

Sosyal Gelişme Endeksine Göre Ülkelerin Değerlendirilmesi: MEREC ve MARCOS Yöntemleri ile Bir Uygulama

Ejder AYÇİN¹, Talip ARSU²

Özet

Sosyal Gelişme Endeksi (SGE) ülkeleri sosyal açıdan değerlendirmek için kullanılan yararlı bir kaynak olmasına rağmen, bu endeksi hesaplamak için kullanılan göstergelerin eşit ağırlıklı bir yapıda endekse dâhil edilmesi durumunun, birbirinden çok farklı özelliklere sahip ülkeler açısından gerçekçi bir durum olmayacağı düşünülmektedir. Bu yüzden bu çalışmanın amacı SGE göstergelerinin ağırlıklarını hesaplamak ve bu yeni ağırlıklara göre ülke sıralamasını oluşturmak olarak belirlenmiştir. Bu amacı gerçekleştirmek için öncelikle objektif Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden MEREC (METHod based on the Removal Effects of Criteria) ile göstergeler ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra bu ağırlıklar dikkate alınarak, ÇKKV yöntemlerinden MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking according to COMpromise Solution) yöntemi kullanılarak SGE sıralamasının ilk katmanında yer alan 14 ülke sıralanmıştır. Elde edilen bulgulara göre en yüksek ağırlığa sahip göstergeler sırasıyla kapsayıcılık (0,282), sağlık ve sıhhat (0,095) ve ileri düzey eğitime erişim (0,094) olarak bulunmuştur. Bu yeni ağırlıklar kullanılarak yapılan sıralamaya göre en yüksek performans gösteren ülkeler sırasıyla Norveç, Finlandiya ve Danimarka olarak bulunmuştur. Son olarak SGE sıralaması ile bu çalışmada bulunan sıralama arasındaki spearman's sıra korelasyonu değeri 0,886 olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Sosyal Gelişme Endeksi, Çok Kriterli Karar Verme, MEREC, MARCOS
Jel Kodu: C44

Evaluation of Countries by Social Development Index: An Application with MEREC and MARCOS Methods

Abstract

Although the Social Development Index (SDI) is a useful resource to evaluate countries from a social perspective, it is considered that it would not be realistic for countries with very different characteristics to include the indicators used to calculate this index into the index in an equally weighted structure. Therefore, the aim of this study is to calculate the weights of the SPI indicators and to create a country ranking according to these new weights. In order to achieve this aim, first of all, indicators were weighted with MEREC (METHod based on the Removal Effects of Criteria), one of the objective Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. Then, these weights were used in MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking according to COMpromise Solution), one of the MCDM methods, and 14 countries in the first tier of the SPI ranking were ranked. According to the findings, the indicators with the highest weights were found to be inclusiveness (0.282), health and wellness (0.095), and access to advanced education (0.094), respectively. According to the ranking made using these new weights, the highest performing countries were found to be Norway, Finland and Denmark, respectively. Finally, the Spearman's rank correlation value between the SPI rank and the rank found in this study was found to be 0.886.

Keywords: Social Progress Index, Multi Criteria Decision-Making, MEREC, MARCOS
Jel Codes: C44

ATIF ÖNERİSİ (APA): Ayçin, E., Arsu, T. (2021). Sosyal Gelişme Endeksine Göre Ülkelerin Değerlendirilmesi: MEREC ve MARCOS Yöntemleri ile Bir Uygulama. *İzmir Yönetim Dergisi*, 2(2), 75-88.

¹ Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İzmit / KOCAELİ, **EMAIL:** ejder.aycin@kocaeli.edu.tr
ORCID: 0000-0002-0153-8430

² Dr. Öğretim Üyesi, Aksaray Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Merkez / AKSARAY, **EMAIL:** taliparsu@aksaray.edu.tr **ORCID:** 0000-0002-2580-166X

1. GİRİŞ

Ekonomik veriler çoğu zaman ülkelerin yaşam koşulları hakkında bilgi edinmek için karar vericilerin temel aldığı rehberlerin başında gelmektedir. Fakat yalnızca ekonomik veriler ülke insanların gündelik yaşamının kalitesi hakkında bilgi sahibi olabilmek için tek başına yeterli olamamaktadır. Aynı zamanda hükümet, iş dünyası ve sivil toplumun politika yapıcıları, ülkelerini emsalleriyle kıyaslamak ve insanların refahını iyileştirmek için kapsamlı bir ölçüm içeren sosyal gelişmişlik raporlarına ihtiyaç duymaktadır (Jitmanero, 2017: 2336). Bu yüzden özellikle ülkelerin sosyal refah ve gelişmişliğini ortaya koyabilmek adına birçok özel ve kamu kesimine ait kuruluş çeşitli endeksler geliştirmiştir. Bu endekslerin başında United Nations Development Programme (UNDP) tarafından her yıl hazırlanan İnsani Gelişme Endeksi (İGE) (Human Development Index-HDI) ve Social Progress Imperative tarafından her yıl

hazırlanan Sosyal Gelişme Endeksi (SGE) (Social Progress Index-SPI) yer almaktadır. 1990 yılında UNDP tarafından ilk defa hazırlanan HDI, insani gelişim kriterlerini damıtarak başlangıç düzeyinde (gayrisafi milli hâsıla, doğumdan beklenen yaşam süresi, ortalama okullaşma yılı, beklenen okullaşma yılı olmak üzere yalnız 4 göstergeden oluşmaktadır) bir endeks olarak kullanılmaya başlandı (Sagar ve Najam, 1998: 250). HDI hala yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen daha fazla indikatör içerdiğinden daha geniş bir çerçeve sağlayan SGE 2013 yılından beri hazırlanmaktadır. SGE ülkelerindeki ve toplumlarındaki önemli sosyal ve çevresel sorunları ele almaya yardımcı olmak için hükümet, şirket ve sivil toplumdaki sosyal yenilikçilerin kullanabileceği pratik bir araç olarak tasarlanmıştır (Özgür Güler, Güler ve Şanlı, 2019: 55). Toplamda 53 alt göstergenin yer aldığı endeksi oluşturan 12 ana gösterge Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Sosyal Gelişme Endeksinin Göstergeleri

Temel İnsan İhtiyaçları	Refahın Temelleri	Fırsatlar
1. Beslenme ve Temel Sağlık Hizmetleri	1. Temel Bilgiye Erişim	1. Kişisel Haklar
2. Su ve Temizlik	2. Bilgiye ve İletişime Erişim	2. Kişisel Özgürlük ve Seçimler
3. Barınma	3. Sağlık ve Sıhhat	3. Kapsayıcılık
4. Kişisel Güvenlik	4. Çevre Kalitesi	4. İleri Düzey Eğitime Erişim

Kaynak: Stern vd., 2021

Beslenme ve Temel Sağlık Hizmetleri: Enfeksiyon hastalıklarından ölümler, çocuk ölüm oranı, anne ölüm oranı, çocuk gelişim eksikliği oranı ve yetersiz beslenme oranı alt bileşenlerinden oluşmaktadır.

Su ve Temizlik: İyileştirilmiş temizlik hizmetlerine erişim, iyileştirilmiş su kaynaklarına erişim ve Güvenli olmayan su, sanitasyon ve hijyen kaynaklı ölümler alt bileşenlerinden oluşmaktadır.

Barınma: Hanehalkı hava kirliliğine atfedilebilir ölümler, konut satın alınabilirliğinden memnuniyetsizlik, elektrik enerjisine erişim oranı ve yemek pişirmek için temiz yakıt ve

teknoloji kullanım oranı alt bileşenlerinden oluşmaktadır.

Kişisel Güvenlik: Kişilerarası şiddetten ölümler, ulaştırma ile ilgili ölümler, algılanan suçluluk ve siyasi cinayetler ve işkence alt bileşenlerinden oluşmaktadır.

Temel Bilgiye Erişim: Okula gitmeyen kadın oranı, kaliteli eğitime eşit erişim olanakları, ilkokula kayıt oranı, ortaokula devam oranı ve ortaokula geçişte cinsiyet eşitliği alt bileşenlerinden oluşmaktadır.

Bilgiye ve İletişime Erişim: Çevrimiçi yönetişime erişim, internet kullanım oranı, medya sansürü ve mobil telefon abonelikleri alt bileşenlerinden oluşmaktadır.

Sağlık ve Sihat: Bulaşıcı olmayan hastalıklardan erken ölümler, 60 yaş yaşam beklentisi, kaliteli sağlık erişimine eşit erişim ve temel sağlık hizmetlerine erişim alt bileşenlerinden oluşmaktadır.

Çevre Kalitesi: Açık hava kirliliğine atfedilebilir ölümler, kurşun maruziyetine bağlı ölümler, partikül madde kirliliği ve türlerin korunması alt bileşenlerinden oluşmaktadır.

Kişisel Haklar: Adalet erişim, ifade özgürlüğü, din özgürlüğü, siyasal haklar, kadınlar için mülkiyet hakları alt bileşenlerinden oluşmaktadır.

Kişisel Özgürlük ve Seçimler: Doğum kontrolü için tatmin edici talep oranı, yolsuzluk algısı, erken evlilik oranı, eğitimsiz gençlerin staj ve istihdam oranı ve aile işinde veya kendi hesabına çalışan istihdam (kırılgan istihdam) oranı alt bileşenlerinden oluşmaktadır.

Kapsayıcılık: Cinsiyete göre siyasi gücün eşitliği, sosyal gruba göre siyasi gücün eşitliği, sosyoekonomik konuma göre siyasi gücün eşitliği, azınlıklara karşı ayrımcılık ve şiddet ve eşcinselliğin kabulü alt bileşenlerinden oluşmaktadır.

İleri Düzey Eğitime Erişim: Alıntılanabilir akademik çalışmalar, akademik özgürlük, ileri eğitilmiş kadınlar, beklenen yükseköğrenim süresi, kalite ağırlıklı üniversiteler ve satın alma gücü paritesine göre kişi başına GSYİH alt bileşenlerinden oluşmaktadır (Stern vd., 2021: 20-31).

53 alt gösterge ve 12 ana göstergedenden oluşan SGE diğer endekslere göre daha hassas bir ölçüm yapılma olanağı vermesine rağmen 12 göstergenin eşit ağırlıklı olarak kullanılması bir handikap olarak düşünülmektedir (Jitmaneroj, 2017: 2337). Çünkü alt göstergeler dikkatle incelendiğinde ülkelerin farklı etnik köken, din, inanış ve toplumsal normları her bir alt bileşeni farklı algılamasına yol açabilecektir. Buradan yola çıkarak bu araştırmada objektif Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden MEREC (Method based on the Removal Effects of Criteria) kullanılarak boyutların ağırlıklarını hesaplamak birinci amaç olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci amacı ise SGE'nin birinci

katmanında yer alan 14 ülkenin sıralamalarını ÇKKV yöntemlerinden MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking according to COmpromise Solution) ile belirlemektir. Sadece birinci katmanda yer alan ülkelerin seçilmesinin nedeni bu ülkelerin sosyal gelişimindeki başarısında hangi boyutlara önem verdiğini belirleyerek, diğer ülkeler için rehber niteliğinde bilgiler sağlamaktır. Ayrıca, MEREC ve MARCOS ile elde edilen sıralamalar ile SGE'nin gerçek sıralamaları arasındaki benzerlik test edilerek eşit olmayan ağırlık kullanmanın metodoloji üzerinde bir etki yaratıp yaratmayacağı tartışılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

SGE göstergeleri birçok akademik çalışmada tek başına veya diğer bazı indikatörler ile kullanılmıştır. Jitmaneroj (2017) 12 boyut arasındaki nedensel ilişkileri inceleyerek boyutların eşit ağırlıklı olarak endekste yer almaması fikrinden yola çıkıp yeni ağırlıklar belirlemiştir. Dört aşamalı bir metodolojinin kullanıldığı araştırmada, kümeleme analizi, veri madenciliği, kısmi en küçük kareler yöntemi ve önem-performans matrisi analizi kullanılmıştır. Giannakitsidou vd. (2020) SGE göstergelerini kullanarak veri zarflama analizi yardımıyla Avrupa ülkelerini sıralamıştır. Girdi olarak üretilen atık miktarı verileri SGE göstergeleri kullanılırken, çıktı olarak atık geri dönüşüm oranları kullanılmıştır. Diakomihalis (2020) farklı eğitim düzeyleri, farklı meslek grupları ve farklı bölgeleri göz önünde bulundurarak 12 SGE göstergesinin ağırlıklarını belirlemek için analitik hiyerarşi prosesi kullanmıştır. Benitez ve Liern (2021) Avrupa ülkelerini SGE göstergelerine göre sıralamak için uwTOPSIS yöntemini kullanmıştır.

Bu çalışmada SGE alt göstergelerinin ağırlıklandırılması için kullanılan MEREC yöntemi Keshavarz-Ghorabae vd. (2021) tarafından literatüre kazandırılmış ve gıda atığı işleme teknolojisi seçimi (Rani vd., 2021), dağıtım merkezi yeri değerlendirmesi (Keshavarz-Ghorabae, 2021), yeşil yenilenebilir enerji kaynağı seçimi (Goswami

vd., 2022), hastane yeri seçimi (Hadi ve Abdullah, 2022), düşük karbonlu turizm stratejisi değerlendirmesi (Mishra vd., 2022), lojistik firmasının yıllara göre performansının değerlendirilmesi (Toslak vd., 2022) gibi karar problemlerinde kullanılmıştır. Çalışmada SGE endeksine göre ilk katmanda yer alan sosyal gelişme düzeyi yüksek ülkeleri sıralamak için kullanılan ve Stević vd. (2020) tarafından önerilen MARCOS yöntemi ise literatür incelendiğinde tedarikçi seçimi (Badi ve Pamucar, 2020; Chattopadhyay vd., 2020; Madenoğlu, 2021), proje yönetimi yazılımı değerlendirilmesi (Puška vd., 2020), trafik risk analizi (Stanković vd., 2020), drone tabanlı şehir lojistiği kavramlarının değerlendirilmesi (Kovač vd., 2021), OECD ülkelerinin ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan değerlendirilmesi (Arsu ve Ayçin, 2021), akıllı telefon seçimi (Ali, 2021), havalimanlarının değerlendirilmesi (Özdağoğlu vd. 2021), kabin personeli seçimi (Özdağoğlu vd. 2021), finansal performans değerlendirilmesi (Pala, 2021), frezeleme, öğütme ve tornalama süreçlerinin değerlendirilmesi (Trung, 2022) gibi karar problemlerinde kullanılmıştır.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde SGE göstergelerinin kriter olarak kullanıldığı MEREC veya MARCOS yöntemleri ile sonuca ulaşılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Aynı şekilde SGE göstergelerinin kullanıldığı çalışmalarda ya uzman görüşlerinin kullanıldığı ÇKKV yöntemleri ya da girdi-çıkı ilişkilerine yönelik ÇKKV yöntemleri tercih edilmiştir. Bu durumlar göz önüne alındığında bu çalışmanın her iki yönden özgün sonuçlar ortaya çıkaracağı ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

Çalışmada kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesi sürecinde objektif bir kriter ağırlıklandırma yöntemi olan MEREC yöntemi; karar alternatiflerinin sıralamalarının elde edilmesi amacıyla ise MARCOS yöntemi kullanılmıştır.

3.1. MEREC Yöntemi

MEREC yöntemi Keshavarz-Ghorabae vd. tarafından 2021 yılında ÇKKV literatürüne kazandırılan objektif bir kriter ağırlıklandırma yöntemidir. MEREC yönteminde bir kriterin önem ağırlığı hesaplanırken, o kriter devre dışı bırakılarak toplam kriter ağırlığındaki değişikliğe odaklanılır. Bu özelliği MEREC yöntemini Entropi, CILOS, CRITIC gibi diğer objektif kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden farklı kılmaktadır (Keshavarz-Ghorabae vd., 2021).

MEREC yönteminin, kolay anlaşılabilir sağlam bir matematiksel alt yapısının bulunmasının yanı sıra ve hesaplamalar için özel programlar gerektirmemesi avantajları olarak gösterilebilir.

MEREC altı adımdan oluşan bir uygulama sürecine sahiptir (Keshavarz-Ghorabae vd., 2021):

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

m tane alternatif ve n tane kriterden oluşan karar matrisi Eşitlik (1)'de gösterilmiştir.

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

j . kritere göre i . alternatifin aldığı değerleri gösteren karar matrisinin elemanları sıfırdan büyük değerler almalıdır ($x_{ij} > 0$). Karar matrisinde pozitif olmayan verilerin yer alması durumunda, bu veriler uygun teknikler kullanılarak pozitive dönüştürülmeli ve ardından işlemlere başlanmalıdır.

Adım 2: Karar Matrisinin Normalizasyonu

$$n_{ij} = \begin{cases} \frac{\min_k x_{kj}}{x_{ij}}, & j \in B \\ \frac{x_{ij}}{\max_k x_{kj}}, & j \in C \end{cases} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'deki B fayda yönlü kriterleri, C ise maliyet yönlü kriterleri göstermektedir.

Adım 3: Alternatiflerin Genel Performans Değerlerinin (S_i) Hesaplanması

Bu adımda alternatiflerin genel performanslarını elde etmek için eşit kriter ağırlıklarına sahip logaritmik bir ölçüt Eşitlik (3)'ten yararlanılarak uygulanır.

$$S_i = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{n} \sum_j |\ln(n_{ij})| \right) \right) \quad (3)$$

Adım 4: Her Bir Kriterin Değeri Çıkarılarak Alternatiflerin Genel Performans Değerlerinin (S'_{ij}) Hesaplanması

Bu adımda, bir önceki adıma benzer şekilde logaritmik bir ölçüt kullanılmaktadır. Bu adım ile Adım 3 arasındaki fark, alternatiflerin performanslarının her bir kriterin ayrı ayrı çıkarılmasına dayalı olarak hesaplanmasıdır. S'_{ij} değerleri Eşitlik (4)'ten yararlanılarak hesaplanır.

$$S'_{ij} = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{n} \sum_{k, k \neq j} |\ln(n_{ik})| \right) \right) \quad (4)$$

Adım 5: Mutlak Sapmaların Toplamının Hesaplanması (E_j)

j . kriterin çıkarılma etkisini gösteren E_j değeri her kriter için Eşitlik (5)'ten yararlanılarak hesaplanır.

$$E_j = \sum_i |S'_{ij} - S_i| \quad (5)$$

Adım 6: Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Hesaplanması

Son adımda kriterlerin nihai önem ağırlıkları Eşitlik (6)'da yararlanılarak hesaplanır.

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k} \quad (6)$$

3.2. MARCOS Yöntemi

Stevic vd. tarafından 2020 yılında ÇKKV literatürüne kazandırılan MARCOS yöntemi, karar alternatiflerinin sıralanmasında kullanılan yöntemlerden biridir. Alternatifler ve referans değerler (ideal ve anti-ideal alternatifler) arasındaki ilişkiyi tanımlayarak alternatiflerin performans sıralamalarının elde edilmesi MARCOS yönteminin ana fikrini oluşturmaktadır. Yöntemin uygulama aşamalarında tanımlanan ilişkilere dayalı olarak, alternatiflerin fayda fonksiyonları belirlenir ve ideal ve ideal olmayan çözümlere göre uzlaşık sıralama yapılır. Karar tercihleri, fayda fonksiyonları temelinde tanımlanır. Fayda fonksiyonları, ideal ve ideal olmayan bir çözüm açısından bir alternatifin konumunu temsil etmektedir. Sonuç olarak en iyi alternatif, ideale en yakın ve ideal olmayan referans noktasından en uzak olan olarak tespit edilir (Stevic vd., 2020).

MARCOS çok sayıda kriterin uzlaşık çözümle değerlendirilmesine olanak sağlaması, basit bir çözüm algoritması olmasına rağmen karmaşık problemlerin çözümünde kullanılabilmesi ve esnek bir yöntem olması gibi birtakım avantajlara sahiptir (Ecer, 2020).

MARCOS, altı adımdan oluşan bir uygulama sürecine sahiptir (Stevic vd., 2020):

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar probleminde yer alan j tane kritere göre i tane alternatifin aldığı değerler Eşitlik (7)'de gösterilen karar matrisinde yer almaktadır.

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

2. Adım: Genişletilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisine ideal (A) ve anti ideal (AA) çözüm değerlerinin eklenmesi ile oluşturulan genişletilmiş karar matrisi Eşitlik (8)'de gösterilmiştir.

$$X^E = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \\ x_{aai1} & x_{aai2} & \dots & x_{aain} \\ x_{ai1} & x_{ai2} & \dots & x_{ain} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (8)$$

İdeal değerler Eşitlik (9)'dan, anti ideal değerler ise Eşitlik (10)'dan yararlanılarak hesaplanır.

$$AI = \max x_{ij} \text{ eğer } j \in B \text{ ve } \min x_{ij} \text{ eğer } j \in C \quad (9)$$

$$AAI = \min x_{ij} \text{ eğer } j \in B \text{ ve } \max x_{ij} \text{ eğer } j \in C \quad (10)$$

Eşitlik (3) ve (4)'te yer alan "B" fayda yönlü kriterleri, "C" ise maliyet yönlü kriterleri göstermektedir.

3. Adım: Genişletilmiş Karar Matrisinin Normalizasyonu

Genişletilmiş karar matrisindeki elemanlar normalizasyon işlemi ile [0,1] aralığında değer alacak şekilde Eşitlik (11)'de gösterildiği gibi standart bir hale getirilmelidir.

$$N = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mn} \\ n_{aai1} & n_{aai2} & \dots & n_{aain} \\ n_{ai1} & n_{ai2} & \dots & n_{ain} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (11)$$

Normalize karar matrisinin elemanları fayda yönlü kriterler için Eşitlik (12)'den, maliyet yönlü kriterler için ise Eşitlik (13)'ten yararlanılarak hesaplanır.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}} \text{ eğer } j \in B \quad (12)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}} \text{ eğer } j \in C \quad (13)$$

4. Adım: Genişletilmiş Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması

Bu aşamada kriterlerin önem ağırlıkları ile genişletilmiş normalize karar matrisinin elemanları Eşitlik (14)'te gösterildiği üzere

çarpılır ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin elemanlarından oluşan matris Eşitlik (15)'te gösterilen şekilde elde edilir.

$$v_{ij} = n_{ij} \times w_j \quad (14)$$

$$V = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \\ v_{aai1} & v_{aai2} & \dots & v_{aain} \\ v_{ai1} & v_{ai2} & \dots & v_{ain} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (15)$$

5. Adım: Alternatiflerin Fayda Derecelerinin Hesaplanması (K_i).

Alternatiflerin ideal ve anti ideal çözüme göre fayda dereceleri sırasıyla Eşitlik (16) ve Eşitlik (17)'den yararlanılarak hesaplanır.

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}} \quad (16)$$

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}} \quad (17)$$

Eşitlik (16) ve (17)'de yer alan S_i değeri ise, Eşitlik (18)'de gösterildiği üzere ağırlıklandırılmış karar matrisinin elemanlarının toplamından oluşmaktadır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (18)$$

6. Adım: Alternatiflerin Fayda Fonksiyonlarının Belirlenmesi $f(K_i)$ ve Sıralanması

Bu adımda hesaplanan fayda fonksiyonu, ideal ve anti ideal çözüm değerleri kullanılarak ilgili alternatifin uzlaşık çözümünü ifade etmekte ve Eşitlik (19)'dan yararlanılarak hesaplanmaktadır.

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1-f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1-f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (19)$$

Eşitlik 19'da yer alan $f(K_i^+)$ ideal çözüme göre fayda fonksiyonunu, $f(K_i^-)$ ise anti ideal çözüme göre fayda fonksiyonunu göstermektedir. Bu fonksiyonlar sırasıyla

Eşitlik (20) ve (21)'den yararlanılarak hesaplanır.

$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-} \quad (20)$$

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \quad (21)$$

Son olarak, Eşitlik (19)'da gösterildiği üzere hesaplanan fayda fonksiyon değerlerine göre alternatifler sıralanır. $f(K_i)$ değeri en yüksek olan alternatif, en iyi alternatif olarak belirlenir.

4. UYGULAMA

Bu çalışmada “*Social Progress Imperative(SPI)*” tarafından yayınlanan Sosyal Gelişme Endeksi (SGE) göstergeleri kullanılarak, ülkelerin sosyal gelişim performanslarının MEREC ve MARCOS yöntemleri ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, çalışmanın Giriş bölümünde detaylandırılan SGE’de yer alan göstergeler, uygulama kapsamındaki kriterler olarak dikkate alınmış ve Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Uygulama Kriterleri

Kriter Kodu	Kriter Adı	Kriter Yönü
K1	Beslenme ve Temel Sağlık Hizmetleri	Maks
K2	Su ve Temizlik	Maks
K3	Barınma	Maks
K4	Kişisel Güvenlik	Maks
K5	Temel Bilgiye Erişim	Maks
K6	Bilgiye ve İletişime Erişim	Maks
K7	Sağlık ve Sıhhat	Maks
K8	Çevre Kalitesi	Maks
K9	Kişisel Haklar	Maks
K10	Kişisel Özgürlük ve Seçimler	Maks
K11	Kapsayıcılık	Maks
K12	İleri Düzey Eğitime Erişim	Maks

Sosyal gelişim düzeyi en yüksek olan birinci katmanda yer alan ülkelerin Tablo 2’deki kriterlere göre aldıkları endeks değerlerinden oluşan uygulama verileri *SPI*’nin 2021 yılında yayımladığı rapordan alınmış ve Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3: Uygulama Verileri

Ülke/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Almanya	98,7	98,52	91,6	89,56	97,72	89,33	82,32	88,02	97,71	90,05	75,59	84,78
Avustralya	98,34	98,26	91,21	92,66	94,58	94,17	86,26	86,61	96,3	86,23	70	88,77
Avusturya	98,86	98,36	91,21	89,26	98,48	94,75	87,09	84,95	91,43	87,54	69,19	82,15
Danimarka	98,62	98,21	94,92	89,46	97,44	98,18	85,15	90,2	97,08	90,03	81,64	84,89
Finlandiya	98,99	99,26	96,48	87,75	96,32	95,14	87,73	95,15	96,13	88,1	82,81	85,23
Hollanda	98,58	98,65	89,65	89,5	94,03	96,28	86,93	87,72	97,13	89,35	74,4	84,67
İrlanda	98,69	98,36	88,47	90,11	94,82	91,24	84,27	87,99	97,13	85,64	78,15	78,8
İsveç	98,9	98,35	91,8	88,97	93,87	93,5	86,85	93,18	97,59	89,38	79,84	82,24
İsviçre	98,72	98,96	92,97	90,35	98,6	95,07	91,5	90,05	96,69	90,65	74,81	82,99
İzlanda	98,99	98,82	93,16	95,66	99,51	93,12	91,02	90,93	95,14	88,01	77,63	79,39
Japonya	97,16	97,17	96,87	96,18	98,47	93,51	92,1	87,64	95,61	84,66	63,45	82,4
Kanada	98,34	97,52	90,82	92,21	97,88	93,44	87,37	92,63	95,74	86,49	79,54	84,93
Norveç	98,81	98,33	93,75	90,29	98,66	95,8	89,32	89,44	96,34	91,16	83,77	85,92
Yeni Zelanda	98,04	97,67	89,06	92,44	97,87	96,27	85,86	85,98	97,91	84,97	70,82	83,37

Tablo 3'teki uygulama verileri kullanılarak öncelikle MEREC yöntemi ile kriterin önem ağırlıkları hesaplanacak, ardından MARCOS yöntemiyle ülkelerin sosyal gelişme performansı sıralamaları elde edilecektir.

MEREC yöntemi ile kriter ağırlıklarının hesaplanabilmesi için Eşitlik (1)-(6)'dan yararlanılmış ve hesaplanan nihai kriter ağırlıkları Tablo 4'te gösterilmiştir. MEREC yönteminin uygulama adımları ise detaylı olarak Ek Tablo 1-4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: MEREC Yöntemi ile Hesaplanan Kriter Ağırlıkları

Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Kriter Ağırlığı	0,0227	0,0187	0,0668	0,0584	0,0525	0,0858	0,0954	0,0793	0,0826	0,0617	0,2820	0,0942

Tablo 4'te gösterilen MEREC yöntemi ile hesaplanan kriter ağırlıklarına göre en önemli kriterin kapsayıcılık (K11) olduğu, bu kriteri sırasıyla fikri varlıklar (K7) ile sağlık/sihhat ve ileri düzeyde eğitime erişim (K12) kriterlerinin izlediği tespit edilmiştir.

Uygulamanın ikinci aşamasında MARCOS yöntemi ile ülkelerin sosyal gelişim performans sıralamaları Eşitlik (7)-(21)'den yararlanılarak hesaplanmış ve Tablo 5'te gösterilmiştir. MARCOS yönteminin uygulama adımları ise detaylı bir şekilde Ek Tablo 5-8'de gösterilmiştir.

Tablo 5: MARCOS Yöntemi ile Ülkelerin Sosyal Gelişim Performans Sıralamaları

Ülkeler	f(Ki)	Sıralama
Almanya	0,6654	9
Avustralya	0,6572	11
Avusturya	0,6481	13
Danimarka	0,6899	3
Finlandiya	0,6942	2
Hollanda	0,6669	8
İrlanda	0,6647	10
İsveç	0,6806	5
İsviçre	0,6748	7
İzlanda	0,6783	6
Japonya	0,6455	14
Kanada	0,6817	4
Norveç	0,6973	1
Yeni Zelanda	0,6561	12

Tablo 5'de gösterilen uygulama sonuçlarına göre; sosyal gelişim performansı en yüksek olan ülkenin Norveç olduğu, Finlandiya ve Danimarka'nın sırasıyla Norveç'i takip ettiği

görülmektedir. Sosyal gelişim performansı en düşük olan ülkelerin ise sırasıyla Japonya, Avusturya ve Yeni Zelanda olduğu belirlenmiştir.

Uygulamanın son kısmında 2021 yılına ait SGE raporuna göre birinci katmanda yer alan ülkelerin performans sıralaması ile çalışmada önerilen model ile elde edilen sıralamalar arasındaki korelasyonun belirlenmesi amacıyla Spearman's sıra korelasyon testi uygulanmıştır. Test sonucuna göre 0,886 olarak hesaplanan korelasyon değeri ile iki sıralama arasında yüksek korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6: Sıralamaların Karşılaştırılması

Ülkeler	Sıralamalar	
	MEREC-MARCOS	SGE Raporu
Almanya	9	10
Avustralya	11	11
Avusturya	13	14
Danimarka	3	3
Finlandiya	2	2
Hollanda	8	8
İrlanda	10	13
İsveç	5	7
İsviçre	7	5
İzlanda	6	4
Japonya	14	9
Kanada	4	6
Norveç	1	1
Yeni Zelanda	12	12
Spearman's rho=.886 (p<.05)		

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

SGE kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak endekse dahil edilmesinin yaratabileceği problemin

motivasyon kaynağı olduğu bu araştırmada öncelikle boyutlar MEREK yöntemi ile ağırlıklandırılmış, daha sonra ise ulaşılan ağırlıklar kullanılarak MARCOS yöntemi ile sosyal açıdan en gelişmiş 14 ülke sıralanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre en yüksek ağırlığa sahip kriterler sırasıyla kapsayıcılık, sağlık/sıhhat ve ileri düzey eğitime erişim, en düşük ağırlığa sahip kriterler ise temel bilgiye erişim, beslenme/temel sağlık hizmetleri ve su/temizlik olarak bulunmuştur. Düşük ağırlığa sahip kriterlerin endekste belirleyici olmaması beklenen bir durumdur. Çünkü düşük ağırlıklı kriterler incelenirse ekonomik olarak en yüksek refaha sahip olan bu 14 ülkede temel bilgi, beslenme, temel sağlık, su veya temizlik konularında bir sorun yaşanmayacağı aşikardır. Dolayısıyla yüksek ağırlığa sahip kriterler bu ülkeler için belirleyici durumdadır. Özellikle kapsayıcılık kriterinin alt boyutları (cinsiyete göre siyasi gücün eşitliği, sosyal gruba göre siyasi gücün eşitliği, sosyoekonomik konuma göre siyasi gücün eşitliği, azınlıklara karşı ayrımcılık ve şiddet ve eşcinselliğin kabulü) konusunda bir ülkenin iyileştirme yapması o ülkenin performansını ileriye götürebilecektir. Bu da o ülkede cinsiyet eşitliği sağlanması, her bir sosyal grup veya sosyoekonomik konumda yer alan insanlara eşit temsil hakları sağlanması, azınlıklara özel haklar tanınması ve cinsiyet özgürlüğü

konusunda daha hoşgörülü olunması ile mümkündür.

Çalışmada MEREK ile hesaplanan kriter ağırlıkları MARCOS yönteminde kullanılıp SGE'nin birinci katmanında yer alan ülkeler sıralanmıştır. Elde edilen sıralamanın ilk üç sırası SGE'nin orijinal sıralaması ile aynı kalmıştır. Fakat diğer bazı ülkelerin sıralamasında bazı değişiklikler meydana gelmiştir. Bu iki sıralama arasındaki farklılık spearman's rho katsayısı ile incelenmiştir. Yüksek bir korelasyon değeri (0,886) ortaya çıkmasına rağmen mükemmel bir korelasyon olmadığı ortadadır. Yani bu boyutların eşit ağırlıklarda kullanılmaması ülke sıralamalarını kesinlikle etkileyecektir. Bu da yapılan bu çalışmanın literatüre sağladığı katkıyı ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular MEREK ve MARCOS yöntemlerinin bir karar probleminin çözümünde bütünleşik olarak kullanılmaya uygun ve sonuca götüren yöntemler olduğunu göstermektedir. Gelecek çalışmalarda söz konusu yöntemler bir arada veya ayrı ayrı kullanılarak farklı karar problemlerinin çözümünde kullanılabilir. Ayrıca SGE endeksinin diğer katmanlarında yer alan ülkeler de gelecek çalışmalarda uygulamaya dahil edilerek kapsam genişletilebilir.

KAYNAKÇA

Ali, J. (2021). A novel score function based CRITIC-MARCOS method with spherical fuzzy information. *Computational and Applied Mathematics*, 40(8), 1-27.

Arsu, T., & Ayçin, E. (2021). Evaluation of OECD Countries with Multi-Criteria Decision-Making Methods in terms of Economic, Social and Environmental Aspects. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 4(2), 55-78.

Badi, I., & Pamucar, D. (2020). Supplier selection for steelmaking company by using combined Grey-MARCOS methods. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(2), 37-48.

Benítez, R., & Liern, V. (2021). Unweighted TOPSIS: a new multi-criteria tool for sustainability analysis. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(1), 36-48.

- Chattopadhyay, R., Chakraborty, S., & Chakraborty, S. (2020). An integrated D-MARCOS method for supplier selection in an iron and steel industry. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(2), 49-69.
- Diakomihalis, M. (2020). A regional social progress index: the case of Epirus, Greece. *International Journal of Happiness and Development*, 6(1), 41-58.
- Duc Trung, D. (2022). Multi-criteria decision making under the MARCOS method and the weighting methods: applied to milling, grinding and turning processes. *Manufacturing Review*, 9, 3.
- Ecer, F. (2020). Çok Kriterli Karar Verme: Geçmişten Günümüze Kapsamlı Bir Yaklaşım. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Giannakitsidou, O., Giannikos, I., & Chondrou, A. (2020). Ranking European countries on the basis of their environmental and circular economy performance: A DEA application in MSW. *Waste management*, 109, 181-191.
- Goswami, S. S., Mohanty, S. K., & Behera, D. K. (2022). Selection of a green renewable energy source in India with the help of MEREC integrated PIV MCDM tool. *Materials Today: Proceedings*. Erken Görünüm.
- Hadi, A., & Abdullah, M. Z. (2022). Web and IoT-based hospital location determination with criteria weight analysis. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 11(1), 386-395.
- Jitmaneroj, B. (2017). Beyond the equal-weight framework of the Social Progress Index: Identifying causal relationships for policy reforms. *International Journal of Social Economics*. 44(2), 2336-2350
- Keshavarz-Ghorabae, M. (2021). Assessment of distribution center locations using a multi-expert subjective-objective decision-making approach. *Scientific Reports*, 11(1), 1-19.
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of Objective Weights Using a New Method Based on the Removal Effects of Criteria (MEREC). *Symmetry*, 13(4), 525.
- Kovač, M., Tadić, S., Krstić, M., & Bouraima, M. B. (2021). Novel Spherical Fuzzy MARCOS Method for Assessment of Drone-Based City Logistics Concepts. *Complexity*, 2021.
- Madenoglu, F. S. (2020). Dengeli Puan Kart-AHP-MARCOS Yöntemlerine Dayali Tedarikçi Seçimi. *Economics Business and Organization Research*, 2(2), 99-120.
- Mishra, A. R., Saha, A., Rani, P., Hezam, I. M., Shrivastava, R., & Smarandache, F. (2022). An integrated decision support framework using single-valued-MEREC-MULTIMOORA for low carbon tourism strategy assessment. *IEEE Access*. Erken Görünüm.
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K., & İŞILDAK, B. (2021). Bulanık SWARA ve Bulanık MARCOS Yöntemleriyle Sivil Havacılıkta Kabin Memuru Seçimi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 12(2), 284-302.
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K., & İşildak, B. (2021). Dünyanın En İşlek Havalimanlarının Pırcıca-E, Smart ve Marcos Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (58), 333-352.
- Özgür Güler, E., Güler, H., & Şanlı, S. (2019). Sosyal gelişme endeksine dayalı temel insani ihtiyaçlar ve fırsatlar alt endeksleri arasındaki ilişki. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(2), 55-70.
- Pala, O. (2021). IDOCRIW ve MARCOS Temelli Bist Ulaştırma İşletmelerinin Finansal Performans Analizi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(23), 263-294.
- Puška, A., Stojanović, I., Maksimović, A., & Osmanović, N. (2020). Evaluation software of project management used measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS) method. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 3(1), 89-102.

Rani, P., Mishra, A. R., Saha, A., Hezam, I. M., & Pamucar, D. (2022). Fermatean fuzzy Heronian mean operators and MEREC-based additive ratio assessment method: An application to food waste treatment technology selection. *International Journal of Intelligent Systems*, 37(3), 2612-2647.

Sagar, A. D., & Najam, A. (1998). The human development index: a critical review. *Ecological economics*, 25(3), 249-264.

Stanković, M., Stević, Ž., Das, D. K., Subotić, M., & Pamučar, D. (2020). A new fuzzy MARCOS method for road traffic risk analysis. *Mathematics*, 8(3), 457.

Stern, S., Harmacek, J., Htitich, M., & Krylova, P. (2021) Social Progress Index Methodology Summary. *Social Progress Imperative: Washington, DC*.

Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in

healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COMpromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106231.

Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COMpromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106231.

Toslak, M., Aktürk, B., & Ulutaş, A. (2022). MEREC ve WEDBA Yöntemleri ile Bir Lojistik Firmasının Yıllara Göre Performansının Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (33), 363-372.

EKLER

EK-1: Normalize Karar Matrisi

Ülke/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Almanya	0,9844	0,9863	0,9658	0,9798	0,9606	1,0000	1,0000	0,9651	0,9357	0,9401	0,8394	0,9295
Avustralya	0,9880	0,9889	0,9700	0,9470	0,9925	0,9486	0,9543	0,9808	0,9494	0,9818	0,9064	0,8877
Avusturya	0,9828	0,9879	0,9700	0,9831	0,9532	0,9428	0,9452	1,0000	1,0000	0,9671	0,9170	0,9592
Danimarka	0,9852	0,9894	0,9320	0,9809	0,9634	0,9099	0,9668	0,9418	0,9418	0,9404	0,7772	0,9283
Finlandiya	0,9815	0,9789	0,9170	1,0000	0,9746	0,9389	0,9383	0,8928	0,9511	0,9610	0,7662	0,9246
Hollanda	0,9856	0,9850	0,9868	0,9804	0,9983	0,9278	0,9470	0,9684	0,9413	0,9475	0,8528	0,9307
İrlanda	0,9845	0,9879	1,0000	0,9738	0,9900	0,9791	0,9769	0,9655	0,9413	0,9886	0,8119	1,0000
İsveç	0,9824	0,9880	0,9637	0,9863	1,0000	0,9554	0,9478	0,9117	0,9369	0,9472	0,7947	0,9582
İsviçre	0,9842	0,9819	0,9516	0,9712	0,9520	0,9396	0,8997	0,9434	0,9456	0,9339	0,8481	0,9495
İzlanda	0,9815	0,9833	0,9497	0,9173	0,9433	0,9593	0,9044	0,9342	0,9610	0,9619	0,8173	0,9926
Japonya	1,0000	1,0000	0,9133	0,9124	0,9533	0,9553	0,8938	0,9693	0,9563	1,0000	1,0000	0,9563
Kanada	0,9880	0,9964	0,9741	0,9516	0,9590	0,9560	0,9422	0,9171	0,9550	0,9788	0,7977	0,9278
Norveç	0,9833	0,9882	0,9437	0,9719	0,9514	0,9325	0,9216	0,9498	0,9490	0,9287	0,7574	0,9171
Yeni Zelanda	0,9910	0,9949	0,9934	0,9493	0,9591	0,9279	0,9588	0,9880	0,9338	0,9964	0,8959	0,9452

EK-2: (S_i) Değerleri

Ülke	S_i
Almanya	0,0438
Avustralya	0,0426
Avusturya	0,0329
Danimarka	0,0637
Finlandiya	0,0667
Hollanda	0,0465
İrlanda	0,0348
İsveç	0,0539
İsviçre	0,0590
İzlanda	0,0590
Japonya	0,0415
Kanada	0,0561
Norveç	0,0691
Yeni Zelanda	0,0394

EK-3: (S'_{ij}) Değerleri

Ülke/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Almanya	0,0425	0,0427	0,0410	0,0421	0,0405	0,0438	0,0438	0,0409	0,0384	0,0388	0,0297	0,0379
Avustralya	0,0416	0,0417	0,0402	0,0382	0,0420	0,0384	0,0389	0,0411	0,0384	0,0411	0,0347	0,0330
Avusturya	0,0315	0,0320	0,0305	0,0316	0,0291	0,0282	0,0284	0,0329	0,0329	0,0302	0,0259	0,0296
Danimarka	0,0625	0,0628	0,0581	0,0621	0,0607	0,0562	0,0610	0,0590	0,0590	0,0588	0,0438	0,0578
Finlandiya	0,0652	0,0650	0,0599	0,0667	0,0646	0,0617	0,0617	0,0578	0,0627	0,0635	0,0457	0,0605
Hollanda	0,0454	0,0453	0,0455	0,0449	0,0464	0,0405	0,0422	0,0440	0,0417	0,0422	0,0338	0,0408
İrlanda	0,0335	0,0338	0,0348	0,0326	0,0340	0,0331	0,0329	0,0319	0,0299	0,0338	0,0178	0,0348
İsveç	0,0525	0,0529	0,0510	0,0528	0,0539	0,0503	0,0496	0,0465	0,0487	0,0496	0,0356	0,0505
İsviçre	0,0577	0,0576	0,0551	0,0567	0,0551	0,0541	0,0507	0,0544	0,0546	0,0536	0,0460	0,0549
İzlanda	0,0576	0,0577	0,0550	0,0522	0,0544	0,0558	0,0511	0,0537	0,0559	0,0560	0,0431	0,0584
Japonya	0,0415	0,0415	0,0342	0,0342	0,0377	0,0379	0,0325	0,0390	0,0379	0,0415	0,0415	0,0379
Kanada	0,0552	0,0558	0,0541	0,0522	0,0528	0,0526	0,0514	0,0493	0,0525	0,0544	0,0382	0,0502
Norveç	0,0678	0,0682	0,0646	0,0669	0,0652	0,0637	0,0627	0,0651	0,0650	0,0633	0,0473	0,0624
Yeni Zelanda	0,0387	0,0390	0,0388	0,0352	0,0360	0,0334	0,0360	0,0384	0,0339	0,0391	0,0305	0,0349

EK-4: Ej Değerleri ve Nihai Kriter Ağırlıkları

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Ej Değeri	0,0158	0,0130	0,0463	0,0405	0,0364	0,0595	0,0661	0,0549	0,0573	0,0427	0,1954	0,0653
Ağırlıklar	0,0227	0,0187	0,0668	0,0584	0,0525	0,0858	0,0954	0,0793	0,0826	0,0617	0,2820	0,0942

EK-5: Genişletilmiş Karar Matrisi

Ülke/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Almanya	98,7	98,52	91,6	89,56	97,72	89,33	82,32	88,02	97,71	90,05	75,59	84,78
Avustralya	98,34	98,26	91,21	92,66	94,58	94,17	86,26	86,61	96,3	86,23	70	88,77
Avusturya	98,86	98,36	91,21	89,26	98,48	94,75	87,09	84,95	91,43	87,54	69,19	82,15
Danimarka	98,62	98,21	94,92	89,46	97,44	98,18	85,15	90,2	97,08	90,03	81,64	84,89
Finlandiya	98,99	99,26	96,48	87,75	96,32	95,14	87,73	95,15	96,13	88,1	82,81	85,23
Hollanda	98,58	98,65	89,65	89,5	94,03	96,28	86,93	87,72	97,13	89,35	74,4	84,67
İrlanda	98,69	98,36	88,47	90,11	94,82	91,24	84,27	87,99	97,13	85,64	78,15	78,8
İsveç	98,9	98,35	91,8	88,97	93,87	93,5	86,85	93,18	97,59	89,38	79,84	82,24
İsviçre	98,72	98,96	92,97	90,35	98,6	95,07	91,5	90,05	96,69	90,65	74,81	82,99
İzlanda	98,99	98,82	93,16	95,66	99,51	93,12	91,02	90,93	95,14	88,01	77,63	79,39
Japonya	97,16	97,17	96,87	96,18	98,47	93,51	92,1	87,64	95,61	84,66	63,45	82,4
Kanada	98,34	97,52	90,82	92,21	97,88	93,44	87,37	92,63	95,74	86,49	79,54	84,93
Norveç	98,81	98,33	93,75	90,29	98,66	95,8	89,32	89,44	96,34	91,16	83,77	85,92
Yeni Zelanda	98,04	97,67	89,06	92,44	97,87	96,27	85,86	85,98	97,91	84,97	70,82	83,37
AAI	97,16	97,17	88,47	87,75	93,87	89,33	82,32	84,95	91,43	84,66	63,45	78,8
AI	98,99	99,26	96,87	96,18	99,51	98,18	92,1	95,15	97,91	91,16	83,77	88,77

EK-6: Genişletilmiş Karar Matrisinin Normalizasyonu

Ülke/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Almanya	0,9971	0,9925	0,9456	0,9312	0,9820	0,9099	0,8938	0,9251	0,9980	0,9878	0,9024	0,9551
Avustralya	0,9934	0,9899	0,9416	0,9634	0,9505	0,9592	0,9366	0,9102	0,9836	0,9459	0,8356	1,0000
Avusturya	0,9987	0,9909	0,9416	0,9281	0,9896	0,9651	0,9456	0,8928	0,9338	0,9603	0,8260	0,9254
Danimarka	0,9963	0,9894	0,9799	0,9301	0,9792	1,0000	0,9245	0,9480	0,9915	0,9876	0,9746	0,9563
Finlandiya	1,0000	1,0000	0,9960	0,9124	0,9679	0,9690	0,9526	1,0000	0,9818	0,9664	0,9885	0,9601
Hollanda	0,9959	0,9939	0,9255	0,9305	0,9449	0,9806	0,9439	0,9219	0,9920	0,9801	0,8881	0,9538
İrlanda	0,9970	0,9909	0,9133	0,9369	0,9529	0,9293	0,9150	0,9248	0,9920	0,9394	0,9329	0,8877
İsveç	0,9991	0,9908	0,9477	0,9250	0,9433	0,9523	0,9430	0,9793	0,9967	0,9805	0,9531	0,9264
İsviçre	0,9973	0,9970	0,9597	0,9394	0,9909	0,9683	0,9935	0,9464	0,9875	0,9944	0,8930	0,9349
İzlanda	1,0000	0,9956	0,9617	0,9946	1,0000	0,9485	0,9883	0,9556	0,9717	0,9654	0,9267	0,8943
Japonya	0,9815	0,9789	1,0000	1,0000	0,9895	0,9524	1,0000	0,9211	0,9765	0,9287	0,7574	0,9282
Kanada	0,9934	0,9825	0,9375	0,9587	0,9836	0,9517	0,9486	0,9735	0,9778	0,9488	0,9495	0,9567
Norveç	0,9982	0,9906	0,9678	0,9388	0,9915	0,9758	0,9698	0,9400	0,9840	1,0000	1,0000	0,9679
Yeni Zelanda	0,9904	0,9840	0,9194	0,9611	0,9835	0,9805	0,9322	0,9036	1,0000	0,9321	0,8454	0,9392
AAI	0,9815	0,9789	0,9133	0,9124	0,9433	0,9099	0,8938	0,8928	0,9338	0,9287	0,7574	0,8877
AI	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

EK-7: Genişletilmiş Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması

Ülke/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Almanya	0,0227	0,0186	0,0632	0,0543	0,0516	0,0781	0,0852	0,0733	0,0825	0,0609	0,2544	0,0900
Avustralya	0,0226	0,0185	0,0629	0,0562	0,0499	0,0823	0,0893	0,0722	0,0813	0,0583	0,2356	0,0942
Avusturya	0,0227	0,0186	0,0629	0,0542	0,0520	0,0828	0,0902	0,0708	0,0772	0,0592	0,2329	0,0872
Danimarka	0,0227	0,0185	0,0655	0,0543	0,0514	0,0858	0,0882	0,0751	0,0819	0,0609	0,2748	0,0901
Finlandiya	0,0227	0,0187	0,0666	0,0532	0,0508	0,0831	0,0908	0,0793	0,0811	0,0596	0,2787	0,0904
Hollanda	0,0226	0,0186	0,0618	0,0543	0,0496	0,0841	0,0900	0,0731	0,0820	0,0604	0,2504	0,0898
İrlanda	0,0227	0,0186	0,0610	0,0547	0,0500	0,0797	0,0873	0,0733	0,0820	0,0579	0,2630	0,0836
İsveç	0,0227	0,0186	0,0633	0,0540	0,0495	0,0817	0,0899	0,0776	0,0824	0,0605	0,2687	0,0873
İsviçre	0,0227	0,0187	0,0641	0,0548	0,0520	0,0831	0,0947	0,0750	0,0816	0,0613	0,2518	0,0881
İzlanda	0,0227	0,0186	0,0643	0,0580	0,0525	0,0814	0,0943	0,0758	0,0803	0,0595	0,2613	0,0842
Japonya	0,0223	0,0183	0,0668	0,0584	0,0519	0,0817	0,0954	0,0730	0,0807	0,0573	0,2136	0,0874
Kanada	0,0226	0,0184	0,0626	0,0559	0,0516	0,0816	0,0905	0,0772	0,0808	0,0585	0,2677	0,0901
Norveç	0,0227	0,0186	0,0647	0,0548	0,0520	0,0837	0,0925	0,0745	0,0813	0,0617	0,2820	0,0912
Yeni Zelanda	0,0225	0,0184	0,0614	0,0561	0,0516	0,0841	0,0889	0,0716	0,0826	0,0575	0,2384	0,0885
AAI	0,0223	0,0183	0,0610	0,0532	0,0495	0,0781	0,0852	0,0708	0,0772	0,0573	0,2136	0,0836
AI	0,0227	0,0187	0,0668	0,0584	0,0525	0,0858	0,0954	0,0793	0,0826	0,0617	0,2820	0,0942

EK-8: Alternatiflerin Fayda Derecelerinin ve Fayda Fonksiyonlarının Hesaplanması

Ülke/Kriter	Si	Ki+	Ki-	f(Ki+)	f(Ki-)	f(Ki)
Almanya	0,9347	0,9347	1,0743	0,5347	0,4653	0,6654
Avustralya	0,9233	0,9233	1,0612	0,5347	0,4653	0,6572
Avusturya	0,9105	0,9105	1,0464	0,5347	0,4653	0,6481
Danimarka	0,9691	0,9691	1,1138	0,5347	0,4653	0,6899
Finlandiya	0,9752	0,9752	1,1208	0,5347	0,4653	0,6942
Hollanda	0,9369	0,9369	1,0768	0,5347	0,4653	0,6669
İrlanda	0,9338	0,9338	1,0732	0,5347	0,4653	0,6647
İsveç	0,9562	0,9562	1,0989	0,5347	0,4653	0,6806
İsviçre	0,9479	0,9479	1,0894	0,5347	0,4653	0,6748
İzlanda	0,9529	0,9529	1,0952	0,5347	0,4653	0,6783
Japonya	0,9068	0,9068	1,0422	0,5347	0,4653	0,6455
Kanada	0,9576	0,9576	1,1006	0,5347	0,4653	0,6817
Norveç	0,9795	0,9795	1,1258	0,5347	0,4653	0,6973
Yeni Zelanda	0,9217	0,9217	1,0593	0,5347	0,4653	0,6561