

TOPSIS Sort-B Yöntemiyle Ülkelerin Çevresel Performanslarına Göre Sınıflandırılması ve Çevresel Performansı İyi Olan Ülkelerin Ortak Özelliklerinin Belirlenmesi

Ahmet Serhat ULUDAĞ (<https://orcid.org/0000-0002-0058-2384>), Ondokuz Mayıs University, Türkiye;
serhat.uludag@omu.edu.tr

Mevlüt İNANÇ (<https://orcid.org/0009-0003-3658-5354>), Ondokuz Mayıs University, Türkiye;
mevlutinanc9@gmail.com

Classification of Countries Based on Environmental Performance Using the TOPSIS Sort-B Method and Identification of Common Characteristics of Countries with Good Environmental Performance

Abstract

The Environmental Performance Index (EPI) helps countries evaluate how close they are to achieving their environmental goals and develop strategies to improve performance. Many indices, like the EPI, do not classify decision-making units into predefined categories. This study addresses this by classifying 105 countries from the 2024 EPI into four categories using the TOPSIS Sort-B method. It also identifies the standard features of countries that have good environmental performance. The findings show that these countries share high per capita income, strong governance, personal freedoms, rule of law, education, environmental commitment, happiness, human development and sustainable development goals.

Keywords : Environmental Performance Index, Multi-Criteria Classification, TOPSIS Sort-B, Entropy.

JEL Classification Codes : C38, C44, Q56.

Öz

Çevresel performans indeksi (EPI), ülkelerin çevresel konulardaki amaçlarını başarmaya ne kadar yaklaştıklarını görebilmelerine ve çevresel performanslarını geliştirebilmelerine rehberlik eden bir çalışmadır. Bu indeks gibi pek çok indekste çoğu zaman karar birimleri önceden tanımlanmış sınıflara ayrılmamaktadır. Bu noktadan hareketle bu çalışmada TOPSIS Sort-B yöntemiyle 2024 yılı Çevresel Performans İndeksi'ndeki 105 ülkenin tercih sırası önceden belirlenmiş dört sınıfa ayrılması ve çevresel performansı iyi olan ülkelerin ortak özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular, çevresel performansı iyi seviyedeki ülkelerin; kişi başına düşen milli gelir, yönetim, özgürlükler, hukukun üstünlüğü, eğitim seviyesi, çevreye verilen önem, mutluluk, insani gelişmişlik, sürdürülebilir kalkınma hedefleri gibi konularda benzeştiklerini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler : Çevresel Performans İndeksi, Çok Kriterli Sınıflandırma, TOPSIS Sort-B, Entropi.

1. Giriş

Sanayi toplumu, ekonomide sanayinin ön plana çıktığı, milli devlet yapısının, şehirleşmenin ve okur yazarlığının önem kazandığı toplum biçimi olarak tanımlanmaktadır (Genç & Demirdöğen, 2000: 196). Sanayi toplumuna geçişte 18.yy'da ortaya çıkan teknolojik gelişmeler önemli rol oynamıştır. Vinita vd. (2020), sanayi devrimini; birinci, ikinci, üçüncü ve Endüstri 4.0 olarak da adlandırılan dördüncü sanayi devrimi olmak üzere dört dönem olarak ele almışlar ve incelemişlerdir. Sanayi devrimi sadece üretim model ya da modelleri üzerinde değil; toplumsal yapı ve çevre üzerinde de değişikliklere neden olmuştur. İşçi sınıfının ortaya çıkması, işçi-işveren arasındaki çatışmaların artması, sendikalaşmanın önem kazanması, kentleşmenin giderek yaygınlaşması, kıt kaynakların bilinçsizce tüketilmesi ve her geçen gün artan çevresel kirlilik sanayileşmeyle doğrudan doğruya ilintili sorunlardır. Bu sorunların ana kaynağı olan sanayileşme, her geçen gün çevre üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Bozulan ekosistem, küresel ısınma, azalan canlı ve hayvan çeşitliliği, denizlerin, tatlı suların, içme su kaynaklarının kirlenmesi ve azalması, insan sağlığını olumsuz etkileyecek sanayi kaynaklı tehditlerin artması bu baskılardan sadece birkaçıdır. Hal böyle olunca insanoğlunun geleceği için çevreyi korumaya yönelik ulusal ve uluslararası düzeyde geliştirilecek politikaların önemi de her geçen gün giderek artmaktadır.

Yale ve Columbia Üniversiteleri tarafından yürütülen ve iki yılda bir tekrarlanan çevresel performans indeksi (EPI) de çevreye atfedilen önemin bir sonucudur. Bu indekste üç politika amacı (ECO: Ekosistem canlılığı; HLT: Çevresel sağlık; PCC: İklim değişikliği) altında toplanan 11 sorun çevresel sorun alanı tanımlanmıştır. Ülkelerin bu 11 sorun alanındaki başarıları ise, toplam 58 gösterge dikkate alınarak ölçülmektedir. Bu yolla ülkelerin çevresel korumaya ve sürdürülebilir kalkınmaya yönelik belirlemiş oldukları politika amaçlarını başarıp başaramadıkları belirlenmeye çalışılmaktadır.

Son EPI raporu, 2024 yılında yayınlanmıştır. Bu çalışmada, iklim değişikliği, ekosistem canlılığı ve çevre sağlığı olmak üzere üç temel politika amacı tanımlanmıştır. Bunlardan ekosistem canlılığı, doğal kaynakların ülkeler tarafından verimli ve etkin kullanılıp kullanılmadığı konusuyla ilgili. Çevre sağlığı ana politika amacı ise, toplum sağlığının hava kirliliği ve diğer çevresel risk faktörlerine karşı ülkeler tarafından iyi korunup korunmadığı hususuyla ilintilidir. Son olarak hava kirliliği ana politika amacı ise, ülkelerin hava kalitesi ve hava kalitesini iyileştirmeye yönelik olarak almış oldukları tedbirlerin başarılı olup olmadığı meselesiyle ilişkilendirilmektedir. 2024 yılı EPI raporunda 3 ana çevre politikası amacı altında toplanan 11 alt sorun alanı ve bu 11 alt sorun alanındaki durumu tespit etmeye yönelik kullanılan 58 çevresel performans göstergesi vasıtasıyla 180 ülkenin çevresel performansları ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. 2024 yılı EPI raporundaki politika amaçları, sorun alanları ve performans göstergeleri arasındaki ilişki ve hiyerarşik yapı Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo: 1
EPI 2024'teki Politika Amaçları, Sorun Alanları ve Performans Göstergeleri*

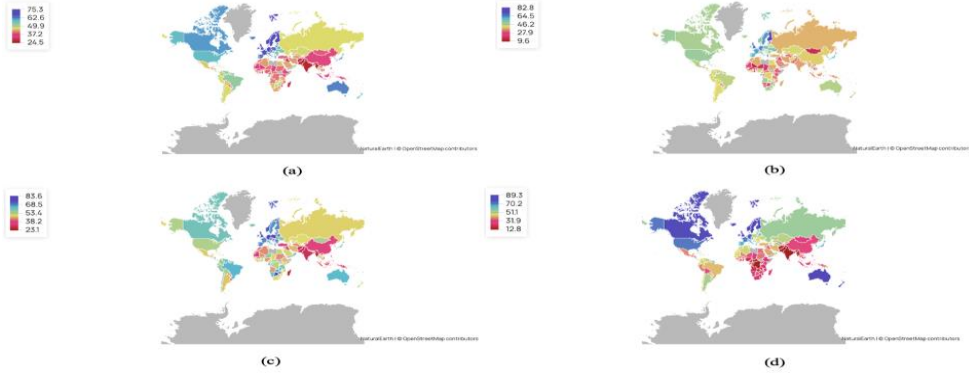
Politika Amaçları										
ECO						HLT				PCC
Sorun Alanı						Sorun Alanı				Sorun Alanı
BDH	ECS	FSH	APO	AGR	WRS	AIR	H2O	HMT	WMG	CCH
Gösterge	Gösterge	Gösterge	Gösterge	Gösterge	Gösterge	Gösterge	Gösterge	Gösterge	Gösterge	Gösterge
MKP	PFL	FSS	OEB	SNM	WWG	HPE	USD	LED	WPC	CDA
MHP	IFL	FCD	OEC	PSU	WWC	HFD	UWD		SMW	CDF
MPE	FCL	BTZ	NXA	PRS	WWT	OZD			WRR	CHA
PAR	TCG	BTO	SDA	RCY	WWR	NOD				FGA
SPI	FLI	RMS				SOE				NDA
TBN						COE				BCA
TKP						VOE				LUF
PAE										GTI
PHL										GTP
RLI										GHN
SHI										CBP
BER										

Not: 2024 Çevresel Performans İndeksi çalışması dikkate alınarak hazırlanmıştır.

* EPI: Çevresel Performans Endeksi, ECO: Ekosistem Canlılığı, BDH: Biyoçeşitlilik ve Habitat, MKP: Deniz KBA Koruma, MHP: Deniz Habitatı Koruma, MPE: Deniz Koruma Sıklığı, PAR: Korunan Alanlar Temsil Edilebilirlik Endeksi, SPI: Tür Koruma Endeksi, TBN: Karasal Biyom Koruma (ulusal ağırlıklar), TKP: Karasal KBA Koruma, PAE: Korunan Alan Etkinliği, PHL: Korunan İnsan Arazisi, RLI: Kırmızı Liste Endeksi, SHI: Tür Habitat Endeksi, BER: Biyoklimatik Ekosistem Direnci, ECS: Ormanlar, PFL: Birincil Orman Kaybı, IFL: Bütünleşik Orman Peyzajı Kaybı, FCL: Kalıcılığı Göre Ağırlıklı Ağaç Örtüsü Kaybı, TCG: Ağaç Örtüsünde Net Değişim, FLI: Orman Peyzajı Bütünlüğü, FSH: Balıkçılık, FSS: Balık Stoku Durumu, FCD: Atık Balık Avı, BTZ: MEB'de Dip Trolü, BTO: Küresel Okyanusta Dip Trolü, RMS: Bölgesel Deniz Trofik Endeksi, APO: Hava Kirliliği, OEB: Ozon Maruziyeti KBA'ları, OEC: Ozon Maruziyeti Tarım Arazileri, NXA: Azot Oksitler İçin Ayarlanmış Emisyon Büyüme Oranı, SDA: Küktirt Dioksit İçin Ayarlanmış Emisyon Büyüme Oranı, AGR: Tarım, SNM: Sürdürülebilir Azot Yönetimi Endeksi, PSU: Fosfor Fazlası, PRS: Pestisit Kirlilik Riski, RCY: Göreceli Ürün Verimi, WRS: Su Kaynakları, WWG: Üretilen Atık Su, WWC: Toplanan Atık Su, WWT: Artılan Atık Su, WWR: Yeniden Kullanılan Atık Su, HLT: Çevre Sağlığı, AIR: Hava Kalitesi, HPE: Antropojenik PM2.5 Maruziyeti, HFD: Hanehalkı Katı Yakıtları, OZD: Ozon Maruziyeti, NOD: NOx Maruziyeti, SOE: SO2 Maruziyeti, COE: CO Maruziyeti, VOE: VOC Maruziyeti, H2O: Sanitasyon ve İçme Suyu, USD: Güvensiz Sanitasyon, UWD: Güvensiz İçme Suyu, HMT: Ağır Metaller, LED: Kurşun Maruziyeti, WMG: Atık Yönetimi, WPC: Kişi Başına Üretilen Atık, SMW: Kontrollü Katı Atık, WRR: Atık Geri Kazanım Oranı, PCC: İklim Değişikliği, CCH: İklim Değişikliği Azaltma, CDA: Karbondioksit İçin Ayarlanmış Emisyon Büyüme Oranı, CDF: Karbondioksit İçin Ayarlanmış Emisyon Büyüme Oranı (ülke hedeflerine göre), CHA: Metan İçin Ayarlanmış Emisyon Büyüme Oranı, FGA: F-Gazlar İçin Ayarlanmış Emisyon Büyüme Oranı, NDA: Azot Oksit İçin Ayarlanmış Emisyon Büyüme Oranı, BCA: Siyah Karbon İçin Ayarlanmış Emisyon Büyüme Oranı, LUF: Arazi Örtüsü Değişikliğinden Kaynaklanan Net Karbon Akışı, GTI: Emisyon Yoğunluğuna Göre Ayarlanmış Sera Gazı Büyüme Oranı, GTP: Kişi Başına Emisyonlara Göre Ayarlanmış Sera Gazı Büyüme Oranı, GHN: 2050'de Projeksiyon Yapılan Emisyonlar, CBP: 2050'ye Kadar Karbon Bütçesine Göre Projeksiyon Yapılan Kümülatif Emisyonlar.

2024 yılı EPI raporuna göre; küresel çevresel performans sıralamasında 75,3'lük puanla Estonya birinci sırada yer alırken; Vietnam 24,5'lik puanla son sırada yer almaktadır. Çevresel performans indeksi, sadece ülkelerin küresel ölçekte çevresel performanslarını değil; aynı zamanda, ana politika amaçları ve sorun alanları bağlamında da durumlarını görebilmelerine imkan vermektedir. Bu bağlamda çevresel sağlık ana politika amacında İzlanda 89,3'lük puanla ilk sırada yer alırken; Lesotho 12,8'lik puanla 180'inci sırada yer almaktadır. İkinci ana çevre politikası amacı olan ekosistem canlılığı açısından Lüksemburg 83,6'lık puanla birinci sırada yer alırken; Cabo Verde 23,1'lik puanla son sırada yer almıştır. Son çevresel politika amacı olan iklim değişikliği bağlamında ilk sırada 82,8'lik puanla Estonya bulunurken; 9,6'lık puanla Laos son sırada yer almaktadır. 2024 yılı EPI raporunda 180 ülke hem küresel çevresel performans skoru hem de üç ana çevresel politika amacı skoruna göre belli puan aralıklarında yer alacak şekilde gösterilmiştir. Bu çalışmanın kaleme alındığı sırada 2024 yılı EPI raporuna ilişkin teknik rapor yayımlanmadığından bu aralıkların neye göre belirlendiğine ilişkin net bir bilgi vermek mümkün gözükmemektedir. Fakat, aralık değerlerin nihai performans skorlarına bağlı olarak gerçekleştirilen bir kümeleme analiziyle belirlendiği söylenebilir.

Şekil: 1 Performans Skorlarına Göre Ülkelerin Durumları*



Kaynak: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2024.

* (a) Küresel Çevresel Performans İndeksi Skorlarına Göre Ülkeler. (b) İklim Değişikliği Çevre Politikasına Göre Ülkeler. (c) Ekosistem Canlılığı Çevre Politikasına Göre Ülkeler. (d) Çevresel Sağlık Çevre Politikasına Göre Ülkeler.

Yale Çevre Hukuku ve Politikası Merkezi tarafından hazırlanan ve Şekil 1’de gösterilen haritalarda ülkelerin çevresel performanslarına göre atanabilecekleri herhangi bir sınıf tanımlanmamıştır. Bu çalışma, bu noktadan hareketle kaleme alınmıştır. Çalışmayla iklim değişikliği, ekosistem canlılığı ve çevre sağlığı politika amaçları altında toplanan 11 sorun alanı [biyoçeşitlilik ve habitat (BDH), ormanlar (ECS), balıkçılık (FSH), hava kirliliği (APO), tarım (AGR), su kaynakları (WRS), hava kalitesi (AIR), sanitasyon ve içme suyu (H2O), ağır metaller (HMT), atık yönetimi (WMG), iklim değişikliği azaltma (CCH)] dikkate alınarak, verilerinde eksiklik bulunmayan 105 ülkenin çevresel performans seviyesi iyi (Sınıf 1), orta (Sınıf 2), kötü (Sınıf 3) ve çok kötü (Sınıf 4) seviyede olan ülkeler olarak tanımlanan 4 sınıfa atanması ve bu yolla her bir sınıfın daha derinlemesine araştırılmasına katkı sağlayacak bir temel oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 2020 yılında De Lima Silva ve de Almedia Filho tarafından önerilen TOPSIS Sort-B yöntemi kullanılmıştır. TOPSIS Sort-B kullanılarak karar birimlerinin sınıflandırılabilmesi için karar birimlerini tanımlayan kriterlerin, değişkenlerin veya göstergelerin ağırlıkların bilinmesi gerekmektedir. Bu bağlamda mevcut çalışmada EPI 2024 raporunda 11 sorun alanı için tanımlanan ağırlıklar kullanılmıştır. Ayrıca, çalışma kapsamında ağırlıklandırmanın sonuçlar üzerinde nasıl bir değişime neden olacağını belirleyebilmek için bir de duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu kapsamda, 11 sorun alanı hem eşit olacak şekilde hem de Entropi yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmış ve sonuçlardaki değişim araştırılmıştır.

Yukarıda belirtilen amaçlar doğrultusunda kaleme alınan bu çalışma, beş ana başlıktan oluşmaktadır. Giriş bölümünü takip eden kısımda EPI’yi konu alan çalışmalardan bir kısmına yer verilen literatür araştırması sunulmuştur. Bu bölümün ardından, araştırma başlığı altında araştırma probleminin amacına, çalışmada kullanılan verilere ve yöntemlere, analiz ve bulgulara yer verilmiştir. Sonrasında mevcut araştırmanın sonuçlarıyla literatürdeki benzer çalışmaların sonuçlarının karşılaştırıldığı, çalışmanın literatürdeki

çalışmalardan nasıl farklılaştığının ortaya konulduğu tartışma kısmına yer verilmiştir. Çalışmanın son bölümü ise, sonuç ve öneriler için tahsis edilmiştir.

2. Literatür

Bu bölüm, literatürde çok kriterli sınıflandırma yöntemleri kullanılarak ülkelerin çevresel performanslarını karşılaştıran ve/veya sınıflandıran çalışmaların olup olmadığını belirlemek amacıyla kaleme alınmıştır. Mamafih, gerçekleştirilen literatür araştırması ilgili yazında bu amaç doğrultusunda yapılmış herhangi bir çalışmanın olmadığını göstermiştir. Bu durum, mevcut çalışmayı oldukça özgün bir hale getirmektedir. Her ne kadar literatürde EPI ile herhangi çok kriterli bir sınıflandırma yöntemini ilişkilendiren çalışmaya rastlanmamış olsa da; literatürde bu indeks ile çok kriterli karar verme (ÇKKV) metodolojisini ilişkilendiren pek çok çalışmanın yer aldığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda aşağıda ilk olarak bu çalışmalardan bir kısmına; ardından, TOPSIS Sort, TOPSIS Sort-B ve TOPSIS Sort-C kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalara yer verilmiştir.

Rogge (2012), çalışmasında ülkelerin çeşitli alanlardaki performanslarının izlenmesi, karşılaştırılması ve buradan hareketle iyileştirici politikaların geliştirilmesinde indekslerin; bir diğer ifadeyle birleşik göstergelerin oluşturulmasının giderek yaygınlaştığını ifade etmiş ve veri zarflama analizinin (VZA) bu noktada kullanışlı bir yöntem olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte, çalışmada VZA'nın karşılaştırma yaparken bazı göstergelerin ihmal edilmesi veya bazı göstergelere gereğinden fazla önem verilmesi gibi nedenlerden ötürü bazı dezavantajları da beraberinde getirdiği de ifade edilmiştir. Bu çalışmada; Finlandiya, Brezilya, Kanada, Gine, Kosta Rika, Meksika, Endonezya, Birleşik Arap Emirlikleri'nin çevresel performansları iyimser ve kötümser VZA kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen bulgular; Finlandiya, Kanada, Kosta Rika ve Birleşik Arap Emirlikleri'nin çevresel performans açısından etkin Gine ve Endonezya'nın etkin olmayan, Brezilya'nın ise etkinliğe yakın ülkeler olduğunu göstermiştir. Özkan ve Özcan (2018), çevresel konulara odaklanan ve çevresel performansın artırılmasına yönelik geliştirilen indekslerden verimliliğin ölçülmesi noktasında sıklıkla yararlanıldığını ifade etmişler ve bu indekslerden biri olan EPI'yi dikkate alarak Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) üyesi 34 ülkenin çevresel etkinliğini VZA vasıtasıyla ölçmüşlerdir. Analiz sonuçlarına göre; Avustralya, Kanada, Çekya, Macaristan, İzlanda, İrlanda, İsrail, İtalya, Güney Kore, Lüksemburg, Meksika, Polonya, Slovakya, Slovenya, Türkiye, İngiltere ve A.B.D. çevresel performans açısından etkin olan ülkeler olarak belirlenmiştir. Özkan Aksu ve Gencer (2018), çevresel performansın sadece bir ülkeyi değil o ülkenin komşularını hatta tüm dünyayı ilgilendiren bir konu olduğunu ifade etmişler ve çalışmalarında VZA'yı kullanarak 35 OECD üyesi ülkenin çevresel performanslarının etkinliklerini ölçmüşlerdir. Ulaşılan sonuçlara göre çevresel performans açısından 26 ülke etkin; Meksika, Türkiye, Güney Kore, Şili, Polonya, Kanada, ABD, İrlanda ve Letonya ise etkin olmayan ülkeler olarak belirlenmiştir. Çakın ve Ayçin (2019) çalışmalarında, ülkeler açısından sürdürülebilir kalkınmanın sağlamlasında çevresel faktörlerin ve çevresel performansın önemine dikkat çekmişler ve çevresel performansın belli aralıklarla ölçülmesi gerektiğine vurgu yapmışlardır. Bu noktadan hareketle çalışmalarında Entropi, Gri İlişkisel Analiz (GRA), Oran Analizi Tabanlı Çok

Amaçlı Optimizasyon (MOORA) yöntemlerini kullanarak AB'ye üye ve üye olamaya aday ülkelerin çevresel performanslarını ölçmüşlerdir. Çalışmada Entropi yöntemiyle hesaplanan performans göstergeleri ağırlıkları GRA ve MOORA yöntemlerinde girdi olarak kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 6 farklı sıralama elde edilmiş, bu sıralamalar bulanık mantık vasıtasıyla bütünleştirilerek nihai bir sıralamaya ulaşılmıştır. Analizlerle Avusturya, Danimarka ve Fransa çevresel performansı en yüksek olan ülkeler olarak belirlenmiştir. Baloch vd. (2020), çalışmalarında çevresel performansın bir göstergesi olarak kabul ettikleri enerji yoğunluğu ve verimliliği konularına yoğunlaşmışlardır. Çalışmada Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika'nın 2011-2016 yılları arasındaki verileri dikkate alınarak, dinamik VZA ve bütünleşik aritmetiğin birlikte kullanımı yoluyla bir çevresel performans indeksinin oluşturulması amaçlanmıştır. Sonuçlar, BRICS üyesi ülkelerdeki ekonomik faaliyetlerin giderek değiştiğini, GSYİH'lerindeki gelişmenin sera gazı emisyonlarına olumlu şekilde yansımış, bu ülkelerin ekonomilerinde giderek daha az enerji yoğunluğuna sahip faaliyetlere yöneldiklerini göstermiştir. Matsumoto vd. (2020), çevresel verimliliği sürdürülebilir kalkınma yolunda önemli bir eşik olarak kabul etmişlerdir. Bu nedenle, çevresel performansı iyileştirmeye yönelik çabaların hem ulusal hem de uluslararası düzeyde dikkat çeken önemli bir konu olduğuna vurgu yapmışlardır. Bu öneme binaen çalışmalarında 27 AB üyesi ülkenin çevresel performanslarını VZA ve küresel Malmquist-Luenberger indeksini kullanarak ölçmüşlerdir. Elde edilen sonuçlar, 2007-2008 mali krizinin çevresel performansı olumsuz yönde etkilediğini ve bu etkinin tüm AB üyesi ülkelerde gözlemlendiğini; ekonomik ve çevresel değişkenlerin ülkelerin verimliliklerini etkilediğini ortaya koymuştur. Küresel Malmquist-Luenberger indeksi ise, analiz dönemi boyunca AB üyesi ülkelerin etkinliklerinde iyileşmeler meydana geldiğini; ancak, etkinliklerde dalgalı bir seyir yaşandığını göstermiştir. Akandere (2021), çalışmasında Kuşak Yol Projesi'nde yer alan ülkelerin çevresel ve lojistik performanslarına odaklanmıştır. Çalışmada 28 ülkenin performanslarının ölçülmesi ve karşılaştırılması için Entropi ve TOPSIS yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bütünleşik bir yaklaşım benimsenmiştir. Ulaşılan sonuçlar, 2014 yılında Singapur'un, 2016 ve 2018 yıllarında ise, Yunanistan'ın en yüksek performans sergileyen ülkeler olduğunu göstermiştir. Altıntaş (2021), ülkelerin çevresel performanslarıyla ekonomik durumlarını ve refah seviyelerini ilişkilendirmiş; ülkelerin çevresel performanslarını artırmak suretiyle ekonomik durumlarını ve refah seviyelerini geliştirebileceklerini ifade etmiştir. Bu bağlamda, ülkelerin çevresel strateji ve politikalar geliştirebilmeleri için çevresel performansı ölçen indekslere ihtiyaç duyduklarını dile getirmiştir. Bu noktadan hareketle çalışmada, G20 üyesi 19 ülkenin çevresel performanslarını çevresel sağlık ve eko sistem canlılığı ana başlıkları altında toplanan 11 alt performans göstergesini dikkate alarak ölçmüştür. Performans ölçümü için Entropi ve ROV, Entropi ve ARAS, Entropi ve COPRAS yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Ulaşılan sonuçlar, kullanılan performans göstergelerinden su kaynakları göstergesinin diğer göstergelere göre çevresel performans skoru üzerinde daha etkili olduğunu; ayrıca, Almanya, Japonya, İngiltere, Fransa ve Japonya'nın çevresel performans açısından en iyi durumdaki ülkeler olduğunu göstermiştir. Bir başka çalışmada Altıntaş (2021a), yine çevresel sağlık ve eko sistem canlılığı ana başlıkları altında toplanan 11 alt performans göstergesini dikkate alarak bu kez G7 ülkelerinin çevresel performanslarını CODAS ve

TOPSIS yöntemlerini kullanarak ölçmüştür. Ulaşılan sonuçlar, hem CODAS hem de TOPSIS yönteminde çevresel performansı en yüksek ülkenin İngiltere; en düşük ülkenin ise, A.B.D. olduğunu göstermiştir. Akandere ve Zerenler (2022), çevresel performans ile ekonomik performans arasında sıkı bir ilişki olduğunu, ülkelerin çevresel performanslarının ekonomik performanslarını etkilediğini ifade etmişlerdir. Bu noktadan hareketle çalışmalarında EPI raporunda Doğu Avrupa grubunda yer alan 19 ülkenin performanslarını CRITIC ve TOPSIS yöntemlerini bir arada kullanarak değerlendirmişlerdir. Elde edilen bulgular, Romanya'nın en iyi; Bosna ve Hersek'in ise, en kötü performansı sergileyen ülke olduğunu göstermiştir. Doğan (2022), çevresel problemlerin giderek küresel bir sorun haline dönüştüğünü ve bu sorunun çözümü noktasında ülkelerin önlemler alması gerektiğini ifade ettiği çalışmada OECD ve AB üyesi 24 ülkenin çevresel performanslarını CRITIC ve MABAC yöntemlerini bütünsel bir şekilde kullanarak ölçmüştür. Ulaşılan sonuçlar; Danimarka, İsveç, Norveç ve Finlandiya'nın performans açısından üst sıralarda yer aldığını göstermiştir. Senir (2024), sanayileşmenin, nüfus artışının, artan üretimin neden olduğu enerji tüketiminin, teknolojinin çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olduğunu vurguladığı çalışmada 2023 yılı EPI raporundaki Doğu Avrupa ülkelerinin çevresel performanslarını Entropi, COPRAS ve WASPAS yöntemlerini kullanarak değerlendirmiştir. Çalışmada dikkate alınan performans göstergelerinin ağırlıkları Entropi yöntemiyle hesaplanmış, ardından bu ağırlıklar COPRAS ve WASPAS yöntemlerinde girdi olarak kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, WASPAS yönteminin COPRAS yöntemine göre daha tutarlı sonuçlar verdiği göstermiştir. Ayrıca analizler neticesinde her iki yöntemde de çevresel performansı en iyi olan ülke Slovenya olarak belirlenmiştir.

Daha önce de ifade edildiği üzere, literatürde EPI raporlarından hareketle ülkeleri çevresel performanslarına göre sınıflandırmak için çok kriterli sınıflandırma yöntemlerinin kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle aşağıda bu çalışmada ülkelerin çevresel performanslarına göre sınıflandırılması amacıyla kullanılan TOPSIS Sort-B başta olmak üzere, TOPSIS Sort ve TOPSIS Sort-C yöntemleri kullanılarak kaleme alınan çalışmalara değinilmiştir.

TOPSIS Sort yöntemini literatüre kazandıran Sabokbar vd. (2016) çalışmalarında ilk olarak yöntemi tanıtmışlar; ardından, TOPSIS Sort Yöntemini kullanarak Tahran'daki 22 bölgeyi tercih sırası önceden belirlenmiş 5 sınıfa atamışlardır. Araştırmacılar, ulaşılan sonuçların tutarlılığına vurgu yaparak, TOPSIS Sort'un çözüm mantığının farklı yöntemlere de uygulanabileceğini ifade etmişlerdir. TOPSIS Sort yönteminin kullanıldığı başka bir çalışmada Aytekin (2020), 185 ülkeyi çocuklara sağlanan olanaklar bağlamında sınıflandırmışlardır. Değerlendirme kriterlerinin eşit ağırlıklandırıldığı çalışmada ülkelerin gruplandırılması için 5 sınıf oluşturulmuştur. Ulaşılan sonuçlar, dünya genelinde çocuklar arasında fırsat eşitsizliğinin var olduğunu göstermiştir. Ocampo vd. (2021) çalışmalarında COVID-19 salgınının restoran sektörü üzerindeki etkilerine yoğunlaşmışlar ve TOPSIS Sort yönteminin sezgisel bulanık kümeler uzantısını kullanmışlardır. Çalışmada 40 restoran, 6 kriter dikkate alınarak COVID-19'a maruziyet açısından düşük, orta ve yüksek şeklinde tanımlanan 3 sınıfa ayrılmıştır. Elde edilen bulguların, restoran sektörü için planlama ve politika geliştirme açısından önemli olduğuna vurgu yapılmıştır. Ayrıca çalışmada sezgisel

bulanık küme tabanlı TOPSIS Sort kullanılarak ulaşılan sonuçlar, TOPSIS Sort, VIKOR Sort ve CODAS Sort yöntemleriyle de karşılaştırılmıştır. Bir başka çalışmada Gül (2021), metal ürünleri sektöründe mesleki risk değerlendirmesi maksadıyla TOPSIS Sort yöntemini kullanmıştır. Çalışmada 28 potansiyel tehlikenin 5 risk sınıfına atanması için tehlikenin olasılığı, ciddiyeti ve sıklığı olmak üzere 3 kriter kullanılmıştır. Kriter ağırlıkları en iyi en kötü (BWM) yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve bu ağırlıklar TOPSIS Sort-B'ye aktarılmıştır. Çalışmayla risklerin azaltılmasına katkı sağlayacak önlemler belirlenmiştir. Yamagishi ve Ocampo (2022) ise, pandemi ve salgınların turizm sektörü üzerinde olumsuz etkiye neden olduğunu ifade ettikleri çalışmalarında COVID-19'a maruz kalma algısını değerlendirmek için TOPSIS Sort'u kullanmışlardır. Araştırmacılar, önerilen yaklaşımın turizm faaliyetlerinin geliştirilmesi noktasında karar vericilere fayda sağlayan bir karar destek aracı olduğunu ifade etmişlerdir. Tiwari ve Danish Lohani (2023) ise, çalışmalarında çevrede meydana gelen değişimin ve COVID-19 salgının ekonomiler ve insan sağlığı üzerindeki neden olduğu sorunlara odaklanmışlardır. Araştırmacılar, bu sorunların çözümü için sezgisel bulanık TOPSIS-GREY sıralaması (TOPSIS-Grey-sort) ve Entropi tabanlı sezgisel bulanık TOPSIS-GREY sıralaması (Entropy-TOPSIS-GREY-sort) olmak üzere iki çok kriterli sınıflandırma tekniği önermişlerdir. Ayrıca çalışmada önerilen yöntemler, biri COVID-19 salgının Filipinler turizm sektörü üzerindeki etkilerine; bir diğeri ise, Tahran'ın çevresel kalitesine odaklanan iki sınıflandırma probleminin çözümü için kullanılmıştır. Hendiani ve Walther (2023), çalışmalarında TOPSIS Sort yöntemiyle aralıklı sezgisel bulanık kümelerin birlikte kullanıldığı ve TOPSISort-L olarak isimlendirilen yeni bir yaklaşım önermişlerdir. Araştırmacılar önermiş oldukları TOPSISort-L'nin geçerliliğini ve uyarlanabilirliğini farklı metodolojilerle karşılaştırarak test etmişlerdir. Singer ve Özçelik (2024) ise, nüfusun giderek yaşlanmasına paralel olarak biyomedikal metal ekipmanlara olan talebin arttığını, bu ekipmanların üretiminde kullanılan malzeme özelliklerinin ise istenmeyen risklerin bertaraf edilmesi açısından önemli olduğunu ifade ettikleri çalışmalarında malzeme özelliklerini riski dikkate alarak değerlendirmek için TOPSIS Sort ve FMEA yöntemlerini bulanık küme teorisiyle birleştirerek kullanmışlardır. Araştırmacılar, çalışmayla önerilen yaklaşımın biyomedikal malzemelerin değerlendirilmesi sürecinde bir rehber vazifesi göreceğini dile getirmişlerdir.

TOPSIS Sort literatüre girdikten sonra De Lima Silva ve De Almeida Filho (2020) TOPSIS Sort'un uzantısı olan TOPSIS Sort-B ve TOPSIS Sort-C'yi geliştirmişlerdir. Araştırmacılar yöntemleri takdim ettikleri çalışmalarında ülkeleri ekonomik özgürlükler bağlamında sınıflandırmayı amaçlayan çok kriterli bir sınıflandırma probleminin çözümü için TOPSIS Sort-B ve TOPSIS Sort-C'yi kullanmışlardır. TOPSIS Sort-B'nin kullanıldığı bir başka çalışmada Aytekin ve Gündoğdu (2021), OECD ve AB üyesi ülkelerin sürdürülebilir yönetim göstergeleri bağlamında sınıflandırılmasını amaçlamışlardır. Bu amaçla, 9 kriter kullanılarak 41 ülke 5 sınıfa atanmıştır. Kriter ağırlıkları SWARA yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada TOPSIS Sort-B ve WASPAS yöntemleriyle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre İsveç, Norveç, Danimarka, Finlandiya, Almanya ve İsviçre yönetim düzeyinin çok yüksek olduğu sınıfta yer alan ülkeler olmuştur. Diğer bir çalışmada Zhang ve Li (2023), ÇKKV problemlerinde uzlaş

kavramı üzerine yoğunlaşmışlar ve grup kararlarında daha da önem kazanan bu sorunun çözümüne katkı sağlayacak uzlaşıya dayalı iki TOPSIS Sort-B önerisi getirmişleridir. Bir başka çalışmada Yegen ve Gül (2023), çevik proje yönetimine odaklanmış ve çevik proje yönetiminde takımların başarılarının sınıflandırılmasına yönelik bir probleme TOPSIS Sort-B'yi kullanarak çözüm getirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda, çalışmada 23 kriter kullanılarak 22 scrum takımı değerlendirilmiştir. Kriter ağırlıkları, Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemiyle belirlenmiş, TOPSIS Sort-B ile ulaşılan sonuçlar VIKOR Sort ile de karşılaştırılmıştır. TOPSIS Sort-B'yi kullanarak çok kriterli bir sınıflandırma problemine çözüm aranan bir başka çalışmada Uludağ (2023), meteorolojik afetler konusuna odaklanmıştır. Çalışmada; meteorolojik afetler kaynaklı toplam ölüm ve yaralanma sayıları, toplam maddi zarar, toplam mahsul zararı ve toplam zarar kriterleri dikkate alınarak A.B.D.'deki 50 eyalet 5 risk sınıfına atanmıştır. Çalışmada kriter ağırlıkları nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinden biri olan CRITIC yöntemiyle hesaplanmış ve TOPSIS Sort-B'ye girdi olarak aktarılmıştır. Elde edilen sonuçlar, TOPSIS Sort-B'nin risk değerlendirmesi için kullanılabilecek alternatif bir yöntem olduğunu göstermiştir. Durmaz ve Gölcük (2023), çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliği kapsamında risk değerlendirmesi konusuna odaklanmışlardır. İnşaat sektörünün iş sağlığı ve güvenliği açısından büyük riskler barındırmasından hareketle çalışmada TOPSIS Sort-B yöntemi kullanılarak 32 risk faktörü 3 sınıfa atanmıştır. Risk faktörlerini niteleyen kriterler ise, Entropi yöntemiyle ağırlıklandırılmıştır. Araştırmacılar önerilen yaklaşımının farklı sektörlerde de risk değerlendirmesi amacıyla kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

TOPSIS Sort'un bir diğer uzantısı olan TOPSIS Sort-C'yi TOPSIS Sort-B'den ayıran en temel özellik profillerin oluşturulmasında merkez değerlerin dikkate alınmasıdır. Dolayısıyla, TOPSIS Sort-C'de karar birimlerinin atanması arzu edilen sınıf sayısı kadar profil oluşturulmalıdır. TOPSIS Sort ve TOPSIS Sort-B'de olduğu gibi literatürde TOPSIS Sort-C kullanılarak yapılan çalışmalar da sayıca çok değildir. Bu sınırlı sayıda çalışmalardan birinde Aytekin (2020a), 27 şirketi finansal performanslarına göre etkinlikleri, performansları ve farklılıkları bağlamında BWM, EATWIOS, KARMA, MAIRCA ve TOPSIS-Sort-C yöntemlerini kullanarak değerlendirmiştir. Çalışmada TOPSIS Sort-C, şirketlerin performanslarına göre sınıflandırılması amacıyla kullanılmıştır. Bir başka çalışmada Aytekin (2023), bir neyi pazar bölümlendirme ve hedef pazar seçimine yönelik bir sınıflandırma problemine çözüm getirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada ülkelerdeki iş yapma kolaylığına ilişkin göstergeler dikkate alınarak 41 ülke 3 sınıfa ayrılmıştır. TOPSIS Sort-C ile ulaşılan sonuçlar, REF-Sort ve CODAS Sort gibi diğer çok kriterli sınıflandırma yöntemlerinin sonuçlarıyla da karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, TOPSIS Sort-C ile REF Sort sınıflandırmalarının birbirlerine oldukça yakın olduğunu göstermiştir. Roy vd. (2023) ve Roy vd. (2023a) ise, çalışmalarında bulanık BWM ve bulanık TOPSIS Sort-C'den yararlanarak finansal kurumlar için bir kredi derecelendirme sistemi önermişlerdir. Bu yolla finansal kurumların, fona ihtiyaç duyan işletmelere kredi sağlarken daha etkin kararlar verilebilmeleri amaçlanmıştır. Söz konusu çalışmalarda kriter ağırlıklarının hesaplanması için bulanık BWM, küçük ve orta ölçekli işletmelerin sınıflandırılması için ise bulanık TOPSIS Sort-C kullanılmıştır. Başka bir çalışmada De Lima Silva vd. (2023), PDTOPSIS-

Sort-C olarak isimlendirdikleri TOPSIS Sort-C'ye dayalı tercih ayrıştırmasını önermişlerdir. Araştırmacılar, PDTOPSIS-Sort-C'nin TOPSIS Sort-C'deki bilişsel çaba ihtiyacını azalttığını ifade etmişlerdir.

3. Araştırma

Çalışmanın bu bölümünde, araştırmaya konu problem, kullanılan veriler ve bunların hangi kaynaklardan elde edildiği açıklanmış ve analizlerde kullanılan TOPSIS Sort-B ve Entropi gibi yöntemlere yönelik açıklamalara yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Problemi

Bu çalışmada, Yale Üniversitesi tarafından hazırlanan 2024 EPI çalışmasında yer alan ve 11 çevresel sorun alanından eksik verisi olmayan 105 ülkenin; biyoçeşitlilik ve habitat (BDH), ormanlar (ECS), balıkçılık (FSH), hava kirliliği (APO), tarım (AGR), su kaynakları (WRS), hava kalitesi (AIR), sanitasyon ve içme suyu (H2O), ağır metaller (HMT), atık yönetimi (WMG), iklim değişikliği azaltma (CCH) çevresel sorun alanları dikkate alınarak, çevresel performansı seviyesi iyi (Sınıf 1), orta (Sınıf 2), kötü (Sınıf 3) ve çok kötü (Sınıf 4) olan ülkeler şeklinde tanımlanan 4 sınıfa atanmasını ve Sınıf 1'de yer alan ülkelerin ortak özelliklerinin belirlenmesini konu alan çok kriterli bir sınıflandırma problemine çözüm aranmaktadır.

3.2. Veri

Çözümü aranan çok kriterli sınıflandırma problemini kapsamında ihtiyaç duyulan veriler, Yale Üniversitesi tarafından hazırlanan 2024 EPI raporundan temin edilmiştir. Kullanılan verilerin tamamı, ikincil veriler olduğundan bir etik kurul izninin alınmasına da gerek bulunmamaktadır. Kullanılan veriler ilerleyen kısımlarda Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu noktada birkaç hususa açıklık getirmekte fayda vardır. Veri seti oluşturulurken ilk aşamada 58 performans göstergesi üzerinden veri seti oluşturulmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte veri seti içerisinde oldukça fazla sayıda eksik veri olmasından dolayı bir üst basamaktaki 11 çevresel sorun alanı dikkate alınmıştır. Bu noktada da 75 ülkenin bazı verilerinin eksik olması sebebiyle bu ülkeler veri setinden çıkarılmıştır. 2024 EPI raporunda eksik verilerin bir takım istatistiksel yöntemlerle tamamlandığı ifade edilmektedir. Fakat, bu çalışma kaleme alındığı zaman zarfında henüz 2024 EPI Teknik Raporu yayımlanmadığından eksik verilerin nasıl tamamlandığına ilişkin net bir bilgi vermek mümkün gözükmemektedir. Bu nedenle araştırmaya 11 ana çevresel sorun alanından eksik verisi olmayan 105 ülke dahil edilmiştir.

3.3. Yöntem

Bu çalışmada 2024 EPI raporunda eksik verisi olmayan 105 ülkenin tercih sırası önceden belirlenmiş S1, S2, S3 ve S4 şeklinde kodlanan sınıflara atanması için TOPSIS Sort-B yönteminden yararlanılmıştır. TOPSIS Sort-B'nin de arasında olduğu çoğu çok kriterli sınıflandırma yönteminde karar birimlerinin sınıflandırılması sürecinde kullanılan

kriter, değişken veya göstergelerin ağırlıklarının ya karar verici(ler) tarafından atanması ya da farklı yöntemler kullanılarak hesaplanması gerekmektedir. Bu çalışmada çevresel sorun alanlarının ağırlıklandırılması sürecinde 2024 EPI raporundaki ağırlıklar dikkate alınmıştır. Ağırlıklandırma aşamasının ÇKKV metodolojisinde nihai sonuç üzerinde belirleyici etkiye sahip olması nedeniyle; çevresel sorun alanlarının farklı şekillerde ağırlıklandırıldığı durumlarda sonuçlarda meydana gelecek değişimi gözlemleyebilmek için bir de duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizi kapsamında çevresel sorun alanları ilk olarak eşit sonrasında Entropi yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmış ve bu ağırlıklar TOPSIS Sort-B'de kullanılarak sonuçlardaki farklılaşma belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda takip eden kısımda ilk olarak TOPSIS Sort-B, sonrasında Entropi yöntemine ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

3.3.1. TOPSIS Sort-B

TOPSIS Sort-B, ÇKKV yöntemlerinden biri olan ve literatürde oldukça yaygın olarak kullanılan TOPSIS yöntemine dayanmaktadır. Sabokbar vd. (2016), TOPSIS yöntemini çok kriterli sınıflandırma problemlerinin çözümü için genişleterek TOPSIS-Sort yöntemini önermişlerdir. TOPSIS Sort yönteminden hareketle De Lima Silva ve De Almeida Filho (2020) ise, TOPSIS Sort'un iki yeni uzantısı olan TOPSIS Sort-B ve TOPSIS Sort-C'yi geliştirmişlerdir. TOPSIS Sort-B karar birimlerinin tercih sırası önceden belirlenmiş sınıflara atanmasında sınır profillerin dikkate alındığı durumlar için; TOPSIS Sort-C ise, merkez profillerin dikkate alındığı durumlar için önerilmiştir. Bu çalışmada, sınır profillerinin dikkate alındığı TOPSIS Sort-B kullanılmış olup; yöntemin temel aşamaları aşağıda sırasıyla gösterilmiştir (De Lima Silva et al., 2020: 5).

1. Aşama: Karar matrisi A 'nın oluşturulması. Burada i alternatifleri; j ise, kriterleri temsil etmektedir. Bu bağlamda, Eşitlik (1)'deki a_{ij} ise, j 'inci kritere göre i 'inci karar biriminin ölçü birimi cinsinden değeridir.

$$A = [a_{ij}]_{r \times t} \quad (i = 1, \dots, r \text{ ve } j = 1, \dots, t) \quad (1)$$

2. Aşama: Profil matrisi S 'nin tesis edilmesi. Eşitlik (2)'de p profil sayısını g ise, karar birimlerinin ayrılacağı sınıf sayısını temsil etmekte olup; $p = g - 1$ 'dir. Eşitlik (2)'deki s_{kj} , j 'inci kriter açısından k 'inci profilin birim cinsinden değeridir.

$$S = [s_{kj}]_{p \times t} \quad (k = 1, \dots, p; p = g - 1 \text{ ve } j = 1, \dots, t) \quad (2)$$

3. Aşama: Her bir kriter için maksimum ve minimum değerlerin belirlenmesi ve bu değerlerden oluşan U yapay değişken matrisinin oluşturulması. Eşitlik (3)'teki $a_j^{\max}$, j 'inci kriter için mümkün olan en büyük değeri ifade ederken; $a_j^{\min}$, j 'inci kriter için mümkün olan en küçük değeri ifade etmektedir.

$$U = \begin{bmatrix} a_1^{\max} & \dots & a_j^{\max} \\ a_1^{\min} & \dots & a_j^{\min} \end{bmatrix} \quad (j = 1, 2, \dots, t) \quad (3)$$

4. Aşama: Bütünleşik matrisin (Y) oluşturulması. Bu aşamada A , S ve U matrisleri birleştirilerek Eşitlik (4)'te Y ile gösterilen bütünleşik karar matrisi oluşturulur.

$$Y = [y_{ij}]_{(r+p+2) \times t} = \begin{bmatrix} A \\ S \\ U \end{bmatrix} \quad (i = 1, 2, \dots, (r + p + 2) \text{ ve } j = 1, 2, \dots, t) \quad (4)$$

5. Aşama: Eşitlik (5) ya da Eşitlik (6)'dan herhangi biri kullanılarak normalize değerler ($\tilde{y}_{ij}$) hesaplanır ve Eşitlik (7)'te $\tilde{Y}$ ile gösterilen normalize karar matrisi oluşturulur. Eşitlik (6)'daki maks y_j , j 'inci kritere göre i 'in alternatif ve/veya profillerin en büyük değeri iken; min y_j ise, en küçük değeridir.

$$\tilde{y}_{ij} = y_{ij} / \max_j y_j \quad (i = 1, 2, \dots, (r + p + 2)) \quad (5)$$

$$\tilde{y}_{ij} = (y_{ij} - \min_j y_j) / (\max_j y_j - \min_j y_j) \quad (i = 1, 2, \dots, (r + p + 2)) \quad (6)$$

$$\tilde{Y} = [\tilde{y}_{ij}]_{(r+p+2) \times t} \quad (7)$$

6. Aşama: Kriter ağırlıklarının (w_j) belirlenmesi, Eşitlik (8) kullanılarak ağırlıklandırılmış normalize edilmiş değerlerin (z_{ij}) hesaplanması ve Eşitlik (9)'da Z ile gösterilen ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulması.

$$z_{ij} = \tilde{y}_{ij} * w_j \quad (i = 1, 2, \dots, (r + p + 2) \text{ ve } j = 1, 2, \dots, t) \quad (8)$$

$$Z = [z_{ij}]_{(r+p+2) \times t} \quad (9)$$

7. Aşama: $j = 1, 2, \dots, t$ olmak üzere, Eşitlik (10) kullanılarak ideal (h^+) ve Eşitlik (11) kullanılarak anti-ideal (h^-) çözümlerin belirlenmesi.

$$h^+ = (h_1^+, h_2^+, h_3^+, \dots, h_j^+), h_j^+ = \begin{cases} \max_i z_{ij}; & \text{eğer } j' \text{inci kriter fayda özelliğe sahipse} \\ \min_i z_{ij}; & \text{eğer } j' \text{inci kriter maliyet özelliğe sahipse} \end{cases} \quad (10)$$

$$h^- = (h_1^-, h_2^-, h_3^-, \dots, h_j^-), h_j^- = \begin{cases} \min_i z_{ij}; & \text{eğer } j' \text{inci kriter fayda özelliğe sahipse} \\ \max_i z_{ij}; & \text{eğer } j' \text{inci kriter maliyet özelliğe sahipse} \end{cases} \quad (11)$$

8. Aşama: Eşitlik (12) yardımıyla her bir alternatifin ideal ($f_{a_i}^+$) ve Eşitlik (13) yardımıyla anti-ideal çözümden uzaklığının ($f_{a_i}^-$); Eşitlik (14) yardımıyla her bir profilin ideal ($f_{p_k}^+$) ve Eşitlik (15) yardımıyla anti ideal çözümden uzaklığının ($f_{p_k}^-$) hesaplaması.

$$f_{a_i}^+ = \left(\sum_{j=1}^d (z_{i,j} - h_j^+)^2 \right)^{1/2} \quad (i = 1, \dots, r) \quad (12)$$

$$f_{a_i}^- = \left(\sum_{j=1}^d (z_{i,j} - h_j^-)^2 \right)^{1/2} \quad (i = 1, \dots, r) \quad (13)$$

$$f_{p_k}^+ = \left(\sum_{j=1}^d (z_{i,j} - h_j^+)^2 \right)^{1/2} \quad (k = 1, 2, \dots, p \text{ ve } i = k + r) \quad (14)$$

$$f_{p_k}^- = \left(\sum_{j=1}^d (z_{i,j} - h_j^-)^2 \right)^{1/2} \quad (k = 1, 2, \dots, p \text{ ve } i = k + r) \quad (15)$$

9. Aşama: Eşitlik (16) kullanılarak her bir alternatifin ($T(a_i)$) ve Eşitlik (17) kullanılarak her bir profilin yakınlık katsayılarının ($T(p_k)$) hesaplanması.

$$T(a_i) = f_{a_i}^- / (f_{a_i}^+ + f_{a_i}^-), \quad (i = 1, 2, \dots, r) \quad (16)$$

$$T(p_k) = f_{p_k}^- / (f_{p_k}^+ + f_{p_k}^-), \quad (k = 1, 2, \dots, p) \quad (17)$$

10. Aşama: Eşitlik (18) ve Eşitlik (19) kullanılarak profiller ile alternatiflerin yakınlık katsayılarının karşılaştırılması yoluyla alternatiflerin sınıflara (C_q) atanması.

$$\text{Eğer } |T(a_i) - T(p_1)| \leq |T(a_i) - T(p_2)|, \quad (i = 1, 2, \dots, r) \text{ ise, } a_i \in C_1 \quad (18)$$

$$\text{Eğer } \left\{ \begin{array}{l} |T(a_i) - T(p_k)| < |T(a_i) - T(p_{k-1})|, \quad (i = \overline{1, r} \text{ ve } k = \overline{2, (q-1)}) \\ |T(a_i) - T(p_k)| \leq |T(a_i) - T(p_{k+1})|, \quad (i = \overline{1, r} \text{ ve } k = \overline{2, (q-1)}) \end{array} \right\} \text{ ise, } a_i \in C_k \quad (X)$$

$$\text{Eğer } |T(a_i) - T(p_q)| < |T(a_i) - T(p_{q-1})|, \quad (i = 1, 2, \dots, r) \text{ ise, } a_i \in C_q \quad (19)$$

3.3.2. Entropi Yöntemi

Kriter ağırlıklandırma yöntemleri ÇKKV metodolojisinde; öznel ve nesnel olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Analitik Ağ Süreci (ANP), Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (SWARA), Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (DEMATEL), Basit Çok Nitelikli Değerlendirme Tekniği (SMART), En İyi En Kötü Yöntemi (BWM), Tam Tutarlılık Yöntemi (FUCOM) öznel ağırlıklandırma yöntemlerinden bazıları iken; Standart Dağılım (SD), Varyans Prosedürü (VP), Kriterler Arası Korelasyon Vasıtasıyla Kriter Ağırlıklandırma (CRITIC), Entegre Objektif Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi (IDOCRIW), Kriterlerin Kaldırılma Etkilerine Dayalı Yöntem (MEREC), Kriterlerin Önemi Kriterler Arası Korelasyon ve Objektif Skorlar Aracılığıyla Belirleme (CILOS) ve Entropi yöntemi ise, nesnel ağırlıklandırma teknikleri arasında yer almaktadır.

Entropi kavramı ilk kez 1865 yılında kendi haline bırakılan bir sistemde zamanla meydana gelecek bozulma ve düzensizliği tarif etmek için Clausius tarafından kullanılmıştır (Ayçin, 2020: 132). İlerleyen yıllarda Matematiksel İletişim Kuramı'nı tanıtan Shannon, kavramı sahip olunan bilgideki belirsizliğin bir ölçüsü olarak tarif etmiştir (Wang & Lee, 2009: 8981-8982). Bu kurama göre; karar verme süreciyle ilgili bir problemin çözümü kavuşturulmasında sahip olunan bilginin kalitesi, kararın doğruluğunu ve güvenilirliğini belirleyen temel unsurlardan biridir (Ecer, 2020: 55).

Entropi kavramı, ÇKKV metodolojisinde kriter ağırlıklarının belirlenmesi için kullanılmaktadır (Özçalıcı, 2021: 217). Yöntem, kriter ağırlıklarını belirlerken karar birimlerini niteleyen özellikler arasındaki zıtlıklardan yararlanmaktadır. Bir diğer ifadeyle, bir özellik karar birimlerini ne kadar farklı derecede etkiliyorsa, o özelliğin diğer özelliklere göre ağırlığı artmaktadır (Arslan, 2020: 22). Yöntem bir karar verme probleminde karar vericilerin değerlendirme ve yargılarını çözüm sürecine dahil etmediğinden sübjektifliği ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca, kolay anlaşılabilir olması, matematiksel işlemlerin sadeliği ve kolayca uygulanabilirliği yöntemi araştırmacılar için cazip hale getirmektedir. Bununla birlikte, Entropi yöntemi kullanılarak herhangi bir ek işleme kalmaksızın kriter ağırlıklarının hesaplanabilmesi için karar birimlerinin her bir özellik veya kriterden aldığı değerlerin sıfırdan büyük olması gerekmektedir. Yöntemin temel aşamaları aşağıda sırasıyla gösterilmiştir (Uludağ & Doğan, 2021: 395-396):

Aşama (a): i alternatifleri, j kriterleri temsil etmek ve $i = 1, \dots, r$ ve $j = 1, \dots, t$ olmak üzere; Eşitlik (20)'de A ile gösterilen karar matrisi oluşturulur. Bu eşitlikteki a_{ij} , j 'inci kritere göre i 'inci karar biriminin ölçü birimi cinsinden değeridir.

$$A = [a_{ij}]_{r \times t} \quad (20)$$

Aşama (b): Eşitlik (21) kullanılarak normalize değerlerin ($\hat{a}_{ij}$) hesaplanması ve Eşitlik (22)'deki normalize karar matrisinin ($\hat{A}$) oluşturulması.

$$\hat{a}_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^r a_{ij}} \quad (i = 1, \dots, r \text{ ve } j = 1, \dots, t) \quad (21)$$

$$\hat{A} = [\hat{a}_{ij}]_{r \times t} \quad (i = 1, \dots, r \text{ ve } j = 1, \dots, t) \quad (22)$$

Aşama (c): Eşitlik (23) yardımıyla kriterlerin entropi değerlerinin (s_j) hesaplanması.

$$s_j = \frac{-[\sum_{i=1}^r \hat{a}_{ij}(\cdot) \ln(\hat{a}_{ij})]}{\ln(r)} \quad (i = 1, 2, \dots, r \text{ ve } j = 1, 2, \dots, t) \quad (23)$$

Aşama (d): Eşitlik (24) kullanılarak kriterlerin farklılaşma ya da çeşitlilik değerlerinin (g_j) hesaplanması.

$$g_j = 1 - s_j \quad (j = 1, 2, \dots, t) \quad (24)$$

Aşama (e): Eşitlik (25) yardımıyla kriter ağırlıklarının (w_j) hesaplanması.

$$w_j = g_j / \sum_{j=1}^t g_j \quad (j = 1, 2, \dots, t) \quad (25)$$

3.4. Analiz

Çalışmanın bu bölümünde analizlere ve bulgulara yer verilmiştir. Bu kapsamda ilk olarak veri seti (105 ülkenin 11 çevresel sorun alanından almış oldukları puanlar), profil matrisi (P_1 , P_2 ve P_3) ve yapay değişken matrisleri (U_1 ve U_2) oluşturulmuş ve Tablo 2’de gösterilen bütünleşik karar matrisi tesis edilmiştir. Araştırmayla 105 ülkenin çevresel performansı seviyesi iyi (Sınıf 1), orta (Sınıf 2), kötü (Sınıf 3) ve çok kötü (Sınıf 4) olan ülkeler olmak üzere 4 sınıfa atanması amaçlandığından 3 profil oluşturulmuştur. Profil sınır değerleri belirlenirken her bir performans ölçüsü için üçüncü çeyrek, ikinci çeyrek ve birinci çeyrek değerleri dikkate alınmıştır. Şunu hemen belirtmek gerekir ki; seçilen ülkelerin dört sınıfa ayrılmasının altında EPI 2024 raporunda ülkelerin performans skorlarına göre dört puan aralığına denk gelecek şekilde sınıflandırılmasından ileri gelmektedir. Bir diğer ifadeyle, sınıf sayısının dört olmasının temel sebebi, EPI 2024 raporuna uyum sağlama çabasıdır.

Tablo: 2
Bütünleşik Karar Matrisi*/**

	BDH	ECS	FSH	AP0	AGR	WRS	AIR	H2O	HMT	WMG	CCH
U ₁	100,00	100,00	100,00	200,00	100,00	200,00	100,00	200,00	200,00	100,00	100,00
U ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALB	50,60	62,40	15,80	74,50	50,40	39,20	36,50	71,30	51,50	16,40	59,40
AGO	41,50	49,20	37,60	73,20	41,00	13,80	19,90	22,90	30,40	26,10	49,40
ATG	52,80	28,70	97,30	72,00	31,40	48,20	77,80	56,90	48,50	35,60	46,40
ARG	35,00	48,90	38,50	80,50	81,40	48,50	47,60	68,30	72,80	26,60	41,40
AUS	55,40	42,30	48,10	95,90	65,30	89,10	81,00	90,90	86,30	45,70	46,60
BGD	29,10	51,40	63,20	13,30	72,20	14,00	6,30	31,90	27,00	52,90	33,00
BRB	12,50	45,40	80,40	70,00	47,90	49,50	85,80	59,80	65,70	46,00	56,70
BEL	66,40	43,60	8,00	94,30	68,50	83,60	64,80	88,20	81,30	65,10	59,70
BLZ	58,40	42,30	86,70	71,00	60,90	37,90	41,30	50,40	54,30	19,60	35,80
BEN	63,70	53,20	88,30	50,40	54,00	10,00	25,00	20,10	38,10	41,90	22,90
BIH	45,70	76,20	89,90	75,20	52,30	23,00	22,90	78,70	48,80	17,70	45,90
BRA	62,20	44,00	47,90	90,60	81,00	55,30	36,20	59,40	57,40	26,20	45,50
BRN	47,40	64,20	41,40	41,90	24,10	67,20	68,70	87,90	65,00	35,00	29,20
BGR	69,10	72,10	20,90	92,30	74,20	67,40	32,00	79,30	37,30	47,30	45,70
KHM	57,30	37,60	31,80	14,50	64,60	11,70	18,20	40,20	28,90	36,30	16,70
CMR	45,00	58,40	81,60	71,70	50,40	10,20	17,00	23,00	28,30	26,80	39,40
CAN	52,10	47,60	33,10	90,80	72,30	80,40	72,30	94,70	97,30	36,00	48,20
CHL	42,50	70,30	81,90	80,90	66,30	88,40	29,20	80,10	94,00	31,00	41,50
CHN	9,50	73,10	39,60	87,30	69,00	48,40	14,30	74,50	39,40	43,30	39,80
COL	55,50	57,00	46,20	84,90	59,30	28,10	39,60	59,70	65,30	27,00	42,20
COM	49,90	65,10	73,40	33,40	50,60	9,50	46,80	25,80	39,00	28,00	25,20
CRI	63,90	72,30	35,70	79,80	57,00	38,70	49,60	68,00	64,40	31,20	46,30
CIV	56,30	26,20	46,40	75,60	42,20	11,50	37,00	24,40	30,90	23,70	40,90
HRV	69,80	61,70	62,10	91,10	67,90	77,00	40,60	85,40	68,10	39,10	56,00
CUB	43,40	66,00	81,40	78,80	47,00	20,00	52,50	58,80	45,00	23,50	56,40
CYP	51,60	60,60	43,60	83,30	35,70	70,80	55,90	86,70	67,10	31,70	42,60
COD	51,80	47,10	73,00	100,00	39,00	10,00	8,20	25,70	27,70	23,90	40,10
DNK	53,30	51,00	44,70	90,30	77,80	85,80	70,90	91,00	98,80	65,50	67,10
DMA	27,80	56,40	49,60	68,10	45,70	44,50	62,00	51,30	44,80	38,40	53,60
DOM	57,60	61,10	95,70	51,70	78,70	25,20	46,30	42,40	30,50	18,30	37,30
ECU	50,30	71,30	69,90	85,70	50,10	38,70	37,30	63,50	62,30	32,40	48,50
SLV	36,30	67,00	21,60	85,10	62,30	21,20	22,90	50,00	39,60	27,40	46,40

GNQ	45,60	66,60	44,70	22,30	43,70	34,80	32,40	35,30	39,50	26,40	45,50
EST	78,80	28,90	70,40	91,50	71,00	72,20	60,90	71,90	68,80	65,10	82,80
FJI	16,20	75,30	75,80	70,70	63,00	42,40	61,70	36,10	59,60	44,70	51,10
FIN	58,70	60,80	90,40	92,80	66,60	84,50	82,20	95,20	99,30	68,40	71,80
FRA	61,60	58,60	43,20	92,80	72,80	84,20	65,20	85,90	94,80	59,60	61,30
GAB	63,90	80,50	47,50	98,90	28,20	42,50	30,60	34,10	41,40	29,00	52,80
GBM	38,30	49,90	91,10	26,40	33,70	9,50	46,90	24,90	23,40	32,60	37,20
GEO	44,30	85,10	61,20	73,90	26,00	38,20	34,50	70,60	37,00	36,60	46,00
DEU	82,50	38,50	36,40	92,60	78,80	90,90	66,90	97,90	94,60	67,40	64,90
GHA	45,00	25,10	58,60	78,30	70,70	14,50	32,40	27,40	39,50	31,30	24,70
GRC	62,70	58,20	47,80	88,00	61,40	85,40	53,80	92,00	67,30	39,40	71,30
GRD	21,40	63,10	84,00	76,50	51,00	46,80	74,40	55,20	36,90	38,80	36,70
GTM	36,80	33,30	39,00	49,80	56,80	28,70	20,10	31,40	38,20	24,30	30,60
GIN	61,40	30,60	38,20	33,80	45,90	9,60	36,80	20,10	23,20	39,30	22,20
GNB	54,20	33,70	67,00	35,00	42,20	10,00	42,90	19,80	16,00	25,00	41,80
GUY	56,10	79,80	31,10	61,20	74,00	27,30	65,40	42,20	20,30	31,10	30,60
HTI	30,60	51,40	86,80	55,70	50,60	10,70	25,00	18,10	8,40	21,60	47,70
HND	51,00	20,20	45,30	87,80	38,60	28,30	18,70	37,80	18,70	25,70	41,20
IND	11,40	73,80	37,00	55,30	65,10	29,90	6,80	25,60	28,20	31,80	35,00
IDN	31,50	52,70	39,90	46,20	72,20	36,90	22,80	33,40	30,00	26,70	32,10
ITA	58,90	55,00	34,00	89,50	56,40	73,90	52,30	98,20	79,60	57,50	53,20
JAM	38,90	68,70	83,20	77,40	55,10	40,50	35,80	53,80	42,70	25,50	54,30
JPN	47,50	80,10	48,50	86,40	63,30	78,40	59,90	78,70	100,00	73,60	59,70
LVA	68,30	31,80	69,00	82,40	64,40	69,80	45,10	75,10	68,10	42,80	52,40
LBN	24,10	48,50	96,20	62,50	50,60	47,30	40,00	63,20	62,40	36,60	38,00
LBR	26,50	42,40	68,80	34,10	34,00	9,90	43,20	18,70	25,50	28,20	38,40
LTU	74,80	45,90	80,10	83,20	67,00	73,80	53,20	72,50	71,50	61,30	52,40
MDG	27,00	23,50	49,30	31,20	48,20	10,00	30,80	12,90	23,90	25,70	36,10
MYS	28,80	41,00	52,00	60,70	63,60	48,00	43,20	54,00	51,30	35,40	39,90
MDV	12,00	72,90	90,50	65,90	55,80	40,60	47,80	51,90	57,30	13,40	27,90
MEX	32,50	48,80	38,40	89,10	56,80	71,50	29,70	58,60	49,10	26,30	46,40
MNE	42,10	67,90	47,90	87,30	43,00	44,10	35,30	97,50	56,10	12,70	43,10
MOZ	57,30	41,50	66,90	41,30	40,10	9,60	26,90	20,50	16,70	31,50	35,70
MMR	23,40	51,50	36,00	12,50	59,60	12,00	9,10	35,50	29,20	34,70	35,60
NLD	61,00	62,00	22,50	92,60	68,00	91,30	67,40	88,20	99,00	69,60	60,70
NZL	39,60	67,40	31,40	69,10	72,90	72,70	83,10	84,80	80,80	39,50	47,60
NIC	66,10	16,70	48,90	82,40	51,60	41,30	36,70	47,00	47,60	21,60	37,60
NGA	47,10	32,80	63,40	54,40	47,90	13,40	18,00	14,40	47,00	29,70	43,90
NOR	71,60	61,40	54,20	90,90	52,30	83,30	82,90	97,60	100,00	58,30	52,60
PAN	57,00	60,00	71,60	80,90	50,00	42,90	57,50	49,10	61,60	27,50	41,90
PNG	19,80	65,30	88,60	68,20	61,80	9,00	40,00	21,20	51,70	36,80	37,70
PER	48,90	60,10	85,00	74,70	45,30	64,00	26,60	55,10	68,30	25,90	40,70
PHL	25,60	50,60	76,40	39,70	72,30	10,60	22,80	42,70	41,60	30,00	32,20
POL	81,30	48,40	57,80	93,50	68,30	79,20	38,50	80,70	65,30	58,80	53,50
PRT	60,40	16,50	31,10	88,70	49,70	87,30	61,10	94,40	71,60	50,80	55,30
COG	71,40	67,90	61,00	76,60	48,10	21,30	12,20	24,40	35,40	37,80	29,30
ROU	71,90	57,10	24,50	86,80	67,80	52,50	39,40	68,50	53,40	42,30	49,30
RUS	41,00	43,90	63,00	65,20	62,90	53,00	50,50	73,80	61,80	15,50	36,90
LCA	30,30	80,70	94,00	68,60	39,30	38,40	73,70	53,80	44,30	12,50	47,50
VCT	35,60	75,50	86,10	72,80	76,90	41,50	74,10	51,70	28,30	37,10	49,90
SEN	56,50	63,50	58,40	39,70	71,10	12,80	49,50	27,20	35,50	24,50	32,00
SLE	46,00	17,40	75,30	33,00	40,10	10,00	38,20	17,70	28,20	32,80	46,80
SGP	36,60	28,80	97,10	81,80	61,30	92,40	53,60	99,90	78,60	75,50	41,20
SVN	64,80	58,90	36,40	92,70	56,70	72,70	45,80	91,50	92,50	53,60	57,50
SLB	13,20	42,00	84,80	83,00	44,60	9,70	60,10	33,60	28,60	19,40	52,80
KOR	32,80	57,50	34,90	87,30	61,80	86,30	44,50	91,10	85,40	64,70	47,00
ESP	67,30	44,50	33,70	89,30	54,10	80,70	56,20	91,60	77,80	50,80	57,20
LKA	33,70	70,00	63,40	49,10	62,50	10,90	20,10	53,70	65,20	32,60	44,10
SUR	64,30	72,90	38,90	80,30	62,80	44,30	68,30	43,40	39,70	13,10	43,60
SWE	59,90	56,20	52,40	90,60	73,20	86,30	81,20	97,00	100,00	72,70	62,90
TWN	39,40	85,10	46,40	86,50	60,30	39,20	40,10	70,90	71,80	69,70	48,40
TZA	65,30	54,40	71,70	77,70	48,50	16,10	23,90	20,60	44,10	24,10	32,50
THA	46,20	70,70	44,20	75,80	58,80	21,50	25,50	51,20	75,40	33,60	46,00
TLS	45,30	62,60	95,50	67,00	48,80	18,90	38,30	33,10	23,80	39,70	65,20
TGO	54,70	42,40	58,90	45,30	40,30	10,00	26,80	17,80	30,40	26,40	28,50
TTO	49,50	72,60	58,10	72,50	22,50	13,20	87,20	60,20	65,20	11,80	36,10
TUR	20,10	54,70	49,60	50,00	59,20	69,10	34,80	63,70	52,20	29,70	37,00
UKR	53,80	54,80	33,40	92,90	76,40	41,70	40,00	76,00	60,70	22,20	53,90
GBR	71,90	46,40	38,10	92,00	76,90	79,80	69,90	98,20	95,70	65,40	67,80
USA	41,00	51,90	46,50	89,10	83,00	65,70	65,80	96,40	78,60	41,70	50,10

VUT	18,10	81,90	84,00	73,50	42,70	17,60	57,50	32,40	34,50	21,90	53,70
VEN	61,30	71,30	82,50	76,10	46,10	32,10	54,20	48,50	38,20	10,30	43,50
VNM	25,40	48,50	29,40	7,50	73,00	14,90	15,50	53,70	43,30	46,10	17,90
P ₁	60,70	67,20	78,25	87,90	67,95	71,15	60,50	79,70	68,55	44,00	52,80
P ₂	49,50	56,20	52,40	76,50	57,00	40,60	41,30	55,10	51,30	32,60	45,50
P ₃	35,30	43,95	38,70	58,20	47,45	14,70	29,45	33,25	35,45	25,80	37,10

Not: 2024 Çevresel Performans İndeksi çalışması dikkate alınarak hazırlanmıştır.

* AGO (Angola), ALB (Arnavutluk), ARG (Arjantin), ATG (Antigua ve Barbuda), AUS (Avustralya), BEL (Belçika), BEN (Benin), BGD (Bangladeş), BGR (Bulgaristan), BIH (Bosna-Hersek), BLZ (Belize), BRA (Brezilya), BRB (Barbados), BRN (Brunei), CAN (Kanada), CHE (İsviçre), CHL (Şili), CHN (Çin), CMR (Kamerun), COD (Kongo Demokratik Cumhuriyeti), COG (Kongo Cumhuriyeti), COL (Kolombiya), COM (Komorlar), CRI (Kosta Rika), CUB (Küba), CYP (Kıbrıs), DEU (Almanya), DMA (Dominika), DNK (Danimarka), DOM (Dominik Cumhuriyeti), ECU (Ekvador), ESP (İspanya), EST (Estonya), FIN (Finlandiya), FJI (Fiji), FRA (Fransa), GAB (Gabon), GBR (Birleşik Krallık), GEO (Gürcistan), GHA (Gana), GIN (Gine), GMB (Gambiya), GNB (Gine-Bissau), GRC (Yunanistan), GRD (Grenada), GTM (Guatemala), GUY (Guyana), HRV (Hrvatistan), HTI (Haiti), IDN (Endonezya), IND (Hindistan), ITA (İtalya), JAM (Jamaika), JPN (Japonya), KHM (Kambocya), KOR (Güney Kore), LBN (Lübnan), LBR (Liberya), LCA (Saint Lucia), LKA (Sri Lanka), LTU (Litvanya), LVA (Letonya), MDG (Madagaskar), MDV (Maldivler), MEX (Meksika), MMR (Myanmar), MOZ (Mozambik), MNE (Karadağ), MYS (Malezya), NGA (Nijerya), NIC (Nikaragua), NLD (Hollanda), NOR (Norveç), NZL (Yeni Zelanda), PAN (Panama), PER (Peru), PHL (Filipinler), PNG (Papua Yeni Gine), POL (Polonya), PRT (Portekiz), ROU (Romanya), RUS (Rusya), SEN (Senegal), SGP (Singapur), SLB (Solomon Adaları), SLE (Sierra Leone), SLV (El Salvador), SVN (Slovenya), SUR (Surinam), SVK (Slovakya), SWE (İsveç), THA (Tayland), TLS (Doğu Timor), TTO (Trinidad ve Tobago), TUN (Tunus), TUR (Türkiye), TWN (Tayvan), TZA (Tanzanya), UKR (Ukrayna), USA (Amerika Birleşik Devletleri), VCT (Saint Vincent ve Grenadinler), VEN (Venezuela), VNM (Vietnam), VUT (Vanuatu).

** BDH: Biyoçeşitlilik ve Habitat. ECS: Ormanlar. FSH: Balıkçılık. APO: Hava Kirliliği. AGR: Tarım. WRS: Su Kaynakları. AIR: Hava Kalitesi. H2O: Sanitasyon ve İçme Suyu. HMT: Ağır Metaller. WMG: Atık Yönetimi. CCH: İklim Değişikliği Azaltma.

Bütünleşik karar matrisi oluşturulduktan sonra bu matriste yer alan tüm değerler normalize edilmiş ve normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Normalize karar matrisi oluşturulduktan sonra ağırlıklı normalize edilmiş değerlerin hesaplanması aşamasına geçilmiştir. Ağırlıklı normalize değerlerin hesaplanabilmesi için 11 çevresel sorun alanına ilişkin ağırlıkların bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada 2024 yılı EPI raporundaki ağırlıklar dikkate alınmıştır. Bu rapora göre; BDH (Biyoçeşitlilik ve Habitat) %25; ECS (Ormanlar) %5; FSH (Balıkçılık) %2; APO (Hava Kirliliği) %6; AGR (Tarım) %3; WRS (Su Kaynakları) %5; AIR (Hava Kalitesi) %17; H2O (Sanitasyon ve İçme Suyu) %5; HMT (Ağır Metaller) %2; WMG (Atık Yönetimi) %1 ve son olarak CCH (İklim Değişikliği Azaltma) çevresel sorun alanı %30 ağırlığa sahiptir (Yale Center for Environmental Law & Policy, 2024).

Bu ağırlıklar, çevresel performans puanı üzerinde en etkili sorun alanının %30'luk ağırlıkla iklim değişikliğini azaltma (CCH) olduğunu göstermektedir. Bu sorun alanını ağırlıklarına göre sırasıyla; biyoçeşitlilik ve habitat (BDH), hava kalitesi (AIR), hava kirliliği (APO), ormanlar (ECS), su kaynakları (WRS), sanitasyon ve içme suyu (H2O), tarım (AGR), balıkçılık (FSH), ağır metaller (HMT) ve atık yönetimi (WMG) çevresel sorun alanları takip etmektedir.

Çevresel sorun alanlarının ağırlıkları kullanılarak sırasıyla; ağırlıklı normalize edilmiş değerler hesaplanmış ve ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Akabinde pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri belirlenerek, her bir alternatifin ve profilin bu kümelere olan uzaklıkları, sonrasında bu uzaklıklar kullanılarak her bir alternatif ve profilin yakınlık katsayıları hesaplanmıştır. Son aşamada, alternatiflerin yakınlık katsayıları ile profillerin yakınlık katsayıları karşılaştırılarak, alternatifler 4 sınıfa atanmıştır. Alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözüm kümelerinden uzaklıkları, yakınlık katsayıları ve atandıkları sınıflar Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo: 3
Ülkelerin Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm Kümelerinden Uzaklıkları, Yakınlık Katsayıları ve Ülkelerin Atandıkları Sınıflar

Ülke	Pozitif İdeal Çözümünden Uzaklık	Negatif İdeal Çözümünden Uzaklık	Yakınlık Katsayısı	SINIF
EST	0,1206	0,3370	0,7364	SINIF1
DEU	0,1410	0,3105	0,6877	SINIF1
GBR	0,1433	0,3014	0,6778	SINIF1
FIN	0,1479	0,3017	0,6710	SINIF1
GRC	0,1608	0,2858	0,6400	SINIF1
SWE	0,1636	0,2836	0,6342	SINIF1
NOR	0,1716	0,2829	0,6224	SINIF1
DNK	0,1713	0,2756	0,6167	SINIF1
BEL	0,1711	0,2729	0,6147	SINIF1
FRA	0,1721	0,2703	0,6109	SINIF1
NLD	0,1727	0,2699	0,6098	SINIF1
ESP	0,1810	0,2635	0,5928	SINIF1
POL	0,1909	0,2723	0,5879	SINIF1
LTU	0,1870	0,2654	0,5867	SINIF1
HRV	0,1920	0,2581	0,5733	SINIF1
SVN	0,1902	0,2550	0,5728	SINIF1
PRT	0,1926	0,2515	0,5663	SINIF1
LVA	0,2005	0,2488	0,5538	SINIF2
JPN	0,1998	0,2454	0,5511	SINIF2
ITA	0,2015	0,2406	0,5443	SINIF2
AUS	0,2070	0,2461	0,5432	SINIF2
ROU	0,2081	0,2472	0,5429	SINIF2
SUR	0,2112	0,2429	0,5349	SINIF2
CAN	0,2108	0,2364	0,5286	SINIF2
TLS	0,2166	0,2396	0,5252	SINIF2
GAB	0,2174	0,2370	0,5216	SINIF2
CRI	0,2150	0,2336	0,5208	SINIF2
ATG	0,2176	0,2363	0,5205	SINIF2
ALB	0,2167	0,2319	0,5169	SINIF2
BGR	0,2230	0,2343	0,5124	SINIF2
UKR	0,2178	0,2269	0,5102	SINIF2
VEN	0,2226	0,2269	0,5048	SINIF2
CUB	0,2216	0,2253	0,5041	SINIF2
NZL	0,2290	0,2304	0,5016	SINIF2
USA	0,2266	0,2205	0,4932	SINIF2
BRA	0,2285	0,2213	0,4919	SINIF2
PAN	0,2287	0,2188	0,4890	SINIF2
VCT	0,2354	0,2219	0,4853	SINIF2
TTO	0,2431	0,2264	0,4823	SINIF2
CYP	0,2326	0,2111	0,4758	SINIF2
ECU	0,2352	0,2092	0,4707	SINIF2
BRB	0,2659	0,2303	0,4642	SINIF2
NIC	0,2458	0,2126	0,4638	SINIF2
COL	0,2413	0,2049	0,4593	SINIF2
JAM	0,2430	0,2056	0,4583	SINIF2
LCA	0,2499	0,2111	0,4580	SINIF2
DMA	0,2484	0,2088	0,4567	SINIF2
DOM	0,2473	0,2042	0,4523	SINIF3
GUY	0,2544	0,2076	0,4493	SINIF3
GNB	0,2482	0,2004	0,4468	SINIF3
CIV	0,2500	0,1995	0,4439	SINIF3
TWN	0,2482	0,1971	0,4426	SINIF3
BLZ	0,2523	0,1990	0,4409	SINIF3
GEO	0,2511	0,1941	0,4360	SINIF3
SLE	0,2529	0,1943	0,4344	SINIF3
SEN	0,2607	0,1951	0,4280	SINIF3
THA	0,2566	0,1915	0,4274	SINIF3
VUT	0,2691	0,2007	0,4271	SINIF3
GNQ	0,2563	0,1904	0,4262	SINIF3
TZA	0,2680	0,1989	0,4260	SINIF3
BIH	0,2586	0,1911	0,4249	SINIF3
COG	0,2803	0,2053	0,4228	SINIF3
KOR	0,2569	0,1880	0,4225	SINIF3

BRN	0,2657	0,1936	0,4216	SINIF3
SGP	0,2581	0,1864	0,4194	SINIF3
FJI	0,2737	0,1971	0,4186	SINIF3
MNE	0,2578	0,1850	0,4179	SINIF3
AGO	0,2646	0,1877	0,4150	SINIF3
PER	0,2614	0,1851	0,4146	SINIF3
SLB	0,2801	0,1955	0,4111	SINIF3
MOZ	0,2687	0,1872	0,4106	SINIF3
CHL	0,2634	0,1809	0,4071	SINIF3
HND	0,2688	0,1836	0,4058	SINIF3
RUS	0,2644	0,1791	0,4038	SINIF3
ARG	0,2648	0,1788	0,4031	SINIF3
NGA	0,2705	0,1819	0,4021	SINIF3
COD	0,2786	0,1825	0,3957	SINIF3
SLV	0,2719	0,1774	0,3948	SINIF3
MEX	0,2707	0,1754	0,3932	SINIF3
GRD	0,2856	0,1827	0,3901	SINIF3
BEN	0,2921	0,1829	0,3851	SINIF3
GIN	0,2900	0,1804	0,3836	SINIF3
GMB	0,2752	0,1708	0,3829	SINIF3
HTI	0,2800	0,1722	0,3808	SINIF3
CMR	0,2803	0,1713	0,3792	SINIF3
COM	0,2859	0,1711	0,3744	SINIF3
TGO	0,2870	0,1704	0,3726	SINIF3
LKA	0,2834	0,1672	0,3711	SINIF3
MYS	0,2818	0,1628	0,3662	SINIF3
LBR	0,2927	0,1547	0,3459	SINIF4
LBN	0,2940	0,1524	0,3414	SINIF4
GHA	0,3006	0,1502	0,3332	SINIF4
KHM	0,3189	0,1578	0,3311	SINIF4
PNG	0,3034	0,1486	0,3287	SINIF4
TUR	0,3053	0,1426	0,3183	SINIF4
MDG	0,3051	0,1400	0,3145	SINIF4
GTM	0,3068	0,1380	0,3102	SINIF4
IDN	0,3077	0,1363	0,3069	SINIF4
CHN	0,3306	0,1358	0,2912	SINIF4
PHL	0,3167	0,1287	0,2890	SINIF4
MDV	0,3291	0,1309	0,2846	SINIF4
BGD	0,3245	0,1289	0,2844	SINIF4
MMR	0,3258	0,1274	0,2810	SINIF4
IND	0,3443	0,1190	0,2568	SINIF4
VNM	0,3523	0,0946	0,2117	SINIF4

Tablo 3’ten de anlaşılacağı üzere çevresel performansı en iyi ülke, EPI 2024 raporunda da küresel çevresel performansı skoru açısından ilk sırada yer alan Estonya olup; Sınıf 1’de yer almaktadır. Sınıf 2’de yer alan ülkeler arasında çevresel performansı en iyi ülke Letonya; Sınıf 3’te Dominik Cumhuriyeti; Sınıf 4’te ise, Liberya’dır. Çevresel performansı en kötü ülke ise, Vietnam’dır. Yapılan sınıflandırma neticesinde 105 ülkenin 17’si Sınıf 1’e, 30’u Sınıf 2’ye, 42’si Sınıf 3’e ve 16’sı Sınıf 4’e atanmıştır. Buna göre çevresel performansı iyi seviyede olan ülkelerin tüm ülkeler içerisindeki payı %16,19; orta seviyede olan ülkelerin yaklaşık %28,57; kötü seviyede olanların %40 ve çok kötü seviyede olanların tüm ülkeler içerisindeki payı ise, yaklaşık %15,23’tür.

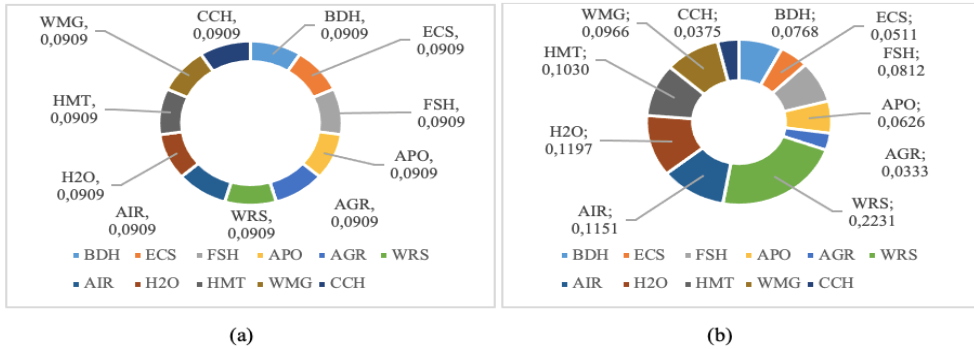
3.5. Duyarlılık Analizi

Daha önce de ifade edildiği üzere, karar birimlerini niteleyen özelliklerin, kriterlerin veya göstergelerin ağırlıkları ve bunların nasıl ağırlıklandırıldığı ÇKKV metodolojisinde nihai sonuç üzerinde belirleyicidir. Bu noktadan hareketle çalışmanın bu kısmında çevresel sorun alanlarının farklı şekillerde ağırlıklandırılması durumunda TOPSIS Sort-B ile ulaşılan sonuçlarda nasıl bir farklılaşma meydana geleceğini gözlemleyebilmek için bir duyarlılık

analizine yer verilmiştir. Bu kapsamda ilk olarak, 11 çevresel sorun alanı eşit ağırlıklara sahip olacak şekilde ağırlıklandırılmışlardır. Yani, her bir çevresel sorun alanının ağırlığı 1/11'den 0,0909 olarak kabul edilmiş ve bu ağırlıklar TOPSIS Sort-B yöntemine girdi olarak aktarılarak yeni bir sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırmada hiçbir çevresel sorunun bir diğerine göre bir baskınlığa sahip olmadığı varsayımından hareket edilmiştir. Ardından, 11 çevresel sorun alanı bir kez de Entropi yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Şekil 2'de eşit ağırlıklandırma ve Entropi yöntemi kullanılarak hesaplanan ağırlıklar gösterilmiştir.

Şekil: 2

Eşit Ağırlıklandırma (a) ve Entropi Yöntemiyle Ağırlıklandırma (b)



Şekil 2(b), 2024 EPI Raporu dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Bu ağırlıklar, TOPSIS Sort-B'de ayrı ayrı dikkate alınmış ve iki farklı sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırmalar Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo: 4

Eşit Ağırlıklandırma ile TOPSIS Sort-B ve Entropi Yöntemi ile TOPSIS Sort-B'nin Birlikte Kullanımıyla Yapılan Sınıflandırmalar*

TOPSIS Sort-B ve Eşit Ağırlıklandırma					TOPSIS Sort-B ve Entropi Yöntemiyle Ağırlıklandırma				
Ülke	Pozitif İdeal Çözüm Kümesine Uzaklık	Negatif İdeal Çözüm Kümesine Uzaklık	Yakınlık Katsayısı	SINIF	Ülke	Pozitif İdeal Çözüm Kümesine Uzaklık	Negatif İdeal Çözüm Kümesine Uzaklık	Yakınlık Katsayısı	SINIF
FIN	0,122	0,193	0,612	SINIF1	FIN	0,166	0,196	0,542	SINIF1
SWE	0,130	0,181	0,582	SINIF1	SWE	0,168	0,189	0,530	SINIF1
DEU	0,139	0,177	0,561	SINIF1	NOR	0,171	0,186	0,520	SINIF1
NOR	0,136	0,173	0,560	SINIF1	DEU	0,171	0,183	0,518	SINIF1
GBR	0,138	0,175	0,559	SINIF1	SGP	0,176	0,183	0,510	SINIF1
DNK	0,138	0,172	0,554	SINIF1	NLD	0,176	0,178	0,503	SINIF1
EST	0,146	0,177	0,548	SINIF1	DNK	0,175	0,176	0,502	SINIF1
JPN	0,141	0,170	0,546	SINIF1	AUS	0,178	0,176	0,497	SINIF1
FRA	0,140	0,168	0,545	SINIF1	GBR	0,179	0,176	0,496	SINIF1
NLD	0,144	0,169	0,540	SINIF1	FRA	0,180	0,171	0,487	SINIF1
LTU	0,148	0,167	0,529	SINIF2	JPN	0,185	0,169	0,477	SINIF1
SGP	0,156	0,166	0,516	SINIF2	BEL	0,191	0,167	0,466	SINIF1
POL	0,152	0,161	0,513	SINIF2	EST	0,193	0,167	0,464	SINIF1
AUS	0,150	0,159	0,513	SINIF2	CAN	0,190	0,163	0,462	SINIF1
GRC	0,151	0,157	0,510	SINIF2	LTU	0,194	0,164	0,459	SINIF1
HRV	0,153	0,157	0,507	SINIF2	PRT	0,190	0,160	0,458	SINIF1
BEL	0,159	0,159	0,500	SINIF2	GRC	0,190	0,159	0,455	SINIF1

SVN	0,153	0,153	0,499	SINIF2	ESP	0,192	0,158	0,451	SINIF1
USA	0,157	0,155	0,496	SINIF2	KOR	0,192	0,156	0,449	SINIF1
CAN	0,157	0,153	0,494	SINIF2	POL	0,196	0,158	0,447	SINIF2
ITA	0,156	0,150	0,489	SINIF2	NZL	0,200	0,160	0,444	SINIF2
NZL	0,163	0,155	0,488	SINIF2	CHL	0,198	0,157	0,442	SINIF2
CHL	0,162	0,154	0,487	SINIF2	ITA	0,195	0,154	0,441	SINIF2
VCT	0,172	0,163	0,487	SINIF2	SVN	0,197	0,152	0,436	SINIF2
ESP	0,158	0,149	0,485	SINIF2	HRV	0,199	0,152	0,432	SINIF2
TWN	0,166	0,153	0,479	SINIF2	USA	0,203	0,151	0,427	SINIF2
LVA	0,164	0,148	0,476	SINIF2	LVA	0,206	0,146	0,415	SINIF2
KOR	0,162	0,145	0,472	SINIF2	BRN	0,211	0,144	0,406	SINIF2
BGR	0,174	0,148	0,460	SINIF2	CYP	0,208	0,142	0,405	SINIF2
BRB	0,177	0,151	0,459	SINIF2	BRB	0,225	0,153	0,404	SINIF2
FJI	0,178	0,149	0,456	SINIF2	ATG	0,228	0,151	0,399	SINIF2
PRT	0,170	0,141	0,454	SINIF2	GRD	0,234	0,141	0,377	SINIF2
LCA	0,187	0,153	0,450	SINIF2	VCT	0,237	0,143	0,377	SINIF2
ATG	0,182	0,149	0,449	SINIF2	BGR	0,222	0,134	0,376	SINIF2
ECU	0,175	0,141	0,446	SINIF2	PER	0,228	0,131	0,365	SINIF2
PAN	0,176	0,141	0,445	SINIF2	LCA	0,245	0,141	0,364	SINIF2
ROU	0,176	0,140	0,444	SINIF2	TWN	0,232	0,132	0,362	SINIF2
GRD	0,182	0,145	0,444	SINIF2	FJI	0,239	0,131	0,354	SINIF2
DOM	0,190	0,152	0,443	SINIF2	PAN	0,235	0,129	0,354	SINIF2
CRI	0,176	0,140	0,443	SINIF2	LBN	0,237	0,129	0,352	SINIF2
TLS	0,189	0,148	0,439	SINIF2	ROU	0,231	0,124	0,350	SINIF2
CUB	0,182	0,143	0,439	SINIF2	RUS	0,232	0,123	0,347	SINIF2
BRA	0,178	0,139	0,438	SINIF2	TTO	0,262	0,137	0,343	SINIF2
VEN	0,186	0,145	0,437	SINIF2	SUR	0,244	0,127	0,342	SINIF2
SUR	0,184	0,143	0,436	SINIF2	BRA	0,233	0,120	0,341	SINIF2
JAM	0,183	0,141	0,436	SINIF2	TUR	0,230	0,118	0,340	SINIF2
BIH	0,188	0,145	0,435	SINIF2	MEX	0,230	0,117	0,337	SINIF2
CYP	0,173	0,133	0,435	SINIF2	CRI	0,239	0,121	0,337	SINIF2
UKR	0,179	0,137	0,434	SINIF2	ECU	0,240	0,121	0,334	SINIF2
PER	0,182	0,137	0,430	SINIF2	DMA	0,240	0,120	0,334	SINIF2
BLZ	0,187	0,137	0,423	SINIF2	ARG	0,235	0,117	0,331	SINIF2
LBN	0,187	0,137	0,422	SINIF2	VEN	0,253	0,125	0,330	SINIF2
TTO	0,194	0,141	0,421	SINIF2	BLZ	0,248	0,121	0,328	SINIF2
GUY	0,193	0,140	0,421	SINIF2	MDV	0,251	0,122	0,327	SINIF2
VUT	0,197	0,143	0,420	SINIF2	MNE	0,241	0,116	0,324	SINIF2
ARG	0,182	0,132	0,420	SINIF2	JAM	0,247	0,118	0,323	SINIF2
GEO	0,188	0,134	0,415	SINIF2	UKR	0,242	0,114	0,320	SINIF2
GAB	0,190	0,134	0,414	SINIF2	GEO	0,246	0,115	0,318	SINIF2
COL	0,184	0,129	0,412	SINIF2	DOM	0,262	0,122	0,318	SINIF2
MDV	0,198	0,138	0,411	SINIF3	CUB	0,258	0,120	0,317	SINIF2
BRN	0,186	0,129	0,409	SINIF3	MYS	0,242	0,110	0,312	SINIF3
PNG	0,198	0,137	0,408	SINIF3	BIH	0,262	0,117	0,309	SINIF3
RUS	0,186	0,128	0,408	SINIF3	GUY	0,260	0,116	0,309	SINIF3
THA	0,188	0,129	0,407	SINIF3	TLS	0,268	0,118	0,306	SINIF3
DMA	0,186	0,127	0,405	SINIF3	GAB	0,251	0,110	0,305	SINIF3
MNE	0,187	0,126	0,403	SINIF3	VUT	0,271	0,117	0,301	SINIF3
BEN	0,203	0,134	0,397	SINIF3	COL	0,253	0,108	0,298	SINIF3
SEN	0,199	0,131	0,396	SINIF3	CHN	0,251	0,106	0,298	SINIF3
LKA	0,196	0,128	0,394	SINIF3	NIC	0,252	0,105	0,295	SINIF3
CHN	0,197	0,128	0,393	SINIF3	ALB	0,254	0,102	0,287	SINIF3
COG	0,201	0,129	0,391	SINIF3	SLB	0,280	0,112	0,285	SINIF3
SLB	0,206	0,129	0,385	SINIF3	PNG	0,279	0,109	0,282	SINIF3
ALB	0,195	0,122	0,385	SINIF3	BEN	0,281	0,110	0,281	SINIF3
TZA	0,202	0,126	0,384	SINIF3	GMB	0,282	0,108	0,278	SINIF3
COM	0,204	0,126	0,381	SINIF3	THA	0,263	0,100	0,276	SINIF3
MYS	0,192	0,118	0,381	SINIF3	COM	0,278	0,105	0,274	SINIF3
MEX	0,191	0,117	0,380	SINIF3	SEN	0,276	0,103	0,272	SINIF3
CMR	0,207	0,125	0,376	SINIF3	COG	0,276	0,101	0,269	SINIF3
TUR	0,195	0,116	0,374	SINIF3	TZA	0,278	0,100	0,264	SINIF3
PHL	0,209	0,122	0,369	SINIF3	GNQ	0,264	0,093	0,261	SINIF3
GMB	0,212	0,124	0,369	SINIF3	LKA	0,276	0,097	0,260	SINIF3
NIC	0,200	0,116	0,366	SINIF3	SLE	0,285	0,095	0,250	SINIF3
SLV	0,204	0,117	0,365	SINIF3	CMR	0,288	0,095	0,249	SINIF3
HTI	0,215	0,122	0,362	SINIF3	GNB	0,286	0,094	0,248	SINIF3
COD	0,211	0,118	0,359	SINIF3	PHL	0,283	0,093	0,246	SINIF3
GHA	0,208	0,115	0,355	SINIF3	GHA	0,278	0,090	0,244	SINIF3
BGD	0,217	0,119	0,354	SINIF3	HTI	0,293	0,093	0,241	SINIF3

GNQ	0,206	0,113	0,354	SINIF3	LBR	0,287	0,090	0,239	SINIF3
GNB	0,214	0,112	0,342	SINIF3	MOZ	0,288	0,090	0,238	SINIF3
SLE	0,217	0,111	0,339	SINIF3	COD	0,291	0,091	0,238	SINIF3
IDN	0,211	0,108	0,339	SINIF3	BGD	0,289	0,090	0,237	SINIF3
MOZ	0,215	0,110	0,339	SINIF3	IDN	0,269	0,084	0,237	SINIF3
NGA	0,213	0,108	0,337	SINIF3	CIV	0,283	0,086	0,233	SINIF3
IND	0,220	0,111	0,334	SINIF3	SLV	0,276	0,083	0,232	SINIF3
CIV	0,212	0,105	0,330	SINIF3	GIN	0,287	0,087	0,232	SINIF3
TGO	0,217	0,103	0,323	SINIF3	HND	0,276	0,083	0,231	SINIF3
LBR	0,219	0,104	0,322	SINIF3	NGA	0,286	0,085	0,229	SINIF3
AGO	0,214	0,102	0,322	SINIF3	TGO	0,288	0,084	0,226	SINIF3
VNM	0,223	0,104	0,319	SINIF3	VNM	0,284	0,079	0,218	SINIF3
HND	0,216	0,099	0,314	SINIF3	GTM	0,277	0,075	0,214	SINIF3
GIN	0,220	0,100	0,313	SINIF3	KHM	0,289	0,078	0,213	SINIF3
KHM	0,224	0,102	0,313	SINIF3	IND	0,284	0,077	0,213	SINIF3
GTM	0,218	0,094	0,300	SINIF4	AGO	0,288	0,074	0,204	SINIF4
MMR	0,227	0,096	0,298	SINIF4	MDG	0,295	0,070	0,192	SINIF4
MDG	0,229	0,088	0,278	SINIF4	MMR	0,295	0,067	0,186	SINIF4

Tablo 4'ten de anlaşılabacağı üzere çevresel sorun alanlarının eşit ağırlıklandırıldığı durumda birinci sınıfa 10, ikinci sınıfa 49, üçüncü sınıfa 43, dördüncü sınıfa ise 3 ülke ataması yapılmıştır. Bu durumda çevresel performansı en iyi ülke Finlandiya; çevresel performansı en kötü ülke ise, Madagaskar olarak belirlenmiştir. Çevresel performans göstergelerin eşit olacak şekilde ağırlıklandırılması, TOPSIS Sort-B yönteminde EPI 2024 raporundaki ağırlıklarının kullanıldığı durumla ulaşılan sonuçlarda farklılaşmaların yaşanmasına neden olmuştur. Zira, bu durumda Sınıf 1'in ülke sayısı 17'den 10'a düşmüş, Sınıf 2'nin ülke sayısı 30'dan 40'a, Sınıf 3'ün ülke sayısı 42'den 43'e yükselmiştir. Sınıf 4'ün ülke sayısında radikal bir düşüş yaşanmış ve 16'dan 3'e gerilemiştir. Çevresel sorun alanlarının eşit olacak şekilde ağırlıklandırılmasının ülkelerin ağırlıklı olarak Sınıf 2 ve 3'te toplanmasına neden olduğu anlaşılmaktadır.

Çevresel sorun alanlarının Entropi yöntemi kullanılarak ağırlıklandırıldığı durumda ise, birinci sınıfa 19, ikinci sınıfa 41, üçüncü sınıfa 42 ve son olarak dördüncü sınıfa 3 ülke ataması yapılmıştır. Bu durumda da çevresel performansı en yüksek ülke Finlandiya olarak tespit edilirken; eşit ağırlıklandırmadan farklı olarak, çevresel performansı en kötü olan ülke Myanmar olarak tespit edilmiştir. Entropi yöntemiyle çevresel sorun alanlarının ağırlıklandırılması da yine sonuçları farklılaştırmıştır. Keza, bu durumda Sınıf 1'in ülke sayısı 17'den 19'a, Sınıf 2'nin ülke sayısı ise, 30'dan 41'e yükselmiştir. Sınıf 3'ün ülke sayısı sabit kalırken; Sınıf 4'ün ülke sayısında yine ciddi bir düşüş yaşanmış ve 16'dan 3'e gerilemiştir.

Görüldüğü üzere; çevresel sorun alanlarının farklı ağırlıklara sahip olması gerek sınıflara atanan ülke sayısını gerekse ülkelerin çevresel performanslarına göre atandıkları sınıfları etkilemektedir. Buradan hareketle, çalışma kapsamında duyarlılık analizi dahil olmak üzere elde edilen üç farklı sınıflandırmanın birbirine ne derece yakın olduklarının belirlenmesine yönelik ek bir analiz yapılmıştır. Bu analiz için Eşitlik (26)'da δ_h ile gösterilen benzerlik rasyosu kullanılmıştır (Keshavarz Ghorabae et al., 2015). Bu eşitlikteki b karar birimi sayısı olup; bu çalışmada analize konu olan ülke sayısı olan 105'e karşılık gelmektedir. φ_i , i 'inci alternatifi; yani ülkenin birinci sınıflandırma yönteminde atandığı

sınıf iken; η_i ise, i 'inci ülkenin ikinci sınıflandırma yöntemi kullanılarak atandığı sınıfı göstermektedir. Eşitlik (27)'deki μ_i ise, φ_i ve η_i 'nin bir fonksiyonudur.

$$\delta_h = \frac{\sum_{i=1}^b \varepsilon_i(\varphi_i, \eta_i)}{b} \quad (\varphi_i, \eta_i \in S1, S2, S3, S4) \quad (26)$$

$$\mu_i(\varphi_i, \eta_i) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } \varphi_i = \eta_i \text{ ise} \\ 0, & \text{eğer } \varphi_i \neq \eta_i \text{ ise} \end{cases} \quad (27)$$

Benzerlik rasyosu kullanılarak TOPSIS Sort-B vasıtasıyla yapılan üç farklı sınıflandırma ile EPI 2024 raporunda ülkelerin çevresel performans skorlarına göre yer aldıkları aralıklar arasındaki benzerlik rasyoları hesaplanmış ve Tablo 5'te gösterilmiştir. Şunu hemen belirtmek gerekir ki, EPI 2024'te ülkeler küresel çevresel performanslarına göre belli puan aralıklarında gruplandırılmıştır. Buna göre ülkeler; 75,3 ile 62,6 (Sınıf 1'e karşılık gelecek şekilde); 62,6 ile 49,9 (Sınıf 2'ye karşılık gelecek şekilde); 49,9 ile 37,2 (Sınıf 3'e karşılık gelecek şekilde); 37,2 ile 24,5 (Sınıf 4'e karşılık gelecek şekilde) puan aralıklarında yer alacak şekilde gösterilmiştir. Fakat, bu gösterim sadece küresel çevresel performans skorlarına göre yapılmıştır. Ayrıca, teknik rapor henüz yayınlanmadığından bu aralıkların neye göre belirlendiğini de söylemek şu an için mümkün gözükmemektedir. Bununla birlikte, bu gösterimin bir kümeleme analizine dayandığı söylenebilir ki, kümeleme analizlerinin mantığı ile çok kriterli sınıflandırma yöntemlerinin mantığı farklılaşmaktadır.

Tablo: 5
EPI 2024 ile TOPSIS Sort-B Kullanılarak Yapılan Sınıflandırmalar Arasındaki Benzerlik Rasyoları

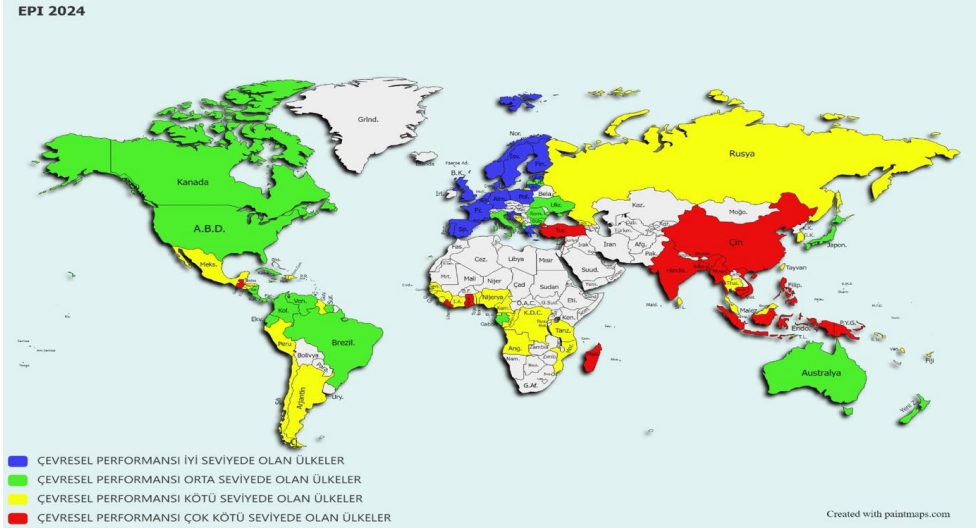
Benzerlik Rasyoları	EPI 2024	TOPSIS Sort-B ve EPI 2024 Ağırlıkları	TOPSIS Sort-B ve Eşit Ağırlık	TOPSIS Sort-B ve Entropi Ağırlıkları
EPI 2024	1,00	0,82	0,65	0,61
TOPSIS Sort-B ve EPI 2024 Ağırlıkları	0,82	1,00	0,63	0,61
TOPSIS Sort-B ve Eşit Ağırlık	0,65	0,63	1,00	0,77
TOPSIS Sort-B ve Entropi Ağırlıkları	0,61	0,61	0,77	1,00

Hesaplanan benzerlik rasyolarına göre; EPI 2024 sınıflandırmasıyla EPI 2024'teki çevresel sorun alanlarına ait ağırlıkların TOPSIS Sort-B'de kullanımı yoluyla yapılan sınıflandırma arasında %82 gibi oldukça yüksek oranda bir benzeşme bulunmaktadır.

3.6. Bulgular

Çalışmaya konu olan çok kriterli sınıflandırma probleminin çözümüne yönelik yapılan analizler neticesinde çevresel performansı iyi seviyede ülkeler için tahsis edilmiş olan Sınıf 1'e 17 ülke; çevresel performansı orta seviyede olan ülkeler için tanımlanmış Sınıf 2'ye 30 ülke, çevresel performansı kötü seviyede olan ülkeler için tahsis edilmiş Sınıf 3'e 42 ülke ve son olarak çevresel performans düzeyi çok kötü seviyede olan ülkeler için tanımlanmış Sınıf 4'e ise 16 ülke ataması yapılmıştır. Şekil 3'te çevresel performans seviyelerine göre ülkeler dünya haritası üzerinde gösterilmiştir (renklendirilmemiş ülkeler eksik verisi olan ve araştırmaya dahil edilmeyen ülkelerdir).

Şekil: 3
EPI 2024 Çevresel Performans Göstergeleri Ağırlıklarının TOPSIS Sort-B'de Kullanımıyla Yapılan Sınıflandırma



Not: Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Çok kriterli sınıflandırma yöntemlerinin en büyük avantajı, karar birimlerini bu karar birimlerini niteleyen çok çeşitli özellikleri dikkate alarak önceden tanımlanmış sınıflara atamaya imkân vermesidir. Bu yolla, her bir sınıf ve bu sınıfa giren karar birimleri derinlemesine analiz edilebilir. Bu noktadan hareketle, bu çalışmada oluşturulan sınıflar ve çevresel performanslarına göre bu sınıflara atanan ülkeler; ekonomik durum ve gelişmişlik, endüstriyel ve teknolojik alt yapı, teknolojik inovasyon, temel hak ve özgürlükler, insani gelişmişlik düzeyi, sağlık hizmetleri, sosyal politikalar, siyasi istikrar, yönetim, uluslararası ilişkiler ve uluslararası işbirlikleri vb. çeşitli konular dikkate alınarak derinlemesine analiz edilebilir. Bu yolla, çevresel performansı arzu edilen seviyede olmayan ülkelerin çevresel performansı iyi seviyede olan ülkeler sınıfına girebilmeleri için neler yapmaları gerektiğine ilişkin daha sağlıklı önerilerde bulunulabilir.

Yapılan analizler neticesinde çevresel performansı iyi seviyede ülkeler için tahsis edilmiş S1 Sınıfı'na; Estonya (EST), Almanya (DEU), Birleşik Krallık (GBR), Finlandiya (FIN), Yunanistan (GRC), İsveç (SWE), Norveç (NOR), Danimarka (DNK), Belçika (BEL), Fransa (FRA), Hollanda (NLD), İspanya (ESP), Polonya (POL), Litvanya (LTU), Hırvatistan (HRV), Slovenya (SVN), Portekiz (PRT) olmak üzere 17 ülke ataması yapılmıştır. Bu 17 ülke çeşitli konularda birbirlerine benzer özelliklere sahiptirler. Örneğin, Freedom House tarafından siyasi haklar ve özgürlükler dikkate alınarak ülkelerin küresel özgürlük durumlarına ilişkin bir sınıflandırma yapılmaktadır. Bu sınıflandırmada ülkeler; özgür, kısmen özgür ve özgür olmayan şeklinde üç kategoriye ayrılmaktadır. Sınıf 1'e giren

17 ülkenin tamamı, Freedom House tarafından küresel özgürlük durumu bakımından “özgür ülkeler” olarak kabul edilmektedirler (Freedom House, 2024).

Siyasi hak ve özgürlükler açısından benzer özelliklere sahip olan bu ülkeler için bir diğer ortak payda da insani gelişmişlik seviyesidir. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından hazırlanan 2023-2024 yılı İnsani Gelişme Raporu’nda söz konusu bu 17 ülkenin yine tamamı insani gelişmişliğin çok yüksek olduğu 69 ülke arasında yer almaktadır. Bu raporda 193 ülke insani gelişmişlik açısından çok yüksek, yüksek, orta ve düşük olmak üzere 4 sınıfa ayrılmaktadır (UNDP, 2024: 274-277). Aynı raporda yer alan bir başka indeks olan Gezegensel Baskılar Ayarlı İnsani Gelişme Endeksi (PHDI)’nde de yine çarpıcı sonuçlar yer almaktadır. İnsani Gelişme Endeksi’nin biraz daha genişletilmiş versiyonu olan bu indeks, ülkeleri eğitim, sağlık, gelir seviyesi, çevreye verilen önem, karbon ayak izi ve doğal kaynakların tüketim hızı konuları bakımından bir bütün olarak değerlendirmektedir. Sınıf 1’de yer alan 17 ülke insani gelişme endeksinde olduğu gibi PHDI’da da insani gelişmenin çok yüksek olduğu ilk grupta yer almaktadırlar (UNDP, 2024: 301-304).

Birkaç ülke açısından farklılaşma olmakla birlikte, özgürlük durumu, insani gelişme ve gezegensel baskılar ayarlı insani gelişme endekslerine benzer bir durum Dünya Bankası tarafından yayınlanan dünya yönetim göstergeleri için de geçerlidir. Yönetişim, bir organizasyonun, kurumun, işletmenin veya bir ülkenin nasıl yönetildiği, karar alma mekanizmalarının nasıl işlediği, bu mekanizmaların ürünü olan kararların nasıl uygulandığı ve bu kararların toplum üzerindeki etkileri gibi konuları ilgilendiren bir kavramdır. Dünya Bankası, ülkeleri; “ifade özgürlüğü ve hesap verebilirlik”, “siyasi istikrar ve terörizm, siyasal şiddetin olmaması”, “hükümetin etkinliği”, “düzenlemelerin kalitesi”, “hukukun üstünlüğü” ve “yolsuzluğun kontrolü” olmak üzere 6 ana göstergeyi dikkate alarak yönetim bağlamında değerlendirmekte ve her bir ülke için her bir gösterge açısından bir yüzdelik dilim belirlemektedir. Bu yüzdelik dilimde 0 en düşük, 100 ise en yüksek sıralamayı göstermektedir. Analizler neticesinde çevresel performansı iyi olan ülkeler sınıfına giren ülkelerin büyük bir çoğunluğu, yönetim göstergelerinde yüzdelik dilim sıralamaları açısından üst sıralarda yer alan ülkelerdir. Bu ülkelerden Estonya’nın yönetim göstergeleri açısından sıralama aralığı 79,70 ile 92,92 iken; Almanya’nın 67,45 ile 95,75; Birleşik Krallık’ın 62,26 ile 93,40; Finlandiya’nın 79,72 ile 100; Yunanistan’ın 49,06 ile 76,81; İsveç’in 80,19 ile 97,64; Norveç’in 76,42 ile 100; Danimarka’nın 77,36 ile 100; Belçika’nın 65,57 ile 92,75; Fransa’nın 56,13 ile 85,99; Hollanda’nın 71,22 ile 97,58; İspanya’nın 53,30 ile 79,71; Polonya’nın 61,79 ile 74,53; Litvanya’nın 69,34 ile 87,74; Hırvatistan’ın 59,91 ile 70,28; Slovenya’nın 70,75 ile 82,55; Portekiz’in 75 ile 89,86 arasındadır. Bu ülkeler arasında özellikle Finlandiya, Norveç, Danimarka, Hollanda, Almanya, İsveç ve Estonya 6 yönetim göstergesi açısından da oldukça yüksek yüzdelik dilim sıralamalarına sahiptir. Bu 17 ülke arasından en düşük yüzdelik dilim sıralamalarına ise, Yunanistan ve Hırvatistan sahiptir (World Bank, 2024b).

Çevresel performansı yüksek olan ülkeler; yani, S1 Sınıfına giren bu 17 ülke ekonomik gelişmişlik açısından da birbirlerine benzerlikler göstermektedirler. 2023 yılında dünyada kişi başı milli gelir ortalaması 13.138 Amerikan Doları iken; bu ülkelerdeki

ortalama kişi başı milli gelir, yine aynı yıl için, 43.746 Amerikan Doları'dır. Dünya Bankası verilerine göre 2023 yılında Belçika'nın kişi başı milli geliri 53.475,29; Danimarka'nın kişi başı milli geliri 67.967,38; Estonya'nın kişi başı milli geliri 29.823,75; Finlandiya'nın kişi başı milli geliri 53.755,91; Fransa'nın kişi başı milli geliri 44.460,82; Almanya'nın kişi başı milli geliri 52.745,76; Yunanistan'ın kişi başı milli geliri 22.990,01; Litvanya'nın kişi başı milli geliri 27.102,78; Hollanda'nın kişi başı milli geliri 62.536,73; Norveç'in kişi başı milli geliri 87.961,78; Polonya'nın kişi başı milli geliri 22.112,86; Portekiz'in kişi başı milli geliri 27.275,11; Slovenya'nın kişi başı milli geliri 32.163,51; İspanya'nın kişi başı milli geliri 32.676,98; Hırvatistan'ın kişi başı milli geliri 21.459,78; İsveç'in kişi başı milli geliri 56.305,25; Birleşik Krallık'ın kişi başı milli geliri 48.866,60 Amerikan Doları'dır. Bu ülkelerden Norveç, Danimarka, Hollanda, İsveç, Finlandiya, Belçika ve Almanya kişi başı milli gelirin 50.000 Amerikan Doları'nı geçtiği ülkelerdir. Estonya, Portekiz, Litvanya, Yunanistan, Polonya ve Hırvatistan ise, kişi başı milli gelir açısından 30.000 Amerika Doları'nın altında kalan ülkelerdir. Çevresel performansı yüksek olan bu 17 ülkenin bir diğer ortak özelliği ise, doğumda beklenen yaşam süresidir. Doğumda beklenen yaşam süresi göstergesi, bir ülkedeki genel sağlık ve yaşam kalitesi durumunu göstermesi açısından önemli bir göstergedir. Dünya Bankası verilerine göre 2022 yılında Dünya'da ortalama doğumda beklenen yaşam süresi yaklaşık 72 yıl iken; bu 17 ülkede ortalama yaklaşık 81 yıldır. Doğumda beklenen yaşam süresi 2022 yılında bu ülkelerden İsveç'te 83; İspanya'da 83; Norveç'te 82,5; Fransa'da 82; Birleşik Krallık'ta 82; Hollanda'da 81,7; Belçika'da 81,7; Portekiz'de 81,6; Danimarka'da 81,3; Slovenya'da 81,3; Finlandiya'da 81,2; Almanya'da 80,7; Yunanistan'da 80,6; Estonya'da 77,9; Hırvatistan'da 77,6; Polonya'da 77,3 ve Litvanya'da 75,8 yıldır. Doğumda beklenen yaşam süresinin diğer ülkelere göre kıyasla daha düşük olduğu ülkeler, kişi başı milli gelir de olduğu gibi, Estonya, Hırvatistan, Polonya ve Litvanya'dır (World Bank, 2024a).

S1 sınıfına giren 17 ülkenin, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Çözümleri Ağı tarafından her yıl yayınlanan Dünya Mutluluk Raporu'nda, Fransa hariç, mutluluk skorunun çok yüksek ve yüksek olarak nitelendirildiği ülkeler arasında yer alması bu ülkelerin birbirlerine benzer durumlar gösterdiği bir diğer konudur. Bu rapor, kişi başına düşen GSYİH, sosyal destek, sağlıklı yaşam beklentisi, özgürlük, cömertlik, yolsuzluk algısı ve negatif duygular gibi konulara odaklanan; bu yönüyle ülkelerin ekonomik gelişmişlikleri dışına çıkan bir denetim aracıdır. Bu rapor, ülkelerin ekonomik refahlarını geliştirme noktasında ne gibi adımlar atabilecekleri hususunda öneriler geliştirilmesi için önem arz etmektedir. 2024 yılı Dünya Mutluluk Raporu'nda Portekiz 7., Danimarka 8. ve Slovenya 9. sırada yer almaktadırlar. Bu ülkeler, rapora göre mutluluk skorlarının çok yüksek olduğu ülkeler arasında yer almaktadırlar. S1 Sınıfına giren bu üç ülke ve Fransa hariç diğer 13 ülke ise, bu raporda mutluluk skorlarının yüksek olarak nitelendirildiği ülkeler arasında yer almaktadırlar. Bu 17 ülkeden sadece Fransa mutluluk skoru açısından orta seviyede yer alan ülkeler arasında gösterilmektedir (Helliwell et al., 2024: 8-9).

Çevresel performansları iyi seviyede olan ülkeler için bir diğer ortak özellik ise, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri İndeksi'nde bu ülkelerin üst sıralarda yer almasıdır. Bu indeks, ülkelerin 2030 yılına kadarki zaman zarfında ulaşmayı taahhüt

ettikleri sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik ilerleme durumunu gözlemlemeyi amaçlamaktadır. Çevresel performans iyi olan ve S1 Sınıfı'nda yer alan 17 ülke, 2024 yılı Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri İndeksi'nde de 193 ülke arasında üst sıralarda yer almaktadır. Bu indekste Finlandiya 1.; İsveç 2.; Danimarka 3.; Almanya 4.; Fransa 5.; Norveç 7.; Hırvatistan 8.; Birleşik Krallık 9.; Polonya 10.; Slovenya 11.; İspanya 14.; Estonya 15.; Portekiz 16.; Belçika 17.; Hollanda 24.; Yunanistan 29.; Litvanya ise 31'inci sırada yer almaktadır (Sustainable Development Solutions Network, 2024).

Her ne kadar bu çalışma bir ekonomik ya da siyasi birlikteliğe üye ülkelerin veyahut spesifik bir ülkenin sergilemiş olduğu çevresel performansı tespit etmeye yönelik olmasa da Türkiye için ayrı bir parantez açmakta yarar vardır. Yapılan analizlerle elde edilen bulgulara göre Türkiye, EPI 2024 ağırlıklarının TOPSIS Sort-B'de kullanımıyla yapılan sınıflandırmada çevresel performansı çok kötü ülkeler için tahsis edilmiş S4 sınıfında yer almaktadır. Bu sınıfta Türkiye ile birlikte Gana, Kamboçya, Papua Yeni Gine, Madagaskar, Guatemala, Endonezya, Çin, Filipinler, Maldivler, Bangladeş, Myanmar, Hindistan ve Vietnam gibi ülkeler yer almaktadır. Bu grupta yer alan ülkeler dikkate alındığında çevresel performans açısından durumun Türkiye için hiç de iç açıcı olmadığı ortadadır. Çevresel performansı yüksek olup S1 sınıfına giren ülkeler, kişi başına milli gelir, yönetim, özgürlükler, hukukun üstünlüğü, eğitim seviyesi, çevreye verilen önem ve doğal kaynakların tüketim hızı gibi pek çok konuda birbirine benzeyen ve bu konularda çok iyi seviyede olan ülkelerdir. Dünya Bankası verilerine göre Türkiye'nin 2023 yılında kişi başına milli geliri yaklaşık 13.106 Amerikan Doları'dır. Çevresel performansı yüksek olan ve S1 sınıfına giren ülkelerin kişi başı milli gelirleri ortalama 50.000 Amerikan Doları seviyesindedir. Bu grupta yer alan ülkelere sadece Estonya, Portekiz, Litvanya, Yunanistan, Polonya ve Hırvatistan'ın kişi başı milli gelirleri 30.000 Amerikan Doları'nın altındadır. Kişi başına düşen milli gelirden olduğu gibi Türkiye diğer konu başlıklarında da çok iyi bir performans sergilememektedir. Keza, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından hazırlanan 2023-2024 yılı İnsani Gelişim Endeksi ve Gezegenel Baskılar Ayarlı İnsani Gelişim Endeksi'n de Türkiye 193 ülke arasında 45'inci sırada yer almaktadır. Benzer durum yönetim göstergelerinde de kendini göstermektedir. Türkiye, ifade özgürlüğü ve hesap verebilirlik göstergesinde %25'lik; siyasi istikrar ve terörizm, siyasal şiddetin olmaması göstergesinde %13,74'lük; hükümetin etkinliği göstergesinde %41,51'lik; düzenlemelerin kalitesi göstergesinde %43,87'lik; hukukun üstünlüğü göstergesinde %32,55'lik ve yolsuzluğun kontrolü göstergesinde ise %34,91'lik dilimde yer almaktadır. Elbette bu tabloyu değerlendirirken Türkiye'nin henüz gelişmekte olan bir ülke olduğunu ve 2023 yılı verilerine göre 85.325.965 kişilik büyük nüfusunu da dikkate almak gerekir. Zira, S1 sınıfına giren ve çevresel performans açısından en üst sırada yer alan ülkeler hem gelişmiş ülkeler hem de Türkiye ile karşılaştırıldığında daha az nüfusa sahip olan ülkelerdir.

4. Tartışma

Daha önce literatür araştırması kısmında da ifade edildiği üzere literatürde ülkelerin çevresel performanslarını baz alarak sınıflandırılması amacıyla çok kriterli sınıflandırma yöntemlerinin kullanıldığı herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte, çok

kriterli karar verme yöntemlerinin bu konuyla alakalı olarak kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar, ağırlıklı olarak ülkelerin çevresel performanslarını ölçmeye ve karşılaştırmaya yöneliktir. Bir başka ifadeyle, bu çalışmalarda amaç ülkelerin tercih sırası önceden belirlenmiş sınıflara atanması değil, çevresel performanslarına göre sıralanmasıdır. Aynı zamanda bu çalışmalarda veri setini oluşturan ülkeler genel olarak ya belli bir coğrafyadaki ülkelerden ya belli bir siyasi ya da ekonomik birliğin üyesi olan ülkeler arasından seçilmektedir.

Bu çalışmalardan birinde Altıntaş (2021), G20 üyesi 19 ülkenin çevresel performanslarını ölçmek ve karşılaştırmak için Entropi, ROV, ARAS ve COPRAS yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada 11 EPI bileşeni dikkate alınmış ve söz konusu bileşenlerin ağırlıkları Entropi yöntemiyle belirlendikten sonra ROV, ARAS ve COPRAS yöntemlerinde girdi olarak kullanılmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre Entropi ve ROV yöntemlerine göre çevresel performansı en yüksek üç ülke sırasıyla Almanya, Japonya ve İngiltere olarak belirlenmiştir. Entropi ve ARAS ile Entropi ve COPRAS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı durumlarda ise çevresel performansı en yüksek üç ülke sırasıyla Japonya, Almanya ve İngiltere olarak tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada çevresel performansı yüksek olan ilk 5 ülkenin G7 üyesi olduğuna dikkat çekilmiş ve bu bağlamda ekonomik performansla çevresel performans arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu ifade edilmiştir. Bu durum, mevcut çalışmayla ulaşılan sonuçları da destekler niteliktedir. Zira, çevresel performansı yüksek olup S1 sınıfına giren ülkelerin kişi başına düşen milli gelir bağlamında dünya ortalamasının 3 ile 4 katı olduğu daha önce de ifade edilmiştir.

Bir başka çalışmada Çakın ve Ayçin (2019), AB üyesi olan ve AB'ye aday olan toplam 34 ülkenin çevresel performanslarını 2018 yılı EPI raporunu dikkate alarak ölçmüşlerdir. Çalışmada ilgili ülkelerin çevresel performansları Entropi, GRA ve MOORA gibi yöntemler kullanılarak ölçülmüş; bu yöntemler kullanılarak elde edilen sıralamalar bulanık mantık tabanlı bir model önerisiyle birleştirilmiştir. Bulanık mantık kullanılarak elde edilen nihai sıralamaya göre çevresel performansı en yüksek olan ülke Avusturya olarak belirlenmiştir. Avusturya'yı Danimarka, Fransa, İsveç ve Birleşik Krallık takip etmiştir. Çevresel performansı en kötü olan ülkeler ise, Bosna Hersek, Karadağ, Arnavutluk, Türkiye ve Polonya olarak tespit edilmiştir. Her ne kadar bu çalışma ile mevcut çalışmadaki ülke sayısı ve veri setlerindeki ülkeler aynı olmasa da, bu çalışmanın sonuçlarının aksine mevcut çalışmada Polonya çevresel performansı yüksek ülkelerin atandığı S1 sınıfında yer alırken; Arnavutluk S2, Bosna Hersek S3 sınıfında yer almaktadır. Türkiye ise her iki çalışmada da çevresel performans açısından oldukça kötü durumdadır.

Mevcut çalışmadan farklı olarak Özkan ve Özcan (2018), OECD üyesi 34 ülkenin çevresel performanslarının göreceli etkinliğini VZA analiziyle ölçmüşlerdir. Çalışmada 2015 yılı verileri dikkate alınmış; 6 girdiye karşılık 3 çıktı kullanılmıştır. Ülkelerin göreceli etkinlikleri girdi ve çıktı yönelimli CCR ve BCC VZA modelleriyle ayrı ayrı ölçülmüştür. Elde edilen bulgulara göre; Avustralya, Kanada, Çekya, Macaristan, İzlanda, İrlanda, İsrail, İtalya, Güney Kore, Lüksemburg, Meksika, Polonya, Slovakya, Slovenya, İngiltere, A.B.D ve Türkiye'nin hem sabit hem de değişken getiri varsayımlarında etkin olan ülkeler olarak

belirlenmiştir. Bu çalışmada etkin olarak belirlenen ülkelerden yalnızca Polonya, Slovakya ve İngiltere mevcut çalışmada çevresel performansı en iyi seviyede olan ülkeler için tahsis edilmiş S1 sınıfında yer almaktadırlar. Çevresel performans bağlamında etkin olarak kabul edilen Güney Kore mevcut çalışmada S3; Türkiye ise, S4 yani çevresel performansı en kötü olan ülkeler arasında yer almaktadır.

Doğan (2022) ise çalışmasında çevresel ve iklim değişikliği performans indeksinde yer alan göstergelerden yararlanarak OECD ve AB üyesi 24 ülkenin performanslarını MAMAC ve CRITIC yöntemlerini kullanarak ölçmüştür. Çalışmada araştırmaya konu olan 24 ülkenin hem çevresel performansları hem iklim değişikliği performansları hem de çevresel ve iklim değişikliğinin birlikte ele alındığı durumdaki performansları ayrı ayrı ölçülmüştür. Çevresel performanslar bağlamında yapılan analizlerde Finlandiya, İsveç ve Danimarka en üst sıralarda yer alan ülkeler olarak belirlenirken; Türkiye çevresel performans açısından tüm analizlerde son sırada yer almıştır. Bu durum mevcut çalışmayla ulaşılan sonuçları da destekler niteliktedir. Zira, mevcut çalışmada da Finlandiya, İsveç ve Danimarka çevresel performansı en yüksek ülkeler için tahsis edilmiş S1 sınıfında yer alan ülkeler olarak belirlenirken; Türkiye ise çevresel performans en kötü seviyede olan ülkeler için tahsis edilmiş S4 sınıfında yer almaktadır.

Bir başka çalışmada Senir (2024), 2022 yılı EPI raporundan hareketle Doğu Avrupa coğrafyasında yer alan 19 ülkenin çevresel performanslarını Entropi, COPRAS ve WASPAS yöntemlerini kullanarak ölçmüştür. Bu çalışmada da amaç, mevcut çalışmadaki amaçtan farklı olup; ülkelerin çevresel performanslarına göre sınıflandırılması değil sıralanmasıdır. COPRAS yöntemi sonuçlarına göre çevresel performansı en yüksek seviyede olan ve ilk sırada yer alan ülkeler Slovenya, Litvanya, Polonya ve Türkiye'dir. Son sırada ise Arnavutluk yer almaktadır. WASPAS yöntemi sonuçları genel olarak COPRAS yöntemi sonuçlarına göre farklılık göstermektedir. Slovenya ve Litvanya ilk sıralarda yer alan ülkelerken; son sırada bu kez Bosna Hersek yer almıştır. Türkiye ise, WASPAS yöntemine göre 19 ülke arasından 12'inci sırada yer almıştır. Gerek COPRAS gerek WASPAS yöntemlerinde Türkiye'nin çevresel performansının mevcut çalışmayla karşılaştırıldığında daha yüksek çıkmasında performans göstergelerinin ağırlıklarının Entropi yöntemiyle hesaplanmasının katkısı olduğu anlaşılmaktadır. Zira, mevcut çalışmanın duyarlılık analizi kısmında da Entropi ve TOPSIS Sort-B yöntemleri bir arada kullanılarak sonuçlar üzerindeki değişiklikler belirlenmeye çalışılmıştır. Duyarlılık analizi sonuçları Entropi yönteminin kullanımının performans skorlarını yükselttiğini, daha kötü performansa sahip ülkeler sınıfına giren ülke sayısını azalttığını göstermiştir. Bu açıdan çalışmayla ulaşılan sonuçlarla mevcut çalışmayla ulaşılan sonuçlar birbirini destekler niteliktedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınma, insanoğlunun bugün üstesinden gelmek zorunda olduğu, aynı anda başarılması oldukça zor ve fazla çaba gerektiren iki temel sorundur. Kaynakların kıt olduğu ve giderek azaldığı bir dünyada ekonomik kalkınmayı sağlarken, sahip olunan kıt kaynakların etkin, verimli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanmak

zorunlu hale gelmiştir. "Bir toplumun, bir ekosistemin ya da sürekliliği olan herhangi bir sistemin işleyişini kesintisiz, bozulmadan, aşırı kullanımla tüketmeden ya da sistemin yaşamsal bağı olan ana kaynaklara aşırı yüklenmeden sürdürülebilmesi yeteneği" olarak tanımlanan sürdürülebilirlik; doğal kaynakların verimli kullanımı, sahip olunan kaynakların gelecek nesillere aktarımı, geri dönüşüm, yararlı ömür ve çevresel farkındalık gibi konulara odaklanan bir kavramdır (Onaran, 2014: 4). Sürdürülebilirlik, çevresel konularda belli amaç ve hedeflerin belirlenmesini, bu amaç ve hedeflere ulaşılıp ulaşılmadığının belli periyotlarla denetlenmesini gerektirmektedir. Zira, gelecek nesillere aktarılabilecek yaşanabilir bir dünya, çevre politikalarının başarısına ve bu politikalarla ulaşılacak istenen amaç ve hedeflere erişilebilmekle yakından ilişkilidir. Bu noktada EPI önemli rol üstlenmektedir. Çevresel performans indeksi, ülkelerin çevresel sürdürülebilirlik politikalarında belirlemiş oldukları amaçlara ulaşıp ulaşmadıklarını, amaçlara ulaşmadaki etkinliklerini ölçen, ülkelerin çevresel performans noktasında durumlarını görmelerine imkân veren bir indekstir.

Bu indeksten hareketle bu çalışmada, TOPSIS Sort-B yöntemi kullanılarak 2023 EPI raporunda yer alan ve eksik verisi olmayan 105 ülkenin çevresel performanslarına göre tercih sırası önceden tayin edilmiş dört sınıfa ayrılması ve bu yolla çevresel performansı yüksek olan ülkelerin ortak özelliklerinin irdelenmesi amaçlanmıştır. Ulaşılan bulgura göre; küresel çevresel performansı skoru açısından ilk sırada yer alan Estonya olup; Sınıf 1'de yer almıştır. Sınıf 2'de yer alan ülkeler arasında çevresel performansı en iyi ülke Letonya; Sınıf 3'te Dominik Cumhuriyeti; Sınıf 4'te ise, Liberya'dır. Çevresel performansı en kötü ülke ise, Vietnam'dır. Yapılan sınıflandırma neticesinde 105 ülkenin 17'si Sınıf 1'e, 30'u Sınıf 2'ye, 42'si Sınıf 3'e ve 16'sı Sınıf 4'e atanmıştır.

Çevresel performansı iyi seviyede olan ve bu çerçevede S1 sınıfına giren ülkelerin kişi başına düşen milli gelirin neredeyse dünya ortalamasının 3 katı olduğu, iyi yönetilen, özgürlüklerin ön plana çıktığı, hukukun üstünlüğün hakim olduğu, yüksek eğitim seviyesine sahip, çevreye önem verilen, doğal kaynakların tüketim hızı noktasında diğer ülkelere kıyasla olumlu yönde farklılaşan, genel olarak insanların yaşamlarından mutlu oldukları ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine sıkı sıkıya bağlı ülkeler olduğu anlaşılmaktadır. Bir diğer ifadeyle, çevresel performansla yukarıda anılan konular arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu sonucuna varılabilir.

Bu noktadan hareketle, çevre politikalarıyla erişilmek istenen amaç ve hedeflerin başarılmaması noktasında arzu edilen performans sergileyemeyerek çevresel performans açısından orta, düşük ve çok düşük ülkeler sınıfında yer alan ülkelerin bir üst sınıfa geçebilmeleri için birkaç öneri şu şekilde sıralanabilir: (1) Üretim süreçlerinde çevreci teknolojilere ağırlık vermek ve bu yolla ekonomik büyümeyle çevresel sürdürülebilirliği eşgüdüm içerisinde devam ettirebilmek. (2) Başta ekonomik faaliyetler olmak üzere tüm kullanım alanlarında fosil yakıtlardan elde edilen enerji yerine yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjiye yönelmek ve bu alanlara yönelik yatırımları teşvik etmek. (3) Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin daha verimli şekilde depolanmasını sağlayacak ve enerjide kaybı minimize edecek depolama ve dağıtım sistemlerine yönelik çalışmalar yapmak ve bu uygulamaları teşvik etmek. (4) İşletmeleri

daha çevreci mal ve/veya hizmetlerin üretimi noktasında teşvik etmek. (5) Üretim faaliyetleri sırasında ortaya çıkan karbon salınımını azaltmaya yönelik teknolojilere yatırım yapılmasını teşvik etmek, karbon salınımını azaltmaya yönelik tedbirleri hayata geçirmek. (6) Üretim süreçleri sırasında ya da sonrasında ortaya çıkan atıkların ve istenmeyen çıktılarının geri değerlendirilmesi yoluyla ekonomiye geri kazandırılması; bir diğer ifadeyle, döngüsel ekonomiye yönelik modellerin geliştirilmesi ve uygulanması. (7) Doğal kaynakların daha etkin ve verimli kullanımına imkan verecek akıllı şehir uygulamalarını hayata geçirmek. (8) Enerjinin daha verimli kullanımına imkan veren akıllı binaların inşasını ve kullanımını teşvik etmek. (9) Tarımsal faaliyetlerde zararlı kimyasal kullanımı azaltmaya yönelik tedbirleri hayata geçirmek ve modern tarım uygulamalarını teşvik etmek. (10) Eğitim ile çevresel performans arasındaki pozitif ilişkiyi dikkate alarak, müfredatlarda çevre bilincini artıracak değişikliklerin yapılması ve bu yolla küçük yaştan itibaren çevre bilincinin oturmasının sağlanması. (11) Çevre odaklı bilimsel projelere destek sağlanması ve teşvik edilmesi. (12) Çeşitli sosyal projeler, kamusal kampanyalar, kamu spotları yoluyla toplumun çevreye karşı duyarlılığının artırılması. (13) Çevreyi korumaya yönelik yasal düzenlemelerin sıkılaştırılması, çevre hukukuna önem verilmesi, çevreyle ilgili projelere sivil toplum örgütlerinin dahil olabilmesinin sağlanması. (14) Çevre odaklı işlerde ve ekonomik faaliyetlerde istihdamın artırılmasına yönelik teşviklerin sağlanması. (15) Çevreyle ilgili tüm tarafların, paydaşların katılımına imkan veren katılımcı bir yönetim anlayışının tesis edilmesi, çevreyle ilgili projelerde şeffaflığın ve denetlenebilirliğin önündeki engellerin kaldırılması. (16) Çevresel performansın sürekli olarak denetimine yönelik çalışmalar yapılması, bağımsız denetim kuruluşlarından destek alınması. (17) Denetimlerle tespit edilen mevcut durumun çevreyle ilgili tüm paydaşların dikkatine sunulmasını sağlayacak raporlama sistemlerinin oluşturulması ve düzenli raporlar yayınlanması.

Bu genel önerilerin ardından bir kısa değerlendirme de Türkiye açısından yapmakta fayda görülmektedir. 2023 yılı verilerine göre Türkiye’de kişi başına düşen milli gelir dünya ortalamasında bulunmakla birlikte, gelir dağılımındaki eşitsizlik toplumun her kesiminin benzer yaşam standartlarına sahip olması önündeki en büyük engel gibi gözükmemektedir. Bu adaletsizlik beraberinde eğitim ve sağlık başta olmak üzere insanların hizmetlerden aynı ölçüde yararlanmasına engel olmaktadır. Bu adaletsizliğin ortadan kalkması bireylerin yaşam kaliteleri ve standartları arasındaki uçurum azalmasını sağlayacak, çevresel bilincin artmasına ve dolayısıyla çevresel performansın artmasına olumlu katkı yapacaktır. Her şeyden önemlisi bireysel gelirin artması eğitim gibi en temel hizmetlere erişimi kolaylaştıracak ve hizmet kalitesinin artmasına katkı sağlayacaktır. Eğitimli birey, eğitimli toplum eğitimli toplum ise yüksek çevre bilinci anlamına gelmektedir.

Bu çalışmayla ulaşılan sonuçların doğru yorumlanabilmesi için bazı hususların dikkate alınması gerektiğini hatırlatmakta fayda vardır. Evvela mevcut çalışmada, EPI 2024 raporundaki 11 alt kategoriden eksik verisi olmayan 105 ülkenin çevresel performanslarına göre bir sınıflandırmaya tabi tutulduğu unutulmamalıdır. Eksik verisi olan ülkelerin, verileri tamamlandıktan sonra analize dahil edilmesi sınıfların dağılımını etkileyebilir. Bir diğer husus, sınıflandırma için seçilen yönteme ilişkindir. Zira, TOPSIS Sort-B yerine farklı bir

sınıflandırma yönteminin kullanılmasının veya TOPSIS Sort-C'nin dahi kullanılmasının sınıflandırmayı etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, çalışmada TOPSIS Sort-B'de EPI 2024'te önerilen çevresel performans göstergesi ağırlıkları kullanılmıştır. Farklı ağırlıklandırma yöntemleriyle elde edilecek ağırlıkların sonuçlarda değişikliklere neden olacağı aşıkardır.

Son olarak, bundan sonraki çalışmalarda araştırmacıların hangi çevresel performans göstergelerinin ülkelerin küresel çevresel performans skorları üzerinde ne kadar ve nasıl bir etkiye sahip olduğunu belirlemeye ve/veya küresel çevresel performans skorları ile farklı indeks skorları arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılmasına yönelik nicel araştırmalara yönelmelerinin literatüre olumlu katkı yapacağını söylemekte yarar vardır.

Kaynaklar

- Akandere, G. & M. Zerenler (2022), "Evaluation of the environmental and economic performance of Eastern European countries with the integrated CRITIC-TOPSIS method", *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 25, 524-535.
- Akandere, G. (2021), "Kuşak Yol Ülkelerinin Lojistik ve Çevresel Performansının Analizi", *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(4), 1893-1915.
- 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. (2021a), "Ülkelerin çevre performanslarının CODAS ve TOPSIS yöntemleri ile ölçülmesi: G7 grubu ülkeleri örneği", *Ulakbilge*, 59, 544-559.
- Arslan, R. (2020), "Entropy Yöntemi", içinde: H. Bircan (ed.), *Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Kriter Ağırlıklandırma Yöntemleri* (1-17), Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Ayçin, E. (2020), *Çok Kriterli Karar Verme Bilgisayar Uygulamalı Çözümler*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Aytekin, A. & H.G. Gündoğdu (2021), "OECD ve AB üyesi ülkelerin sürdürülebilir yönetim düzeylerine göre SWARA tabanlı TOPSIS-Sort-B ve WASPAS yöntemleriyle incelenmesi", *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 16(56), 943-971.
- Aytekin, A. (2020), "TOPSIS-Sort ile ülkelerin çocuklar açısından yaşanabilirlik sınıflandırması", içinde: *International Online Conference on Social Sciences Researches* (274-285), Avrasya University.
- Aytekin, A. (2020a), "Türkiye'de önde gelen şirketlerin etkinlik, farklılık ve performans ölçümü", *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(4), 19-35.
- Aytekin, M. (2023), "Küresel pazarda yeni arayışlar ve iş yapma kolaylığı bağlamında gelişmekte olan pazarların sınıflandırılması", *İğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(34), 1-23.
- Baloch, Z.A. et al. (2020), "Trilemma assessment of energy intensity, efficiency, and environmental index: Evidence from BRICS countries", *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 34337-34347.

- Çakın, E. & E. Ayçin (2019), "Ülkelerin çevresel performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri ve bulanık mantık tabanlı bir yaklaşımla bütünlük olarak değerlendirilmesi", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(3), 631-656.
- De Lima Silva, D.F. et al. (2020), "A new preference disaggregation TOPSIS approach applied to sort corporate bonds based on financial statements and expert's assessment", *Expert Systems With Applications*, 152, 113369.
- De Lima Silva, D.F. et al. (2023), "Preference disaggregation on TOPSIS for sorting applied to an economic freedom assessment", *Expert Systems With Applications*, 215, 119341.
- Doğan, H. (2022), "Seçilmiş Ülkelerin Çevresel Performanslarının Bütünlük CRITIC-MABAC Yöntemleriyle Ölçülmesi", *Journal of Emerging Economies and Policy*, 7(2), 433-448.
- Durmaz, E.D. & İ. Gölcük (2023), "Entropi tabanlı TOPSIS-Sort ile iş güvenliği risklerinin sınıflandırılması", *Journal of Turkish Operations Management*, 7(1), 1550-1563.
- Ecer, F. (2020), *Çok Kriterli Karar Verme Geçmişten Günümüze Kapsamlı Bir Yaklaşım*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Freedom House (2024), *Freedom in the World 2024*, <<https://freedomhouse.org/explore-the-map?type=fiw&year=2024>>, 06.09.2024.
- Genç, N. & O. Demirdöğen (2000), *Yönetim El Kitabı*, Birey Yayıncılık.
- Gül, M. (2021), "A quantitative occupational risk assessment methodology based on TOPSIS-Sort with its application in the aluminum extrusion industry", *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 7(1), 163-172.
- Helliwell, J.F. et al. (2024), *World Happiness Report 2024*, Sustainable Development Solutions Network.
- Hendiani, S. & G. Walther (2023), "TOPSISort-L: An extended likelihood-based interval-valued intuitionistic fuzzy TOPSIS-sort method and its application to multi-criteria group decision-making", *Expert Systems With Applications*, 233, 121005.
- Keshavarz Ghorabae, M. et al. (2016), "Multi-criteria inventory classification using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS)", *Informatica*, 27(3), 511-528.
- Matsumoto, K. et al. (2020), "Evaluating environmental performance using data envelopment analysis: The case of European countries", *Journal of Cleaner Production*, 272, 122637.
- Ocampo, L. et al. (2021), "Classifying the degree of exposure of customers to COVID-19 in the restaurant industry: A novel intuitionistic fuzzy set extension of the TOPSIS-Sort", *Applied Soft Computing*, 113, 107906.
- Onaran, B. (2014), *Sürdürülebilir Pazarlama*, Ankara: Detay Yayıncılık.
- Özçalıcı, M. (2021), *MATLAB ile Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Özkan, M. & A. Özcan (2018), "Veri zarflama analizi ile seçilmiş çevresel göstergeler üzerinden bir değerlendirme: OECD performans incelemesi", *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 16(32), 485-508.
- Özkan-Aksu, E. & C. Temel-Gencer (2018), "Veri zarflama analizi ile OECD ülkelerinin çevre performansının incelenmesi", *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 18(EYİ Özel Sayısı), 191-206.

- Rogge, N. (2012), "Undesirable specialization in the construction of composite policy indicators: The Environmental Performance Index", *Ecological Indicators*, 23, 143-154.
- Roy, P.K. & K. Shaw (2023), "An integrated fuzzy credit rating model using fuzzy-BWM and new fuzzy-TOPSIS-Sort-C", *Complex & Intelligent Systems*, 9, 3581-3600.
- Roy, P.K. et al. (2023a), "Developing an integrated fuzzy credit rating system for SMEs using fuzzy-BWM and fuzzy-TOPSIS-Sort-C", *Annals of Operations Research*, 325, 1197-1229.
- Sabokbar, H.F. et al. (2016), "A novel sorting method TOPSIS-Sort: An application for Tehran environmental quality evaluation", *E+M Ekonomie a Management*, 19(2), 87-98.
- Senir, G. (2024), "Evaluation of the environmental sustainability performance of Eastern European countries with integrated MCDM methods", *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 8(2), 378-391.
- Singer, H. & T. Över-Özçelik (2024), "Classifying the properties of stainless steel materials for biomedical applications under an intuitionistic fuzzy environment: An FMEA-based TOPSIS-Sort methodology", *Materials Today Communications*, 40, 110183.
- Sustainable Development Solutions Network (2024), *Sustainable Development Goals (SDG) Index Rankings*, <<https://dashboards.sdgindex.org/rankings>>, 06.09.2024.
- Tiwari, A. & Q.M.D. Lohani (2023), "Proposed intuitionistic fuzzy entropy measure along with novel multicriteria sorting techniques", *IEEE Access*, 11, 7630-7641.
- Uludağ, A.S. & H. Doğan (2021), *Üretim Yönetiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Literatür, Teri ve Uygulama*, Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Uludağ, A.S. (2023), "TOPSIS Sort-B Yönteminin Doğal Afet Risk Değerlendirmesinde Kullanılabilirliği: Meteorolojik Afetler Üzerine Bir Araştırma", içinde: *VI. Uluslararası Ekonomi, Siyaset ve Yönetim Sempozyumu* (226-252), Diyarbakır.
- UNDP United Nations Development Programme (2024), *Human Development Report 2023-2024*.
- Vinitha, K. et al. (2020), "Review on industrial mathematics and materials at Industry 1.0 to Industry 4.0", *Materials Today: Proceedings*, 33, 3956-3960.
- Wang, T-C. & H-D. Lee (2009), "Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights", *Expert Systems with Applications*, 36(5), 8980-8985.
- World Bank (2024a), *World Development Indicators*, <<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>>, 06.09.2024.
- World Bank (2024b), *Worldwide Governance Indicators*, <<https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators/interactive-data-access>>, 06.09.2024.
- Yale Center for Environmental Law & Policy (2024), *2024 Environmental Performance Index (EPI)*, Yale University, <<https://epi.yale.edu/epi-results/2024>>, 06.09.2024.
- Yamagishi, K. & L. Ocampo (2022), "Utilizing TOPSIS-Sort for sorting tourist sites for perceived COVID-19 exposure", *Current Issues in Tourism*, 25(2), 168-178.
- Yegen, N. & S. Gül (2024), "Çevik proje yönetiminde Scrum takımlarının başarı sınıflandırmasına yönelik bir ÇKKV modeli: AHS bütünlük TOPSIS-Sort-B", *Politeknik Dergisi*, 27(2), 731-748.
- Zhang, Z. & Z. Li (2023), "Consensus-based TOPSIS-Sort-B for multi-criteria sorting in the context of group decision-making", *Annals of Operations Research*, 325, 911-938.