

CRITIC TEMELLİ ARAS VE MARCOS YÖNTEMLERİYLE KIRILGAN BEŞLİ ÜLKELERİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AMAÇLARINA GÖRE YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Re-Evaluation of the Fragile Five Countries According to Sustainable Development
Goals Using Critic Based Aras and Marcos Methods

Ahmet Ali BOZKURT*- Mustafa GÖKMENOĞLU**- Ali ŞİMŞEK***

* Öğr. Gör. Dr., Esenyurt
Üniversitesi, MYO,
ORCID: 0000-0001-9166-
5216,
ahmetalibozkurt@esenyurt
.edu.tr

** Doktorant, Süleyman
Demirel Üniversitesi,
Sosyal Bilimler Enstitüsü,
ORCID: 0000-0002-9188-
1645,
mustafa.gokmenoglu.1@g
mail.com

*** Öğr. Gör., Isparta
Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi, Isparta MYO,
ORCID: 0000-0001-6066-
7147,
alisimsek@isparta.edu.tr

Makale Türü
Article Type
Araştırma Makalesi
Research Article

Geliş Tarihi
Received
12.09.2024

Kabul Tarihi
Accepted
19.11.2024

Önerilen Atf Şekli /
Recommended Citation:
Bozkurt, A. A.,
Gökmenoğlu M. & Şimşek
A. (2024). Critic Temelli
Aras ve Marcos
Yöntemleriyle Kırılğan
Beşli Ülkelerin
Sürdürülebilir Kalkınma
Amaçlarına Göre Yeniden
Değerlendirilmesi, *Akşehir
Meslek Yüksekokulu Sosyal
Bilimler Dergisi*, 18, 11-37

ÖZET

Bu çalışmada, Kırılğan Beşli ülkelerinin (Brezilya, Türkiye, Endonezya, Hindistan ve Güney Afrika) sürdürülebilir kalkınma amaçları doğrultusunda, CRITIC temelli ARAS ve MARCOS yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı, bu ülkelerin ekonomik, sosyal ve çevresel kriterler dikkate alınarak yeniden sıralanmasıdır. Çalışmada, CRITIC yöntemi ile kriterler arasındaki ilişkiler nesnel şekilde ağırlıklandırılmış, ARAS ve MARCOS yöntemleri ile ülkelerin performansları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın önemi, Kırılğan Beşli gibi gelişmekte olan ülkelerin sürdürülebilir kalkınma amaçlarına odaklanılarak zayıf yönlerinin belirlenmesi ve iyileştirme yollarının sunulmasıdır. Bu bağlamda, çalışma; ekonomik büyüme, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal kalkınma gibi temel alanlarda ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ne kadar ilerlediğini ortaya koymaktadır. Literatüre katkı olarak, CRITIC temelli ARAS ve MARCOS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı nadir çalışmalardan biri olarak öne çıkmaktadır. Bu sayede, sürdürülebilir kalkınma amaçlarının ölçülmesinde yenilikçi bir yaklaşım sunulmaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, Türkiye ve Endonezya'nın diğer Kırılğan Beşli ülkelere göre daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Hindistan ve Brezilya ise özellikle çevresel ve sosyal kalkınma alanlarında zayıf kaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, bu ülkelerin sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşma yolunda daha fazla çaba göstermesi gerektiğini işaret etmektedir. Bu kapsamda Kırılğan Beşli ülkelerinin, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal eşitsizliklerin giderilmesi için yenilikçi politikalar geliştirmesi gerekmekte, sivil toplum kuruluşları ve vatandaşların bu süreçte aktif rol alması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: CRITIC, ARAS, MARCOS, Kırılğan Beşli, SKA

ABSTRACT

In this study, the Fragile Five countries (Brazil, Türkiye, Indonesia, India, and South Africa) were evaluated in accordance with sustainable development goals using the CRITIC-based ARAS and MARCOS methods. The aim of the study is to rescore these countries based on economic, social, and environmental criteria. The CRITIC method was employed to objectively weight the relationships among the criteria, while the ARAS and MARCOS methods were used to compare the performance of the countries. The significance of the study lies in its focus on identifying the weaknesses of the Fragile Five countries, which are developing economies, in relation to sustainable development goals and proposing improvement strategies. In this context, the study reveals the extent to which these countries have progressed toward achieving their sustainable development goals in key areas such as economic growth, environmental sustainability, and social development. As a contribution to the literature, this study stands out as one of the few that employs both CRITIC-based ARAS and MARCOS methods together, offering an innovative approach to measuring sustainable development goals. The findings of the study show that Turkey and Indonesia performed better than the other Fragile Five countries. On the other hand, India and Brazil have been found to lag, especially in the areas of environmental and social development. These results indicate that these countries need to make greater efforts toward achieving their sustainable development goals. In conclusion, it is expected that the Fragile Five countries develop innovative policies to address environmental sustainability and reduce social inequalities, while civil society organizations and citizens play an active role in this process.

Keywords: CRITIC, ARAS, MARCOS, Fragile Five, SDG

GİRİŞ

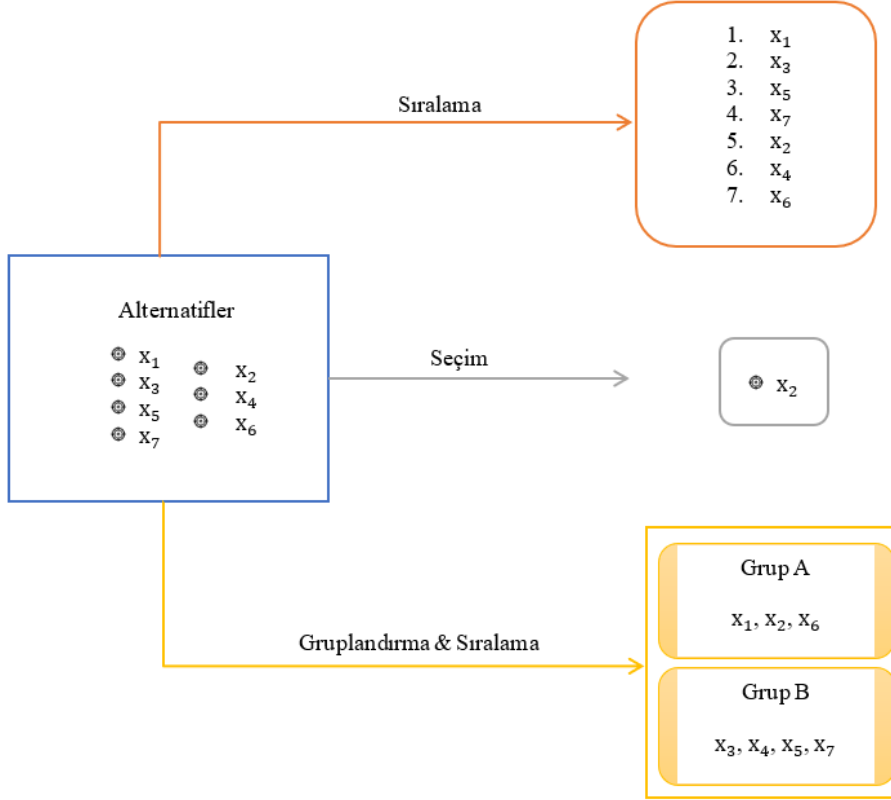
Keynes (2013), piyasaların ve insanların tüketim ve üretim alışkanlıklarını, “Olumlu bir şey yapma kararlarımızın çoğu, tüm sonuçları ancak günler sonra görebileceğimiz, yalnızca hayvani dürtülerimizin bir sonucu olarak açıklanabilir.” şeklinde ifade ederek insanların ve piyasaların sınırsız tüketim ve üretim arzusunu özetlemektedir. Ekonomik anlamda, kapitalist dünyanın yaşadığı en büyük kriz olan 1929 Buhranı ve beraberinde ortaya çıkan sorunların talep eksikliğinden kaynaklandığının Keynes tarafından tespit edilmesi, “makroekonominin Kutsal Kasesi’nin” (Bernanke, 1995) keşfedilmesine yol açmıştır (Snowdon & Vane, 2012). Bu durum, kapitalist ekonomilerin üretim ve tüketim anlayışını yeniden şekillendirmiş aynı zamanda, üretim ve tüketimde ortaya çıkan “hayvani dürtüler” sonucunda, kaynakların sınırsız olduğu algısını ortadan kaldırmıştır. Nitekim kıt kaynaklar ve sınırsız istekler perspektifinden Malthus (1983), nüfusun kontrol edilememesi hâlinde, geometrik olarak artan nüfusa, doğrusal olarak artan kaynakların karşılık veremeyeceğinden bahsetmektedir. İktisat disiplininin temel felsefesini oluşturan kıt kaynaklar ve sınırsız ihtiyaçlar bağlamında, “hayvani dürtülere” ket vurulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Zira kaynaklara olan ihtiyaç, tüm insanların ve insanca yaşamının en temel unsurudur.

Özellikle Sanayi Devrimi’nden 1960’lı yıllara kadar geçen süreçte kitlesel üretim ve tüketimdeki artış, dünyada çevresel, sosyal ve ekonomik birçok sorunu da beraberinde getirmiştir (Clapp, 1994; Chichilnisky, 1997; Eğilmez, 2018). Dünyada ortaya çıkan küresel çapta bu tür sorunların aşılabilmesi ve sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi adına devletler üstü kurum ve kuruluşların faaliyet yürütmesi için çalışmalar başlatılmıştır (Futrell, 2011). Tarihsel perspektiften bakıldığında, sürdürülebilir kalkınma için birçok konferans ve toplantı düzenlenmiş, aşamalı ilerlemeler kaydedilmiştir. 1972 yılında Stockholm’de gerçekleştirilen konferansta çevre konusu gündeme gelmiş ve çevre bildirisi kabul edilmiştir (Ünal & Dımışkı, 1999: 143). 1987 yılına gelindiğinde sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk kez “Brundtland Raporu” ile kullanılmış ve kalkınma, bugünün ihtiyaçlarını geleceği düşünerek karşılayan bir süreç olarak tanımlanmıştır (Brundtland Report, 1987). 1992’de Rio’da 178 ülkenin katıldığı “Gündem 21” toplantısında sürdürülebilir kalkınma hedefleri gündeme gelmiştir (Harrison, 1999). Çevresel sorunların giderilmesi ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından önemli bir dönüm noktası olarak gösterilen yıl ise 1997 yılıdır. Kyoto’da, 1997 ve 2010 yıllarında yapılan zirvelerde 191 ülke aralarında protokol imzalamış ve sürdürülebilir gelişim için somut adımlar atılması kararlaştırılmıştır (UNFCCC, 2011; Données et études statistiques, 2024). 2002 yılında yapılan Sürdürülebilir Kalkınma Dünya Zirvesi ile sürdürülebilir kalkınma hedefleri sıralanmış ve bir eylem planı ortaya koyulmuştur (Wynberg, 2002). 2015 yılında yapılan görüşmeler, önceki toplantının devamı niteliğinde olmakla birlikte, 17 kalkınma hedefi ve 169 alt hedefin kabul edilmesiyle sonuçlanmıştır. “Gündem 2030: BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları” kapsamında yer alan 17 amaç; “yoksulluğa son”, “açlığa son”, “sağlık ve kaliteli yaşam”, “nitelikli eğitim”, “toplumsal cinsiyet eşitliği”, “temiz su ve sanitasyon”, “erişilebilir ve temiz enerji”, “insana yakışır iş ve ekonomik büyüme”, “sanayi, yenilikçilik ve altyapı”, “eşitsizliklerin azaltılması”, “sürdürülebilir şehirler ve topluluklar”, “sorumlu üretim ve tüketim”, “iklim eylemi”, “sudaki yaşam”, “karasal yaşam”, “barış, adalet ve güçlü kurumlar” ve “amaçlar için ortaklıklar” olarak tanımlanmıştır (17 Goals for People for Planet, 2024). Bu amaçlar, çalışmanın “Bulgular” kısmında ayrıntılı bir şekilde açıklanacaktır.

Çalışma, sürdürülebilir kalkınma amaçlarının Kırılğan Beşli ülkeleri için önem değerlerinin belirlenmesi ve Kırılğan Beşli ülkelerinin yeniden sıralanmasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda, kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesi için CRITIC yöntemi, alternatiflerin yeniden sıralanması için ARAS ve MARCOS yöntemleri, çalışmanın “Kavramsal Çerçeve” kısmında ayrıntılı şekilde açıklanacaktır. Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri olan CRITIC, ARAS ve MARCOS yöntemlerine ait uygulama sonuçları, çalışmanın “Bulgular” kısmında belirtilmiştir. Son olarak, elde edilen sonuçlar ışığında Kırılğan Beşli ülkeleri, çalışmanın “Sonuç” kısmında değerlendirilmiştir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Çok Kriterli Karar Verme (Multi Criteria Decision Making; MCDM; ÇKKV) yönteminin uygulama alanı matematik, mühendislik, yönetim, bilişim, psikoloji, sosyal bilimler ve ekonomi gibi disiplinleri kapsamaktadır. Bu yöntem, önemli bir kararın verilmesi gerektiğinde herhangi bir problemi çözmek için kullanılabilir. Bu kararlar, sonuçların zaman perspektifine bağlı olarak operasyonel (kısa vadeli), taktiksel (orta vadeli) veya stratejik (uzun vadeli) olabilmektedir (Ishizaka & Nemery, 2013: 2). Bu çalışmada, sürdürülebilirlik konusuyla ilgili olarak uzun vadeli stratejik kararların çözümüne yönelik bir uygulama yapılması amaçlanmaktadır. ÇKKV yönteminde, problemlerin çözümünde ve analitik karar verme sürecinde büyük önem taşıyan bu yöntemin adımlarını dikkat ederek uygulanması gerekmektedir (Uzun vd., 2021: 12-13). Bu adımlar; problemin tanımlanması, amacın belirlenmesi, kriterlerin belirlenmesi, alternatiflerin belirlenmesi, analizlerin yapılması (modelleme süreci, birleştirme, duyarlılık analizi vb.) ve sonuçların raporlanması şeklindedir (Linkov & Moberg, 2012: 2; Chakraborty vd., 2024: 8). ÇKKV problemlerinde alternatifler için sıralama, seçim ve sınıflandırma ile sıralama işlemleri yapılmaktadır. Bir problemde yer alan alternatifler ile ilgili işlemler Şekil 1’de gösterilmektedir (Doumpos & Zopounidis, 2004: 3).



Kaynak: Doumpos & Zopounidis (2004: 3).

Şekil 1. Karar Verme Problemlerindeki Alternatifler Değerlendirmeleri

Bu bölümde CRITIC (CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation), ARAS (Additive Ratio ASsessment) ve MARCOS (Measurement Alternatives and Ranking according to COmpromise Solution) yöntemleri ayrıntılı bir şekilde açıklanacaktır.

CRITIC Yöntemi: Bu yöntem, Diakoulaki vd. (1995) tarafından ÇKKV problemlerinde daha objektif, tutarlı ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntemde daha objektif ve tutarlı sonuçlar elde edilmesi, kriterlerin önemi belirlenirken her bir kriterin ne kadar değişken olduğu (standart sapmanın hesaplanması) ve diğer kriterlerle ne kadar ilişkili olduğu (korelasyon katsayısının hesaplanması) hesaplanmaktadır (Liu vd., 2024). Tablo 1’de 6 adımdan oluşan bu yöntemin adımları, açıklamaları ve formülleri yer almaktadır.

Tablo 1. CRITIC Yönteminin Adımları

E. No	Adımlar	Açıklamalar	Formül
(1)	Karar matrisinin oluşturulması	Karar matrisi “X” ile gösterilmekte olup n kriter ve m alternatifinden oluşmaktadır. “ x_{mn} ” m’inci alternatifin n’inci kriterdeki değerini ifade etmektedir.	$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$
	Normalize edilmiş karar matrisinin hesaplanması	r_{ij} : i’inci alternatifin j’inci kriter için normalize edilmiş değeri x_{ij} : i’inci alternatifin j’inci kriter için orijinal değeri x_j^{\max} : j’inci kriterdeki alternatifler arasındaki en yüksek (fayda) değer x_j^{\min} : j’inci kriterdeki alternatifler arasındaki en düşük (maliyet) değer	

E. No	Adımlar	Açıklamalar	Formül
(2)	Fayda kriterleri için	Benefit (B): Fayda kriterleridir. Kriter için yüksek değerler her zaman daha iyi olarak kabul edilir.	$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}$ eğer $j \in B$
(3)	Maliyet kriterleri için	Cost (C): Maliyet kriterleridir. Kriter için düşük değerler her zaman daha iyi olarak kabul edilir.	$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}$ eğer $j \in C$
(4)	Kriterlerin standart sapma değerinin hesaplanması	σ_j : j'inci kriter için hesaplanan standart sapma değeri \bar{r}_j : j'inci kriter için hesaplanan alternatiflerin ortalama değeri	$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m - 1}}$
(5)	Korelasyon matrisinin hesaplanması	ρ_{jk} : j ve k kriterleri arasındaki korelasyon katsayısı değeridir. Kısaca bu eşitlik iki kriter arasındaki doğrusal ilişkiyi (korelasyonu) ölçmektedir.	$\rho_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j) \times (r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \times \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}}$
(6)	(Toplam) Bilgi değerlerinin hesaplanması	c_j : j'inci kriterin bilgi miktarını ifade etmektedir.	$c_j = \sigma_j \times \sum_{k=1}^n (1 - \rho_{jk})$
(7)	Ağırlık katsayıların hesaplanması	w_j : j'inci kriter için ağırlık katsayısını ifade etmektedir. Bu eşitlik, her bir kriterin ağırlığını hesaplamak için kullanılmaktadır.	$w_j = \frac{c_j}{\sum_{k=1}^n c_j}$

Kaynak: Diakoulaki vd. (1995: 764-765).

CRITIC yöntemi kullanılarak yapılan bazı çalışmalar Tablo 2'de derlenmiştir.

Tablo 2. CRITIC Yöntemi Kullanılarak Yapılmış Çalışmalar

Yazar	Yöntem	Değerlendirme
Olabi vd. (2024)	WASPAS WSM WPM TOPSIS	Çalışmanın sonucunda, Biyokütle Gazlaştırma ve Buharla Metan Reformu yöntemlerinin diğer yöntemlere göre daha uygun bir seçenek olduğu ortaya koyulmuştur. Biyokütle Gazlaştırmada, sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeli nedeniyle en iyi yöntem olarak belirlenmiştir. Buharla Metan Reformunda ise yüksek saflıkta hidrojen üretiminde etkin bir yöntem olduğu görülmektedir.
Meral (2024)	LOPCOW CoCoSo	Çalışmanın sonucunda, Sürdürülebilir Kalkınma Performansı en yüksek ülkeler Özbekistan, Kırgızistan ve Kazakistan olurken en düşük performansa sahip ülkeler ise Türkiye, Özbekistan ve Tacikistan'dır. Ekonomik büyüme oranı, deniz alanları, ekolojik ayak izi ve işsizlik oranı sürdürülebilir kalkınmada en önemli kriterler olarak öne çıkmıştır.
Ergün & Bulut (2024)	Sınıflandırma CoCoSo	Sınıflandırma sonucu oluşan iki gruptan ilkinde Güney Kore en yüksek performansa sahip ülke olurken, ABD en düşük performansa sahip ülke olmuştur. İkinci grupta ise Türkiye en yüksek performansı gösterirken, Rusya en düşük performansa sahip olduğu belirlenmiştir.
Eşiyok vd. (2023)	ENTROPY EDAS	Çalışmanın sonucunda, en iyi çevresel performansı gösteren ülke Almaya olarak belirlenirken Türkiye'nin ise diğer gelişmiş ülkelere nispeten daha düşük seviyede kalmıştır. Bu durum verimli ve sürdürülebilir kaynak kullanımı

		göstergesinin, ülkelerin çevresel performansları üzerindeki etkisinden kaynaklandığı vurgulanmıştır.
Doğan (2022)	MABAC	Çalışmanın sonucunda, çevresel performans açısından Danimarka, Norveç ve Birleşik Krallık'ın en yüksek puanları aldığı, Kanada, Güney Kore ve Avustralya'nın ise en düşük puanları aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca CRITIC yöntemiyle ağırlıklandırılan (eşit öneme sahip) sonuçların daha tutarlı ve güvenilir olduğu ortaya konulmuştur.
Akandere & Zerenler (2022)	TOPSIS	Çalışmanın sonucunda, çevresel ve ekonomik performans açısından en yüksek performansa sahip ülkenin Romanya, en düşük performansa sahip ülkenin ise Bosna-Hersek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ülkelerin çevresel politikalarının ekonomik performansları üzerinde doğrudan bir etkisi olduğu vurgulanmıştır.
Acar (2022)	CoCoSo	Çalışmanın sonucunda, en yüksek performansa sahip ülkenin Danimarka ve en düşük performansa sahip ülkelerin ise Meksika ve Türkiye olduğu belirlenmiştir. Ayrıca İsveç ve Norveç'in de yüksek performanslı ülkeler arasında yer aldığı tespit edilmiştir.
Çınaroğlu (2021a)	CODAS ROV	Çalışmanın sonucunda, her iki yöntemle de (CODAS & ROV) en yüksek yaşam kalitesine sahip ülkenin Danimarka ve en düşük yaşam kalitesine sahip ülkenin ise Yunanistan olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Danimarka'nın yaşam kalitesi düzeyinin yüksek olmasında düşük yaşam maliyeti indeksinin belirleyici bir faktör olarak öne çıktığı vurgulanmıştır.

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Yukarıdaki konulara ek olarak çevre (Jameel vd., 2024), sürdürülebilirlik (Skvarciany & Astike, 2022) ve ekonomik performans (Pınar, 2024) konularında CRITIC yöntemiyle yapılan çalışmalar literatürde yer almaktadır. Jameel vd. (2024) çalışmasında, düşük karbon teknolojilerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve enerji altyapısında sürdürülebilir dönüşüme katkı sağlamayı amaçlamışlardır. Bu kapsamda, problem T-Küresel Bulanık kümeler (T-SFS) ve CRITIC temelli EDAS yöntemleri kullanılarak ele alınmıştır. Çalışmanın sonuçları, önerilen hibrit yaklaşımın doğruluğunu ve etkinliğini ortaya koymakta olup, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. Skvarciany & Astike (2022) çalışmasında ise Avrupa Birliği ülkelerinde insana yakışır iş ve ekonomik büyüme (SKA 8) uygulamaları CRITIC temelli COPRAS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, Almanya en yüksek puanı alarak birinci sırada, Fransa ise ikinci sırada yer almıştır. Pınar (2024) çalışmasında, Türkiye, Arjantin, Mısır ve Pakistan'ın 2010-2022 dönemindeki ekonomik performansları CRITIC temelli TOPSIS yöntemiyle incelenmiştir. Sonuçlar, Türkiye ve Pakistan'ın en iyi performanslarını 2015 yılında, Arjantin ve Mısır'ın ise 2010 yılında sergilediklerini göstermektedir. Bir sonraki bölümde ARAS yöntemi ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

ARAS Yöntemi: Bu yöntem, Zavadskas & Turskis (2010) tarafından ÇKKV problemlerinde alternatiflerin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntem, nicel ölçümler ve fayda teorisine dayanmaktadır (Chakraborty vd., 2024: 171). Alternatiflerin sıralamasını belirlemek amacıyla, bu yöntem fayda fonksiyon değeri (Thakkar, 2021: 239-240) ve optimalite (optimality) derecesi kavramından yararlanmaktadır (Abdel-Basset vd., 2023: 162). 5 adımdan oluşan bu yöntemin adımları, açıklamaları ve formülleri Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. ARAS Yönteminin Adımları

E. No	Adımlar	Açıklamalar	Formül
		$i = 0, 1, 2, 3, \dots, m; j = 0, 1, 2, 3, \dots, n$	
(8)	Karar matrisinin oluşturulması	<p>m: Alternatif sayısı</p> <p>n: Kriter sayısı</p> <p>x_{ij}: i alternatifinin j kriterine göre değeri</p> <p>x_{oj}: j kriterinin optimal (o) değeri</p>	$X = \begin{bmatrix} x_{o1} & \dots & x_{oj} & \dots & x_{on} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$
(9)	Optimal değer belirlenmesi	Eğer x_{oj} bilinmiyorsa;	$x_{oj} = \begin{cases} \max_i x_{ij} => \text{Kriter maksimum} \\ \min_i x_{ij} => \text{Kriter minimum} \end{cases}$
(10)	Normalize karar matrisinin oluşturulması	Kriterler farklı birimlerde/değerlerde olduğu durumlarda, kriterlerin karşılaştırılabilir hale getirilmesi için aşağıdaki formüller (8.1 - 8.2) yardımıyla normalizasyon yapılır.	$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{o1} & \dots & \bar{x}_{oj} & \dots & \bar{x}_{on} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{i1} & \dots & \bar{x}_{ij} & \dots & \bar{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \dots & \bar{x}_{mj} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}$
(11)	Maksimum değere sahip kriterleri için	\bar{X} : Normalize edilmiş karar matrisi	$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}$
(12)	Minimum değere sahip kriterleri için	\bar{x}_{ij} : i alternatifinin j kriterine normalize edilmiş göre değeri	$\bar{x}_{ij} = \frac{1/x_{ij}}{\sum_{i=0}^m (1/x_{ij})}$
(13)	Ağırlıklı karar matrisi oluşturulması	Normalize karar matrisindeki her kriterin hesaplanan (belirlenen) ağırlıklarla çarpılması	$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{o1} & \dots & \hat{x}_{oj} & \dots & \hat{x}_{on} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{i1} & \dots & \hat{x}_{ij} & \dots & \hat{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \dots & \hat{x}_{mj} & \dots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix}$
(14)	Ağırlıklı karar matrisi oluşturulması	<p>\hat{X}: Normalize edilmiş karar matrisi</p> <p>w_j: j kriterinin ağırlık değeri</p>	$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} \times w_j$ $\sum_{j=1}^n w_j = 1$
(15)	Optimalite fonksiyonunun hesaplanması	<p>S_i: i alternatifinin optimalite değeri</p> <p>Her bir alternatif için (S_i) hesaplanması gerekmektedir.</p>	$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}$
(16)	Fayda derecesinin hesaplanması	<p>K_i: i alternatifinin fayda değeri (en yüksek değere sahip olanı en iyisi)</p> <p>S_0: Alternatiflere ait hesaplanan S_i değerleri arasında en yüksek olanı</p>	$K_i = \frac{S_i}{S_0}$

Kaynak: Zavadskas & Turskis (2010: 163-165).

ARAS yöntemi temelli yapılan bazı çalışmalar Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. ARAS Yöntemi Kullanılarak Yapılmış Çalışmalar

Yazar	Yöntem	Değerlendirme
Aytekin vd. (2024)	CRITIC	Çalışmanın sonucunda, lojistik şirketleri için enerji güvenliği kriterinin diğer yeşil enerji kriterlerine göre daha öncelikli olduğu belirlenmiştir. Toplumla faydalı hizmetler sağlama stratejisi ise en uygun sürdürülebilir strateji olup lojistik şirketlerinin, kullanıcıların ve paydaşların yeşil enerji uygulamalarında karşılaştıkları zorlukları aşmalarına yardımcı olabileceği düşünülmektedir.
	SOWIA	
	ARAS	
Yavuz & Esen (2024)	ENTROPİ	Çalışmada ÇKKV yöntemleri kullanılarak ülkeler SKA değerlerine göre tekrardan daha objektif bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda sanayi, yenilikçilik ve altyapıyı (SKA 9) içeren amaç en yüksek ağırlığa sahipken, deniz yaşamını koruma odaklı (SKA 14) amaç ise en düşük ağırlığa sahip olduğu belirlenmiştir.
	ARAS	
Eren & Gelmez (2022)	ENTROPİ	Çalışmanın sonucunda, İsviçre, İsveç ve ABD'nin inovasyon performansı açısından diğer ülkelere göre en üst sıralarda yer alırken Benin, Gine ve Angola ise alt sıralarda yer aldığı tespit edilmiştir. Kümeleme analizi, benzer inovasyon performansına sahip ülkeler arasında önemli farklılıkların olduğunu ortaya koymuştur.
	COPRAS	
	ARAS	
Altıntaş (2021)	ENTROPİ	Çalışmanın sonucunda, su kaynaklarının, ülkelerin çevre performansını belirleyen en önemli kriter olduğu ortaya konulmuştur. Almanya, Japonya ve İngiltere en yüksek performansına sahip ülkeler olarak öne çıkarken, Endonezya ve Hindistan en düşük performans gösteren ülkeler arasında yer almıştır.
	ROV	
	COPRAS	
	ARAS	
Yılmaz & Koca (2021)	ARAS	Çalışmanın sonucunda Katar, Brunei, Kuveyt, Umman ve Suudi Arabistan gibi ülkelerin sıralamaları özgürlük faktörlerinin düşük olması nedeniyle önemli ölçüde gerilemiştir. Bu bulgular özgürlük faktörlerinin, ülkelerin kalkınma seviyelerini anlamlı derecede etkilediğini göstermektedir.
	MAUT	
	SAW	
Altın vd. (2020)	Borda Sayım Y.	Çalışmanın sonucunda, ABD'nin her iki yöntemde de (SAW - ARAS) birinci sırada askeri güç olarak belirlenirken Türkiye ise ikinci sırada yer almıştır. Elde edilen bu sonuçlar veri setindeki sıralamayla eşdeğerlilik gösterirken ÇKKV yöntemlerinin ülkelerin askeri güçlerini daha objektif ve ayrıntılı bir şekilde değerlendirme imkânı sunmaktadır.
	ENTROPİ	
	SAW	
	ARAS	
N. Ömürbek vd. (2017)	ENTROPİ	Çalışmanın sonucunda, AB ülkelerinin yaşam kalitesini değerlendirmek için satın alma gücü, güvenlik, sağlık, iklim, yaşam maliyeti, emlak fiyatları, trafikte harcanan süre gibi diğer kriterlerle birlikte değerlendirilen kirlilik, kritik bir rol oynamaktadır. Her iki yöntemde de (ARAS - MOOSRA) Finlandiya en iyi ülke olarak tespit edilmiştir.
	ARAS	
	MOOSRA	
V. Ömürbek vd. (2017)	ARAS	Çalışmanın sonucunda, bankaların finansal, operasyonel ve çevresel sürdürülebilirlik performanslarının değerlendirilmesinde, çevresel faktörlerin diğer kriterlere göre daha belirleyici olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmada kullanılan üç yöntemle hesaplanan kriter ağırlıkları ve sıralamalar arasındaki tutarlılık kontrol ederek sonuçları karşılaştırmıştır.
	MOOSRA	
	COPRAS	
Organ & Katrancı (2016)	COPRAS	Bu çalışmada ekonomik, sosyal ve çevresel faktörleri bütüncül bir şekilde değerlendirerek "Kırılgan Sekizli" ülkelerinin yaşanabilirlik seviyelerini (Önemli kriterler: Yeşil alan, ortalama yaşam süresi, gayri safi yurtiçi hasıla, nüfus yoğunluğu ve işsizlik oranı) objektif olarak ölçülmesi amaçlanmaktadır. Her iki yöntemin (COPRAS - ARAS) farklı sıralamalar ortaya koymuştur.
	ARAS	

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Yukarıdaki konulara ek olarak girişimcilik (Szymczyk vd., 2023), sürdürülebilirlik (Salimian vd., 2023), dijital hazırlık (Arıkan Kargı, 2022) ve performans (Altın vd., 2020; Parlar & Palancı, 2020) konularında ARAS yöntemiyle yapılan çalışmalar literatürde yer almaktadır. Szymczyk vd. (2023) çalışmasında, Asya-Okyanusya ülkelerinin girişimcilik göstergeleri (34) üzerinden performanslarının CRITIC temelli ARAS, WASPAS, MAIRCA ve Borda Sayım yöntemleri ile değerlendirilmesi amaçlamıştır. Çalışmada, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri ve Tayland'ın en yüksek girişimcilik performansına sahip olduğu, Hindistan, Pakistan, Japonya ve Malezya'nın ise en düşük performansı sergilediği ortaya koyulmuştur. Salimian vd. (2023) çalışmasında, sürdürülebilir inşaat projelerinin seçimi için CRITIC temelli ARAS ve EDAS yöntemleriyle bütünlük bir karar modeli geliştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, nükleer enerji projelerinin diğer alternatiflere kıyasla daha yüksek bir önceliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Arıkan Kargı (2022) çalışmasında, OECD üyesi 38 ülkenin dijital hazırlık seviyeleri CRITIC temelli ARAS yöntemi kullanılarak kriterler değerlendirilmiş ve ülkeler sıralanmıştır. Çalışmanın sonucunda, Lüksemburg, ABD ve İsviçre'nin en yüksek dijital hazırlık seviyelerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Parlar & Palancı (2020) çalışmasında, dünya üniversitelerinin performansları CRITIC-ENTROPI temelli TOPSIS, MAUT, SAW ve ARAS yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, Singapur'un en yüksek performansa sahip ülke olduğu belirlenmiştir. Altın (2020) çalışmasında ise Amerika kıtasındaki 31 ülkenin 2020 yılı makroekonomik verileri, CRITIC-ENTROPI temelli ARAS ve MOOSRA yöntemleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, iki yöntemin performans sıralama sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu ve bu nedenle ÇKKV problemlerinde her iki yöntemin de güvenle kullanılabilmesi önerilmiştir. Bir sonraki bölümde MARCOS yöntemi ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

MARCOS Yöntemi: Bu yöntem, Stević vd. (2020) tarafından geliştirilmiş olup alternatifler ile referans değerler arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Tanımlanan ilişkiler doğrultusunda, alternatiflerin fayda fonksiyonları belirlenmekte ve bu fonksiyonlara göre ideal ve anti-ideal çözümlere dayalı uzlaşma sıralamaları hesaplanmaktadır. Karar tercihleri, bu fayda fonksiyonlarına göre şekillendirilmektedir. Fayda fonksiyonları, bir alternatifin ideal ve anti-ideal çözüme göre konumunu temsil etmektedir. En iyi alternatif ise, ideale en yakın ve aynı zamanda anti-ideal referans noktasından en uzak olan alternatif olarak değerlendirilmektedir (Stević vd., 2020: 3-4). MARCOS yönteminin diğer ÇKKV yöntemlere göre bazı avantajları; [a] kriterlere verilen önem ağırlık değerleri sonucu oluşan sıralamaya alternatiflerin diğer yöntemlere göre daha az bağımlı olması, [b] karar matrisindeki alternatiflerden birisi çıkarıldığında sıralama sonuçlarının tersine dönmemesi (sıralamanın tutarlılığı ve güvenilirliği) ve [c] birçok farklı alanda ve uygulamalarda alternatiflerin başarılı bir şekilde sıralanmasında kullanılması (yöntemin esnekliği ve geniş bir yelpazede uygulanabilirliği) şeklindedir. (Trung, 2022: 5). Tablo 5'te 7 adımdan oluşan bu yöntemin adımları, açıklamaları ve formülleri yer almaktadır.

Tablo 5. MARCOS Yönteminin Adımları

E. No	Adımlar	Açıklamalar	Formül
(1)	Başlangıç karar matrisi oluşturulması	Başlangıç karar matrisi "X" ile gösterilmekte olup "n" kriter ve "m" alternatifinden oluşmaktadır.	$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$
(17)	Genişletilmiş başlangıç matrisinin oluşturulması	Karar matrisine ideal (AI; Ideal Solution) ve anti-ideal (AAI; Anti-Ideal Solution) çözümler tanımlanarak genişletilmiş başlangıç karar matrisi elde edilmektedir.	$X^o = \begin{matrix} AAI \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \\ AI \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{aa1} & x_{aa2} & \dots & x_{aan} \\ x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \\ x_{ai1} & x_{ai2} & \dots & x_{ain} \end{bmatrix}$
(18)	AAI değerlerinin hesaplanması	Anti-ideal çözüm (AAI) en kötü alternatifi temsil etmektedir.	$AAI = \min_i x_{ij} \text{ eğer } j \in B \text{ (fayda)}$ $AAI = \max_i x_{ij} \text{ eğer } j \in C \text{ (maliyet)}$
(19)	AI değerlerinin hesaplanması	İdeal çözüm (AI) en iyi alternatifi temsil etmektedir.	$AI = \max_i x_{ij} \text{ eğer } j \in B \text{ (fayda)}$ $AI = \min_i x_{ij} \text{ eğer } j \in C \text{ (maliyet)}$

E. No	Adımlar	Açıklamalar	Formül
(20)	Matrisin normalize edilmesi	Normalize edilmiş genişletilmiş başlangıç (N) matrisi, $[n_{ij}]_{m \times n}$ gösterilmekte olup bu matris Eşitlik (21) ve Eşitlik (22) ile elde edilmektedir.	$N = \begin{matrix} AAI \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \\ AI \end{matrix} \begin{bmatrix} n_{aa1} & n_{aa2} & \dots & n_{aan} \\ n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mn} \\ n_{ai1} & n_{ai2} & \dots & n_{ain} \end{bmatrix}$
(21)	Minimum değere sahip kriterleri için	n_{ij} : i'inci alternatifin j'inci kriter için normalize edilmiş performans değeri	$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}} \text{ eğer } j \in C \text{ (minimum)}$
(22)	Maksimum değere sahip kriterleri için	x_{ai} : i'inci alternatife ait kriter için en düşük performans değeri x_{ij} : i'inci alternatifin j'inci kriter için performans değeri	$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}} \text{ eğer } j \in B \text{ (maksimum)}$
(23)	Ağırlıklı matrisin belirlenmesi $V = [v_{ij}]_{m \times n}$	n_{ij} : i'inci alternatifin j'inci kriter için normalize edilmiş performans değeri w_j : j'inci kriter için ağırlık katsayısı	$v_{ij} = n_{ij} \times w_j$
(24)	Alternatiflerin fayda derecesinin hesaplanması (K_i)	Bir alternatifin anti-ideal (AAI) ve ideal (AI) değerlerinin çözümüne göre fayda dereceleri Eşitlik (25) ve Eşitlik (26) kullanılarak hesaplanmaktadır.	
(25)	AAI değerlere göre	S_{aai} : Anti-ideal çözüm için ağırlıklı toplam değer S_{ai} : İdeal çözüm için ağırlıklı toplam değer	$K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}}$
(26)	AI değerlere göre	K_i^- : Anti-ideal çözüme göre i'inci alternatifin yardımcı değeri K_i^+ : İdeal çözüme göre i'inci alternatifin yardımcı değeri	$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}}$
(27)	Alternatiflerin fayda derecesinin hesaplanması (K_i)	S_i : i'inci alternatif için ağırlıklı matrisin elemanlarının toplamı	$S_i = \sum_{i=1}^n v_{ij}$
(28)	Alternatiflerin fayda fonksiyonunun belirlenmesi $f(K_i)$	$f(K_i)$: i'inci alternatifin fayda fonksiyonu	$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}}$
(29)	AAI değerlere göre	$f(K_i^-)$: Anti-ideal çözüme göre i'inci alternatifin fayda fonksiyonu	$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-}$
(30)	AI değerlere göre	$f(K_i^+)$: İdeal çözüme göre i'inci alternatifin fayda fonksiyonu	$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-}$
(31)	Alternatiflerin sıralanması	Alternatiflerin sıralanması, fayda fonksiyonlarının nihai değerlerine $[f(K_i)]$ göre yapılmaktadır. Bir alternatifin en yüksek fayda fonksiyonu değerine sahip olması durumunda o alternatifin tercih edileceği belirtilmektedir.	

Kaynak: Stević vd. (2020: 3-5).

MARCOS yöntemi temelli yapılan bazı çalışmalar Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6. MARCOS Yöntemi Kullanılarak Yapılmış Çalışmalar

Yazar	Yöntem	Değerlendirme
Meral (2023)	MEREC	Çalışmanın sonucunda, BRICS-T ülkeleri arasında en yüksek inovasyon performansına sahip ülkelerin Çin ve Hindistan olduğu, Türkiye’nin ise üçüncü sırada yer aldığı tespit edilmiştir. En düşük inovasyon performansına sahip ülkeler olarak Brezilya ve Güney Afrika belirlenmiştir. Yatırımlar, araştırma ve geliştirme ile çevrimiçi yaratıcılık en önemli kriterler olarak öne çıkarken, politik çevre, bilgi ve iletişim teknolojileri ile inovasyon bağlantıları en az öneme sahip kriterler olarak değerlendirilmiştir.
	MARCOS	
Ersoy (2022a)	ENTROPİ	Çalışma sonucunda, farklı algoritmaların ve kriter ağırlıklandırma tekniklerinin sıralama sonuçlarında farklılıklara yol açtığı tespit edilmiştir. Özellikle, objektif yöntemlerle elde edilen sıralamalar ile subjektif yöntemlerle elde edilen sıralamalar arasında belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. BİT performansında ABD’nin ilk sırada yer aldığı, İtalya’nın ise son sırada bulunduğu belirlenmiştir.
	PIV	
	ROV	
	COPRAS	
Ersoy (2022b)	MEREC	Çalışma sonucunda, kullanılan bütünleşik modelin inovasyon performans ölçümünde literatüre yenilik getirdiği tespit edilmiştir. En önemli kriterlerin yaratıcılık ve iş gelişmişliği olduğu, en düşük önem derecesine sahip kriterin ise pazar gelişmişliği olduğu belirlenmiştir.
	MARCOS	
Ayçin & Arsu (2022)	MEREC	Çalışmanın sonucunda, en yüksek ağırlığa sahip göstergelerin sırasıyla kapsayıcılık, sağlık ve sıhhat ile ileri düzey eğitime erişim olduğu tespit edilmiştir. En yüksek performans gösteren ülkelerin ise sırasıyla Norveç, Finlandiya ve Danimarka olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, SGE sıralaması ile bu çalışmada elde edilen sıralama arasındaki korelasyon değeri 0,886 olarak bulunmuş ve bu durum, iki sıralama arasında yüksek bir korelasyon olduğunu göstermektedir.
	MARCOS	



















Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Yukarıdaki konulara ek olarak gıda güvenliği (Tang vd., 2024), döngüsel ekonomi (Kayapınar Kaya vd., 2023) ve performans değerlendirilmesi (Altıntaş, 2023; Çınaroğlu, 2021b; Gençtürk vd., 2021; Koca & Bingöl, 2022; Sümerli Sarıgül vd., 2023) konularında MARCOS yöntemiyle yapılan çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Tang vd. (2024) çalışmasında, Çin ve ABD’de gıda güvenliğinin çok boyutlu bir perspektiften evrimsel özellikleri 2000-2022 dönemi için CRITIC-MEREC temelli MARCOS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Çin’in gıda güvenliği seviyesinin artış gösterdiği ancak ekonomik, ekolojik kaynaklar ve politika güvenliği alanlarında ABD ile hâlâ belirgin farkların bulunduğu ortaya koyulmaktadır. Kayapınar Kaya vd. (2023) çalışmasında, Avrupa ülkelerindeki döngüsel ekonomi uygulamalarının sosyal etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada, Avrupa Birliği üyesi 27 ülke sosyal etkilerine göre ilk olarak K-Ortalama Kümeleme yöntemiyle gruplandırılmış ve ardından CRITIC - MEREC temelli MARCOS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, Batı Avrupa ülkelerinin düşük işsizlik ve yolsuzluk oranlarına sahip olduğu ve en iyi performans gösteren ülkenin Hollanda olduğu belirlenmiştir. Altıntaş (2023) çalışmasında, Akdeniz’e kıyısı olan 19 ülkenin 2021 yılı deniz sağlığı performansları CRITIC temelli MARCOS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, deniz sağlığı performansında en önemli bileşenin “geçim kaynakları ve ekonomiler” olduğu, en yüksek performansa sahip ülkelerin Slovenya, İspanya ve Fransa, en düşük performansa sahip ülkelerin ise Libya, İsrail ve Suriye olduğu belirlenmiştir. Çınaroğlu (2021b) çalışmasında, Türkiye’deki üniversitelerin 2020 yılı yenilikçilik ve girişimcilik performansları CRITIC temelli MARCOS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesinin en yüksek yenilikçilik ve girişimcilik performansına sahip üniversiteler olduğu belirlenmiştir. Gençtürk vd. (2021) çalışmasında, COVID-19 pandemisinin Türkiye’deki katılım bankalarının performansları üzerindeki etkileri CRITIC temelli MARCOS yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, pandemi

öncesinde tasfiye olunacak alacaklar kriterinin performans değerlendirmesinde en önemli etken olduğu, pandemi döneminde ise net kar ve tasfiye olunacak alacaklar kriterlerinin öne çıktığı belirlenmiştir. Koca & Bingöl (2022) çalışmasında, Türkiye’deki hayat dışı sigorta şirketlerinin 2016-2020 yılları arasındaki performansları CRITIC temelli MARCOS yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, en önemli finansal göstergenin “ödenen tazminat ve teknik karşılıklar” olduğu ortaya koyulmuştur. Sümerli Sarıgül vd. (2023) çalışmasında, Avrupa’da faaliyet gösteren 6 havayolu işletmesinin 2019-2021 yılları arasındaki finansal performansları CRITIC temelli MARCOS ve MAUT yöntemleriyle incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, 2019’da en yüksek finansal performansa sahip havayolunun “Pegasus”, 2020 ve 2021’de ise “EasyJet” olduğu belirlenmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ve ÇKKV yöntemlerinden CRITIC, ARAS ve MARCOS yöntemleriyle elde edilen sonuçlar açıklanmaya çalışılacaktır. Birleşmiş Milletler’e (BM) üye ülkelerin kabul ettiği sürdürülebilir gelişmişlik endeksi 17 SKA, 85 gösterge ve 169 hedeften oluşmakta olup 193 ülkeden elde edilen bu verilere göre listelenmektedir (Lafortune vd., 2024; Papadimitriou vd., 2024). Sürdürülebilir Kalkınma amaçları, bu amaçların açıklamaları, bu amaçlara ait gösterge ve hedef sayısı Şekil 2’de gösterilmektedir.

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, Açıklamalar ve Gösterge Sayıları					
	2 Göş. Her yerde tüm biçimleriyle yoksulluğu sona erdirmek Hedef Sayısı: 7		7 Göş. Açlığı bitirmek, gıda güvenliğine ve iyi beslenmeye ulaşmak ve sürdürülebilir tarımı desteklemek Hedef Sayısı: 8		14 Göş. Tüm yaş gruplarında sağlıklı yaşamları sağlamak ve refahı teşvik etmek Hedef Sayısı: 13
	3 Göş. Herkes için kapsayıcı ve eşitlikçi kaliteli eğitimi sağlamak ve yaşam boyu öğrenmeyi teşvik etmek Hedef Sayısı: 10		4 Göş. Toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlamak ve tüm kadınları ve kız çocuklarını güçlendirmek Hedef Sayısı: 9		5 Göş. Herkes için su ve sıhhi koşullara erişimi sağlamak Hedef Sayısı: 8
	3 Göş. Herkes için erişilebilir, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimi sağlamak Hedef Sayısı: 5		5 Göş. Kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, istihdamı ve herkes için insana yakışır işi teşvik etmek Hedef Sayısı: 12		3 Göş. Dayanıklı altyapı inşa etmek, sürdürülebilir sanayileşmeyi teşvik etmek ve yenilikçiliği desteklemek Hedef Sayısı: 8
	1 Göş. Ülkeler içinde ve arasında eşitsizliği azaltmak Hedef Sayısı: 10		3 Göş. Şehirleri kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak Hedef Sayısı: 10		6 Göş. Sürdürülebilir tüketim ve üretim kalıplarını sağlamak Hedef Sayısı: 11
	4 Göş. İklim değişikliği ve etkilerine karşı acil eylemlerde bulunmak Hedef Sayısı: 5		4 Göş. Okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde korumak ve kullanmak Hedef Sayısı: 10		4 Göş. Ormanları sürdürülebilir bir şekilde yönetmek, çöleşmeye mücadele etmek vb. Hedef Sayısı: 12
	9 Göş. Barışçıl ve kapsayıcı toplumları teşvik etmek Hedef Sayısı: 12		Ülke Sayısı: 193 Amaç Sayısı: 17 Gösterge Sayısı: 85 Hedef Sayısı: 169		4 Göş. Sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığı canlandırmak Hedef Sayısı: 19

Kaynak: D. Sachs vd. (2024); Lafortune vd. (2024); Papadimitriou vd. (2024).

Şekil 2. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ve Açıklamaları

Yoksulluğa son (SKA1) konusunda Brezilya, Hindistan ve Güney Afrika’da yoksulluk oranlarının olumsuz seyretmektedir. Türkiye ve Endonezya yoksulluk oranlarını düşürmede diğer Kırılgan Beşli ülkelere göre daha başarılıdır. Bu ülkelerde yoksulluk önemli bir sorun olarak devam etmektedir. Açlığa son (SKA2) konusunda Kırılgan Beşli ülkelerde çocuklarda yetersiz beslenme oranları endişe verici seviyelerdedir. Türkiye ve Hindistan’da bazı iyileşmeler kaydedilmiştir ancak yeterli değildir. Brezilya ve Endonezya’da durum diğer ülkelere göre daha kötüdür.. Sağlıklı ve kaliteli yaşam (SKA3) konusunda Brezilya ve Hindistan anne ve çocuk sağlığı alanında daha iyi performans sergilemektedir. Türkiye ve Güney Afrika’da sağlık hizmetlerine erişim ve hizmet kalitesi sorunludur. Nitelikli eğitim (SKA4) konusunda Türkiye eğitim göstergelerinde diğer ülkelere kıyasla daha iyi performans sergilemektedir. Brezilya ve Endonezya okuryazarlık oranları ve eğitim kalitesi konusunda ciddi iyileştirmelere ihtiyaç duymaktadır. Toplumsal cinsiyet eşitliği (SKA5) konusunda Kırılgan Beşli ülkeleri arasında büyük farklılıklar mevcuttur. Türkiye ve Endonezya kadınların eğitimi ve iş gücüne katılımı açısından diğer ülkelere göre daha iyi durumdadır. Hindistan ve Güney Afrika’da bu konuda ciddi zorluklar bulunmaktadır. Temiz su ve sanitasyon (SKA6) konusunda Türkiye ve Endonezya daha iyi performans sergilemektedir. Brezilya ve Hindistan’da bu hizmetlere erişim hala sınırlıdır. Erişilebilir ve temiz enerji (SKA7)

konusunda Kırılğan Beşli'deki ülkelerde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Hindistan ve Güney Afrika enerjiye erişim ve enerji verimliliği konusunda iyileştirmelere ihtiyaç duymaktadır. İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme (SKA8) konusunda Kırılğan Beşli ülkeleri arasında büyük farklılıklar mevcuttur. Türkiye ve Endonezya işsizlik oranlarını düşürmede daha başarılıdır. Brezilya ve Güney Afrika'da işsizlik oranları daha yüksektir. Sanayi, yenilikçilik ve altyapı (SKA9) konusunda Türkiye ve Endonezya daha iyi performans sergilemektedir. Brezilya ve Hindistan altyapı ve yenilikçilik göstergelerinde daha düşük seviyelerdedir. Eşitsizliklerin azaltılması (SKA10) konusunda Kırılğan Beşli ülkelerinde gelir eşitsizliği büyük bir sorun olarak öne çıkmaktadır. Brezilya ve Güney Afrika'da gelir eşitsizliği daha belirgindir. Sürdürülebilir şehirler ve topluluklar (SKA11) konusunda Kırılğan Beşli ülkeleri arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Türkiye ve Endonezya kentsel altyapı ve sürdürülebilir şehirler konusunda daha iyi performans sergilemektedir. Sorumlu tüketim ve üretim (SKA12) konusunda Türkiye ve Endonezya atık yönetimi ve geri dönüşüm konusunda daha iyi performans sergilemektedir. Brezilya ve Güney Afrika bu konularda ciddi iyileştirmelere ihtiyaç duymaktadır. İklim eylemi (SKA13) konusunda Kırılğan Beşli'de önemli eksiklikler mevcuttur. Türkiye ve Endonezya iklim eylemi konusunda diğer ülkelere kıyasla daha iyi performans sergilemektedir. Sudaki yaşam (SKA14) konusunda Türkiye ve Endonezya daha iyi performans sergilemektedir. Brezilya ve Hindistan su ekosistemlerinin korunması ve su kalitesinin iyileştirilmesi konusunda ciddi eksiklikler göstermektedir. Karasal yaşam (SKA15) konusunda Türkiye ve Endonezya karasal ekosistemlerin korunması konusunda daha iyi performans sergilemektedir. Brezilya ve Hindistan'da bu konularda ciddi iyileştirmelere ihtiyaç duyulmaktadır. Barış, adalet ve güçlü kurumlar (SKA16) konusunda Türkiye ve Endonezya daha iyi performans sergilemektedir. Brezilya ve Güney Afrika'da bu konularda ciddi eksiklikler bulunmaktadır. Amaçlar için ortaklıklar (SKA17) konusunda Türkiye ve Endonezya daha iyi performans sergilemektedir. Brezilya ve Hindistan'da iyileştirmelere ihtiyaç duyulmaktadır (D. Sachs vd., 2024). Kırılğan beşli ülkelerinin (Brezilya-BR; Türkiye-TR; Endonezya-ID; Hindistan-IN; Güney Afrika-ZA) SKA (SKA1, SKA2, ..., SKA17) değerleri Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7. Kırılğan Beşli Ülkelerin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

Alt. / Kriterler	SKA1	SKA2	SKA3	SKA4	SKA5	SKA6	SKA7	SKA8	SKA9
BR	84,39	66,23	79,78	90,16	70,87	85,61	91,79	74,90	72,06
TR	98,45	64,14	82,86	85,41	47,54	71,60	71,96	66,23	79,02
ID	87,14	62,44	65,54	93,89	62,86	70,48	67,09	75,91	55,81
IN	89,31	49,19	66,10	91,14	40,47	60,42	67,77	75,12	54,99
ZA	51,67	54,02	55,71	72,06	83,99	61,35	62,07	69,46	74,94
Alt. / Kriterler	SKA10	SKA11	SKA12	SKA13	SKA14	SKA15	SKA16	SKA17	
BR	14,23	89,32	80,38	93,77	64,78	61,55	56,76	77,65	
TR	49,09	83,88	74,49	85,90	58,05	52,77	61,28	65,27	
ID	59,85	55,21	87,82	91,86	69,97	52,22	64,79	57,51	
IN	40,56	55,39	82,99	93,75	62,44	45,76	51,14	54,16	
ZA	0,00	64,20	83,28	84,49	70,83	59,21	55,40	75,72	

Kaynak: D. Sachs vd. (2024).

CRITIC YÖNTEMİ

Tablo 1'deki adımlar, Tablo 7'deki verilere CRITIC yöntemi kullanılarak uygulanmış ve çözüm gerçekleştirilmiştir. Karar matrisinin oluşturulması amacıyla, Tablo 7'deki (C4 ile T10 hücreleri arası) veriler Eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmaktadır. Eşitlik (1) kullanılarak hesaplanan değerler (karar matrisi) Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. Karar Matrisi

Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Alt. / Kriterler	SKA1	SKA2	SKA3	SKA4	SKA5	SKA6	SKA7	SKA8	SKA9
BR	84,39	66,23	79,78	90,16	70,87	85,61	91,79	74,90	72,06
TR	98,45	64,14	82,86	85,41	47,54	71,60	71,96	66,23	79,02
ID	87,14	62,44	65,54	93,89	62,86	70,48	67,09	75,91	55,81
IN	89,31	49,19	66,10	91,14	40,47	60,42	67,77	75,12	54,99
ZA	51,67	54,02	55,71	72,06	83,99	61,35	62,07	69,46	74,94
Maksimum Değer	98,45	66,23	82,86	93,89	83,99	85,61	91,79	75,91	79,02
Minimum Değer	51,67	49,19	55,71	72,06	40,47	60,42	62,07	66,23	54,99
Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Alt. / Kriterler	SKA10	SKA11	SKA12	SKA13	SKA14	SKA15	SKA16	SKA17	SKA17
BR	14,23	89,32	80,38	93,77	64,78	61,55	56,76	77,65	
TR	49,09	83,88	74,49	85,90	58,05	52,77	61,28	65,27	
ID	59,85	55,21	87,82	91,86	69,97	52,22	64,79	57,51	
IN	40,56	55,39	82,99	93,75	62,44	45,76	51,14	54,16	
ZA	0,00	64,20	83,28	84,49	70,83	59,21	55,40	75,72	
Maksimum Değer	59,85	89,32	87,82	93,77	70,83	61,55	64,79	77,65	
Minimum Değer	0,00	55,21	74,49	84,49	58,05	45,76	51,14	54,16	

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Kriterlere ait maksimum ve minimum değerlerin hesaplanabilmesi için öncelikle kriter yönlerinin (fayda veya maliyet) belirlenmesi gerekmektedir. Maksimum (fayda) ve minimum (maliyet) değerler, Eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmaktadır. SKA1 kriteri (yokluğa son) için D6 ile D10 hücreleri arasındaki örnek hesaplamada, SKA1 kriterinin yönü fayda (maksimum) olduğundan (D4="maks"), maksimum değer en yüksek (D12 hücresi) ve minimum değer en düşük (D13 hücresi) olarak hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar için, D12 hücresine =EĞER(D4="maks"; MAK(D6); EĞER(D4="min"; MAK(D6); "")) ve D13 hücresine =EĞER(D4="maks"; MİN(D6); EĞER(D4="min"; MİN(D6); "")) formülleri yazılmaktadır. Normalize edilmiş karar matrisi ve standart sapma değerleri Tablo 9'da yer almaktadır.

Tablo 9. Normalize Edilmiş Karar Matrisi ve Standart Sapma Değerleri

Alt. / Kriterler	SKA1	SKA2	SKA3	SKA4	SKA5	SKA6	SKA7	SKA8	SKA9
BR	0,6994	1,0000	0,8866	0,8291	0,6985	1,0000	1,0000	0,8957	0,7104
TR	1,0000	0,8773	1,0000	0,6115	0,1625	0,4438	0,3328	0,0000	1,0000
ID	0,7582	0,7776	0,3621	1,0000	0,5145	0,3994	0,1689	1,0000	0,0341
IN	0,8046	0,0000	0,3827	0,8740	0,0000	0,0000	0,1918	0,9184	0,0000
ZA	0,0000	0,2835	0,0000	0,0000	1,0000	0,0369	0,0000	0,3337	0,8302
Standart Sapma D.	0,3818	0,4266	0,4119	0,3962	0,4033	0,4034	0,3881	0,4403	0,4662
Alt. / Kriterler	SKA10	SKA11	SKA12	SKA13	SKA14	SKA15	SKA16	SKA17	
BR	0,2378	1,0000	0,4419	1,0000	0,5266	1,0000	0,4117	1,0000	
TR	0,8202	0,8405	0,0000	0,1519	0,0000	0,4440	0,7429	0,4730	
ID	1,0000	0,0000	1,0000	0,7942	0,9327	0,4091	1,0000	0,1426	
IN	0,6777	0,0053	0,6377	0,9978	0,3435	0,0000	0,0000	0,0000	
ZA	0,0000	0,2636	0,6594	0,0000	1,0000	0,8518	0,3121	0,9178	
Standart Sapma D.	0,4159	0,4707	0,3662	0,4786	0,4166	0,3958	0,3879	0,4480	

Normalizasyon sürecinde, fayda kriterleri için Eşitlik (2), maliyet kriterleri için Eşitlik (3) kullanılmakta olup standart sapma değerinin hesaplanmasında ise Eşitlik (4) tercih edilmektedir. SKA1 fayda kriteri olduğundan, Eşitlik (2) ile yapılan örnek hesaplamada D19 hücresine =EĞER(D\$4="maks"; (D6-D\$13)/(D\$12-D\$13); EĞER(D\$4="min"; (D\$12-D6)/(D\$12-D\$13); "")) formülü eklenmektedir. Standart sapma değerinin hesaplanmasında Eşitlik (4) kullanılarak D24 hücresine =STDSAPMA.S(D19) formülü yerleştirilmektedir. Bu işlemler tüm kriterlere uygulandıktan sonra Tablo 9'daki değerler elde edilmektedir. Tablo 10'da ise bilgi, toplam bilgi ve ağırlık katsayı değeri gösterilmektedir.

Tablo 10. Bilgi, Toplam Bilgi ve Ağırlık Katsayı Değeri

Alternatifler	SKA1	SKA2	SKA3	SKA4	SKA5	SKA6	SKA7	SKA8	SKA9
Bilgi Değ.	14,6548	10,5108	12,6140	13,6091	15,2054	9,9802	11,0010	14,8003	15,8901
Toplam Bilgi Değ.	5,5950	4,4837	5,1961	5,3920	6,1316	4,0258	4,2695	6,5161	7,4073
Ağırlık Katsayı Değ.	0,0567	0,0455	0,0527	0,0547	0,0622	0,0408	0,0433	0,0661	0,0751
Alternatifler	SKA10	SKA11	SKA12	SKA13	SKA14	SKA15	SKA16	SKA17	Toplam
Bilgi Değ.	16,5598	12,5620	17,4394	14,0832	16,9288	12,9467	13,3135	14,1841	-
Toplam Bilgi Değ.	6,8867	5,9124	6,3858	6,7398	7,0519	5,1249	5,1643	6,3545	98,6375
Ağırlık Katsayı Değ.	0,0698	0,0599	0,0647	0,0683	0,0715	0,0520	0,0524	0,0644	1,0000

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Bilgi değerinin hesaplanabilmesi için öncelikle kriterler arasındaki ilişki düzeyi tespit edilmelidir. Bu hesaplama Eşitlik (5) kullanılarak yapılmaktadır. SKA1 ile SKA1 arasındaki ilişki düzeyinin belirlenmesi ve bilgi değerinin hesaplanması amacıyla, D29 hücresine =1-KORELASYON(\$D19:\$D23;D19) formülü girilmelidir. İkinci adımda, SKA1 kriteri için D46 hücresine =TOPLA(D29) formülü eklenmektedir. Bu adımın ardından, toplam bilgi değeri Eşitlik (6) ile hesaplanmaktadır. SKA1 kriterinin toplam bilgi değeri D51 hücresinde =D24*D46 formülü ile hesaplanmaktadır. Eşitlik (7) kapsamında, kullanılacak tüm kriterlerin değerlerinin toplamı U51 hücresine =TOPLA(D51) formülü girilerek hesaplanmalıdır. Kriterlerin önem ağırlık değerlerini gösteren ağırlık katsayısının belirlenmesinde, Eşitlik (7) kullanılmaktadır. Bu eşitlikte, sonuçlar D56 hücresine =D51/\$U\$51 formülü girilerek hesaplanmaktadır. Bir sonraki bölümde, ARAS yönteminin çözümü açıklanmaktadır.

ARAS YÖNTEMİ

ARAS yöntemi, Tablo 3'teki adımlar doğrultusunda Tablo 7 ve Tablo 10'daki ağırlık katsayı değeri verileri dikkate alınarak çözümlenmiştir. İlk olarak, Tablo 7 ve Tablo 10'daki veriler (C4 ile T12 hücreleri arası) Eşitlik (8) ile kullanılarak karar matrisi hazırlanmıştır. Sonrasında, bu matris içerisindeki kriterlerin optimum değerleri Eşitlik (9) ile belirlenmiştir. Tablo 11'de, Eşitlik (8) ve Eşitlik (9) kullanılarak elde edilen karar matrisi ve optimum değerler gösterilmektedir.

Tablo 11. Karar Matrisi ve Optimum Değerler

Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Alt. / Kriterler	SKA1	SKA2	SKA3	SKA4	SKA5	SKA6	SKA7	SKA8	SKA9
Optimum Değerler	98,45	66,23	82,86	93,89	83,99	85,61	91,79	75,91	79,02
BR	84,39	66,23	79,78	90,16	70,87	85,61	91,79	74,90	72,06
TR	98,45	64,14	82,86	85,41	47,54	71,60	71,96	66,23	79,02
ID	87,14	62,44	65,54	93,89	62,86	70,48	67,09	75,91	55,81
IN	89,31	49,19	66,10	91,14	40,47	60,42	67,77	75,12	54,99
ZA	51,67	54,02	55,71	72,06	83,99	61,35	62,07	69,46	74,94
Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Alt. / Kriterler	SKA10	SKA11	SKA12	SKA13	SKA14	SKA15	SKA16	SKA17	SKA17
Optimum Değerler	59,85	89,32	87,82	93,77	70,83	61,55	64,79	77,65	
BR	14,23	89,32	80,38	93,77	64,78	61,55	56,76	77,65	
TR	49,09	83,88	74,49	85,90	58,05	52,77	61,28	65,27	
ID	59,85	55,21	87,82	91,86	69,97	52,22	64,79	57,51	
IN	40,56	55,39	82,99	93,75	62,44	45,76	51,14	54,16	
ZA	0,00	64,20	83,28	84,49	70,83	59,21	55,40	75,72	

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Eşitlik (9) ile elde edilen optimum değerin SKA1 kriteri için örnek hesaplaması, D7 hücresine =EĞER(D4="maks"; MAK(D8); EĞER(D4="min"; MİN(D8); "")) formülünün yazılmasıyla yapılmaktadır. Her bir kritere ait optimum değerler hesaplandıktan sonra, bir sonraki aşamaya geçilmeden önce karar matrisi

(optimum değerler dahil) kriterlerin fayda veya maliyet yönlerine göre dönüştürülmektedir. Dönüştürme işlemi sonucunda elde edilen yeni değerler Tablo 12’de yer almaktadır.

Tablo 12. Fayda/Maliyet Yönlü Dönüştürülmüş Karar Matrisi

Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Alt. / Kriterler	SKA1	SKA2	SKA3	SKA4	SKA5	SKA6	SKA7	SKA8	SKA9
Optimum Değerler	98,45	66,23	82,86	93,89	83,99	85,61	91,79	75,91	79,02
BR	84,39	66,23	79,78	90,16	70,87	85,61	91,79	74,90	72,06
TR	98,45	64,14	82,86	85,41	47,54	71,60	71,96	66,23	79,02
ID	87,14	62,44	65,54	93,89	62,86	70,48	67,09	75,91	55,81
IN	89,31	49,19	66,10	91,14	40,47	60,42	67,77	75,12	54,99
ZA	51,67	54,02	55,71	72,06	83,99	61,35	62,07	69,46	74,94
Toplam Değer	509,41	362,25	432,85	526,55	389,72	435,07	452,47	437,53	415,84
Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Alt. / Kriterler	SKA10	SKA11	SKA12	SKA13	SKA14	SKA15	SKA16	SKA17	SKA18
Optimum Değerler	59,85	89,32	87,82	93,77	70,83	61,55	64,79	77,65	77,65
BR	14,23	89,32	80,38	93,77	64,78	61,55	56,76	77,65	77,65
TR	49,09	83,88	74,49	85,90	58,05	52,77	61,28	65,27	65,27
ID	59,85	55,21	87,82	91,86	69,97	52,22	64,79	57,51	57,51
IN	40,56	55,39	82,99	93,75	62,44	45,76	51,14	54,16	54,16
ZA	0,00	64,20	83,28	84,49	70,83	59,21	55,40	75,72	75,72
Toplam Değer	223,58	437,32	496,78	543,54	396,90	333,06	354,16	407,96	407,96

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tüm kriterler fayda yönlü olduğundan, SKA1 kriterinin optimum değeri D19 hücresine =EĞER(D\$16="maks"; D7; EĞER(D\$16="min"; 1/D7; "")) formülü yazılarak hesaplanmaktadır. Bu yöntemle elde edilen değerler normalizasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Normalize edilmiş karar matrisi Tablo 13’te gösterilmektedir.

Tablo 13. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Önem Ağırlık Değeri	0,0567	0,0455	0,0527	0,0547	0,0622	0,0408	0,0433	0,0661	0,0751
Alt. / Kriterler	SKA1	SKA2	SKA3	SKA4	SKA5	SKA6	SKA7	SKA8	SKA9
Optimum Değerler	98,45	66,23	82,86	93,89	83,99	85,61	91,79	75,91	79,02
BR	84,39	66,23	79,78	90,16	70,87	85,61	91,79	74,90	72,06
TR	98,45	64,14	82,86	85,41	47,54	71,60	71,96	66,23	79,02
ID	87,14	62,44	65,54	93,89	62,86	70,48	67,09	75,91	55,81
IN	89,31	49,19	66,10	91,14	40,47	60,42	67,77	75,12	54,99
ZA	51,67	54,02	55,71	72,06	83,99	61,35	62,07	69,46	74,94
Toplam Değer	509,41	362,25	432,85	526,55	389,72	435,07	452,47	437,53	415,84

Optimum Değerler	0,19326	0,18283	0,19143	0,17831	0,21551	0,19677	0,20286	0,17350	0,19003
BR	0,16566	0,18283	0,18431	0,17123	0,18185	0,19677	0,20286	0,17119	0,17329
TR	0,19326	0,17706	0,19143	0,16221	0,12199	0,16457	0,15904	0,15137	0,19003
ID	0,17106	0,17237	0,15142	0,17831	0,16130	0,16200	0,14828	0,17350	0,13421
IN	0,17532	0,13579	0,15271	0,17309	0,10384	0,13887	0,14978	0,17169	0,13224
ZA	0,10143	0,14912	0,12871	0,13685	0,21551	0,14101	0,13718	0,15875	0,18021
Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Önem Ağırlık Değeri	0,0698	0,0599	0,0647	0,0683	0,0715	0,0520	0,0524	0,0644	
Alt. / Kriterler	SKA10	SKA11	SKA12	SKA13	SKA14	SKA15	SKA16	SKA17	
Optimum Değerler	0,26769	0,20424	0,17678	0,17252	0,17846	0,18480	0,18294	0,19034	
BR	0,06365	0,20424	0,16180	0,17252	0,16321	0,18480	0,16027	0,19034	
TR	0,21956	0,19180	0,14995	0,15804	0,14626	0,15844	0,17303	0,15999	
ID	0,26769	0,12625	0,17678	0,16900	0,17629	0,15679	0,18294	0,14097	
IN	0,18141	0,12666	0,16706	0,17248	0,15732	0,13739	0,14440	0,13276	
ZA	0,00000	0,14680	0,16764	0,15544	0,17846	0,17778	0,15643	0,18561	

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Fayda yönlü kriterlerde Eşitlik (11) ve maliyet yönlü kriterlerde ise Eşitlik (12) kullanılmaktadır. Tüm kriterler fayda yönlü olduğundan Eşitlik (11) tercih edilmiştir. SKA1 kriterinin optimum değerini hesaplamak için D32 hücrelerine =D19/D\$25 formülü girilmektedir. Tüm kriterler için bu formül uygulandıktan sonra, bir sonraki adım olan ağırlıklandırma işlemine geçilmektedir. Tablo 14’te ağırlıklandırılmış karar matrisi gösterilmektedir.

Tablo 14. Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

Alt. / Kriterler	SKA1	SKA2	SKA3	SKA4	SKA5	SKA6	SKA7	SKA8	SKA9
Optimum Değerler	0,01096	0,00831	0,01008	0,00975	0,01340	0,00803	0,00878	0,01146	0,01427
BR	0,00940	0,00831	0,00971	0,00936	0,01130	0,00803	0,00878	0,01131	0,01301
TR	0,01096	0,00805	0,01008	0,00887	0,00758	0,00672	0,00688	0,01000	0,01427
ID	0,00970	0,00784	0,00798	0,00975	0,01003	0,00661	0,00642	0,01146	0,01008
IN	0,00994	0,00617	0,00804	0,00946	0,00646	0,00567	0,00648	0,01134	0,00993
ZA	0,00575	0,00678	0,00678	0,00748	0,01340	0,00576	0,00594	0,01049	0,01353
Alt. / Kriterler	SKA10	SKA11	SKA12	SKA13	SKA14	SKA15	SKA16	SKA17	
Optimum Değerler	0,01869	0,01224	0,01144	0,01179	0,01276	0,00960	0,00958	0,01226	
BR	0,00444	0,01224	0,01048	0,01179	0,01167	0,00960	0,00839	0,01226	

TR	0,01533	0,01150	0,00971	0,01080	0,01046	0,00823	0,00906	0,01031
ID	0,01869	0,00757	0,01144	0,01155	0,01260	0,00815	0,00958	0,00908
IN	0,01267	0,00759	0,01082	0,01179	0,01125	0,00714	0,00756	0,00855
ZA	0,00000	0,00880	0,01085	0,01062	0,01276	0,00924	0,00819	0,01196

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Ağırlıklandırılmış karar matrisi, Eşitlik (14) kullanılarak oluşturulmaktadır. SKA1 kriterinin optimum değerini elde etmek amacıyla D42 hücresine =D\$30*D32 formülü girilmelidir. Tüm kriterler için değerler, D42 ile T47 hücreleri arasında bu formül uyarlanarak hesaplanmaktadır. Tablo 15'te optimal değer, fayda dereceleri ve nihai sıralama yer almaktadır.

Tablo 15. Optimal Değer, Fayda Dereceleri ve Nihai Sıralama

Alt. / Kriterler	Optimal Değer	Fayda Dereceleri	Nihai Sıralama
Optimum Değerler	0,19341	1,00000	-
BR	0,17009	0,87942	1
TR	0,16880	0,87277	2
ID	0,16852	0,87129	3
IN	0,15086	0,78000	4
ZA	0,14832	0,76687	5

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Alternatiflerin optimal değerleri (optimalite fonksiyonu) Eşitlik (15) ve fayda dereceleri Eşitlik (16) ile hesaplanmaktadır. Optimum değerini optimal değerini belirlemek amacıyla U52 hücresine =TOPLA(D52) formülü girilmelidir. Brezilya'nın (BR) optimal değerini hesaplamak için U53 hücresine =TOPLA(D53) formülü yazılmalıdır. Optimum değerini fayda derecesini tespit etmek için V52 hücresine =U52/\$U\$52 formülü uygulanmalıdır. Eşitlik (15) ve Eşitlik (16)'ya ait bu işlemler D52 ile T57 hücrelerine uyarlanarak alternatiflerin optimal değerleri ve fayda dereceleri hesaplanır. Nihai sıralama, W53 hücresine =RANK.EŞİT(V53;\$V\$53:\$V\$57;0) formülü girilerek belirlenir. ARAS yöntemiyle elde edilen kırılğan beşli ülkelerin sıralaması Brezilya > Türkiye > Endonezya > Hindistan > Güney Afrika şeklindedir. Bu sıralama, SKA'deki sıralamayla örtüşmektedir.

MARCOS YÖNTEMİ

MARCOS yöntemi, Tablo 5'teki adımlar doğrultusunda, ARAS yönteminde olduğu gibi, Tablo 7 ve Tablo 10'daki ağırlık katsayı değeri (CRITIC yöntemiyle hesaplanan) verileri temel alınarak çözümlenmiştir. İlk aşamada, karar matrisinin oluşturulması için Tablo 7 ve Tablo 10'daki veriler (C4 ile T13 hücreleri arası) Eşitlik (17), Eşitlik (18) ve Eşitlik (19) kullanılarak hazırlanmıştır. Tablo 16'da genişletilmiş karar matrisi gösterilmektedir.

Tablo 16. Genişletilmiş Karar Matrisi

Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Alt. / Kriterler	SKA1	SKA2	SKA3	SKA4	SKA5	SKA6	SKA7	SKA8	SKA9
AAI (Minimum)	51,67	49,19	55,71	72,06	40,47	60,42	62,07	66,23	54,99
BR	84,39	66,23	79,78	90,16	70,87	85,61	91,79	74,90	72,06
TR	98,45	64,14	82,86	85,41	47,54	71,60	71,96	66,23	79,02

ID	87,14	62,44	65,54	93,89	62,86	70,48	67,09	75,91	55,81
IN	89,31	49,19	66,10	91,14	40,47	60,42	67,77	75,12	54,99
ZA	51,67	54,02	55,71	72,06	83,99	61,35	62,07	69,46	74,94
AI (Maksimum)	98,45	66,23	82,86	93,89	83,99	85,61	91,79	75,91	79,02
Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Alt. / Kriterler	SKA10	SKA11	SKA12	SKA13	SKA14	SKA15	SKA16	SKA17	
AAI (Minimum)	0,00	55,21	74,49	84,49	58,05	45,76	51,14	54,16	
BR	14,23	89,32	80,38	93,77	64,78	61,55	56,76	77,65	
TR	49,09	83,88	74,49	85,90	58,05	52,77	61,28	65,27	
ID	59,85	55,21	87,82	91,86	69,97	52,22	64,79	57,51	
IN	40,56	55,39	82,99	93,75	62,44	45,76	51,14	54,16	
ZA	0,00	64,20	83,28	84,49	70,83	59,21	55,40	75,72	
AI (Maksimum)	59,85	89,32	87,82	93,77	70,83	61,55	64,79	77,65	

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Genişletilmiş karar matrisi, karar matrisinden farklı olarak ideal olmayan çözüm (AAI) ve ideal çözüm (AI) değerlerinin hesaplanmasını içerir. İdeal olmayan çözüm değeri için Eşitlik (18) ve ideal çözüm değeri için ise Eşitlik (19) kullanılmaktadır. Bu eşitliklerdeki hesaplamalar kriterlerin maksimum veya minimum yönlü olmasına göre farklılıklar göstermektedir. SKA1 kriterinin ideal olmayan çözüm değeri, D7 hücresine =EĞER(D\$4="maks"; MİN(D8); EĞER(D\$4="min"; MAK(D8); "")) formülü girilerek belirlenmektedir. SKA1 kriterinin ideal çözüm değeri ise D13 hücresine girilen =EĞER(D\$4="maks"; MAK(D8); EĞER(D\$4="min"; MİN(D8); "")) formülle hesaplanmaktadır. Bu adımlar, tüm kriterler için ideal ve ideal olmayan çözüm değerlerinin belirlenmesini sağlar. Tablo 17’de normalize edilmiş karar matrisi yer almaktadır.

Tablo 17. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Önem Ağırlık D.	0,0567	0,0455	0,0527	0,0547	0,0622	0,0408	0,0433	0,0661	0,0751
Alt. / Kriterler	SKA1	SKA2	SKA3	SKA4	SKA5	SKA6	SKA7	SKA8	SKA9
AAI (Minimum)	0,52483	0,74271	0,67234	0,76749	0,48184	0,70576	0,67622	0,87248	0,69590
BR	0,85719	1,00000	0,96283	0,96027	0,84379	1,00000	1,00000	0,98669	0,91192
TR	1,00000	0,96844	1,00000	0,90968	0,56602	0,83635	0,78396	0,87248	1,00000
ID	0,88512	0,94278	0,79097	1,00000	0,74842	0,82327	0,73091	1,00000	0,70628
IN	0,90716	0,74271	0,79773	0,97071	0,48184	0,70576	0,73832	0,98959	0,69590
ZA	0,52483	0,81564	0,67234	0,76749	1,00000	0,71662	0,67622	0,91503	0,94837
AI (Maksimum)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	max
Önem Ağırlık D.	0,0698	0,0599	0,0647	0,0683	0,0715	0,0520	0,0524	0,0644
Alt. / Kriterler	SKA10	SKA11	SKA12	SKA13	SKA14	SKA15	SKA16	SKA17
AAI (Minimum)	0,00000	0,61811	0,84821	0,90103	0,81957	0,74346	0,78932	0,69749
BR	0,23776	1,00000	0,91528	1,00000	0,91458	1,00000	0,87606	1,00000
TR	0,82022	0,93910	0,84821	0,91607	0,81957	0,85735	0,94582	0,84057
ID	1,00000	0,61811	1,00000	0,97963	0,98786	0,84842	1,00000	0,74063
IN	0,67769	0,62013	0,94500	0,99979	0,88155	0,74346	0,78932	0,69749
ZA	0,00000	0,71876	0,94830	0,90103	1,00000	0,96198	0,85507	0,97514
AI (Maksimum)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Normalize edilmiş karar matrisinin elde edilmesinde Eşitlik (21) ve Eşitlik (22) kullanılmaktadır. Eşitlik (21) maliyet yönlü kriterlere uygulanırken, Eşitlik (22) fayda yönlü kriterler içindir. Kriterlerin hepsi fayda yönlü olduğu için Eşitlik (22) kullanılmıştır. SKA1 kriterinin ideal olmayan çözüm değerini hesaplamak amacıyla D20 hücresine =EĞER(D\$4="maks"; D7/D\$13; EĞER(D\$4="min"; D\$13/D7; "")) formülü girilir. Bu işlem uyarlanarak tüm kriterler için tekrarlandıktan sonra Tablo 17'deki değerler elde edilmektedir. Tablo 18'de ağırlıklandırılmış karar matrisi gösterilmektedir.

Tablo 18. Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

Alt. / Kriterler	SKA1	SKA2	SKA3	SKA4	SKA5	SKA6	SKA7	SKA8	SKA9
AAI (Minimum)	0,0298	0,0338	0,0354	0,0420	0,0300	0,0288	0,0293	0,0576	0,0523
BR	0,0486	0,0455	0,0507	0,0525	0,0525	0,0408	0,0433	0,0652	0,0685
TR	0,0567	0,0440	0,0527	0,0497	0,0352	0,0341	0,0339	0,0576	0,0751
ID	0,0502	0,0429	0,0417	0,0547	0,0465	0,0336	0,0316	0,0661	0,0530
IN	0,0515	0,0338	0,0420	0,0531	0,0300	0,0288	0,0320	0,0654	0,0523
ZA	0,0298	0,0371	0,0354	0,0420	0,0622	0,0292	0,0293	0,0604	0,0712
AI (Maksimum)	0,0567	0,0455	0,0527	0,0547	0,0622	0,0408	0,0433	0,0661	0,0751
Alt. / Kriterler	SKA10	SKA11	SKA12	SKA13	SKA14	SKA15	SKA16	SKA17	Toplam
AAI (Minimum)	0,0000	0,0371	0,0549	0,0616	0,0586	0,0386	0,0413	0,0449	0,6758
BR	0,0166	0,0599	0,0593	0,0683	0,0654	0,0520	0,0459	0,0644	0,8993
TR	0,0573	0,0563	0,0549	0,0626	0,0586	0,0445	0,0495	0,0542	0,8770
ID	0,0698	0,0371	0,0647	0,0669	0,0706	0,0441	0,0524	0,0477	0,8736
IN	0,0473	0,0372	0,0612	0,0683	0,0630	0,0386	0,0413	0,0449	0,7905

ZA	0,0000	0,0431	0,0614	0,0616	0,0715	0,0500	0,0448	0,0628	0,7917
AI (Maksimum)	0,0698	0,0599	0,0647	0,0683	0,0715	0,0520	0,0524	0,0644	1,0000

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Ağırlıklandırılmış karar matrisi için Eşitlik (23) kullanılmaktadır. SKA1 kriterinin ideal olmayan çözümüne ait ağırlıklandırılmış değeri hesaplamak amacıyla D31 hücresine =D\$18*D20 formülü girilmektedir. Bu işlem diğer veriler için de uygulandıktan sonra, her bir alternatifin ideal ve ideal olmayan çözüme ait ağırlıklandırılmış değerleri toplanmaktadır. İdeal olmayan çözüme ait toplam değeri hesaplamak için U42 hücresine =TOPLA(D42:T42) formülü yazılmaktadır. Bu yöntemle, alternatiflerin ideal ve ideal olmayan çözümlerinin toplam değerleri belirlenmektedir. Tablo 19'da alternatiflerin fayda derecesi ile fayda fonksiyonunun hesaplanması ve nihai sıralaması yer almaktadır.

Tablo 19. Alternatiflerin Fayda Derecesi ile Fayda Fonksiyonunun Hesaplanması ve Nihai Sıralaması

Alternatifler	Alternatiflerin Fayda Derecesi		AAI Göre	AI Göre	Alternatiflerin Fayda Fonksiyonu	Nihai Sıralama
	AAI Göre	AI Göre				
BR	1,3306	0,8993	0,4033	0,5967	0,7067	1
TR	1,2977	0,8770	0,4033	0,5967	0,6892	2
ID	1,2926	0,8736	0,4033	0,5967	0,6865	3
IN	1,1697	0,7905	0,4033	0,5967	0,6212	5
ZA	1,1714	0,7917	0,4033	0,5967	0,6221	4

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Fayda derecesinin belirlenmesinde Eşitlik (25), Eşitlik (26) ve Eşitlik (27) kullanılmaktadır. Fayda fonksiyonunun hesaplanmasında ise Eşitlik (28), Eşitlik (29) ve Eşitlik (30) uygulanmaktadır. Nihai sıralama, Eşitlik (31) yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Alternatiflerin fayda derecesi, ideal olmayan çözüm değeri için Eşitlik (25), ideal çözüm değeri için Eşitlik (26) ve Tablo 18'de gösterilen toplam değerler için Eşitlik (27) kullanılarak hesaplanmaktadır. Brezilya'nın (BR) fayda derecesinin ideal olmayan çözüm değeri, D52 hücresine =U43/\$U\$42 formülü girilerek belirlenmelidir. Brezilya'nın (BR) fayda derecesinin ideal çözüm değerini hesaplamak için E52 hücresinde =U43/\$U\$48 formülü kullanılmaktadır. Alternatiflerin fayda fonksiyonu Eşitlik (28), fayda fonksiyonunun ideal olmayan çözüm değeri için Eşitlik (29) ve fayda fonksiyonunun ideal çözüm değeri için Eşitlik (30) kullanılarak hesaplanmaktadır. Brezilya'nın (BR) fayda fonksiyonunun ideal olmayan çözüm değeri, F52 hücresine =E52/(D52+E52) formülü girilerek belirlenmelidir. Brezilya'nın (BR) fayda fonksiyonunun ideal çözüm değerini hesaplamak için G52 hücresinde =D52/(D52+E52) formülü kullanılmaktadır. Brezilya'nın (BR) fayda fonksiyonu değerini hesaplamak amacıyla H52 hücresinde =(D52+E52)/(1+((1-F52)/F52)+((1-G52)/G52)) formülü uygulanmalıdır. Elde edilen bu nihai değerlerden sonra, alternatiflerin sıralanması için I52 hücresine =RANK.EŞİT(H52;\$H\$52:\$H\$56;0) formülü sırasıyla tüm alternatifler için kullanılmalıdır. Nihai sıralama, SKA ve ARAS yöntemlerinden farklı olarak Brezilya > Türkiye > Endonezya > Güney Afrika > Hindistan şeklinde gerçekleşmiştir. SKA, ARAS ve MARCOS yöntemlerine göre elde edilen sıralamalar arasındaki ilişki düzeyi Tablo 20'de gösterilmektedir.

Tablo 20. Korelasyon Analizi Sonucu

Yöntemler	SGD Endeksi	ARAS	MARCOS
SGD Endeksi	1,0000		
ARAS	0,9498	1,0000	
MARCOS	0,9824	0,9864	1,0000

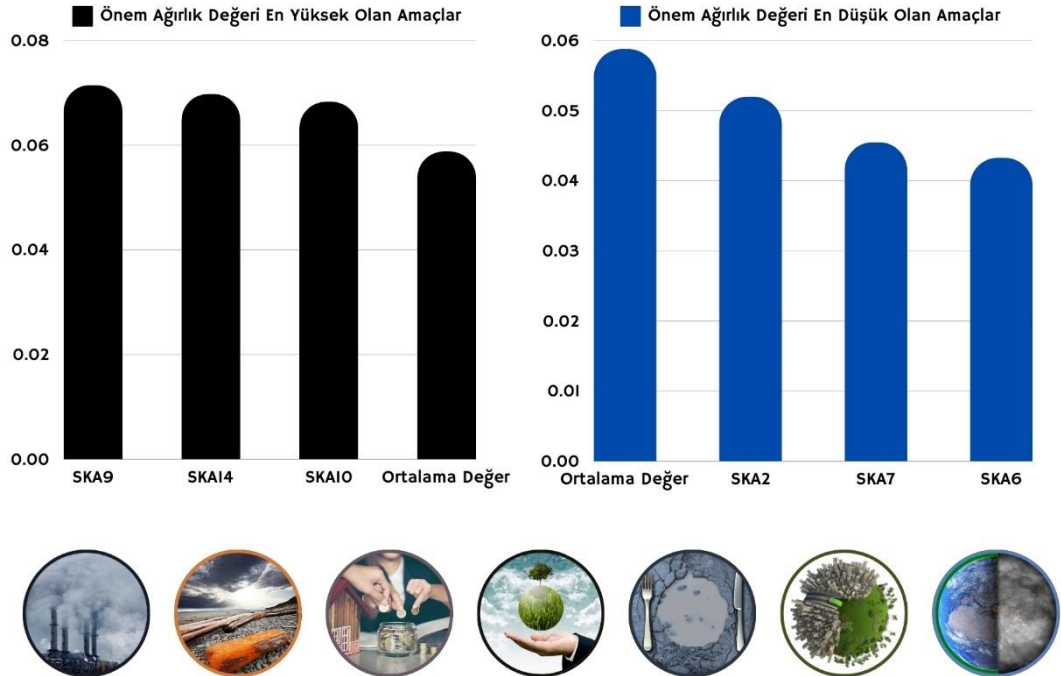
Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

SGD Endeksi, ARAS ve MARCOS yöntemleri arasındaki ilişki düzeyi sonuçlarına göre, SGD Endeksi ile ARAS yöntem ($r=0,9498$), SGD Endeksi ile MARCOS yöntemi ($r=0,9824$) ve ARAS ve MARCOS yöntemleri ($r=0,9864$) arasında çok güçlü bir pozitif korelasyon bulunmaktadır. Sonuç olarak, üç yöntemin birbirine oldukça yakın ilişki düzeyine sahip oldukları ve sıralamalar arasında yüksek bir tutarlılık bulunduğu görülmektedir. Bu durum, kullanılan yöntemlerin güvenilirliğini ve tutarlılığını desteklemektedir.

SONUÇ, DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

BM, sürdürülebilir kalkınmaya yönelik birtakım hedefler belirlemiş ve bu hedeflere göre ülkelerin bu amaçlara ne kadar yaklaştığını değerlendirerek bir puanlama sistemi üzerinden sıralama yapmaktadır. Bu kapsamda, sürdürülebilir kalkınmaya yönelik 17 amaç belirlenmiştir. Bu 17 amaç, 85 gösterge ve 169 hedef ile detaylandırılmıştır. Bu hedeflere yönelik olarak, 193 ülkenin verisi derlenerek kriterlere uygunlukları tespit edilip sıralama yapılmaktadır. Çalışma kapsamında ele alınan, Kırılğan Beşli olarak adlandırılan ülkelerin sürdürülebilir kalkınma amaçlarına yönelik yeniden değerlendirilmesi, ÇKKV yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir.

Kırılğan Beşli ülkeler arasında SKA değerleri açısından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin, "yoksullukla mücadelede" Türkiye ve Endonezya daha başarılı görünürken, Brezilya, Hindistan ve Güney Afrika'da yoksulluk oranları hâlâ yüksek seviyelerdedir. Türkiye, "eğitim" ve "altyapı" konularında, Brezilya ve Hindistan ise "anne ve çocuk sağlığı" alanında daha iyi durumdadır. "İklim eylemi", "sudaki yaşam" ve "karasal yaşam" gibi çevresel amaçlarda tüm Kırılğan Beşli ülkelerin iyileştirmelere ihtiyacı olduğu görülmektedir. "Gelir eşitsizliği" ve "toplumsal cinsiyet eşitliği" amaçlarında ülkeler arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Özellikle Brezilya ve Güney Afrika'daki gelir eşitsizliği dikkat çekici boyuttadır. Çalışmada ilk olarak SKA değerleri CRITIC yöntemiyle ağırlıklandırılmıştır. CRITIC yöntemiyle elde edilen önem ağırlık değerlerinin en yüksek, en düşük ve ortalama değeri Şekil 3'te gösterilmektedir.



Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 3. En Yüksek ve En Düşük Önem Ağırlık Değerine Sahip Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

CRITIC yöntemiyle kriterlerin önem ağırlıkları %0,041 ile %0,075 arasında elde edilmiştir. SGD Endeksi, SKA'nın ortalamalarıyla hesaplanırken her bir SKA için kullanılan değer ise %0,059'dur. Bu değer üstünde 9, altında ise 8 kriter bulunmaktadır. En yüksek önem değerine sahip ilk üç kriter sırasıyla SKA9 (sanayi, yenilikçilik ve altyapı), SKA14 (sudaki yaşam) ve SKA10 (eşitsizliklerin azaltılması) şeklindedir. En düşük önem değerine sahip ilk üç kriter ise SKA2 (açlığa son), SKA7 (erişilebilir ve temiz enerji) ve SKA6 (temiz su ve sanitasyon) olarak sıralanmaktadır. SKA9, en yüksek önem değerine (%0,075) sahip kriter olarak öne çıkmaktadır. Yenilikçi teknolojilerle sürdürülebilir sanayi uygulamaları, yeni iş fırsatları yaratılması, ekonomik büyüme, altyapının dayanıklılığı ve sürdürülebilirliği, ayrıca doğal afetlere karşı alınacak önlemler bu amacın genel olarak ilgilendiği konulardır (örn. Özkan Tükel & Önem, 2020; Özkan Tükel & Şimşek, 2022; Tükel vd., 2023)). SKA14, en yüksek önem değerine (%0,072) sahip ikinci sıradaki kriterdir. Bu amaç, deniz kirliliğinin azaltılması, aşırı avlanmanın önlenmesi ve deniz canlılarının korunması gibi konuları içermektedir. SKA10, en yüksek önem değerine (%0,070) sahip üçüncü sıradaki kriterdir. Eşitsizliklerin azaltılması, toplumdaki dezavantajlı grupların sosyal ve ekonomik olarak desteklenmesi, adaletin sağlanması ve küresel düzeyde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki uçurumun kapatılması gibi önemli alt hedeflere sahiptir. SKA2, en düşük önem değerine (%0,046) sahip sondan üçüncü kriterdir. Sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik ederek doğal kaynakların verimli kullanılmasını ve tarımsal üretimin artırılmasını desteklemeyi amaçlamaktadır. SKA7, en düşük önem değerine (%0,043) sahip sondan ikinci kriterdir. Yenilenebilir enerji kullanımı, fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması ve iklim değişikliğiyle mücadele bu hedefin önemli unsurlarındandır. SKA6 ise en düşük önem değerine (%0,041) sahip kriterdir. Su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve su kirliliğinin azaltılması bu hedefin öncelikli konularıdır.

SGD Endeksi ile CRITIC temelli ARAS ve MARCOS yöntemleriyle hesaplanan sıralamalar arasında yüksek oranda bir ilişki görülmektedir. Bu durum, normal şartlarda ortalamayla yapılan hesaplama yerine, ÇKKV yöntemlerinden CRITIC temelli ARAS ve MARCOS yöntemlerinin kullanılabilmesini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, uygulanan matematiksel modelin güvenilir ve tutarlı olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan CRITIC temelli ARAS ve MARCOS yöntemleriyle elde edilen sonuçlar, literatürdeki benzer çalışmalarda elde edilen bulgularla uyum göstermektedir. Olabi vd. (2024) çalışmasında, biyokütle gazlaştırma ve buharla metan reformu gibi çevresel sürdürülebilirlik kriterlerinin önemi vurgulanmıştır. Benzer şekilde, bu çalışmada da çevresel sürdürülebilirlik kriterlerinin yüksek ağırlık aldığı ve ülkelerin performanslarını önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Ayçin & Arsu (2021) çalışmasında ise en yüksek ağırlığa sahip göstergelerin sırasıyla kapsayıcılık, sağlık ve sıhhat ile ileri düzey eğitime erişim olduğu tespit edilmiştir. SKA10'un yüksek önem derecesine sahip olduğu ve eşitsizliklerin azaltılmasıyla birlikte sağlık, sıhhat ve ileri düzey eğitime erişim problemlerinin çözüleceği öngörülmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde benzer sonuçlara ulaşıldığı ifade edilebilir. Meral (2024) çalışmasında ise ekonomik büyüme oranı, ekolojik ayak izi ve işsizlik oranı gibi kriterlerin sürdürülebilir kalkınma performansını belirleyici faktörler olarak öne çıktığı belirtilmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde ekonomik ve çevresel faktörler, CRITIC temelli ARAS ve MARCOS yöntemleri ile önceliklendirilmiş ve bu yöntemler dikkate alınarak ülkelerin sıralaması oluşturulmuştur. Bu kapsamda, SKA9 kriterinin yüksek önem derecesine sahip olduğu ve SKA9'da yapılacak iyileştirmelerin büyüme oranı, ekolojik ayak izi ve işsizlik konularına olumlu katkı sağlayacağı göz önünde bulundurulduğunda, yine benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Sonuç olarak, literatürdeki diğer çalışmalar ile bu çalışmanın bulguları büyük ölçüde paralellik göstermekte olup, CRITIC temelli ARAS ve MARCOS yöntemleriyle yapılan sıralamaların uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda, ülkeler, sivil toplum kuruluşları ve vatandaşlar için çeşitli öneriler geliştirilmiştir. Ülkeler için, Kırılgan Beşli ülkelerinin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi için çevresel sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve sosyal eşitsizliklerin giderilmesi gibi kritik alanlara odaklanması gerektiği vurgulanmıştır. Bu doğrultuda yenilikçi teknolojilere yatırım yapılması ve altyapı projelerinin desteklenmesi önerilmektedir. Sivil toplum kuruluşları için ise, özellikle çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal eşitlik konularında farkındalık yaratılmasının ve hükümet politikalarını destekleyecek projelerin geliştirilmesinin önemli olduğu belirtilmiştir. Vatandaşlar açısından ise, sürdürülebilirlik bilincinin artırılması, enerji tasarrufu ve atık yönetimi gibi bireysel düzeyde (örn. Demirkıran vd., 2021)) çevresel katkılar sağlayacak adımların atılması gerekmektedir. Ayrıca, yerel yönetimlerin sürdürülebilirlik politikalarını destekleyici faaliyetlerde bulunulması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- 17 Goals for People for Planet. (2024, Ağustos 30). The Sustainable Development Agenda. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>
- Abdel-Basset, M., Chakraborty, R. K., & Gamal, A. (2023). *Multi-Criteria Decision Making Theory and Applications in Sustainable Healthcare* (1st Edition). CRC Press.
- Acar, E. (2022). Comparison of the Performances of OECD Countries in the Perspective of Socio-Economic Global Indices: CRITIC-Based Cocoso Method. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 73, 256-277. <https://doi.org/10.51290/dpusbe.1122650>
- Akandere, G., & Zerenler, M. (2022). Doğu Avrupa Ülkelerinin Çevresel ve Ekonomik Performansının Bütünleşik CRITIC-TOPSIS Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 25(Özel Sayı), 524-535. <https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.1156615>
- Altın, F. G., Tunca, M. Z., & Ömürbek, N. (2020). Entropi Temelli SAW ve ARAS Yöntemleri ile Nato Ülkeleri Askeri Güçlerinin Sıralanması. *Alanya Akademik Bakış*, 4(3), 731-753. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.646385>
- Altın, H. (2020). A Comparison of Performance Results of ARAS and MOOSRA Methods: American Continent Countries. *Pressademia*, 7(2), 173-186. <https://doi.org/10.17261/Pressademia.2020.1212>
- Altıntaş, F. F. (2021). Çevre Performanslarının ENTROPİ tabanlı ROV, ARAS VE COPRAS Yöntemleri ile Ölçülmesi: G20 Grubu Ülkeleri Örneği. *Social Sciences Research Journal*, 10(1), 55-78.
- Altıntaş, F. F. (2023). Akdeniz Ülkelerinin Deniz Sağlığı Performanslarının Analizi: CRITIC Tabanlı MARCOS Yöntemi İle Bir Uygulama. *Acta Aquatica Turcica*, 19(1), 1-20. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.1086840>
- Arıkan Kargı, V. S. (2022). Determining Digital Readiness Levels of The OECD Countries with CRITIC-Based ARAS Method. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 13(2), 363-376. <https://doi.org/10.54688/ayd.1111357>
- Ayçin, E., & Arsu, T. (2021). Sosyal gelişme endeksine göre ülkelerin değerlendirilmesi: Merce ve marcos yöntemleri ile bir uygulama. *İzmir Yönetim Dergisi*, 2(2), 75-88.
- Aytekin, A., Korucuk, S., Bedirhanoglu, Ş. B., & Simic, V. (2024). Selecting The Ideal Sustainable Green Strategy for Logistics Companies Using A T-Spherical Fuzzy-Based Methodology. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 127(Part B (107347)). <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107347>
- Bernanke, B. (1995). Macroeconomics of the Great Depression: A Comparative Approach. *Money, Credit and Banking*, 27(1), 1-28.
- Brundtland Report* (Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future). (1987). United Nations. <https://www.are.admin.ch/are/en/home/media/publications/sustainable-development/brundtland-report.html>
- Chakraborty, S., Chatterjee, P., & Das, P. P. (2024). *Multi-Criteria Decision-Making Methods in Manufacturing Environments: Models and Applications* (1st Edition). Apple Academic Press.
- Chichilnisky, G. (1997). What is Sustainable Development? *Land Economics*, 73(4), 467-491. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1375216>
- Clapp, B. W. (1994). *An Environmental History of Britain since the Industrial Revolution* (1st Edition). Routledge.
- Çınaroğlu, E. (2021a). CRITIC Temelli CODAS ve ROV Yöntemleri ile AB Ülkeleri Yaşam Kalitesi Analizi. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 337-364. <https://doi.org/10.33399/biibfad.868418>
- Çınaroğlu, E. (2021b). CRITIC Temelli MARCOS Yöntemi ile Yenilikçi ve Girişimci Üniversite Analizi. *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi*, 10(1), 111-133.

D. Sachs, J., Lafortune, G., & Fuller, G. (2024, Ağustos 26). *Sustainable Development Report 2024: The SDGs and the UN Summit of the Future*. Sustainable Development Report. <https://dashboards.sdindex.org/>

Demirkıran, M., Yorulmaz, M., & Uysal, B. (2021). People' responsibilities and adaptation in the struggle against the COVID-19 pandemic. *Annals of Clinical and Analytical Medicine*, 12(04), 452-456.

Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The CRITIC Method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)

Doğan, H. (2022). Measurement of the Environmental Performance of Selected Countries with Integrated CRITIC - MABAC Methods. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 7(2), 433-448.

Données et études statistiques. (2024, Ağustos 30). *5.1 – The Kyoto Protocol*. The Kyoto Protocol. www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr

Doumpos, M., & Zopounidis, C. (2004). *Multicriteria Decision Aid Classification Methods*. Kluwer Academic Publishers.

Eğilmez, M. (2018). *Tarihsel Süreç İçinde Dünya Ekonomisi* (1. Baskı). Remzi Kitabevi.

Eren, H., & Gelmez, E. (2022). Ülkelerin İnovasyon Performansına Göre Kümelenmesi; ENTROPI, COPRAS ve ARAS Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 12(3), 1546-1565. <https://doi.org/10.30783/nevsosbil.1153211>

Ergün, Ü. R., & Bulut, E. (2024). Küresel İklim Krizi Tedbirlerine Uyum Sürecinde Demir Çelik Sektörü: CRITIC ve CoCoSo Yöntemleriyle Bir Değerlendirme. *Verimlilik Dergisi*, 58(3), 305-324. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1393071>

Ersoy, N. (2022a). Comparative Analysis of MCDM Methods for The Assessment of ICT Development in G7 Countries. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(25), 55-73. <https://doi.org/10.36543/kauibfd.2022.003>

Ersoy, N. (2022b). OECD ve AB Üyesi Ülkelerin İnovasyon Performanslarının MEREC-MARCOS Bütünleşik Modeli ile Ölçümü. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(3), 1039-1063. <https://doi.org/10.16953/deusosbil.1106249>

Eşiyok, S., Ariş, E., & Antmen, F. (2023). Ranking and Evaluation of G7 Countries and Turkey by GGGI Indicators Using ENTROPY, CRITIC and EDAS Methods. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 38(3), 647-660. <https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.1377228>

Futrell, W. C. (2011). UN Conference on Environment and Development. İçinde *Green Politics: An A-to-Z Guide* (1st Edition, ss. 415-417). SAGE Publications, Inc.

Gençtürk, M., Senal, S., & Aksoy, E. (2021). COVID-19 Pandemisinin Katılım Bankaları Üzerine Etkilerinin Bütünleşik CRITIC-MARCOS Yöntemi İle İncelenmesi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 92, 139-160. <https://doi.org/10.25095/mufad.937185>

Harrison, R. M. (1999). *Understanding Our Environment: An Introduction to Environmental Chemistry and Pollution* (Third Edition). The Royal Society of Chemistry.

Ishizaka, A., & Nemery, P. (2013). *Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software* (1st Edition). John Wiley & Sons Ltd.

Jameel, T., Riaz, M., Yaqoob, N., & Aslam, M. (2024). T-Spherical Fuzzy Interactive Dubois–Prade Information Aggregation Approach for Evaluating Low-Carbon Technology Impact and Environmental Mitigation. *Heliyon*, 10(7 (e28963)). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28963>

Kayapınar Kaya, S., Ayçin, E., & Pamucar, D. (2023). Evaluation of Social Factors within the Circular Economy Concept for European Countries. *Central European Journal of Operations Research*, 31(1), 73-108. <https://doi.org/10.1007/s10100-022-00800-w>

Keynes, J. M. (2013). *The General Theory of Employment, Interest and Money* (4th Edition). Cambridge University Press The Royal Economic Society.

- Koca, G., & Bingöl, M. S. (2022). Hayat-Dışı Sigorta Şirketlerinin Performanslarının CRITIC Tabanlı MARCOS Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 70-83. <https://doi.org/10.33905/bseusbed.1106188>
- Lafortune, G., Fuller, G., Moreno, J., Schmidt-Traub, G., & Kroll, C. (2024, Ağustos 28). *SDG Index and Dashboards Detailed Methodological Paper*. Methodological Paper. <https://github.com/sdsna/2018GlobalIndex/raw/master/2018GlobalIndexMethodology.pdf>
- Linkov, I., & Moberg, E. (2012). *Multi-Criteria Decision Analysis: Environmental Applications and Case Studies* (1st Edition). CRC Press.
- Liu, S., Chen, S., Wu, P., Wu, Q., Zhou, L., Deveci, M., & Mardani, A. (2024). An Integrated CRITIC-EDAS Approach for Assessing Enterprise Crisis Management Effectiveness Based on Weibo. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 32(2 (e12572)). <https://doi.org/10.1111/1468-5973.12572>
- Malthus, T. R. (1983). *An Essay on the Principle of Population*. J. Johnson.
- Meral, İ. G. (2023). BRICS-T Ülkelerinin İnovasyon Performanslarının MEREC-MARCOS Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 550-571. <https://doi.org/10.21180/iibfdkastamonu.1344363>
- Meral, İ. G. (2024). Türkiye ve Türki Cumhuriyetlerde Sürdürülebilir Kalkınma Performansının CRITIC-LOPCOW ve CoCoSo Yöntemleriyle İncelenmesi. *Fiscaoeconomia*, 8(2), 619-645. <https://doi.org/10.25295/fsecon.1431939>
- Olabi, A. G., Abdelkareem, M. A., Mahmoud, M., Mahmoud, M. S., Elsaid, K., Obaideen, K., Rezk, H., Eisa, T., Chae, K.-J., & Sayed, E. T. (2024). Multiple-Criteria Decision-Making for Hydrogen Production Approaches Based on Economic, Social, and Environmental Impacts. *International Journal of Hydrogen Energy*, 52(Part A), 854-868. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.10.293>
- Organ, A., & Katrancı, A. (2016). Kırılğan Sekizli Olarak Adlandırılan Ülkelerin Yaşanabilirlik Düzeyinin Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Değerlendirilmesi. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi, Özel Sayı*, 73-90.
- Ömürbek, N., Eren, H., & Dağ, O. (2017). ENTROPİ-ARAS ve ENTROPİ-MOOSRA Yöntemleri ile Yaşam Kalitesi Açısından AB Ülkelerinin Değerlendirilmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 29-48.
- Ömürbek, V., Aksoy, E., & Akçakanat, Ö. (2017). Bankaların Sürdürülebilirlik Performanslarının ARAS, MOOSRA ve COPRAS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 8(19), 14-32. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.329346>
- Özkan Tükel, G., & Önem, H. B. (2020). Solving a Non-Linear Constrained Portfolio Optimization Problem; Applications of Lagrange Kuhn-Tucker Method. *Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri*, 6(12), 209-222.
- Özkan Tükel, G., & Şimşek, A. (2022). A Constrained Optimization Study for Agriculture and Food Related Stocks Traded in Borsa Istanbul. İçinde N. Yılmaz (Ed.), *Güncel Ekonomi, Tarım, Finans ve İşletme Analizleri* (Birinci Baskı, ss. 21-46). Efe Akademi Yayıncılık.
- Papadimitriou, E., Neves, A. R., & Becker, W. (2024, Ağustos 28). *JRC Statistical Audit of the Sustainable Development Goals Index and Dashboards*. JRC Statistical Audit. https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2019/2019_JRC_Audit_SDG_Index.pdf
- Parlar, G., & Palancı, O. (2020). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Dünya Üniversitelerinin Performanslarının Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(26), 203-227. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.657718>
- Pınar, A. (2024). Kırılğan Beşli Ülkelerinin Ekonomik Performanslarının CRITIC ve TOPSIS Yöntemleri ile Ölçülmesi (2010 – 2022). *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 26(46), 365-380.

Salimian, S., Mousavi, S. M., Tupenaite, L., & Antucheviciene, J. (2023). An Integrated Multi-Criteria Decision Model to Select Sustainable Construction Projects under Intuitionistic Fuzzy Conditions. *Buildings*, 13(4 (848)). <https://doi.org/10.3390/buildings13040848>

Skvarciany, V., & Astike, K. (2022). *Decent Work and Economic Growth: Case of EU*. 184-190. <https://doi.org/10.3846/bm.2022.916>

Snowdon, B., & Vane, H. (2012). *Modern Makroekonomi (Temelleri, Gelişimi ve Bugünü)* (B. Kablamacı, Çev.; 1. Baskı). Efil Yayınevi.

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). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231>

Sümerli Sarıgül, S., Ünlü, M., & Yaşar, E. (2023). Financial Performance Analysis of Airlines Operating in Europe: CRITIC Based MAUT and MARCOS Methods. *International Journal of Business and Economic Studies*, 5(2), 76-97. <https://doi.org/10.54821/uiecd.1257488>

Szymczyk, K., Bağci, H., Kaygin, C. Y., & Şahin, D. (2023). A Comparison of the Entrepreneurial Performance of Asian-Oceanian Countries via the Multi-Criteria Decision-Making Techniques of Critic, Aras, Waspas, Mairca and Borda Count Methods. *Acta Polytechnica Hungarica*, 20(3), 65-81. <https://doi.org/10.12700/APH.20.3.2023.3.5>

Tang, C., Xie, X., Wei, G., Pan, L., & Qi, Z. (2024). Exploring the Evolutionary Characteristics of Food Security in China and the United States from a Multidimensional Perspective. *Foods*, 13(14 (2272)). <https://doi.org/10.3390/foods13142272>

Thakkar, J. J. (2021). *Multi-Criteria Decision Making* (First Edition). Springer.

Trung, D. D. (2022). Development of Data Normalization Methods for Multi-Criteria Decision Making: Applying for MARCOS Method. *Manufacturing Review*, 9(22). <https://doi.org/10.1051/mfreview/2022019>

Tükel, T., Köse, U., & Özkan Tükel, G. (2023). Decision Support Systems in Stock Investment Problems. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 20, 409-419. <https://doi.org/10.37394/23209.2023.20.43>

UNFCCC. (2011). *Compilation and Synthesis of Supplementary Information Incorporated in Fifth National Communications Submitted in Accordance with Article 7, Paragraph 2, of The Kyoto Protocol*. (Compilation and Synthesis Reports SBI 34). National Communications (NC). <https://unfccc.int/documents/6620>

Uzun, B., Uzun Ozsahin, D., & Duwa, B. (2021). Theoretical aspects of multi-criteria decision-making (mcdm) methods. İçinde D. Uzun Ozsahin, H. Gökçekuş, B. Uzun, & J. LaMoreaux (Ed.), *Application of multi-criteria decision analysis in environmental and civil engineering* (First Edition, ss. 7-16). Springer.

Ünal, S., & Dımişki, E. (1999). UNESCO-UNEP Himayesinde Çevre Eğitiminin Gelişimi ve Türkiye’de Ortaöğretim Çevre Eğitimi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(17), 142-154.

Wynberg, R. (2002). A Decade of Biodiversity Conservation and use in South Africa: Tracking Progress from The Rio Earth Summit to The Johannesburg World Summit on Sustainable Development. *South African Journal of Science*, 98(5), 233-243. <https://doi.org/10.10520/EJC97486>

Yavuz, S., & Esen, Ş. B. (2024). A Re-Evaluation of How Well Each Country is Doing in Terms of Achieving the SDGs: An Objective Approach Based on Multi-Criteria-Decision-Analysis. *Ege Academic Review*, 24(2), 179-198. <https://doi.org/10.21121/eab.1287079>

Yılmaz, S., & Koca, G. (2021). Ülkeleri İnsani Kalkınma Endeksi Açısından Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Değerlendirme. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(4), 719-734. <https://doi.org/10.29106/fesa.991542>

Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). A New Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in Multicriteria Decision-Making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159-172. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.10>