

# Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Legatum Refah İndeksi'nin Yeniden Değerlendirilmesi

*Araştırma Makalesi/Research Article*

 Engin KARAMAN

Veri Bilimi ve Analitiği Bölümü, İstanbul Topkapı Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

[enginkaraman@topkapi.edu.tr](mailto:enginkaraman@topkapi.edu.tr)

(Geliş/Received:23.09.2025; Kabul/Accepted:15.01.2026)

DOI: 10.17671/gazibtd.1789621

**Özet**— Bu çalışma, ülkelerin refah düzeylerini kapsamlı ve karşılaştırmalı bir şekilde değerlendiren ve uluslararası geçerliliği olan Legatum Refah İndeksi'ni incelemektedir. İndeks bir ülkenin vatandaşlarının yaşam kalitesini ve refahını etkileyen geniş bir yelpazedeki faktörleri değerlendirerek daha bütüncül bir perspektif sunmayı hedeflemektedir. Bu değerlendirme için 12 gösterge baz alınarak ülkelerin performansları analiz edilmektedir. Bu çalışmada, 167 ülke skorlarının Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden VIKOR ve TOPSIS yöntemleriyle sıralamasını amaçlamaktadır. Her iki yöntem için de gerekli olan gösterge önem ağırlıkların, objektif bir yaklaşımla Entropi yöntemiyle belirlenmiştir. Yapılan Entropi analiz sonucunda tüm göstergelerin eşit puan ve öneme sahip olduğu saptanmıştır. Son aşamada ise Legatum Refah Endeksi'nin sıralaması ile TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin sunduğu sıralamalar arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilen bulgular, üç farklı sıralama yönteminin ülkeleri değerlendirme konusunda küçük farklılıklar gösterdiğini ortaya koyarken, İskandinav ülkelerinin genel olarak tüm sıralama yöntemlerinde üst sıralarda yer aldığı gözlemlenmiştir. Kendall'ın W Uyumluluk Katsayısı testi, üç sıralama yöntemi arasında yüksek bir uyum olduğunu göstermiştir. Ek olarak Türkiye'nin sıralamasının istenilen seviyede olmadığı tespit edilmiş olup, ülkenin endekste yer alan 12 gösterge açısından kendini geliştirmesi ve stratejiler oluşturmasının önemi ortaya çıkmıştır. Çalışma, refahın sadece ekonomik büyüme ile sınırlı olmadığını, sosyal, politik ve çevresel faktörlerin de önemli olduğunu vurgulayarak, politika yapıcılar ve araştırmacılar için değerli bir kaynak sunmayı hedeflemektedir.

**Anahtar Kelimeler**— legatum refah endeksi, entropi, TOPSIS, VIKOR

## Re-evaluation of Legatum Welfare Index with Multi-Criteria Decision Making Methods

**Abstract**— This study examines the Legatum Welfare Index, which comprehensively and comparatively evaluates the welfare levels of countries and has international validity. The index aims to provide a more holistic perspective by evaluating a wide range of factors affecting the quality of life and welfare of a country's citizens. For this evaluation, the performances of countries are analyzed based on 12 indicators. This study aims to rank the scores of 167 countries using the TOPSIS and VIKOR methods from the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) techniques. The indicator importance weights required for both methods were determined with an objective approach using the Entropy method. As a result of the Entropy analysis, it was determined that all indicators had equal points and importance. In the final stage, the relationship between the ranking of the Legatum Welfare Index and the rankings provided by the TOPSIS and VIKOR methods was examined. The findings revealed that the three different ranking methods showed minor differences in evaluating countries, while it was observed that Scandinavian countries were generally at the top of all ranking methods. Kendall's W Coefficient of Conformity test showed that there was a high level of concordance between the three ranking methods. In addition, it was determined that Turkey's ranking was not at the desired level, and the importance of the country's development and strategy development in terms of the 12 indicators in the index was revealed. The study aims to provide a valuable resource for policy makers and researchers by emphasizing that prosperity is not limited to economic growth, but also social, political and environmental factors are important.

**Keywords**— legatum welfare index, entropy, TOPSIS, VIKOR

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Modern ulus-devlet yapısının kuruluş temeli, toplumsal refahın ve sosyo-politik istikrarın sürdürülebilir bir eksende en iyileştirmesi üzerine kurgulanmıştır. Bu nihai hedefe ulaşma süreci; iktisadi büyüme, sosyal adalet, hukukun üstünlüğü ve çevresel sürdürülebilirlik gibi parametrelerin bütüncül bir yaklaşımla entegre edildiği, çok boyutlu ve karmaşık bir yönetim mekanizmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda devletin rolü, geleneksel kamu hizmeti sunumunun ötesine geçerek; fırsat eşitliğini gözeten kapsayıcı politikaların inşası, sosyal uyumun teşviği ve küresel konjonktürdeki dinamik değişimlere adaptasyon yeteneği gibi stratejik işlevleri kapsayacak şekilde genişlemiştir. Dolayısıyla devletin performans kapasitesi, değişen küresel koşullar ve evrilen vatandaş beklentileri karşısında gösterdiği proaktif uyum düzeyi ile doğrudan ilişkilidir. Son dönemde küresel rekabetin nitelik değiştirmesiyle birlikte, devletlerin etkinliğinin salt makroekonomik göstergeler üzerinden değil, refahın multidisipliner boyutlarını ölçümleyen analitik endeksler ve çok kriterli ölçekler üzerinden değerlendirilmesi uluslararası literatürde temel bir gereklilik haline gelmiştir.

Bu çalışmanın da temel veri kaynağı olan ve alanında öncü bir referans noktası olarak işaret edilen Legatum Refah Endeksi de buna örnek verilebilir. Legatum Refah Endeksi (LRE), dünya çapındaki ülkelerin refahını değerlendirmek için tasarlanmış kapsamlı bir ölçektir. Legatum Enstitüsü tarafından geliştirilen endeks, salt ekonomik zenginliğin ötesinde, sosyal refah ve diğer faktörleri de içeren çeşitli refah boyutlarını değerlendirmektedir [1]. Endeks, yönetim iş ortamı, ekonomik kalite,, sağlık, sosyal sermaye, güvenlik ve emniyet, eğitim, ve kişisel özgürlük doğal çevre gibi 12 değişken etrafında yapılandırılmıştır. Bu değişkenler birçok sayıda göstergeden oluşmakta ve bir ülkenin refah seviyesinin ayrıntılı bir resmini sunabilmektedir. Endeks, farklı ulusların refahını karşılaştırmak ve iyileştirme alanlarını belirlemek için yaygın olarak akademik alanda kullanılmaktadır. Sonuç olarak Enstitü, dünyadaki en müreffeh ulusların mutlaka yüksek GSYİH'ye sahip olanlar değil, mutlu, sağlıklı ve özgür vatandaşlara sahip olanlar olduğunu vurgulamaktadır.

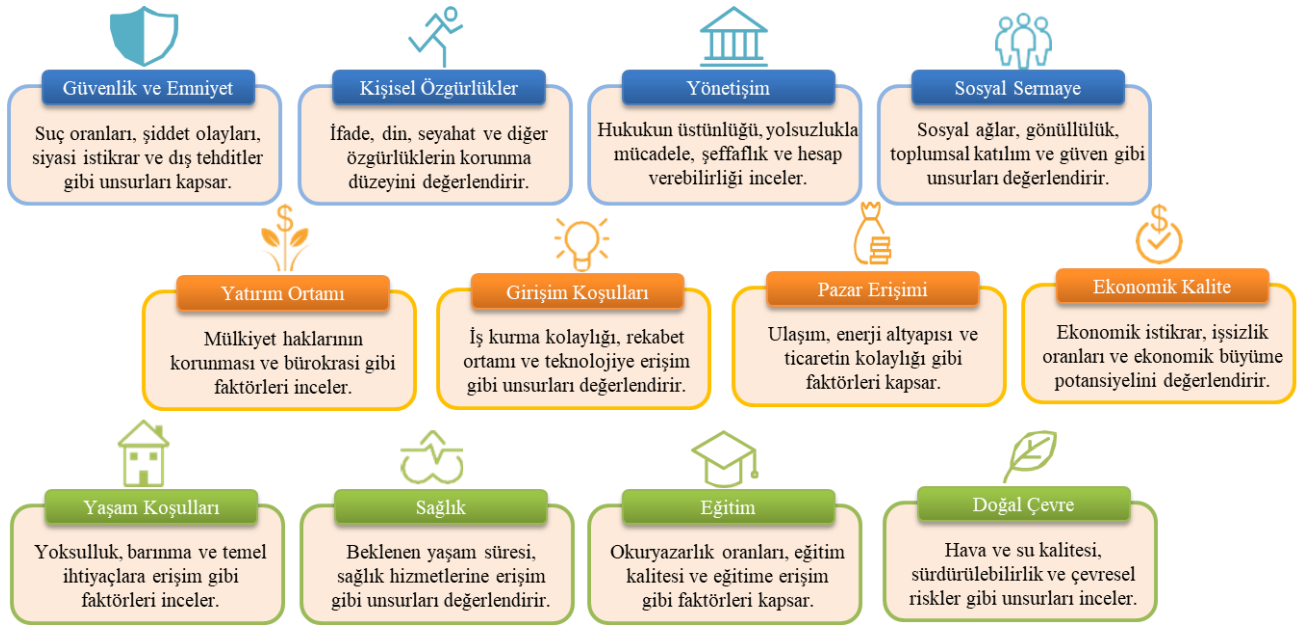
Bu çalışma, Legatum Refah Endeksi'nin 12 temel göstergesinin önem ağırlıklarını, objektif değerlendirme yapan Entropi yöntemi ile değerlendirip, Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden VIKOR ve TOPSİS yöntemleri ile de ülkelerin refah düzeylerine göre sıralanmasını amaçlamaktadır. Böylece LRE'nin, TOPSİS ve VIKOR'un sıralamaları arasındaki benzerlik ya da farklılıklar incelenecektir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIALS AND METHODS)

Çalışmanın bölümünde Legatum Refah Endeksi hakkında bilgiler sunulacak, ardından da literatürde bu endekse ilgili yapılmış çalışmalar değerlendirilecektir. Son bölümünde ise Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden VIKOR ve TOPSİS yöntemleri hakkında bilgiler sunulacaktır.

### 2.1. Legatum Refah Endeksi (Legatum Prosperity Index)

Legatum Refah Endeksi, Legatum Enstitüsü tarafından yıllık olarak yayınlanan ve ülkelerin refah düzeylerini kapsamlı bir şekilde ölçmeyi amaçlayan çok boyutlu bir endekstir. Endeks, sadece ekonomik çıktıları odaklanmak yerine, bir ülkenin vatandaşlarının yaşam kalitesini ve refahını etkileyen geniş bir yelpazedeki faktörleri değerlendirerek daha bütüncül bir perspektif sunmayı hedeflemektedir [2]. Bu çerçevede refah, bireylerin potansiyellerini gerçekleştirebildikleri, özgür ve sağlıklı bir yaşam sürdürebildikleri, ekonomik fırsatlara erişebildikleri ve güvenli bir toplumda yaşadıkları bir durum olarak tanımlanmaktadır. Legatum Refah Endeksi, Dünya Bankası, Birleşmiş Milletler, Dünya Sağlık Örgütü, Uluslararası Para Fonu, UNESCO ve diğer güvenilir uluslararası kuruluşlardan elde edilen verileri kullanmaktadır. Ayrıca, Gallup Dünya Anketi gibi anket verilerinden ve uzman görüşlerinden de faydalanabilmektedir [3, s. 1673]. Endeks 167 ülkeyi analize dahil etmektedir. Her boyut 8 ile 5 arasında değişen toplam 67 öğeden oluşmaktadır. Son aşamada değişkenlere eşit ağırlıklar verilerek ülke puanı hesaplanır. Ölçeği oluşturan değişkenler Şekil 1'de belirtilmiştir.



Şekil 1. Legatum Refah Endeksi Değişkenleri (Legatum Welfare Index Variables)

Legatum Refah Endeksi literatürde birçok çalışmaya konu olmuştur. Gligorić vd. 2007-2016 arasındaki yılları ele alarak 4 Batı Balkan ülkesi ve 27 AB üyesi olmak üzere 31 Avrupa ülkesinin refah analizini LRE ile gerçekleştirmiş ve refahın itici gücünün ne olacağı üzerine odaklanmıştır. Ek olarak her ülke için kişi başına düşen gelir düzeyi sapmasını analiz etmişlerdir. Sonuç olarak; yeni üye devletlerin kişisel özgürlük bakımından pozitif bir tutum sergilediğini, ancak Batı Balkan ülkelerinin eğitimin yanı sıra çevre, kişisel özgürlük ve sağlık alanlarına teşvik sağlayarak refah düzeylerini geliştirmeleri gerektiğini öne sürmüşlerdir [4].

Kahan ve Ahmad, Minsky Finansal İstikrarsızlık Teorisi ve Maslow ihtiyaçlar hiyerarşisi yaklaşımından esinlenerek iki aşamalı en küçük kareler yöntemi ile Gayrisafi millî hasıla (GSMH)'nın bir refah ölçüsü değişkeni olup olmadığını test etmiş ve sonuç olarak LRE'nin geçerli bir gösterge olduğunu öne sürmüşlerdir [5].

Şener ve Koltan Yılmaz LRE verilerini kullanarak ülkeleri Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri ve Kümeleme Analiziyle refah düzeylerine göre gruplara ayırmıştır. Analiz sonucu, yöntemlerin refah düzeyi ayırımında %73 oranında benzerlik gösterdiği ortaya konulmuştur. Buna ek olarak, her iki yöntemle etkisi en çok olan göstergelerin altyapı, eğitim ve pazar erişimi olduğu, buna karşın doğal çevre ve sosyal sermaye göstergelerinin ise daha az etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir [6].

Aynı yazarların yaptığı başka bir çalışma ise [7] 2019 LRE verilerine dayalı olarak 167 ülkeyi refah düzeylerine göre gruplandırılmıştır. Çalışma, Ward's algoritması ve K-Means yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda ülkeler üç gruba ayrılmış ve en etkili

göstergelerin "pazar erişimi ve altyapı", "eğitim" ve "yatırım ortamı" olduğu belirlenmiştir. Türkiye orta düzeydeki refah grubunda tespit edilmiştir. Alshamrani ve Hezam, 2021 yılında LRE'de en kötü skorlara sahip 19 ülkeyi incelemişlerdir. Bu çalışmada ilgili ülkeleri analiz etmek ve eksikliklerini belirlemek amacıyla Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri kullanılmıştır [3]. Veysikarani ve Akdağ, 2023 yılına ait Yeşil Gelecek Endeksi (GFI) ve LRE verilerine Kanonik Korelasyon Analizi tekniği uygulayarak, OECD ülkeleri için GFI ile LRE alt boyutu olan Açık Ekonomiler arasında negatif bir anlamlılık ilişkisi tespit etmiştir. Bu sonuç, ekonomik büyümenin artışının çevresel sürdürülebilirliğe olumsuz yönde etkilediğini ve bu iki faktör arasındaki hassas dengeyi sürdürmenin zorluğunu ortaya çıkarmıştır [8]. Farahmandikia vd. ülkelerin LRE ile yol kenarı toprak ortamındaki araç katalitik konvertörlerinden olan PGE emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Katalitik konvertörler, egzoz gazlarının toksisitesini daha az toksik kirleticilere dönüştürerek azaltan emisyon kontrol cihazlarıdır. PGE emisyonunun, dünya çapında ciddi bir çevresel endişe olarak ortaya çıktığını vurgulayan yazarlar yol kenarı PGE konsantrasyonları ile ülkelerin LRE sıralaması arasında anlamlı bir ilişki bulamamıştır. Yazarlar, bir ülkenin LRE'deki sıralamasından bağımsız olarak, katalitik konvertörlerden kaynaklanan PGE emisyonları konusunun dünya çapında eşit ilgi ve azaltma çabalarını gerektirdiği savını öne sürmüşlerdir [9].

## 2.2. Entropi Methodu (Entropy Method)

Entropi yöntemi yaygın kullanılan bir nesnel ağırlıklandırma araçlarından biridir. Bu yöntem, niteliklerin nispi önemini ve bunların değerlendirme veya nihai sonuçla nasıl bir sayısal ilişki içine olduğunu hesaplar. Yani, entropi bir kriterin bilgi sistemini ve belirsizliğini nasıl yansıttığını gösterir. Başka bir ifadeyle entropi, bir

kriterin karar verme sürecindeki önemini veya belirsizliğini ölçen ve genellikle kriter ağırlıklarını belirlemek için kullanılan bir araçtır. Bu hesaplamaların gerçekleşebilmesi için gereken ilk adım karar matrisinin oluşturulmasıdır.

Karar Matrisi, alternatiflerin (seçeneklerin) kriterlere göre değerlendirildiği bir matristir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Matriste m karar noktası sayısını, n değerlendirme faktörü sayısını belirtir.

Ardından normalleştirilmiş kriterlerin ağırlığı aşağıdaki denklemden hesaplanır [10]

$$w_i = \frac{1 - e(x_i)}{\sum_{i=1}^m (1 - e(x_i))}$$

Burada  $e(x_i)$  i ninci entropiyi temsil etmektedir. Buna göre entropi aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmaktadır [11].

$$e(x_i) = -\frac{\sum_{k=1}^m (f_{ki} \ln(f_{ki}))}{\ln m} \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$f_{ki} = \frac{b_{ki}}{\sum_{i=1}^m (b_{ki})}$$

Bir kriterin (i) değerleri (örneğin, performans puanları) tüm karar alternatifleri için birbirine yakınsa veya çok az farklılık gösteriyorsa, bu kriterin entropisi yüksektir. Bu, kriterin karar alternatiflerini ayırt etmede zayıf olduğunu ve dolayısıyla karar verme sürecinde daha az önemli olduğunu gösterir. Başka bir deyişle, bu kriter çok fazla bilgi sağlamaz. Ancak bir kriterin değerleri karar alternatifleri arasında büyük farklılıklar gösteriyorsa, bu kriterin entropisi düşüktür. Bu, kriterin karar alternatiflerini ayırt etmede güçlü olduğunu ve dolayısıyla göstermektedir. Bu kriter, karar verme sürecine önemli bilgiler sağlar [12]. Çalışmanın kriter ağırlıklandırmasında entropi yöntemi kullanılacaktır. Böylece kriterlerin önem ağırlıkları tespit edilecektir.

## 2.2. TOPSIS (Topsis)

Yoon ve Hwang “Multiple Attribute Decision Making “ isimli kitaplarında, pozitif ideal çözümden en kısa mesafe ve negatif ideal çözümden en uzak mesafe alternatiflerinin seçilmesi hipotezinden esinlenerek TOPSIS yöntemini deklare etmiştir [13].

Yöntem kullanımı kolay ve anlaşılır bir ÇKKV yöntemidir. Diğer yöntemlere göre daha basit bir algoritmaya sahiptir ve hesaplama karmaşıklığı düşüktür. Kriter ağırlıklandırmasına olanak tanır ve çeşitli alanlarda uygulanabilmektedir.

TOPSIS yöntemi 6 adımdan oluşmaktadır ;

1.adım: Karar Matrisinin Oluşturulması ( $A_{ij}$ ) alternatiflerin (seçeneklerin) kriterlere göre değerlendirildiği bir matris oluşturulur.

2.adım: Karar Matrisinin Normalleştirilmesi (R) : Karar matrisindeki değerler, farklı ölçeklerdeki kriterlerin karşılaştırılabilir hale gelmesi için normalleştirilir. Genellikle vektör normalizasyonu kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad i=1, \dots, m \quad j=1, \dots, n$$

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

3.adım: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Oluşturulması (V): Kriterlerin önem derecelerini (ağırlıklarını) yansıtan bir ağırlık vektörü ile normalleştirilmiş karar matrisi çarpılır.

İlk olarak, değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri ( $w_i$ ) belirlenir ( $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ ).

Ardından R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili  $w_i$  değeri ile çarpılarak V matrisi üretilir.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

4. adım: İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi: Her bir kriter için en iyi (ideal) ve en kötü (negatif ideal) değerler belirlenir. Bu değerler, ağırlıklandırılmış karar matrisinden elde edilir.

Bu matriste her kolonda yer alan maksimum ve minimum değerler tespit edilir.

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \text{ (maksimum değerler)}$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \text{ (minimum değerler)}$$

**5.adım:** İdeal ve Negatif İdeal Çözümlere Olan Uzaklıkların Hesaplanması: Her bir alternatifin ideal ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıkları hesaplanır. Genellikle Öklid uzaklığı kullanılır.

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

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

**6.adım:** Göreceli Yakınlık Değerinin Hesaplanması: Her bir alternatif için, ideal çözüme olan uzaklığının, ideal ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıklarının toplamına oranı hesaplanır. Bu oran, alternatifin ideal çözüme olan göreceli yakınlığını gösterir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}$$

Buna göre,  $C_i^+$   $0 \leq C_i^+ \leq 1$  aralığındadır ve  $C_i^+ = 1$  ilgili karar noktasının ideal çözüme,  $C_i^+ = 0$  ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir. Son olarak ise göreceli yakınlık değerlerine göre alternatifler sıralanır. En yüksek göreceli yakınlık değerine sahip alternatif, en iyi alternatif olarak seçilir.

### 2.3. VIKOR (Vikor)

VIKOR (Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje), Sırpça'da "Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm" anlamına gelmektedir. Bu yöntem, Çok Kriterli Karar Verme problemlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş bir yöntemdir ve özellikle birbirleriyle çatışan kriterler arasındaki uzlaşmayı bulmaya odaklanmaktadır. VIKOR yöntemi, bireysel pişmanlığı en aza indiren ve ideal çözüme en yakın olan bir uzlaşık çözüm bulmayı amaçlar [14].

Bu, her bir kriter için ideal (en iyi) ve anti-ideal (en kötü) değerlerin belirlenmesi ve ardından alternatiflerin bu değerlere olan yakınlıklarının ve bireysel pişmanlıklarının hesaplanmasıyla yapılır. Yöntem, bu hesaplamalar sonucunda elde edilen değerlere dayanarak alternatifleri sıralar ve en iyi uzlaşık çözümü önermektedir. Uzlaşık programlamada toplama fonksiyonu olarak  $L_p$  ölçütü oluşturma amacı bulunmaktadır [15].

$$L_{pj} = \left\{ \sum_{i=1}^n \left[ w_i \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \right]^p \right\}^{\frac{1}{p}} \quad \begin{matrix} j=1,2,\dots,J \\ i=1,2,\dots,I \end{matrix}$$

Uygulama 4 adımdan oluşmaktadır.

**1.adım:** Bütün değerlendirme kriterleri için en kötü  $f_i^-$  ve en iyi  $f_i^*$  değerler saptanır.

$$f_i^* = \max(f_{ij}) \quad \text{ve} \quad f_i^- = \min(f_{ij})$$

$i$  = karşılaştırma kriteri

$j$  = alternatifler

**2.adım:** Değerlendirme birimleri için S ve R puanları hesaplanır.  $w_j$ : ağırlık değeri toplamı 1 olmalıdır.

$$R_{ij} = \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-}$$

$$v_{ij} = R_{ij} * w_j$$

$$S_j = \sum_{i=1}^n v_{ij}$$

$$R_j = \max[R_{ij}]$$

**3.adım:** Değerlendirme birimleri için Q skoru hesaplanır.

$$Q_j = \frac{s_j - s^*}{s^- - s^*} + (1 - v) \frac{R_j - R^*}{R^- - R^*}$$

$v$  = maksimum grup faydasını sağlayan strateji ağırlığıdır.

$$f(v) = \begin{cases} \text{Çoğunluk oyu} & \text{eğer } v > 0.5 \\ \text{Konsensüs} & v = 0.5 \\ \text{Veto} & v < 0.5 \end{cases}$$

**4.adım:** Alternatiflerin R, S ve Q değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak üç sıralama listesi oluşturulur. Ardından istenilen iki koşul ( $C_1, C_2$ ) sağlanmak şartıyla en iyi Q değerlerine göre sıralama oluşturularak alternatif uzlaşık bir çözüm yaratılır. Sonuç olarak, minimum Q değerine sahip alternatif, en iyi veya en uygun olarak belirlenir.

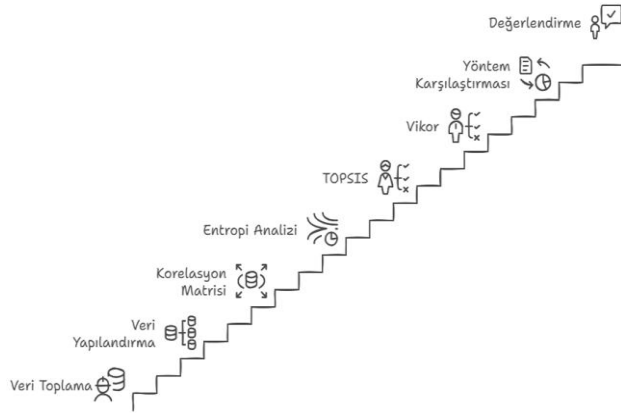
Son tahlilde her iki formülasyon da dikkatlice incelendiğinde, hem VIKOR hem de TOPSIS "ideal olana yakınlığı" temsil eden bir toplama fonksiyonuna dayanmaktadır. VIKOR yöntemi, ideal çözüme "yakınlığın" belirli ölçüsüne dayalı sıralama endeksini sunarken, TOPSIS yönteminin temel ilkesi, seçilen alternatifin ideal çözümden "en kısa mesafeye" ve "negatif-ideal" çözümden "en uzak mesafeye" sahip olması gerektiğini belirtmektedir [14].

TOPSIS yöntemi iki “referans” noktası sunar, ancak bu noktalardaki uzaklıkların göreceli önemini dikkate almaz. Bu iki yöntem, farklı normalizasyon türleri kullanarak kriter fonksiyonlarının birimlerini ortadan kaldırmayı hedefler [15].

Bu amaç için TOPSIS yöntemi vektör normalizasyon yöntemini kullanırken, VIKOR yöntemi doğrusal normalizasyon tekniğini kullanmaktadır. VIKOR yöntemindeki normalize edilmiş değer, bir kriter fonksiyonunun değerlendirme birimine bağlı değilken, TOPSIS yönteminde normalize edilmiş değerler değerlendirme birimine bağlı olabilmektedir [16], [17].

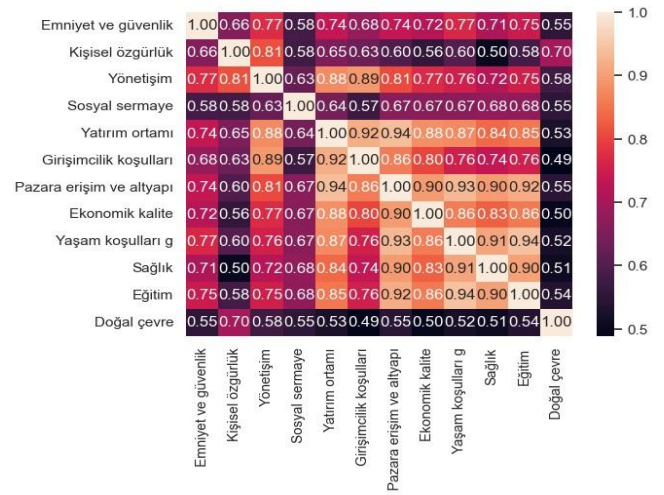
#### 2.4. Deneysel Metot (Experimental Method)

Çalışmada kullanılacak analiz yöntemlerinin teorik incelemesinden sonra bu kısımda veriler üzerinden pratik süreçler açıklanacaktır. Analizler için veri bilimi çalışmalarında sıklıkla kullanılan Python programlama dili ile oluşturulmuş açık kaynak kodlu Scikit-learn modülü kullanılacaktır (Ek A). Çalışmanın aşamaları ve yönergesi Şekil 2 de sunulmuştur.



Şekil 2: Veri Analizi ve Karar Verme Süreci (Data Analysis and Decision Making Process)

Çalışmada kullanılacak veriler the Prosperity Institute tarafından paylaşılan 2023 yılı İndeks raporundan elde edilmiştir. Sunulan veriler yapılandırılmış bir şekilde ve eksik bir data içermeyecek şekilde yayınlanmıştır. Bu nedenle ön işleme süreçleri basit ama analize uygun bir şekilde yeniden düzenlenmiştir. Analizin ilk adımı, çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki potansiyel ilişkileri ve bağımlılıkları değerlendirmektir. Bu kapsamda, değişkenler arasındaki doğrusal ilişkilerin yönünü ve gücünü görselleştirmek amacıyla oluşturulan korelasyon matrisi, Şekil 3'te ayrıntılı bir şekilde sunulmaktadır. Bu matris, sonraki analiz adımları için önemli bir temel oluşturarak, değişkenler arasındaki etkileşimlerin daha derinlemesine incelenmesine olanak tanımaktadır.



Şekil 3: Korelasyon Matrisi (Correlation Matrix)

Şekil 3 LRE değişkenleri arasındaki ilişkilerin yönünü ve gücünü göstermede önemli bilgiler sunmaktadır. Matris incelendiğinde aşağıdaki yorumlar yapılabilir:

•**Yatırım Ortamı, Girişimcilik Koşulları, Pazara Erişim ve Altyapı, Ekonomik Kalite:** Bu dört değişken arasında oldukça yüksek korelasyonlar gözlemlenmiştir (0.8'in üzeri, hatta bazıları 0.9'un üzerinde). Bu, bu faktörlerin birbirini güçlendirdiğini ve birindeki iyileşmenin diğerlerinde de iyileşmeye yol açabileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle, Pazara Erişim ve Altyapı ile Yatırım Ortamı arasındaki korelasyon (0.94) çok güçlü bir ilişkinin kanıtını sunmaktadır.

•**Yönetişim:** Yönetişim, diğer birçok değişkenle de yüksek korelasyona sahip. Yatırım ortamı (0.88) ve Girişimcilik koşulları (0.89) ile ilişkisi özellikle dikkat çekmektedir. İyi yönetişimin bu alanlarda önemli bir rol oynadığı işaret edilmektedir.

•**Yaşam Koşulları, Sağlık ve Eğitim:** Bu üç değişken de birbirleriyle yüksek korelasyon içerisindedir (0.9'un üzeri). Bu, yaşam kalitesinin yüksek olduğu yerlerde sağlık ve eğitim seviyesinin de yüksek olma eğiliminde olduğunu kanıtlamaktadır.

•**Doğal Çevre:** Doğal çevre, diğer değişkenlerle daha düşük korelasyonlara sahiptir. Bu, doğal çevrenin diğer faktörlerden daha bağımsız bir faktör olduğunu belirtmektedir. Değişken ile en yüksek korelasyonu Kişisel Özgürlük (0.70) değişkeni kurmuştur.

Sonuç olarak, birçok ekonomik ve sosyal faktörün birbirleriyle ilişkili olduğu saptanmıştır. Özellikle girişimcilik koşulları, yatırım ortamı, ekonomik kalite, pazara erişim ve altyapı, yaşam koşulları, eğitim ve sağlık arasındaki güçlü ilişkiler dikkat çekmektedir.

Bu faktörlerden birinde yapılacak iyileştirmeler, diğer alanlarda da olumlu etkilere yol açabilecektir. Bu anlamda politika yapıcılara iyi bir öngörü sağlanmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiler incelendikten sonra bu aşamada ise değişkenlerin önem ve ağırlıklarının saptanacağı Entropi analizine geçilecektir. Buradan elde edilecek olan değişken ağırlıkları sonraki aşamada TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin çözümünde kullanılacak olan  $w_i$  skoruna atanacaktır. Yapılan analiz sonucu değişkenlerin hesaplanan ağırlıklarını gösteren bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1: Değişkenlerin ağırlıkları (*Weights of variables*)

Değişkenler	Ağırlık Skoru
Emniyet ve güvenlik	0,0833
Kişisel özgürlük	0,0833
Yönetişim	0,0833
Sosyal sermaye	0,0833
Yatırım ortamı	0,0833
Girişimcilik koşulları	0,0833
Pazara erişim ve altyapı	0,0833
Ekonomik kalite	0,0833
Yaşam koşulları	0,0833
Sağlık	0,0833
Doğal çevre	0,0833
Eğitim	0,0833

Tablo 1 incelendiğinde, Entropi analizi sonucu her ağırlığın eş öneme ya da skora sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak, normalizasyon öncesindeki ham veriler incelendiğinde değişken skor aralıklarının birbirine çok yakın olması ve normalizasyon işlemi sonrası küçük farkların daha da minimize edilmesi söylenebilir. Sonuç olarak tüm değişkenlere aynı ağırlık skoru atanmasına karar verilmiştir. Şener’in 2020 yılı Legatum Refah Endeksi verilerine uyguladığı Entropi analizi sonucu en yüksek skorları Yönetim (0,141), Kişisel Özgürlük (0,140), Eğitim (0,120) göstergeleri elde ederken, en az skor 0,024 puanla “Doğal Çevre” göstergesi olmuştur [6].

Bu farklılığın yıl farkından kaynaklandığını düşünebiliriz. Son aşamada TOPSIS ve VIKOR analizler sonucunda ülkelerin aldıkları puana göre ( TOPSIS için C, VIKOR için Q ) sıralamaları yapılmıştır. Bu sonuçlara göre hem Legatum Refah Endeksinin belirlediği sıralamalar ile analizlerimizde ortaya çıkan sıralamalarının yer aldığı bilgileri gösteren veriler Tablo 2 de sunulmuştur.

Tablo 2: Ülkelerin Legatum, TOPSIS ve VIKOR Yöntemlerine Göre Sıralamaları (*Ranking of Countries According to Legatum, TOPSIS and VIKOR Methods*)

Ülkeler	Legatum	TOPSIS	VIKOR	Ülkeler	Legatum	TOPSIS	VIKOR
Danimarka	1	1	4	Filipinler	84	72	92
İsveç	2	2	2	Ekvador	85	91	82
Norveç	3	5	5	Ürdün	86	85	68
Finlandiya	4	3	1	São Tomé	87	83	72
İsviçre	5	4	3	Moğolistan	88	89	97
Hollanda	6	6	11	Guyana	89	90	52
Lüksemburg	7	8	14	Namibya	90	86	85
İzlanda	8	9	7	Sri Lanka	91	88	86
Almanya	9	7	13	Azerbaycan	92	95	101
Yeni Zelanda	10	11	12	Belize	93	92	75
İrlanda	11	12	9	Kırgızistan	94	93	84
Birleşik Krallık	12	14	8	Türkiye	95	102	113
Kanada	13	13	15	Fas	96	94	116
Avusturya	14	15	10	El Salvador	97	98	83
Avustralya	15	10	6	Gana	98	104	54
Japonya	16	18	27	Tunus	99	96	79
Singapur	17	21	26	Özbekistan	100	100	110
Belçika	18	23	20	Guatemala	101	107	106
ABD	19	24	30	Senegal	102	105	91
Tayvan, Çin	20	27	19	Hindistan	103	101	115
Estonya	21	25	35	Küba	104	97	100
Hong Kong	22	20	37	Honduras	105	103	109
Fransa	23	26	38	Bolivya	106	108	111
İspanya	24	19	29	Türkmenistan	107	99	102
Çekya	25	30	23	Kenya	108	111	104
Portekiz	26	22	28	Cezayir	109	106	105
Slovenya	27	17	25	Nepal	110	116	103
Malta	28	28	40	Ruanda	111	110	95
Güney Kore	29	16	17	Lübnan	112	113	112
İtalya	30	35	42	Tacikistan	113	115	117
Letonya	31	34	31	Nikaragua	114	109	99
Litvanya	32	31	48	Laos	115	114	107
İsrail	33	37	24	Gambiya	116	123	96
Kıbrıs	34	29	21	Tanzanya	117	117	114

Slovakya	35	39	39	Kamboçya	118	112	125
Şili	36	36	32	Gabon	119	125	119
Polonya	37	38	34	Fildişi Sahili	120	118	128
Uruguay	38	32	41	Mısır	121	145	123
Kosta Rika	39	33	51	Cibuti	122	127	120
Yunanistan	40	40	45	Benin	123	121	118
Hırvatistan	41	41	59	Bangladeş	124	130	122
Macaristan	42	42	50	Malawi	125	120	133
Malezya	43	43	64	İran	126	128	121
Bir.Arap Emir,	44	48	18	Zambiya	127	131	127
Romanya	45	45	63	Komorlar	128	126	135
Katar	46	50	55	Uganda	129	122	129
Mauritius	47	44	22	Yeni Gine	130	119	130
Bulgaristan	48	51	36	Ekv. Ginesi	131	129	124
Karadağ	49	47	61	Lesoto	132	138	137
Panama	50	46	76	Togo	133	124	126
Sejšeller	51	49	49	Esvatini	134	135	143
Sırbistan	52	54	33	Burkina Faso	135	143	131
Gürcistan	53	55	57	Pakistan	136	141	144
Çin	54	52	87	Madagaskar	137	149	148
Kuzey Makedonya	55	59	53	Liberya	138	137	132
Trinidad Tobago	56	58	66	Zimbabve	139	132	149
Jamaika	57	63	46	Irak	140	136	145
Arjantin	58	64	69	Gine	141	144	138
Peru	59	56	93	Nijerya	142	140	134
Kuveyt	60	53	70	Myanmar	143	152	142
Ermenistan	61	62	16	Sierra Leone	144	150	147
Bahreyn	62	65	47	Venezuela	145	146	153
Endonezya	63	57	44	Libya	146	142	146
Tayland	64	61	56	Kamerun	147	151	136
Arnavutluk	65	60	65	Kongo	148	134	141
Brezilya	66	68	43	Gine-Bissau	149	133	152
Umman	67	66	71	Mozambik	150	153	150
Dominik Cumhuriyeti	68	71	78	Mali	151	139	151
Kazakistan	69	67	62	Nijer	152	147	139
Moldova	70	73	89	Etiyopya	153	148	140
Meksika	71	81	90	Moritanya	154	154	154
Bosna Hersek	72	76	58	Angola	155	155	155
Vietnam	73	77	77	Haiti	156	157	156
Ukrayna	74	70	74	Burundi	157	159	157
Güney Afrika	75	84	80	Sudan	158	156	161
Paraguay	76	79	81	Suriye	159	165	165
Rusya	77	75	88	Eritre	160	161	159
Belarus	78	69	60	Dem. Kongo Cumh.	161	162	164
Suudi Arabistan	79	78	98	Çad	162	158	158
Cabo Verde	80	74	94	Somali	163	160	160
Kolombiya	81	87	73	Afganistan	164	163	162
Surinam	82	80	67	Orta Afrika Cumh.	165	164	163
Botsvana	83	82	108	Yemen	166	167	166
				Güney Sudan	167	166	167

Tablo 2 dikkatli bir şekilde incelendiğinde üç farklı sıralama yönteminin (Legatum, TOPSIS ve VIKOR) ülkeleri değerlendirme ve sıralama konusunda farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Bu farklılıkların anlamlı bir ayırım olup olmadığı sonraki aşamada incelenecektir. İskandinav ülkeleri (Danimarka, İsveç, Norveç, Finlandiya) gibi refah seviyesi yüksek ve gelişmiş ülkeler, genel olarak tüm sıralama yöntemlerinde üst sıralarda yer almaktadır. Bu, bu ülkelerin ekonomik performans, yaşam kalitesi, eğitim, sağlık gibi çeşitli kriterlerde tutarlı bir şekilde iyi performans gösterdiğini işaret etmektedir. Ancak, yöntemler arasındaki sıralama farklılıkları, her bir yöntemin farklı parametrelere ve önceliklere odaklandığını göstermektedir. Örneğin, bir ülke Legatum'da daha yüksek bir sıralamaya sahipken, TOPSIS veya VIKOR'da daha düşük bir sıralamada yer alabilir. Ek olarak Türkiye'nin sıralaması ise Legatum'da 95, TOPSIS'te 102 ve VIKOR'da 113. olarak saptanmıştır.

Bu üç farklı yöntemlerle elde edilen sıralamalar arasındaki uyum ilişkisini belirlemek için, üç veya daha fazla sıralayıcı arasındaki uyumu ölçmek için kullanılan Kendall'in W Uyumluluk Katsayısı (Kendall's Coefficient of Concordance W) testine başvurulacaktır. Test sonucunda elde edilen Kendall'in W skoru, 0 ile 1 arasında bir değer alır. 1, tam uyumu gösterirken, 0 ise uyumsuzluğu göstermektedir [18].

Analizdeki üç sıralayıcı (Legatum, TOPSIS ve VIKOR) üzerinden yapılan test sonucu Kendall'in W skoru 0.92 ( $p < 0,01$ ) gibi yüksek bir ilişkiyi göstermiştir. Bu sonuç birbirinden bağımsız üç yöntemin oluşturduğu sıralamalar arasında anlamlı bir benzerlik ya da uyum olduğu varsayımını doğrulamaktadır.

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Legatum Refah Endeksi, analize aldığı ülkelerin refah düzeylerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek ve refahın geliştirilmesi için politika önerileri sunmak amacıyla oluşturulmuş kapsamlı bir araçtır. Endeks, refahın çok boyutlu doğasını vurgulayarak, ekonomik büyümenin yanı sıra sosyal, politik ve çevresel faktörlerin de önemini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, politika yapıcılar, akademisyenler ve sivil toplum kuruluşları için değerli bir bilgi kaynağıdır. Endeks, veri kalitesi, ağırlıklandırma metodolojisi ve objektif değerlendirmeler içerebilmesi nedeniyle eleştirilere de maruz kalmaktadır. Bazı eleştirilenler, endeksin Batı merkezli bir refah anlayışını yansıttığını ve farklı kültürel ve sosyal bağlamları yeterince dikkate almadığını savunmaktadır [19], [20]. Ancak, Legatum Refah Endeksi, refahın kapsamlı bir şekilde ölçülmesi ve karşılaştırılması için önemli bir çerçeve sunmaya devam etmektedir.

Çalışma kapsamında yürütülen korelasyon analizi, refahın parçalı bir yapıdan ziyade, bileşenlerin birbirini beslediği entegre bir ekosistem olduğunu kanıtlamaktadır. Özellikle Yatırım Ortamı, Girişimcilik Koşulları, Pazara Erişim ve Altyapı arasındaki 0.90 üzerindeki korelasyonlar, bu alanların "tekil birer başarı başlığı" değil, birbirine yakından bağlı birer kaldıraç olduğunu göstermektedir. Kamu politikaları tasarlanırken altyapı yatırımları, doğrudan girişimcilik teşvikleri ve pazar serbestisi ile eşgüdümlü planlanmalıdır. Bir alandaki iyileşme, diğer alanlarda çarpan etkisi yarattığı tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan LRE, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinden elde edilen sıralama sonuçları, listenin ilk beş sırasında yer alan Danimarka, İsveç, Norveç, Finlandiya ve İsviçre'nin konumlarının metodolojik farklılıklara rağmen istikrarlı olduğunu göstermektedir. Söz konusu istikrar, bu ülkelerin refah seviyelerinde kurumsallaşmış bir "elit kalite" standardına işaret etmektedir. Sıralamanın üst kümesinde Batı Avrupa ve yüksek gelirli Körfez ülkeleri yer alırken; listenin alt sıralarında iç çatışmalar ve kaynak sömürüsü ile bitkin düşmüş sahra altı Afrika ülkeleri yer almaktadır. Literatürdeki bağımlılık teorileri ekseninde değerlendirildiğinde, küresel refahın asimetrik dağılımı, zengin ulusların edindiği sermayenin bir kısmının tarihsel sömürü süreçleriyle ilişkili olduğu gerçeğini gündeme getirmektedir. Bu nedenle refah, sadece ulusal bir kazanım olarak değil, küresel adaletin tesisi bağlamında kolektif bir sorumluluk alanı olarak tanımlanmalıdır.

Türkiye özelinde yapılan analizde, ülkenin LRE'de 95, TOPSIS'te 102 ve VIKOR'da 113. sırada konumlandığı saptanmıştır. VIKOR sıralamasındaki görece daha negatif ayrışma, Türkiye'nin özellikle yönetim ve kişisel özgürlükler gibi belirli alanlardaki düşük performansının, genel refah skorunu "uzlaşık çözüm" prensibi gereği baskıladığını ve sıralamada cezalandırıcı bir etki

yarattığını göstermektedir. Bu noktada, korelasyon matrisinde en yüksek ilişkiye sahip olan değişkenler baz alınarak yapılacak politika revizyonları, Türkiye'nin refah endeksindeki konumunu iyileştirebilecek temel müdahale alanlarını oluşturmaktadır. Sonuç olarak bu çalışma; büyüme stratejilerinin tek bir sektörel alana odaklanmasının küresel refah rekabetinde verimli sonuçlar üretmediğini, gerçek ve sürdürülebilir başarının ancak tüm sosyo-ekonomik göstergelerde eş zamanlı ve dengeli bir gelişim paradigması ile mümkün olabileceğini teorik ve ampirik olarak ortaya koymaktadır.

### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] H. Mohammadi, M. Mahmoudi, "Investigating the Role of Variables Affecting the Legatum Prosperity Index Using Ordered Logit Regression approach", *Journal of Economics and Regional Development*, 25(16), 1-20, 2018.
- [2] "The Legatum Prosperity Index (2023) by the Prosperity Institute :: Legatum Prosperity Index 2023", <https://index.prosperity.com/> 21.05.2025.
- [3] A. Alshamrani, I. Hezam, "Integrating rough-entropy and rough-TOPSIS methods for evaluating the legatum prosperity pillars of weakest performing countries.", *Measurement and Control*, 56(9), 1670-1683, 2023.
- [4] M. Gligorić, B. J. Gavrilović, L. Savić, "Prosperity index as a measure of wellbeing in european union and western balkan countries", *TEME*, 6(4), 1253-1275, 2019.
- [5] A. J. Khan, H. R. Ahmad, "Prosperity and Instability: An Evaluation of Legatum Prosperity Index", In *Papers and Proceedings*, 407-431, 2019.
- [6] S. Şener, Ş. K. Yılmaz, "Entropi Tabanlı ELECTRE TRI ve K-Ortalamalar Yöntemleriyle Ülkelerin Refah Düzeyine Göre Değerlendirilmesi", *Akdeniz İİBF Dergisi*, 21(2) 191-209, 2021.
- [7] Ş. K. Yılmaz, S. Şener, "Analysis of The Countries According to The Prosperity Level with Data Mining", *Alphanumeric*, 10(2), 85-103, 2022.
- [8] D. Veysikarani, N. Akdağ, "Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler ile Yeşil Gelecek ve Refah Arasındaki İlişkinin İncelenmesi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 79, 207-221, 2024.
- [9] Z. Farahmandkia, S. Bakhtshokouhi, H. Najafi Saleh, "Interactions between Vehicular Emissions of Platinum Group Elements in Roadside Soils and the Legatum Prosperity Index: A Mini-Review", *Journal of Human Environment and Health Promotion*, 11(1), 3-12, 2025.
- [10] M. Elena Arce, Á. Saavedra, J. L. Míguez, E. Granada, "The use of grey-based methods in multi-criteria decision analysis for the evaluation of sustainable energy stems: A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 924-932, 2015.
- [11] R. Rao, V. Yadava, "Multi-objective optimization of Nd:YAG laser cutting of thin superalloy sheet using grey relational analysis with entropy measurement", *Optics & Laser Technology*, 41(8), 922-930, 2009.

- [12] Z. Li, Z. Luo, Y. Wang, G. Fan, J. Zhang, "Suitability evaluation stem for the shallow geothermal energy implementation in region by Entropy Weight Method and TOPSIS method", *Renewable Energy*, 184, 564-576, 2022.
- [13] C.-L. Hwang, K. Yoon, **Multiple Attribute Decision Making, Berlin**, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1981.
- [14] S. Opricovic, G.-H. Tzeng, "Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS", *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455, 2004.
- [15] M. Zeleny, *Multiple Criteria Decision Making*. Mc-Graw-Hill, New York., 1982.
- [16] S. Opricovic, G.-H. Tzeng, "Extended VIKOR method in comparison with outranking methods", *European Journal of Operational Research*, 178(2), 514-529, 2007.
- [17] S. Şener, "Legatum Refah Endeksi Göstergeleri ve Verileri Kullanılarak Refahın Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Değerlendirilmesi", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 17, 46-70 2022.
- [18] A. Gearhart, D. T. Booth, K. Sedivec, Schauer, "Use of Kendall's coefficient of concordance to assess agreement among observers of very high resolution imagery", *Geocarto International*, 28(6), 517-526, 2013.
- [19] G. R. Amin, F. K. Siddiq, "Measuring global prosperity using data envelopment analysis and OWA operator", *International Journal of Intelligent Stems*, 34(10), 2713-2738, 2019.
- [20] M. Fagfouriazar, "Comparison of Iran's Public Health Index With MENA Region Countries in Legatum Prosperity Index", *Iranian Journal of Health Insurance*, 7(3), 209-216, 2024.

**Çalışmada kullanılan Python kodları:****Entropi:**

```

# Normalizasyon

normalized_data = data / data.sum(axis=0)

# Entropi hesaplama

k = 1 / np.log(data.shape[0])

entropy = -k * (normalized_data * np.log(normalized_data)).sum(axis=0)

# Ağırlık hesaplama

weights = (1 - entropy) / (1 - entropy).sum()

def determine_weights(data_matrix):

    data_matrix = np.array(data_matrix)

    num_rows, num_cols = data_matrix.shape

    weights = np.zeros(num_cols)

    for col in range(num_cols):

        column_data = data_matrix[:, col]

        prob_dist = column_data / np.sum(column_data)

        entropy = compute_entropy(prob_dist)

        weights[col] = 1 - entropy

    weights = weights / np.sum(weights) # Normalize weights

    return

```

**VIKOR yöntemi**

```

def vikor_method(data, weights, directions):

    # Adım 1: Normalizasyon

    normalized_data = np.zeros_like(data, dtype=float)

    for j in range(data.shape[1]):

        if directions[j] == 1: # Fayda kriteri

            normalized_data[:, j] = (data[:, j] - np.min(data[:, j])) / (np.max(data[:, j]) - np.min(data[:, j]))

```

```

else: # Maliyet kriteri

    normalized_data[:, j] = (np.max(data[:, j]) - data[:, j]) / (np.max(data[:, j]) - np.min(data[:, j]))

# Adım 2: İdeal ve anti-ideal çözümler

ideal_best = np.max(normalized_data, axis=0)

ideal_worst = np.min(normalized_data, axis=0)

# Adım 3: S ve R değerlerinin hesaplanması

S = np.zeros(data.shape[0])

R = np.zeros(data.shape[0])

for i in range(data.shape[0]):

    S[i] = np.sum(weights * (ideal_best - normalized_data[i, :]) / (ideal_best - ideal_worst))

    R[i] = np.max(weights * (ideal_best - normalized_data[i, :]) / (ideal_best - ideal_worst))

# Adım 4: Q değerlerinin hesaplanması

S_min = np.min(S)

S_max = np.max(S)

R_min = np.min(R)

R_max = np.max(R)

v = 0.5 # Uzlaşma katsayısı (genellikle 0.5 alınır)

Q = v * (S - S_min) / (S_max - S_min) + (1 - v) * (R - R_min) / (R_max - R_min)

# Adım 5: Sıralama

ranking = np.argsort(Q)

return S, R, Q, ranking

# VIKOR yöntemini uygula

S, R, Q, ranking = vikor_method(data, weights, directions)

# Sonuçları göster

results = pd.DataFrame({

    'Alternatif': np.arange(1, data.shape[0] + 1),

    'S': S,

    'R': R,

```

```
'Q': Q,

'Sıralama': ranking + 1

})

#print(results.sort_values(by='Q'))

a=results.sort_values(by='Q')
```

## TOPSIS YÖNTEMİ

```
def topsis(matrix, weights, impacts):

    """

    Topsis (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemini uygular.

    ... (Diğer kod aynı)

    """

    # Fonksiyonun başında matrisi NumPy array'ine dönüştür

    matrix = np.array(matrix)

    # 1. Adım: Karar Matrisini Normalleştir

    squared_sums = np.sqrt(np.sum(matrix**2, axis=0))

    normalized_matrix = matrix / squared_sums

    # Ağırlıklandırılmış matrisi NumPy array'ine dönüştür

    normalized_matrix = np.array(normalized_matrix) #

    # 2. Adım: Ağırlıklandırılmış Normalleştirilmiş Karar Matrisi

    weighted_matrix = normalized_matrix * weights

    # ağırlıklı matrisi numpy arrayine dönüştür

    weighted_matrix = np.array(weighted_matrix) #

    # 3. Adım: İdeal ve Negatif İdeal Çözümleri Belirle

    ideal_solution = np.zeros(matrix.shape[1])

    negative_ideal_solution = np.zeros(matrix.shape[1])

    for i in range(matrix.shape[1]):

        if impacts[i] == "+": # Fayda

            ideal_solution[i] = np.max(weighted_matrix[:, i])
```

```
negative_ideal_solution[i] = np.min(weighted_matrix[:, i])

elif impacts[i] == "-": # Maliyet

    ideal_solution[i] = np.min(weighted_matrix[:, i])

    negative_ideal_solution[i] = np.max(weighted_matrix[:, i])

else:

    raise ValueError

# 4. Adım: İdeal ve Negatif İdeal Çözümlere Uzaklıkları Hesapla

distance_to_ideal = np.sqrt(np.sum((weighted_matrix - ideal_solution)**2, axis=1))

distance_to_negative_ideal = np.sqrt(np.sum((weighted_matrix - negative_ideal_solution)**2, axis=1))

# 5. Adım: Görelî Yakınlık (Closeness Coefficient) Hesapla

closeness_coefficient = distance_to_negative_ideal / (distance_to_ideal + distance_to_negative_ideal)

# 6. Adım: Sırala

ranking = np.argsort(closeness_coefficient)[::-1] + 1 # Sıralamayı 1'den başlat

# Sonuçları Pandas DataFrame'e dönüştür

results = pd.DataFrame({

    "TOPSIS Skoru": closeness_coefficient,

    "Sıralama": ranking

})

return results
```