 0$ ve $b_4 = 100$ olarak alınmıştır. Her iki atama kuralı, bir alternatifin bir profil değerinden üstünlüğünü bir λ kesme seviyesiyle onaylayarak sınıflandırma yapmaktadır. Kesme seviyesi 1'e doğru artıkça, eğer karşılaştırılabilirlik durumu söz konusu ise kötümser atama kuralı alternatiflerin çoğunu C1 kategorisinde sınıflandırırken, iyimser atama kuralı C4 kategorisinde sınıflandırır. Diğer durumlarda her iki atama kuralı alternatifleri aynı kategoride sınıflandırarak, kesme seviyesi 1'e doğru artıkça C1 kategorisinde, 0.5 doğru azaldıkça C4 kategorisinde sınıflandırmaktadır.

4.2.1. ELECTRE TRI Yöntemiyle Elde Edilen Bulgular

Tüm parametreler belirlendikten sonra, başlangıç parametreler ile ilk sınıflandırma elde edilmiştir. Daha sonra, kriter ağırlıkları ve λ kesme seviyesinin farklı değerlerinin sınıflandırma sonuçları üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla duyarlılık analizi yapılmıştır.

İlk olarak, Entropi ağırlıkları ve $\lambda = 0.86$ kesme seviyesi kullanılarak kötümser ve iyimser atama kuralları ile ülkelerin refah düzeylerine göre ilk sınıflandırması elde edilmiştir. İlk sınıflandırmanın sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Başlangıç Parametre Değerlerine Göre İlk Sınıflandırma

$\lambda=0.86$	Kötümser	İyimser
C1	27	27
C2	65	65
C3	36	36
C4	39	39

Tablo 5'e göre 27 ülke en kötü refah düzeyine sahip ülkeleri kapsayan C1 kategorisinde, 65 ülke orta refah düzeyine sahip C2'de, 36 ülke iyi refah düzeyine sahip C3'de ve 39 ülke ise en iyi refah düzeyine sahip ülkeleri kapsayan C4 kategorisinde sınıflandırılmıştır. İlk parametreler ile elde edilen sınıflandırmada, ülkeler ve profil değerleri arasında herhangi bir karşılaştırılabilirlik oluşmadığı için kötümser ve iyimser atama kuralları ülkeleri aynı kategorilerde sınıflandırmıştır. Bu durumda, $\lambda = 0.86$ kesme seviyesinin hem güvenilirliği artırdığı hem de karşılaştırılabilirlik oluşmadığı için karşılaştırmayı zenginleştirdiği söylenebilir. Farklı λ kesme seviyeleri ve kriter ağırlıkları ile elde edilen sınıflandırma sonuçları Tablo 6'de verilmiştir. Entropi kriter ağırlıkları ve eşit kriter ağırlıkları ile birlikte, $\lambda = 0.86$, $\lambda = 0.92$, $\lambda = 0.95$ ve $\lambda = 0.97$ kesme seviyeleri kullanılarak ülkeler kötümser ve iyimser atama kurallarına göre sınıflandırılmıştır.

Tablo 6. Farklı λ Kesme Seviyeleri ve Kriter Ağırlıkları ile Dört Kategoride Sınıflandırılan Ülke Sayıları ve Karşılaştırmaları

	Entropi kriter ağırlıklar ile sınıflandırma		Eşit kriter ağırlıklar ile sınıflandırma	
	Kötümser	İyimser	Kötümser	İyimser
$\lambda = 0.86$	Ülke sayıları	Ülke sayıları	$\lambda = 0.86$	Ülke sayıları
C1	27	27	C1	22
C2	65	65	C2	58
C3	36	36	C3	43
C4	39	39	C4	44
$\lambda = 0.92$			$\lambda = 0.92$	
C1	44	44	C1	39
C2	66	66	C2	69
C3	23	23	C3	25
C4	34	34	C4	34
$\lambda = 0.95$			$\lambda = 0.95$	
C1	61	57	C1	50
C2	56	60	C2	64
C3	23	23	C3	25
C4	27	27	C4	28
$\lambda = 0.97$			$\lambda = 0.97$	
C1	69	57	C1	64
C2	51	63	C2	57
C3	22	21	C3	21
C4	25	26	C4	25

Tablo 6'daki bilgilere göre, Entropi kriter ağırlıkları ve $\lambda = 0.95$ kesme seviyesi ile elde edilen sonuçlarda kötümser ve iyimser atama kuralları arasında farklılıklar oluşmuştur. C1 ve C2 kategorisinde oluşan bu farklılıklar Çin, Küba, Suudi Arabistan ve Türkiye'nin b_1 profil değeri ile karşılaştırılmamasından kaynaklanmaktadır. Bu ülkeler $\lambda = 0.86$ ve $\lambda = 0.92$ kesme seviyeleri ile C2'de sınıflandırılırken, $\lambda = 0.95$ kesme seviyesi ile iyimser atama kuralına göre C2'de, daha temkinli davranan kötümser atama kuralına göre ise C1'de sınıflandırılmıştır. Bu ülkelerin kriterleri incelendiğinde, dört ülkenin de Entropi kriter ağırlıklarına göre refah düzeyini belirleyen önemli kriterlerden "Kişisel Özgürlük" kriterinin çok düşük olduğu görülmüştür. Bu ülkelerin "Kişisel Özgürlük" kriteri, diğer ülkelerle karşılaştırıldığında sondan ilk 22 ülkenin içinde yer almaktadır. Bu durumda, bu ülkelerin refah düzeylerini yükseltmeleri için Kişisel Özgürlüğe daha çok önem vermeleri gerektiği düşünülmüştür. Benzer şekilde, Entropi kriter ağırlıkları ve eşit kriter ağırlıklarına göre $\lambda = 0.97$ değeri ile de bazı ülkelerde karşılaştırılabilirlikle sonuçlanmıştır.

Entropi kriter ağırlıkları ve eşit kriter ağırlıkları ile elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, iki kriter ağırlığı arasında farklılıklar oluşmuştur. Örneğin tüm kriterlerdeki

performans değeri b_1 profil değerinden küçük olan Kamerun ülkesi, Entropi kriter ağırlıkları ve $\lambda = 0.86$ değeri ile en düşük refah düzeyine sahip C1 kategorisinde sınıflandırılırken, eşit kriter ağırlıkları ve $\lambda = 0.86$ değeri ile C2’de sınıflandırılmıştır. Bu ülkenin kriterleri incelendiğinde Entropi yöntemi ile refah düzeyini en az etkileyen, yani en düşük kriter ağırlığına sahip “Doğal Çevre” kriterinin buna sebep olduğu tespit edilmiştir. Bu kriter, Entropi yöntemiyle 0.023381 değerini alırken, eşit kriter ağırlığı ile 0.083333 değerini almıştır. “Doğal Çevre” kriteri 0.023381 ve diğer tüm kriter ağırlıkları 0.088784 olacak şekilde değiştirildiği zaman bu ülke C1 kategorisinde sınıflandırılmıştır. Benzer şekilde, tüm kriterlerdeki performans değeri b_3 profilinden küçük olan Şili, Entropi ve $\lambda = 0.92$ değeri ile C4’de sınıflandırılırken, aynı λ değeri ile eşit ağırlıklarda C3’de sınıflandırılmıştır. Kriterlerin önem dereceleri incelendiğinde, bu ülkenin Entropi kriter ağırlığına göre önem seviyesi yüksek olan kriterlerde performans değerinin de yüksek olması, bu ülkenin b_3 sınır profil değerinden üstünlüğünü onaylayan ve $\lambda = 0.92$ çoğunluğu sağladığı, eşit kriter ağırlıklarında ise sağlayamadığı tespit edilmiştir. Entropi kriter ağırlıkları ve eşit kriter ağırlıkları ile birlikte $\lambda = 0.86$ kesme seviyesi kullanıldığı zaman, her iki kriter ağırlığı ülkelerin %86.23’nü aynı kategorilerde sınıflandırmıştır. Farklı sınıflandırılan ülkeleri eşit kriter ağırlığı, Entropi kriter ağırlığına göre bir üst kategoride sınıflandırmıştır.

Tablo 6’da gösterilen tüm sonuçlar karşılaştırıldığında, tüm senaryoların ülkelerin %42’sini aynı kategoride sınıflandırdığı, bu ülkelerden 21’nin C1’de, 20’sinin C2’de 5’nin C3’de ve 24’ünün de C4’de sınıflandırıldığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre, ülkelerin %42’si için kararlı bir sınıflandırma elde edilmiştir. Geriye kalan ülkeler ise kesme seviyesi 1’e doğru arttıkça bir alt kategoride sınıflandırılmışlardır. Bunun nedeni, kesme seviyesinin artan değerlerine karşılık güvenilirlik artmış ve daha katı bir atama yapılarak ülkeler alt kategorilerde yoğunlaşmıştır.

Yukardaki tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, Entropi kriter ağırlıkları ve $\lambda = 0.86$ kesme seviyesinin bu çalışma için uygun parametreler olduğu gözlemlenmiştir. Entropi yöntemi her kriteri farklı ağırlıklandırarak, refah düzeylerinin değerlendirmesinde daha gerçekçi sonuçlar elde ettiği ve $\lambda = 0.86$ kesme seviyesinin karşılaştırılan alternatiflerin sayısını azaltmadan üstünlük ilişkisini güvenilir hale getirdiği ve bu nedenle normal bir sınıflandırma için yeterli olduğu kanısına varılmıştır.

4.3. K-Ortalamlar ile Elde Edilen Bulgular

Çalışmada; LRE, 12 refah göstergesine bağlı olarak 167 ülkenin 2019 yılı verileri baz alınarak hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinden K-Ortalamlar algoritması kullanılmış, veriler SPSS 20.0 programı aracılığıyla analiz edilmiştir.

K-Ortalamlar algoritması uygulanırken küme sayısının araştırmacı tarafından belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle; Entropi tabanlı ELECTRE TRI ile ülkeler refah düzeylerine göre dört grupta sınıflandırıldığı için küme sayısı dört olarak belirlenmiştir. Böylece elde edilen dört küme, belirlenen sınıflandırma dahilinde “en düşük, orta, iyi, en yüksek” refah düzeylerine sahip ülkeler olarak ayırt edilebilmektedir. Ayrıca çalışmada kullanılan yöntemlerden elde edilen bulguların karşılaştırılması ve benzerlik düzeylerinin ortaya konması da mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, değişkenlerin aşırı uçlarda yer alan değerlerinin kümeleme üzerindeki olumsuz etkilerini engellemek amacıyla K-Ortalamlar uygulanmadan önce göstergelerin her biri “Z değerleri” olarak da bilinen standart değerlere dönüştürülmüş ve analizler yapılmıştır. Bu doğrultuda, K-Ortalamlar ile elde edilen bulgular aşağıdaki gibidir.

Analiz sonucunda, ülkelerin hangi kümeye dahil olduğunu ve kümeler arası uzaklığı gösteren tablolar elde edilmiş ve bu değerler aynı sırayla Tablo 7 ve Tablo 8’de gösterilmiştir. Kümeler, ELECTRE TRI ile belirlenen sınıflarla karşılaştırma yapmak üzere, tablolarda K1, K2, K3, K4 olarak adlandırılmıştır.

Tablo 7. K Ortalamalar Yöntemine Göre Oluşan Gruplar

Ülkeler	Küme	Frekans
Afganistan, Angola, Burundi, Çad, Eritre, Etiyopya, Güney Sudan, Haiti, Irak, Kamerun, Kongo, Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Libya, Mısır, Moritanya, Orta Afrika Cumhuriyeti, Pakistan, Somali, Sudan, Suriye, Venezuela, Yemen	K1	22
Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya, Avusturya, Belçika, BK, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, Hong Kong, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Kıbrıs, Kosta Rika, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Singapur, Slovakya, Slovenya, Şili, Tayvan-Çin, Yeni Zelanda	K2	38
Arjantin, Arnavutluk, Azerbaycan, Bahreyn, Belarus, Belize, Birleşik Arap Emirlikleri, Bosna Hersek, Botswana, Brezilya, Bulgaristan, Cabo Verde, Cezayir, Çin, Dominik Cumhuriyeti, Ekvator, El Salvador, Endonezya, Ermenistan, Fas, Filipinler, Guatemala, Guyana, Güney Afrika, Gürcistan, Hırvatistan, Hindistan, Honduras, İran, Jamaika, Karadağ, Katar, Kazakistan, Kırgızistan, Kolombiya, Kuveyt, Kuzey Makedonya, Küba, Lübnan, Macaristan, Malezya, Mauritius, Meksika, Moğolistan, Moldova, Namibya, Nikaragua, Özbekistan, Panama, Paraguay, Peru, Romanya, Rusya, Seyşeller, Sırbistan, Sri Lanka, Surinam, Suudi Arabistan, Tacikistan, Tayland, Trinidad ve Tobago, Tunus, Türkiye, Türkmenistan, Ukrayna, Umman, Uruguay, Ürdün, Vietnam, Yunanistan	K3	70
Bangladeş, Benin, Bolivya, Burkina, Fas, Cibuti, Ekvator Ginesi, Esvatini, Fildişi Sahili, Gabon, Gambiya, Gana, Gine, Gine-Bissau, Kamboçya, Kenya, Komorlar, Laos, Lesoto, Liberya, Madagaskar, Malawi, Mali, Mozambik, Myanmar, Nepal, Nijer, Nijerya, Papua Yeni Gine, Ruanda, Sao Tome ve Principe, Senegal, Sierra, Leone, Tanzanya, Togo, Uganda, Zambiya, Zimbabve	K4	37
Toplam		167

Tablo 7 incelendiğinde, küme sayısının dört olarak belirlendiği K-Ortalamlar tekniği ile elde edilen K1’de 22

ülke, K2’de 38 ülke, K3’de 70 ülke ve K4’te ise 37 ülke yer aldığı görülmektedir.

Tablo 8. Son küme merkezleri arası uzaklıklar

Kümler	K1	K2	K3	K4
K1		8,649	4,634	2,450
K2	8,649		4,173	6,659
K3	4,634	4,173		3,023
K4	2,450	6,659	3,023	

Tablo 8 incelendiğinde, K1 ve K4'ün birbirlerine en yakın kümeler (2,450), K1 ve K2'nin ise birbirine en uzak kümeler (8,649) olduğu görülmektedir. Bu durumda, göstergeler itibarıyla K1 ve K4'te yer alan ülkeler birbirine daha çok benzemekten K1 ve K2'de bulunan ülkelerin birbirine en az benzediği ortaya çıkmaktadır. K-Ortalamalar sonucu oluşan kümelerde, göstergelerin etki düzeyini gösteren ANOVA testi sonuçları Tablo 9'da verilmektedir.

Tablo 9. Göstergelerin Etki Düzeyini Gösteren ANOVA Testi Sonuçları

	Küme		Hata		F	Sig.
	Mean	Square	Mean	Square		
Ekonomik Kalite	40,353	3	,276	163	146,363	,000
Eğitim	44,973	3	,191	163	235,851	,000
Girişimcilik	42,217	3	,241	163	174,882	,000
Koşullar						
Yönetim	45,945	3	,173	163	265,886	,000
Sağlık	40,323	3	,276	163	145,958	,000
Yatırım Ortamı	44,740	3	,195	163	229,472	,000
Yaşam Koşulları	44,490	3	,200	163	222,933	,000
Pazar Erişimi ve Altyapı	46,148	3	,169	163	272,985	,000
Doğal Çevre	24,558	3	,566	163	43,358	,000
Kişisel Özgürlük	33,307	3	,405	163	82,160	,000
Emniyet ve Güvenlik	35,231	3	,370	163	95,226	,000
Sosyal Sermaye	22,391	3	,606	163	36,930	,000

Tablo 9 incelendiğinde, ülkelerin dört grupta kümelenmesinde seçilen göstergelerinin hepsinin önemli düzeyde rol oynadığı görülmektedir ($p < 0.05$). Bununla birlikte, en önemli düzeyde etkili olan ilk üç göstergenin sırasıyla, "Pazar Erişimi ve Altyapı, Yönetim, Eğitim" olduğu görülürken en az etkili olan göstergelerin de yine sırasıyla "Sosyal Sermaye, Doğal Çevre" olduğu görülmektedir. Bu göstergelerin kümeler itibarıyla farklılığı ise Tablo 10'da verilmektedir.

Tablo 10. Son Küme Merkezleri

	Kümler			
	K1	K2	K3	K4
Ekonomik Koşullar	-1,19351	1,34224	,04575	-,75542
Eğitim	-1,23689	1,21243	,27964	-1,03880
Girişimcilik Koşulları	-1,33646	1,41191	-,05294	-,55527
Yönetim	-1,29579	1,52447	-,12601	-,55679
Sağlık	-1,21677	1,02221	,37067	-1,02762
Yatırım Ortamı	-1,36610	1,35805	,10283	-,77703
Yaşam Koşulları	-1,16244	1,15323	,32689	-1,11167
Pazar Erişimi ve Altyapı	-1,24435	1,32531	,18707	-,97517
Doğal Çevre	-,95407	1,13602	-,21491	-,19285
Kişisel Özgürlük	-1,22253	1,28192	-,17706	-,25468
Emniyet ve Güvenlik	-1,61621	1,10387	,02753	-,22480

Tablo 10 incelendiğinde, göstergelerin dört kümedeki ortalamaları görülmektedir. Buna göre, K1'i oluşturan ülkelerin "Emniyet ve Güvenlik" ortalamasının en düşük, "Doğal Çevre" ortalamasının ise en yüksek olduğu görülmektedir. K2'yi oluşturan ülkelerde (sırasıyla) "Yönetim, Girişimcilik Koşulları, Yatırım Ortamı" en yüksek, "Sosyal Sermaye" ise en düşük ortalamaya sahiptir. Buna ek olarak, K2 bütün göstergeler itibarıyla en yüksek ortalamalara sahip olan kümedir. Tüm göstergelerin en düşük ortalamaya sahip olduğu küme gözlemlendiğinde bu kümenin K1'deki ülkelerden oluştuğu ve Tablo 8 ile birlikte

incelendiğinde K1 ve K2'nin aynı doğrultuda birbirine en uzak ülkeler olduğu görülmektedir. Buna göre; K2 refah seviyesi "en iyi" olan küme, K1 de refah seviyesi "en kötü" olan küme olarak değerlendirilebilir. Tablo 9'da ülkelerin kümelenmesinde en az etkili olan göstergelerden birinin "Doğal Çevre" olduğu düşünüldüğünde, K1 kümesinde bu göstergenin en düşük ortalamaya sahip olması da bu kümenin refah düzeyinin "en kötü" olduğunu desteklemektedir. Tablo 10'a göre, diğer kümelerin ortalamaları incelendiğinde, K3 refah seviyesi "iyi" olan küme iken K4 ise "orta" refah düzeyine sahip olan kümedir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu K3'ü oluşturan ülkelerde, "Sağlık, Yaşam Koşulları" göstergeleri en yüksek ortalamaya sahip iken "Doğal Çevre"nin en düşük ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Son küme olan K4'te yer alan ülkelerde ise en yüksek ortalamaya sahip olan gösterge yine kendisine en çok benzeyen K1'de olduğu gibi "Doğal Çevre" dir. Bu kümede en düşük ortalamaya sahip olan gösterge ise "yaşam koşulları" göstergesidir.

4.4 ELECTRE TRI Yöntemi ve K-Ortalamalar Yöntemlerinin Bulgularının Karşılaştırılması

Ülkeleri refah düzeylerine göre dört kategoride sınıflandıran ELECTRE TRI yöntemi ile benzer özelliklere sahip ülkeleri dört kümede gruplayan K-Ortalamalar yönteminin bulguları karşılaştırıldığında, Entropi kriter ağırlıkları ve $\lambda = 0.86$ kesme seviyesi kullanılarak elde edilen sınıflandırmada ülkelerin %73'ünün (122/167) K-Ortalamalar yöntemi ile elde edilen kümelerle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Aynı kategoride sınıflandırılıp da benzerlik göstermeyen ülkeler yakın kümelerde yer almaktadır.

Sınıf bazında incelendiğinde, ELECTRE TRI ile C1 kategorisinde sınıflandırılan ülkelerin %70.37'si K1, %29.63'ü K1'e yakın olan K4 kümesiyle, C2 kategorisinde sınıflandırılan ülkelerin %4.6'sı K1 ile, %44'ü K4 ile, %50.77'si K3 kümesi ile, C3 kategorisinde sınıflandırılan ülkelerin %100'ü K3 kümesi ile ve son olarak C4 kategorisinde sınıflandırılan ülkelerin %97.44'ü K2 ile %2.56'sı K3 ile uyumlu çıkmıştır. Benzer şekilde, eşit kriter ağırlıkları ve $\lambda = 0.86$ kesme seviyesi kullanılarak elde edilen sınıflandırmada ülkelerin %78'i K-Ortalamalar yöntemi ile elde edilen kümelerle benzerlik göstermektedir. Sınıf bazında incelendiğinde ise C1 kategorisinde sınıflandırılan ülkelerin %77.27'si K1 kümesiyle, %22.73'ün K4 kümesiyle, C2 kategorisinde sınıflandırılan ülkelerin %8.62'si K1 ile, %36.21'ü K3 ile, %55.17'si K4 kümesi ile, C3 kategorisinde sınıflandırılan ülkelerin %100'ü K3 kümesi ile ve son olarak C4 kategorisinde sınıflandırılan ülkelerin %86.36'sı K2 ile %13.64'ü K3 ile uyumlu çıkmıştır. Entropi kriter ağırlıkları ve eşit kriter ağırlıkları ile birlikte kullanılan diğer kesme seviyeleri ile elde edilen sınıflandırmalarda, kesme seviyesi 1'e doğru arttıkça aynı kategorideki ülkelerin benzerliğinin azaldığı gözlemlenmiştir. ELECTRE TRI yönteminin Entropi kriter ağırlıkları ve eşit kriter ağırlıkları ile K-Ortalamalar yönteminden elde edilen sonuçlar EK'de verilmiştir.

Ülkelerin refah seviyesinde etkili olan göstergeler yöntemler itibarıyla karşılaştırıldığında; 12 temel gösterge içerisinde refah düzeyini en çok etkileyen üç göstergeden ikisi aynıdır. Entropi yöntemiyle değerlendirilen göstergeler için en etkili gösterge "Kişisel Özgürlük" göstergesi çıkmıştır. Bu göstergeyi sırasıyla "Pazara Erişim ve Alt

Yapı, Eğitim” göstergeleri takip etmektedir. Bu göstergeleri düşük olan ülkeler genellikle alt kategorilerde sınıflandırılmıştır. K-Ortalamalar yöntemine göre ise en etkili olan göstergeler sırasıyla “Pazar Erişimi ve Altyapı, Yönetim, Eğitim” olarak tespit edilmiştir. Göstergeler sıralama itibarıyla farklı olmakla birlikte diğer iki ortak gösterge itibarıyla aynıdır. Bununla birlikte, refah düzeyini en az etkileyen göstergeler her iki yöntem için de “Doğal Çevre” olarak tespit edilmiştir.

5. Sonuç

Bu çalışmada, ülkelerin refah düzeylerini değerlendirmek için Entropi tabanlı ELECTRE TRI ve K-Ortalamalar yöntemleri beraber kullanılarak, ülkeler refah düzeyi benzerliklerine göre gruplandırılmıştır. Bu amaçla, LRE'nin 2019 güncel verileri kullanılarak 167 ülke 12 temel göstergeye göre analiz edilmiştir. ELECTRE TRI yönteminde parametreler keyfi belirlendiği için K-Ortalamalar ile desteklenmiştir. Önce, Entropi yöntemiyle refah düzeyi kriterlerinin ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra, ELECTRE TRI yöntemiyle ülkeler refah düzeylerine göre en iyiden en kötüye doğru sınıflandırılmış ve K-Ortalamalar yöntemiyle de benzer özellikler gösteren ülkeler kümelendirilmiştir. Ayrıca, ELECTRE TRI ve K-Ortalamalar yöntemleri ile elde edilen sonuçların uyumlu olup olmadığı incelenmiş ve bu yöntemlerin bu alanda uygulanabilirliği gösterilmiştir.

Ülkeler refah düzeylerine göre ELECTRE TRI yöntemiyle “C1:en kötü, C2:orta, C3:iyi ve C4:en iyi” olmak üzere dört kategoride sınıflandırılmıştır. Buna göre en kötü refah seviyesine sahip C1’de 27 ülke, orta refah seviyesine sahip C2’de 65 ülke, iyi refah seviyesine sahip C3’te 36 ülke ve en iyi refah seviyesine sahip C4’de 39 ülke yer almaktadır. K-Ortalamalar yöntemiyle ise “K1:en kötü, K4:orta, K3:iyi ve K2:en iyi” olmak üzere dört kategoride kümelendirilmiştir. Buna göre en kötü refah seviyesine sahip K1’de 22 ülke, orta refah seviyesine sahip K4’te 37 ülke, iyi refah seviyesine sahip K3’te 70 ülke ve en iyi refah seviyesine sahip K2’de 38 ülke yer almaktadır. Göstergeler itibarıyla K1 ve K4’te yer alan ülkeler birbirine daha çok benzemektedirken K1 ve K2’de bulunan ülkelerin birbirine en az benzediği ortaya çıkmaktadır.

Entropi kriter ağırlıkları ve $\lambda = 0.86$ kesme seviyesi kullanılarak elde edilen sınıflandırmada ülkelerin %73’ü (122/167) K-Ortalamalar ile elde edilen kümelere benzerlik göstermektedir. Aynı kategoride sınıflandırılıp da benzerlik göstermeyen ülkeler ise, çoğunlukla “orta” ve “iyi” refah seviyelerindeki kümelere görülmekte olup yakın kümelere benzerlik göstermektedir. ELECTRE TRI yöntemiyle elde edilen sonuçlara göre 39 ülke en iyi refah düzeyine sahip C4 kategorisinde sınıflandırılmıştır. K-Ortalamalar ile karşılaştırıldığında sadece bir ülke (Uruguay) hariç diğer 38 ülke benzerlik göstermiş ve K2’de kümelendirilmiş ve benzerlik göstermeyen Uruguay ise K3’de kümelendirilmiştir. C1 kategorisinde sınıflandırılan en kötü refah düzeyine sahip 27 ülkeden 19’u K1’de ve 8’i K4’de kümelendirilmiştir. C2’de sınıflandırılan 65 ülkeden 3’ü K1’de, 33’ü K3’de ve 29’ü K2’de kümelendirilmiştir. Son olarak C3’de sınıflandırılan 36 ülkenin hepsi benzerlik göstermiş ve K3’de kümelendirilmiştir. Her iki yöntemin birbirine yakın sonuçlar elde etmesi, ELECTRE TRI yöntemiyle elde edilen sonuçların K-Ortalamalar yöntemi ile elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır.

ELECTRE TRI yöntemi ile elde edilen sınıflandırma, İGE’nin sınıflandırması ile karşılaştırıldığında, yöntemin sınıflandırdığı 102 ülke İGE ile aynı kategoride sınıflandırılarak %61.4 (102/166) oranında tutarlı bulunmuştur (her iki endekste ortak olan 166 ülke göz önünde bulundurulmuştur). Yöntemin, en iyi refah düzeyine sahip ülkeleri sınıflandırdığı C4 kategorisindeki tüm ülkeler İGE’de de en iyi refah düzeyine sahip ülkeler sınıfında yer almaktadır. Farklı kategorilerde sınıflandırılan ülkelerin çoğunu genellikle İGE üst kategorilerde sınıflandırmıştır. Her iki sınıflandırmada bazı ülkelerin kategorileri arasındaki fark yüksek çıkmıştır. Örneğin Türkiye, yöntemin elde ettiği sınıflandırmada C2 kategorisinde sınıflandırılırken, İGE’de C4 kategorisinde sınıflandırılmıştır. Bu aradaki farkın en önemli nedenleri, İGE’nin kapsayıcı toplum boyutunu (Emniyet ve Güvenlik, Kişisel Özgürlük, Yönetim, Sosyal Sermaye) dikkate almaması, kriter ortalamasına göre değerlendirme yapması ve eşit kriter ağırlıkları kullanması, ELECTRE TRI yönteminin farklı kriter ağırlıkları kullanması ve telafi edici olmamasından kaynaklanmaktadır.

Literatürde LRE’nin verilerini ve 9 göstergesini kullanan Amin ve Siddiq (2019) ve Levy-Carciente vd. (2020)’nin çalışmalarından elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırıldığında, sonuçların paralellik gösterdiği görülmüştür. Amin ve Siddiq (2019) çalışmasında, VZA ve OWA yöntemlerini ile ülkeleri 8 grupta kümelendirilmiştir. Onların elde ettiği sonuçlar K-Ortalamalar kümeleme yöntemiyle karşılaştırıldığında, çalışmalarında en yüksek refah düzeyine sahip ülkelerin kümelendiği birinci gruptaki tüm ülkeler, K-Ortalamalar ile en yüksek refah düzeyine sahip ülkelerin kümelendiği K2’de yer alırken, en düşük refah düzeyi kümesinde yer alan ülkelerden bazıları K1’de bazıları da K4’de yer almıştır. Benzer şekilde, sonuçlar ELECTRE TRI yöntemiyle karşılaştırıldığında, onların çalışmalarında en yüksek refah düzeyine sahip ülkelerin kümelendiği birinci gruptaki tüm ülkeler, ELECTRE TRI yöntemi ile refah düzeyi en yüksek olan C4’de sınıflandırılırken, en düşük refah düzeyi kümesinde yer alan tüm ülkeler, ELECTRE TRI yöntemi ile refah düzeyi en düşük olan C1’de sınıflandırılmıştır. Levy-Carciente vd. (2020), çalışmasında 18 Latin Amerika ülkesi ve İspanya ülkelerini Hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden olan Ward yöntemi ile refah düzeylerine göre üç kümeye ayırmıştır. Levy-Carciente vd. (2020) çalışmasında Kosta Rica, Panama, Şili ve Uruguay’ın İspanya’ya en yakın ve en olumlu gelişmeler gösteren ülkeler olduğunu, Venezuela’nın ise tüm bölgelerden farklı ve tüm göstergeler açısından en olumsuz ülke olduğunu saptamıştır. Bu çalışmada ise İspanya, Kosta Rica ve Şili’nin “en iyi” refah düzeyine sahip olan K2 kümesinde, Panama ve Uruguay’ın ise K2’den sonraki “iyi” refah seviyesine sahip K3 kümesinde olduğu saptanmıştır. Venezuela ise aynı benzerlikte “en kötü” refah seviyesine sahip K1 kümesinde yer almaktadır. Sonuçlar ELECTRE TRI yöntemiyle karşılaştırıldığında İspanya, Kosta Rica, Şili ve Uruguay refah düzeyi en yüksek olan C4 kategorisinde sınıflandırılırken, Panama C3’de ve Venezuela refah düzeyi en kötü olan C1’de sınıflandırılmıştır.

Ülkelerin refah seviyesinde etkili olan göstergeler yöntemlere göre değerlendirildiğinde; en önemli göstergeler ELECTRE TRI ile sınıflamada “Kişisel

Özgürlük, Pazar Erişimi ve Altyapı, Eğitim” iken K-Ortalamlar ile kümelemede “Pazar Erişimi ve Altyapı, Yönetim, Eğitim”; en az önemli göstergeler ELECTRE TRI ile sınıflamada “Doğal Çevre, Sağlık, Sosyal Sermaye” iken K-Ortalamlar ile kümelemede “Sosyal Sermaye, Doğal Çevre, Kişisel Özgürlük” olarak ortaya çıkmaktadır. Buna göre, iki gösterge önemli bir farklılık içermektedir. ELECTRE TRI ile ilk sırada yer alan “Kişisel Özgürlük” göstergesi K-Ortalamlar yönteminde son sıralarda, ELECTRE TRI ile son sıralarda yer alan “Sağlık” göstergesi ise K-Ortalamlar yönteminde orta sıralarda yer almaktadır. Bütün göstergeler değerlendirildiğine, Tablo 3 ve Tablo 10’da da görüldüğü üzere, 12 gösterge de her iki yöntem için aynı ya da benzer etki düzeyi göstermektedir. Her iki yöntem için de en iyi refah düzeyini temsil eden önemli göstergeler, “Açık Ekonomiler” alanındaki refahı açıklamaktadır. Bu alan, yenilik, iş ve ticaret, yatırım teşvikleri ile büyümeyi kapsayan güçlü bir ekonomiyi içine almaktadır.

ELECTRE TRI ile elde edilen ülkelerin refah düzeyleri Türkiye için değerlendirildiğinde, Türkiye’nin içinde bulunduğu sınıfın (C2) “orta” refah seviyesinde olduğu görülmektedir. Türkiye’nin refah düzeyi göstergeleri incelendiğinde, en kötü refah düzeyi göstergesi “Kişisel Özgürlük” göstergesi (diğer ülkelerle karşılaştırıldığında sondan 13. sırada yer almaktadır), en iyi olduğu gösterge kriter ise “Yaşam Koşulları” göstergesidir. K-Ortalamlar ile elde edilen ülkelerin refah düzeyleri Türkiye için değerlendirildiğinde ise Türkiye’nin içinde bulunduğu kümenin (K3) “iyi” refah seviyesinde tanımlandığı görülmektedir. Bu kümede öne çıkan önemli göstergeler “Sağlık, Eğitim” ve ELECTRE TRI’de olduğu gibi “Yaşam Koşulları” göstergeleridir. Bu göstergeler, LRE’de “Güçlendirilmiş İnsanlar” alanında yer almaktadır. Bu kapsamda, insanların yaşadığı deneyimlerinin kalitesi, bireylerin özerklik ve kendi kaderini tayin etme yoluyla tam potansiyellerine ulaşmalarını sağlayan ilişkili yönleri ön plana çıkmaktadır. K3 kümesinde yer alan ülkeler için en az etkili olan göstergeler ise “Doğal Çevre, Yönetim” ve yine ELECTRE TRI’de olduğu gibi “Kişisel Özgürlük” göstergeleridir. Bu göstergeler ülkelerin refah alanındaki zayıf olan durumunu göstermektedir. Bunlardan “Doğal Çevre” LRE’de yine “Güçlendirilmiş İnsanlar” alanında yer alırken “Kişisel Özgürlük, Yönetim” göstergeleri “Kapsayıcı Toplamlar” alanındaki refahı açıklamaktadır. Bu durumda ülkelerin, bireyler ve kurumlar arasındaki ilişki yapıları, bunların toplumsal uyumu ve kolektif gelişmenin ne ölçüde sağladığı/engellendiği konularında gelişmeye açık olduğu görülmektedir.

Literatür incelendiğinde, daha önceki çalışmalarda, refah düzeyini değerlendirilmesinde birçok yöntem kullanılsa da, yapılan araştırmalarda Entropi tabanlı ELECTRE TRI ile K-Ortalamlar yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmaya rastlanılmamıştır. LRE ile ilgili ise Krupka ve Provaznikova (2013), Amin ve Siddiq (2019) ve Levy-Carciente vd (2020) çalışmalarına erişilmiş olup bu çalışmalar göstergeler itibarıyla farklılık göstermektedir. Bu çalışmada, LRE’nin revize edilmiş göstergeleri ve verileri ilk kez kullanılmıştır. LRE’nin 12 temel göstergenin eşit ağırlıklandırılmasına karşılık, objektif bir değerlendirme yapan Entropi yöntemi her bir kritere farklı ağırlıklar atayarak, ülkelerin refah düzeyini belirleyen kriterlerin önceliğine göre, her ülkenin kendini geliştirerek sosyal ve

ekonomik olarak en zengin ülkeler arasına girebilmesine yardımcı olabilir. ELECTRE TRI yöntemi ile, karar sürecinde KV’nin belirsizliği ile başa çıkılabilmekte, kriterler arasındaki telafi edici etki ortadan kaldırılmakta, karşılaştırılmazlık ifadesi kullanılarak alternatifler arasında zorunlu karşılaştırmalardan kaçınılmaktadır. Ayrıca yöntem, K-Ortalamlar yöntemi ile elde edilen sonuçlarla desteklenerek grupların güvenilirliği de ortaya konmuştur. Gelecek çalışmalar için LRE verileri ülkelerin refah düzeylerini belirleyen farklı endekslere, farklı ÇKKV ve kümeleme yöntemleri uygulayarak karşılaştırmalı analizler yapılabilir.

Kaynakça

- Abu Sharkh, M. & Gough, I. (2010). Global welfare regimes a cluster analysis. *Global Social Policy*, 10(1), 27–58.
- Akar, S. (2014). Türkiye’de daha iyi yaşam endeksi: OECD ülkeleri ile karşılaştırma. *Journal of Life Economics*, 1, 1-12.
- Akar, H. (2015). Farklılaşan refah ölçüm yöntemleri ve eğitim açısından Türkiye’nin değerlendirilmesi, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 52(606), 21-38.
- Akkuş, B. & Zontul, M. (2019). Veri madenciliği yöntemleri ile ülkeleri gelişmişlik ölçütlerine göre kümeleme üzerine bir uygulama. *AURUM Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi*, 3(1), 51-64.
- Akyol Özcan, K. & Oktay E. (2020). Ülkelerin insani gelişmişlik sınıflamalarının UTADIS yaklaşımı aracılığıyla yeniden hesaplanması ve değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(3), 1153-1180.
- Ali, H. H. & Kadhum, L.E. (2017). K-Means clustering algorithm applications in data mining and pattern recognition. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 6(8), 1577-1584.
- Almeida-Dias, J., Figueira, J. R. & Roy, B. (2010). Electre Tri-C: A multiple criteria sorting method based on characteristic reference actions. *European Journal of Operational Research*, 204, 565–580.
- Alp, İ., Öztel, A. & Köse, M. S. (2015). ENTROPİ tabanlı MAUT yöntemi ile kurumsal sürdürülebilirlik performansı ölçümü: bir vaka çalışması. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11, 2, 65-81.
- Alpaykut, S. (2017). Türkiye’de illerin yaşam memnuniyetinin temel bileşkenler analizi ve topsis yöntemiyle ölçümü üzerine bir inceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(29), 367-395.
- Alptekin, N. & Yeşilaydın, G. (2015). OECD ülkelerinin sağlık göstergelerine göre bulanık kümeleme analizi ile sınıflandırılması, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 137-155.
- Amin, G. R. & Siddiq, F. K. (2019). Measuring global prosperity using data envelopment analysis and OWA operatör. *Int J Intell Syst.* 34, 2713-2738.
- Antonella, C., Mario, E., Maria, G. G. & Manuela, La F. C. (2017). ELECTRE TRI-based approach to the failure modes classification on the basis of risk parameters: An alternative to the risk priority number. *Computers & Industrial Engineering*, 108, 100–110.
- Aras, G. & Yıldırım, F. M. (2020). Sosyo-ekonomik refah düzeyinin belirlenmesinde alternatif bir endeks çalışması: ARAS yöntemi ile G-20 ülkeleri uygulaması. *Business and Economics Research Journal*, 11(3), 735-751.
- Ayyıldız, E. & Demirci, E. (2017). Türkiye’de yer alan şehirlerin yaşam kalitelerinin SWARA entegreli TOPSIS yöntemi ile belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30, 67-87.
- Bambra, C. (2007). Defamilisation and welfare state regimes: a cluster analysis. *International Journal of Social Welfare*, 16, 326–338.
- BLI (2019). “Better Life Index”. <http://www.oecdbetterlifeindex.org/about/better-life-initiative/>, 28.12.2020.
- Boer, L., Wegen, L. & Telgen, J. (1998). Outranking methods in support of supplier selection, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 4, 109-118.

- Büchs, M. (2021). Sustainable welfare: Independence between growth and welfare has to go both ways, *Global Social Policy*, Article in press, 1–5, <https://doi.org/10.1177/14680181211019153>.
- Chen, W., Feng, D. & Chu, X. (2015). Study of poverty alleviation effects for chinese fourteen contiguous destitute areas based on Entropy method. *International Journal of Economics and Finance*, 7(4), 89-98.
- Demiralay, M. & Çamurcu, A. Y. (2005). CURE, AGNES ve K-MEANS algoritmalarındaki kümeleme yeteneklerinin karşılaştırılması, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(8), 1-18.
- Değirmenci, N. & Yakıcı Ayan, T. (2020). OECD ülkelerinin sağlık göstergeleri açısından bulanık kümeleme analizi ve TOPSIS yöntemine göre değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (38)2, 229-241.
- Dinç Cavlak, Ö. (2019). Sürdürülebilir toplum göstergelerinin hiyerarşik kümeleme analizi yöntemiyle incelenmesi. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54(4), 2053-2073.
- Do Carvalho Monteiro, R. L., Pereira, V. & Costa, H. G. (2018). A Multicriteria approach to the human development index classification. *Soc Indic Res*, 136, 417–438.
- Doumpos, M., Marinakis, Y., Marinaki, M. & Zopounidis, C. (2009). An evolutionary approach to construction of outranking models for multicriteria classification: The case of the ELECTRE TRI method. *European Journal of Operational Research*, 199, 496–505.
- Ekizler, H. & Bolelli, M. (2020). OECD avrupa ülkelerinde iyi oluşun cinsiyet farklılıkları bağlamında Entropi ve MAUT yöntemleriyle incelenmesi. *İktisadi ve İdari Bilimler Teori, Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler*, 2, 349-365.
- Eren, Ö. & Mizrahitokatlı, C. M. (2020). İnsani gelişim endeksinin Abraham Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi kuramı çerçevesinde tekrar değerlendirilmesi. *R&S- Research Studies Anatolia Journal*, 3(1), 48-62.
- GCI (2019). "Global Competitiveness Index". <https://www.weforum.org/reports/how-to-end-a-decade-of-lost-productivity-growth>, 11. 01. 2021.
- Gülden, T & Karakış E. (2019). OECD ülkelerinin ekonomik özgürlüklerine göre kümeleme analizi ile sınıflandırılması. *S.C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 1-24.
- Hinkle, D. N. (1965). The change of personal constructs from the viewpoint of a theory of construct implications. Ph.D. Dissertation, Ohio State University, 1-61.
- Jabeur, K. & Martel, J. M. (2007). An ordinal sorting method for group decision-making. *European Journal of Operational Research*, 180, 1272–1289.
- Kalra M., Lal N. & Qamar S. (2018). K-Mean clustering algorithm approach for data mining of heterogeneous data. Mishra D., Nayak M. & Joshi A. (Ed.), *Information and Communication Technology for Sustainable Development. Lecture Notes in Networks and Systems*, 10, Springer, Singapore.
- Kangalli, S. G., Uyar, U. & Buyrukoğlu, S. (2014). OECD ülkelerinde ekonomik özgürlük: bir kümeleme analizi, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 6(3), 95-109
- Kanungo, T, Mount, D.M., Netanyahu, N.S., Piatko, C.D., Silverman, R. & Wu, A.Y. (2002). An efficient k-means clustering algorithm: analysis and implementation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 24(7), 881-892.
- Kaya, P., İpekçi Çetin, E. & Kuruüzüm, A. (2011). Çok kriterli karar verme ile avrupa birliği ve aday ülkelerin yaşam kalitesinin analizi. *Ekonomi ve İstatistik*, 13, 80-94.
- Khalil, J., Martel, J. M. & Juras, P. (1999). "A Multicriterion System For Credit Risk Rating". *Document De Travail 1999-014, Faculté des sciences de l'administration, Université Laval, Canada*.
- Kılıç Depren, S. & Bağdatlı Kalkan, S. (2018). Ülkelerin konumlarının daha iyi yaşam endeksine göre belirlenmesi: Entropi tabanlı MULTIMOORA yaklaşımı. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(2), 353-366.
- Koçhisarlı, S. & Özari, Ç. (2019). İyi yaşam endeksi göstergeleri dikkate alınarak İskandinav ülkelerinin TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(94), 466-480.
- Kodinariya, T. M. & Makwana, P. R. (2013). Review on determining number of cluster in k-means clustering. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 1(6), 90-95.
- Koltan Yılmaz, Ş. & Patır, S. (2011). Kümeleme analizi ve pazarlamada kullanımı. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 2(1), 91-113.
- Kowalski, R. & Wałęga, G. (2015). Defamilisation in central and eastern europe: a cluster analysis. *The 9th International Days of Statistics and Economics*. September 10-12, Prague, 855-863.
- Krupka, J. & Provaznikova R. (2013). Modelling of standards of living in Eurozone countries on the basis of multiple criteria decision analysis. *Recent Researches in Applied Economics and Management*, 1, 425-432.
- Levent, M. & Özari, Ç. (2019). Edas yöntemi ve kümeleme analizi ile G-10 ülkelerinin ekonomik özgürlük kriterleri ile değerlendirilmesi. *Türk & İslam Dünyası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(22), 219-235.
- Levy-Carciente, S., Phélan, C. M. & Perdomo, J. (2020). Prosperity in Spain and Latin America: myths and facts. *International Journal of Advance Study and Research Work*, 3(7), 2581-5997.
- Liu, P. & Zhang, X. (2011). Research on the supplier selection of a supply chain based on entropy weight and improved ELECTRE-III method. *International Journal of Production Research*, 49(3), 637–646.
- Lotfi, F. H. & Fallahnejad, R. (2010). Imprecise Shannon's Entropy and multi attribute decision making. *Entropy*, 12, 53-62.
- LPI (2019a). "The Legatum Prosperity Index". <https://www.prosperity.com>, 09.04.2020.
- LPI (2019b). "The Legatum Prosperity Index Methodology Report". https://prosperitysite.s3-accelerate.amazonaws.com/7515/8634/9002/Methodology_for_Legatum_Prosperty_Index_2019.pdf, 09.04.2020.
- LPI (2019c). The Legatum Prosperity Index. <https://www.prosperity.com/about/summary/>, 09.04.2020.
- Mahdiraji, H. A., Hafeez, K. & Hajiagha, S. H. R. (2020). Business process transformation in financial market: A hybrid BPM- ELECTRE TRI for redesigning a securities company in the Iranian stock market. *Knowl Process Manag.*, 27, 211–224.
- Markou, G., Palaiolouga, E., Kokkinakos, P., Markaki, O., Koussouris, S. ve Askounis, D. (2015). "Prosperity Indicators: A Landscape Analysis". <http://ceur-ws.org/Vol-1553/paper6.pdf>, 08.02.2021.
- Merad, M. M., Verdell, T., Roy, B. & Kouniali S. (2004). Use of multi-criteria decision-aids for risk zoning and management of large area subjected to mining-induced hazards. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 19(2), 125–138.
- Morissette, L. & Chartier, S. (2013). The k-means clustering technique: General considerations and implementation in Mathematica, *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 9(1), 15-24.
- Mousseau, V. & Slowinski, R. (1998). Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples. *Journal of Global Optimization*, 12, 157–174.
- Mousseau, V., Slowinski, R. & Zielniewicz, P. (1999). *ELECTRE TRI 2.0a Methodological Guide and User's Manual*. LAMSADE, Université Paris Dauphine, Place du M De Lattre de Tassigny, 75 775 Paris cedex 16, 1-70.
- Mousseau, V. & Dias, L. (2004). Valued outranking relations in ELECTRE providing manageable disaggregation procedures. *European Journal of Operational Research*, 156, 467–482.
- Mut, S. & Akyürek, Ç. E. (2017). OECD ülkelerinin sağlık göstergelerine göre kümeleme analizi ile sınıflandırılması. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(12), 411-422
- Özdamar, K. (2004). *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi 2*, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Peiro-Palomino J. & Picazo-Tadeo, A.J (2018). OECD: one or many? ranking countries with a composite well-being indicator. *Soc Indic Res*, 139, 847–869.
- Pereira, D. V. S. & Mota, C. M. M. (2016). Human development index based on ELECTRE TRI-C multicriteria method: an application in the city of Recife. *Soc Indic Res*, 125,19–45.
- Rocha, C. & Dias, L.C. (2013). MPOC: an agglomerative algorithm for multicriteria partially ordered clustering. *4 OR-Q J Oper Res*, 11, 253–273.

Roy, B. (1968). Classement et choix en presence de points de vue multiples la methode ELECTRE, *Revue Francaise d'Automatique Information et Research Operationelle*, 8, 57-75.

Roy, B. & Bouyssou, D. (1986). Comparison of two decision-aid models applied to a nuclear power plant siting example. *European Journal of Operational Research*, 25(2), 200-215.

Roy, B. (1991). The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. *Theory and Decision*, 31, 49-73.

Roy, B. & Bouyssou, D. (1993). *Aide multicritère à la décision: méthodes et cas*, Economica, Paris.

Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281.

Safae Pour, M., Maleki, S., Hatamnejad, H. & Modanlou, M. (2017). Evaluation of city prosperity index in Iranian-Islamic cities: A case study of Ahvaz Metropolis. *Chinese Journal of Urban and Environmental Studies*, 5(4), 1750025-(21 sayfa).

Sánchez-Lozano J. M., Antunes, C. H. & Garcia-Cascales, M. S. (2014). GIS-based photovoltaic solar farms site selection using ELECTRE-TRI: Evaluating the case for Torre Pacheco, Murcia, Southeast of Spain. *Renewable Energy*, 66, 478-494.

Saraç, B. & Alptekin, N. (2017). Türkiye'de illerin sürdürülebilir kalkınma göstergelerine göre değerlendirilmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(1), 19-49.

Simos J. (1990). *Evaluer l'impact sur l'environnement. Une approche originale par l'analyse multicrite' re de ne'gotiation*, Lausanne: Presse Polytechniques et Universitaires Romandes.

Siskos, Y., Grigoroudis, E., Krassadaki, E. & Matsatsinis, N. (2007). A multicriteria accreditation system for information technology skills and qualifications. *European Journal of Operational Research*, 182, 867-885.

Shannon, C.E. (1948). A Mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 623-656.

SPI (2020). "The Social Progress Index". <https://www.socialprogress.org/index/global.>, 24.12.2020.

Taşçı, M. & Özari, Ç. (2019). OECD ülkelerinin ekonomik özgürlük göstergelerinin k-ortalamalar kümeleme yöntemi ve gri ilişkisel yöntemi ile analizi, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(96), 464-488.

Turan, K. K., Özari, Ç. & Demir, E. (2016). Kümeleme analizi ile Türkiye ve Ortadoğu ülkelerinin ekonomik göstergeler açısından karşılaştırılması, *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 29, 143-165.

Türe, H. (2019). Türkiye'nin bölgeleri (İBBS-2) için refah düzeyi değerlendirmesi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 648, 121-141.

UNDP, HDI (2019a). "Human Development Index". <http://hdr.undp.org/en/humandev>, 13. 07. 2020.

UNDP, HDI (2019b). "Human Development Index". <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi> 13.07. 2020.

Urfaloğlu, F. & Genç, T. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleri ile Türkiye'nin ekonomik performansının Avrupa Birliği üye ülkeleri ile karşılaştırılması. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 35(2), 329-360.

Vasto-Terrientes, L. D., Valls, A., Slowinski, R. & Zielniewicz, P. (2015). ELECTRE-III-H: An outranking-based decision aiding method for hierarchically structured criteria. *Expert Systems with Applications*, 42, 4910-4926.

WHR (2020). "World Happiness Report". <https://worldhappiness.report/>, 28.12.2020.

Yıldız, A., Ayyıldız, E., Gümüş, A. T. & Özkan, C. (2019). Ülkelerin yaşam kalitelerine göre değerlendirilmesi için Hibrit Pisagor Bulanık AHP-Topsis metodolojisi: Avrupa Birliği Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17, 1383-1391.

Yu, W. (1992). *ELECTRE TRI: Aspects Methodologiques et Manuel D'utilisation*. Document du LAMSADE, 74, Université Paris-Dauphine.

Zheng, J., Takougang, S. A. M., Mousseau, V. & Pirlot, M. (2014). Learning criteria weights of an optimistic Electre TRI sorting rule. *Computers & Operations Research*, 49, 28-40

EK1: ELECTRE TRI ve K-Ortalamalar Yöntemleri ile Ülkelerin Refah Düzeyine göre Sınıflandırma ve Kümeleme Sonuçları

Ülkeler	Kü me	Entropi Ağırlık	Eşit Ağırlık	Ülkeler	Kü me	Entropi Ağırlık	Eşit Ağırlık	Ülkeler	Kü me	Entropi Ağırlık	Eşit Ağırlık
Almanya	K2	C4	C4	Katar	K3	C3	C3	Myanmar	K4	C2	C2
ABD	K2	C4	C4	Kazakistan	K3	C3	C3	Namibya	K3	C2	C2
Avustralya	K2	C4	C4	Kolombiya	K3	C3	C3	Nepal	K4	C2	C2
Avusturya	K2	C4	C4	Kuveyt	K3	C3	C3	Nijerya	K4	C2	C2
Belçika	K2	C4	C4	K.Makedonya	K3	C3	C3	Nikaragua	K3	C2	C2
BK	K2	C4	C4	Macaristan	K3	C3	C3	Özbekistan	K3	C2	C2
Çekya	K2	C4	C4	Malezya	K3	C3	C4	Pakistan	K1	C2	C2
Danimarka	K2	C4	C4	Mauritius	K3	C3	C4	P. Yeni Gine	K4	C2	C2
Estonya	K2	C4	C4	Meksika	K3	C3	C3	Paraguay	K3	C2	C3
Finlandiya	K2	C4	C4	Moldova	K3	C3	C3	Ruanda	K4	C2	C2
Fransa	K2	C4	C4	Panama	K3	C3	C3	Rusya	K3	C2	C3
Güney Kore	K2	C4	C4	Peru	K3	C3	C3	Sao Tome ve Principe	K4	C2	C2
Hollanda	K2	C4	C4	Romanya	K3	C3	C3	Senegal	K4	C2	C2
Hong Kong	K2	C4	C4	Sejšeller	K3	C3	C3	Sri Lanka	K3	C2	C3
İrlanda	K2	C4	C4	Sırbistan	K3	C3	C3	Surinam	K3	C2	C2
İspanya	K2	C4	C4	Tayland	K3	C3	C3	Suudi Arb.	K3	C2	C3
İsrail	K2	C4	C4	Trinidad ve Tobago	K3	C3	C3	Tacikistan	K3	C2	C2
İsveç	K2	C4	C4	Umman	K3	C3	C3	Tanzanya	K4	C2	C2
İsviçre	K2	C4	C4	Yunanistan	K3	C3	C4	Togo	K4	C2	C2
İtalya	K2	C4	C4	Azerbaycan	K3	C2	C2	Tunus	K3	C2	C2
İzlanda	K2	C4	C4	Bangladeş	K4	C2	C2	Türkiye	K3	C2	C2
Japonya	K2	C4	C4	Belarus	K3	C2	C3	Türkmenistan	K3	C2	C2
Kanada	K2	C4	C4	Belize	K3	C2	C2	Uganda	K4	C2	C2
Kıbrıs	K2	C4	C4	Benin	K4	C2	C2	Ukrayna	K3	C2	C2
Kosta Rika	K2	C4	C4	Bolivya	K4	C2	C2	Ürdün	K3	C2	C3
Letonya	K2	C4	C4	Burkina Faso	K4	C2	C2	Vietnam	K3	C2	C3
Litvanya	K2	C4	C4	Cabo Verde	K3	C2	C2	Zambiya	K4	C2	C2
Lüksemburg	K2	C4	C4	Cezayir	K3	C2	C2	Zimbabve	K4	C2	C2
Malta	K2	C4	C4	Cibuti	K4	C2	C2	Afganistan	K1	C1	C1
Norveç	K2	C4	C4	Çin	K3	C2	C3	Angola	K1	C1	C1
Polonya	K2	C4	C4	Ekvtr. Ginesi	K4	C2	C2	Burundi	K1	C1	C1
Portekiz	K2	C4	C4	El Salvador	K3	C2	C2	Çad	K1	C1	C1

Singapur	K2	C4	C4	Esvatini	K4	C2	C2	Eritre	K1	C1	C1
Slovakya	K2	C4	C4	Fas	K3	C2	C2	Etiyopya	K1	C1	C2
Slovenya	K2	C4	C4	Fildişi Sahili	K4	C2	C2	Gine	K4	C1	C2
Şili	K2	C4	C4	Filipinler	K3	C2	C3	Gine-Bissau	K4	C1	C1
Tayvan Çin	K2	C4	C4	Gabon	K4	C2	C2	Güney Sudan	K1	C1	C1
Uruguay	K3	C4	C4	Gambiya	K4	C2	C2	Haiti	K1	C1	C1
Y. Zelanda	K2	C4	C4	Gana	K4	C2	C2	Kamerun	K1	C1	C2
Arjantin	K3	C3	C3	Guatemala	K3	C2	C2	Kongo	K1	C1	C1
Arnavutluk	K3	C3	C3	Guyana	K3	C2	C3	Kongo D.C.	K1	C1	C1
Bahreyn	K3	C3	C3	Hindistan	K3	C2	C2	Liberya	K4	C1	C2
BAE	K3	C3	C4	Honduras	K3	C2	C2	Libya	K1	C1	C1
Bsn. Hersek	K3	C3	C3	Irak	K1	C2	C2	Madagaskar	K4	C1	C2
Botsvana	K3	C3	C3	İran	K3	C2	C2	Mali	K4	C1	C1
Brezilya	K3	C3	C3	Kamboçya	K4	C2	C2	Moritanya	K1	C1	C1
Bulgaristan	K3	C3	C3	Kenya	K4	C2	C2	Mozambik	K4	C1	C1
Dominik C.	K3	C3	C3	Kırgızistan	K3	C2	C3	Nijer	K4	C1	C1
Ekvator	K3	C3	C3	Komorlar	K4	C2	C2	Ort. Afrika C	K1	C1	C1
Endonezya	K3	C3	C3	Küba	K3	C2	C2	Sierra Leone	K4	C1	C1
Ermenistan	K3	C3	C3	Laos	K4	C2	C2	Somali	K1	C1	C1
Gny. Afrika	K3	C3	C3	Lesoto	K4	C2	C2	Sudan	K1	C1	C1
Gürcistan	K3	C3	C3	Lübnan	K3	C2	C2	Suriye	K1	C1	C1
Hırvatistan	K3	C3	C4	Malawi	K4	C2	C2	Venezuela	K1	C1	C1
Jamaika	K3	C3	C3	Mısır	K1	C2	C2	Yemen	K1	C1	C1
Karadağ	K3	C3	C3	Moğolistan	K3	C2	C3				