

ÜLKELERİN ÇEVRE PERFORMANSLARININ CODAS ve TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE ÖLÇÜLMESİ: G7 GRUBU ÜLKELERİ ÖRNEĞİ

Furkan Fahri ALTINTAŞ

Dr. Jandarma Genel Komutanlığı, furkanfahrialtintas@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0161-5862

Altıntaş, Furkan Fahri. "Ülkelerin Çevre Performanslarının Codas ve Topsis Yöntemleri ile Ölçülmesi: G7 Grubu Ülkeleri Örneği". ulakbilge, 59 (2021 Nisan): s. 544-559. doi: 10.7816/ulakbilge-09-59-05

ÖZ

Ülkeler, çevre performanslarının farkındalığıyla çevre performanslarını geliştirecek stratejiler ve politikalar sağlayabilmektedir. Böylelikle ülkeler, çevre performanslarını artırarak kendi ekonomik gelişimlerine katkıda bulunabilmektedir. Dolayısıyla ülkelerin çevre performanslarının ölçülmesi büyük önem arz etmektedir. Çevresel Performans Endeksi (EPI) ülkelerin çevre performansları ölçülebilmektedir. EPI, çevresel sağlık ve ekosistem canlılığı olma üzere iki faktörden oluşmaktadır. Faktörleri çevre koruma bileşenleri, çevre koruma bileşenlerini ise çevre koruma değişkenleri oluşturmaktadır. Bu kapsamda araştırmanın iki amacı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, G7 grubu ülkelerinin en son ve güncel olan 2018 yılı için çevre performanslarını EPI bileşenlerine ait değerler üzerinden CODAS ve TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV) ile ölçmektir. İkincisi ise ülkelerin EPI değerlerinin en çok hangi ÇKKV yöntemi ile açıklanabileceğinin tespitini yapmaktır. Bulgulara göre, CODAS yöntemi ile ülkelerin çevre performanslarının sıralaması İngiltere, Fransa Japonya, Almanya, Kanada, İtalya ve ABD olarak belirlenmiştir. TOPSIS yöntemine göre ise bu sıralama İngiltere, Fransa, Almanya, Japonya, Kanada, İtalya ve ABD olarak tespit edilmiştir. Diğer bir bulguya göre ülkelerin EPI değerleri ile CODAS ve TOPSIS yöntemleri ile ölçülen değerler arasında anlamlı, pozitif yönlü ve çok yüksek ilişki olduğu görülmüştür. Bu sonuca göre, EPI'nin her iki yöntemle açıklanabileceği değerlendirilmiştir. Ayrıca araştırma kapsamında EPI'nin TOPSIS değerleri arasındaki ilişki değeri, CODAS yönteminden fazla olduğu için EPI CODAS yöntemine kıyasla TOPSIS yöntemi ile daha iyi açıklanabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde ülkelerin çevre performanslarını CODAS ve TOPSIS yöntemi ile ölçen bir araştırmaya rastlanılmaması açısından araştırma sonucu elde edilen bulgular gelecek çalışmalar için veri seti niteliği kazandığından dolayı söz konusu araştırmanın literatüre katkı sağladığı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çevre performansı, Çevresel Performans Endeksi, CODAS, TOPSIS

Makale Bilgisi:

Geliş: 17 Şubat 2021

Düzeltilme: 8 Mart 2021

Kabul: 2 Nisan 2021

Giriş

Çevre kirliliği, günümüz dünyasında insan sağlığına zarar vermesine ve doğal kaynakların hızla tükenmesine neden olmuştur. Bu durum karşısında ülkeler, çevre kalitesinin sağlanması açısından duyarlılıklarını göstermeye başlamışlardır. Ekosistemi oluşturan bileşenlerin birbirlerine bağlı bütüncül (holistic) bir yapıya sahip olduğundan çevre kalitesinin azalması sınırları ve dünyayı aşan negatif bir dışsallık olarak kendini göstermektedir. Bu çerçevede çevre kamusal bir mal olarak düşünüldüğünde, ekosistemin sağlıklı olarak sürdürülebilirliğinin sağlanması için çevre sorunlarının çözümünde dünya üzerindeki tüm ülkelerin müşterek olarak hareket etmeleri ve uluslararası alanda çevre konusunda işbirlikleri sağlamaları gerekmektedir (Huber, 2001; Jahn, 2016; Topal ve Hayaloğlu, 2017: 190).

Küresel anlamda çevre sorunlarının çözümü için ilk önemli adım 1972 yılında İsveç'te gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Habitat 1 konferansı olmuştur. Devamında ise çevre ile ilgili olarak 1987 Burundland raporu yayınlanmış ve 1992 yılında Rio İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 1994 yılında Birleşmiş Milletler Nüfus ve Kalkınma Konferansı, 1996 yılında Habitat 2 konferansı, 1997 yılında Rio 5 konferansı ve Kyoto Protokolü ile 2002 yılında ise Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi gerçekleştirilmiştir (Karaman, 2018; Bek, 2019: 37; Özkan ve Özcan, 2020).

Ülkeler kendilerinin çevresel performanslarını sürekli olarak analiz etmektedirler. Çünkü ülkeler, çevre performanslarını inceleyerek çevre performanslarının sağlanması konusunda eksikliklerinin ve yeterliliklerinin tespitini yapabilmektedirler. Böylelikle ülkeler, çevre performansının sağlanması hususunda eksiklikleri giderebilmesi ve yeterliliklerinin sürdürülebilirliğini sağlaması için uygun stratejiler ve politikalar oluşturabilirler. Böylelikle ülkeler, yaşam kalitelerini ve ekonomilerini iyileştirebilirler. Ayrıca ülkeler birbirlerinin çevre performanslarını da takip etmektedirler. Çünkü ülkeler çevre disiplini sağlayan ülkelere doğrudan sermaye akışını sağlayabilmektedirler. Dolayısıyla oluşturulan çevre disiplini sayesinde ülkeler turizm potansiyellerini ve istihdam seviyelerini artırabilirler. Bu durum, çevre disiplini sağlayan ülkelere yatırım yapan diğer ülkeler içinde fayda sağlayabilecektir. Bu kapsamda yatırım yapan ülkeler çevre disiplinini sağlayan diğer ülkelerde çevre konusundaki maliyetlerini azaltabilirler. Dolayısıyla tüm bunlara bağlı olarak ülkeler kendilerinin çevre performanslarını ölçen metriklere, endekslere ve ölçütlere gereksinim duymaktadırlar.

Dünya genelinde ülkelerin tercih ettiği çevresel düzenlemeleri ortak bir noktada buluşturmayı sağlayacak çeşitli çevre performans ölçüm yöntemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Buna göre ülkelerin çevre performanslarının ölçümünde uygun veri setinin varlığı ve bu verilerin güvenilirliği ölçümün geçerliliği için büyük önem arz etmektedir (Sat, 2005: 5). Küresel anlamda çevre kalitesini artırmak ve buna bağlı olarak uygun çevre politikaları oluşturmak için uluslararası alanda geçerliliği olan çeşitli endeksler oluşturulmuştur. Bunlar; Çevresel Sürdürülebilirlik Endeksi (Environmental Sustainability Index – ESI), Sürdürülebilir Gösterge Tablosu – Dashboard of Sustainability – DS), Sürdürülebilir Ekonomik Refah Düzeyi Endeksi (Index of Sustainable Economic Welfare -ISEW), Şehir Kalkınma Endeksi (City Development Index – CDI), İnsani Sürdürülebilir Kalkınma Endeksi (Human Sustainable Development Index – HSDI), Yaşayan Gezegen Endeksi (Living Planet Index – LPI), Çevresel Olarak Düzeltilmiş Yerli Ürün (Environmentally Adjusted Domestic Product – EADP), Sürdürülebilir Toplum Endeksi (Sustainability Society Index – SSI) ve Refah Endeksi (Well – Being Index – WBI) ve Çevresel Performans Endeksi (Environmental Performance Index – EPI) olarak belirtilebilir (Tektüfekçi ve Kutay, 2016: 269).

Çevre performansını ölçen endekslerden EPI çevre performans araştırmalarında sık olarak faydalanılmaktadır. EPI, Yale ve Colombia Üniversitesi tarafından oluşturulan ve temeli ESI'ya dayanan bir metrik (Esty vd., 2008) olup, EPI'ya ait faktörler, bileşenler ve değişkenler sonuç odaklı bir yapıya sahiptirler (Regine, Uda ve Julia, 2010: 5). EPI'nın asıl amacı, ülkelerin çevre politikalarının değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasıdır. EPI'da mevcut veri derlemesi ile bir ülkedeki çevrenin gerçek durumu ile ilgili olarak bilgi sağlanabilmektedir. Bu bilgiler ile ülkeler, hangi çevre politika alanlarında iyileştirme sağlanmasının gerekli olduğunun tespitini sağlayabileceklerdir. EPI kapsamında temel verilerin çoğu Birleşmiş Milletler ve Dünya Sağlık Örgütü gibi uluslararası kuruluşlardan elde edilen istatistiklere dayanmaktadır (Leithold ve Lippelt, 2016: 61).

2020 yılı için EPI raporunda 180 ülkenin çevre performansı açıklanmıştır. EPI; iki faktör, iki faktöre bağlı 11 bileşen ve 11 bileşene bağlı 32 değişkenden oluşmaktadır. Ayrıca ülkelerin EPI kapsamında çevre performanslarının ölçümü kapsamında her bir faktörün, bileşenlerin ve değişkenlerin ağırlık katsayıları birbirinden farklı olabilmektedir (Wendling vd., 2020). Bu kapsamda EPI faktörleri, bileşenleri ve değişkenleri ile faktörlere, bileşenlere ve değişkenlere ait ağırlık katsayıları Tablo 1'de sunulmuştur.

EPI kapsamında bazı çevresel bileşenler diğerlerinden daha iyi geliştiği değerlendirilebilir. Buna göre son yıllarda temiz içme suyuna erişim ve korunan deniz alanları sayısının artmasına rağmen hava kalitesi bozulmaya devam etmiştir. Bunun temel nedeni, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümelemlerinin devam etmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca kişi başı gayri safi yurt içi milli hasıla ile EPI arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki

bulunmaktadır. Bu durum, zengin devletlerin çevresel performansa daha fazla kaynak aktarımı yaptığını göstermektedir (Hsu, Lloyd ve Emerson, 2013).

Tablo 1. EPI Faktörleri, Bileşenleri, Değişkenleri ve Ağırlıklar

Çevresel Sağlık (0,60)							
Bileşenler		Değişkenler					
Hava Kalitesi (0,20)	P.M 2.5 Durumu (0,11)	Ev katı yakıtları (0,08)			Ozon Tabakası Durumu (0,01)		
Temizlik ve Su (0,16)	Korunmasız Temizlik (0,064)			Korunmasız İçilecek Su (0,096)			
Ağır Metaller (0,02)	Kurşun Durumu (0,02)						
İsraf Yönetimi (0,02)	Katı Yakıtlar (0,02)						
Ekosistem Canlılığı (0,40)							
Bileşenler		Değişkenler					
Biyolojik Çeşitlilik (0,15)	Biyom Koruması (Ulusal Ağırlıklar) (0,03)	Biyom Koruması (Küresel Ağırlıklar) (0,03)	Deniz Koruma Alanları (0,03)	Korunmuş Alanlar Endeksi (0,015)	Türleri Yaşam Alanı Endeksi (0,015)	Türlerin Korunma Endeksi (0,015)	Biyolojik Çeşitlilik Yaşam Alanı Endeksi (0,015)
	Ekosistem Servisi (0,06)	Ağaçlı Alanların Kaybı (0,054)	Yeşil Alanların Kaybı (0,003)		Sulak Alanların Kaybı (0,003)		
Balıkçılık (0,06)	Balık Stok Seviyesi (0,021)	Tropik Deniz Endeksi (0,021)		Trol Balıkçılık (0,018)			
İklim Değişikliği (0,24)	Karbondioksit Uyumlu Emisyon Büyüme Oranı (0,132)	Metan Gazının Uyumlu Emisyon Büyüme Oranı (0,036)	F- Gazının Uyumlu Emisyon Büyüme Oranı (0,024)	Nitro Oksitlerin Uyumlu Emisyon Büyüme Oranı (0,012)	Karbon Uyumlu Emisyon Büyüme Oranı (0,012)	Arazi Örtüsü için Karbondioksit Uyumlu Emisyon Büyüme Oranı (0,006)	Kişi Başı Sera Gazı Yoğunluğu Büyüme Oranı (0,012)
	Emisyon (0,03)	Sülfürdioksit için Uyumlu Emisyon Büyüme Oranı (0,015)			Nitrojenoksit için Uyumlu Emisyon Büyüme Oranı (0,015)		
Su Kaynakları (0,03)	Atık Su Arıtma (0,03)						
Tarım (0,03)	Sürdürülebilir Nitrojen Yönetimi Endeksi (0,03)						

Kaynak: Wendling vd., 2020: 6

Lee, Kemba ve Kodama (2006), inovasyonun çevresel performansı iyileştirme üzerindeki etkilerini doğrusal regresyon yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırmanın veri setini, yerel hava kalitesi ve küresel ısınma hakkındaki bilgiler oluşturmuştur. Araştırma sonucuna göre, yerel hava kalitesi ve küresel ısınma hakkında dünyada bilgi akışı hızlandıkça sosyal taleplere göre çevresel yeniliklerin oluştuğu gözlenmiştir. Clarkson, Li, Richardson ve Vasvari (2008), ABD’nde en fazla karbon emisyonu gerçekleştiren 191 firmanın çevre raporlarına ait değerler üzerinden çevre performansı ile çevresel yeterlilik arasındaki ilişkiyi regresyon ve korelasyon analizi ile incelemişlerdir. Araştırmada, çevre performansı ile çevresel yeterlilik arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Constantini, Mazzanti ve Montini (2010), 20 İtalyan bölgesinin çevresel performanslarının birbirlerini etkileme değerlerini doğrusal regresyon yöntemi ile analiz etmişlerdir. Araştırmada, İtalya ülkesinin kuzey bölgeleri ile güney bölgeleri arasında çevre performansları açısından birbirlerinden çok farklı olduğu gözlenmiştir. Araştırma kapsamında özellikle birbirine komşu olan ülkelerin çevre performansı açısından birbirlerinden etkilendiği bulgusuna ulaşılmıştır. Afagachie (2013), 35 farklı ülkeden yaklaşık olarak 33.000 çalışana ait bilgiler üzerinden çevre performansı ile çevresel finans arasındaki ilişkiyi meta analizi ile incelenmiştir. Araştırmada ilk olarak kıtalara göre çevre performans ile çevresel finans arasındaki ilişki Fisher’s r to z dönüşümü yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırmada söz konusu yöntem ile elde edilen veriler meta analizinde kullanılmıştır. Meta analizi için çevre performansının çevresel finans ile olan ilişki değerleri, kıtalara göre ülkelerin ilişki değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak sağlanmıştır. Araştırmada, sabit ve genel etkilere göre çevre performansı ile çevresel finans arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Woo, Chung, Chun, Seo ve

Hong (2015), OECD ülkelerinin 2004-2011 zaman aralığında işgücü, sermaye ve yenilenebilir enerji girdi bileşenlerine ve GSYİH ve karbon emisyonu değişkenlerine ait veriler üzerinden söz konusu ülkelerin çevre performans verimlilik değerlerini A Malmquist Index Analizi ile tespit etmişlerdir. Araştırma sonucuna göre, OECD ülkeleri arasında çevre performans verimlilikleri coğrafi bölgelere göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma kapsamında ayrıca ülkelerin çevre verimliliklerinin yıllara göre çoğu ülke tarafından sağlandığı bulgusuna ulaşılmıştır. Çakın ve Ayçin (2020), ilk olarak 2018 yılı için 33 Avrupa ülkesinin çevre performanslarını Gri İlişkisel Analiz (GİA) ve MOORA yöntemleri ile hesaplamışlardır. İkinci olarak ise hesap sonucunda sağlanan veriler üzerinden yazarlar söz konusu ülkelerin çevre performanslarını bulanık mantık tabanlı bir yaklaşım ile ölçmüşlerdir. Araştırma sonucuna göre, en iyi çevre performansı sağlayan ülkelerin Avusturya, Danimarka ve Fransa olduğu gözlenmiştir. Ayrıca araştırmada Fransa ülkesi haricinde Avrupa ülkesi olup, G7 grubunda yer alan ülkelerden İtalya'nın çevre performans sıralamasında 13'üncü, Almanya'nın 10'uncu ve İngiltere'nin 5'inci olduğu belirlenmiştir.

Ülkelerin çevre performanslarının ölçümünün önemi kapsamında araştırmada dünyada karbon salınımı fazla olan G7 ülkelerinin 2020 yılı için EPI bileşenlerine ait değerler üzerinden CODAS ve TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV) ile söz konusu ülkelerin çevre performansları ölçmek hedeflenmiştir. Araştırma kapsamında ayrıca CODAS ve TOPSIS yöntemleri ile elde edilen değerler ile EPI arasındaki ilişkiler tespit edilerek EPI'nın hangi yöntemle daha iyi açıklanabileceği değerlendirilmiştir. CODAS literatürü kapsamında Badi, Abdulshahed ve Sheturan (2017), Libya ülkesindeki 6 çelik ve demir işleme fabrikasının performanslarını CODAS yöntemi ile ölçmüşlerdir. Araştırma kapsamında kriter ağırlıkları değiştirilmiş ve buna göre alternatiflerin sıralamalarında değişiklik olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla buna göre araştırma kapsamında CODAS yönteminin ÇKKV problemlerini çözmede kararlı ve verimli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Adalı ve Tuş (2018), Denizli ilinde bir tekstil fabrikasında personel seçimi problemi için CRITIC tabanlı PSI ve CODAS yöntemlerini kullanmışlardır. Araştırmada, CRITIC tabanlı PSI ve CODAS yöntemleriyle sağlanan personel seçimi sıralamalarının birbirleriyle tamamen tutarlı olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Badi, Ballem ve Shetwan (2018), Libya ülkesinde tuzdan arındırılmış su elde etmek için denize yakın olan en iyi bölgelerin seçiminde CODAS yöntemini kullanmışlardır. Araştırma sonucuna göre, tuzdan arındırılmış su sağlamak için en iyi yerin Trablus olduğu tespit edilmiştir. Bakır ve Alptekin (2018), 11 havayolu şirketinin performanslarını CODAS yöntemi ile hesaplamışlardır. Araştırmada veriler Bakır ve Atalık'ın (2018) çalışmasındaki verilere dayandırılmıştır. Bakır ve Atalık (2018), 11 havayolu şirketinin performanslarını Entropi tabanlı ARAS yöntemi ile ölçmüşlerdir. Araştırmada elde edilen havayolu şirketlerinin performans bulgularının, Bakır ve Atalık'ın (2018) performans bulgularını destekler nitelikte olduğu gözlenmiştir. Buna göre CODAS yöntemiyle farklı karar verme problemlerinde başarıyla uygulanabileceği değerlendirilmiştir. Kiracı ve Bakır (2020), 2015-2017 zaman aralığı için Star Alliance grubunda yer alan 12 havayolu şirketinin performanslarını CRITIC tabanlı CODAS yöntemi ile belirlemişlerdir. Araştırma sonucuna göre, en iyi performans gösteren ilk üç havayolu şirketinin 2015 ve 2016 yılında Singapore Airlines, Copa Holdings ve Air New Zealand, 2017 yılında ise Singapore Airlines, Copa Holdings ve United Continental olduğu tespit edilmiştir.

TOPSIS literatürü kapsamında ise Athawale ve Chakraborty (2010), 21 adet CNC torna makinalarının performansını TOPSIS yöntemi ile ölçmüşlerdir. Araştırma sonucuna göre, en fazla performans gösteren ilk üç CNC torna makinasının sırasıyla YANG-ML-SA, YANG-ML-25 ve YCM TC-15, ez az performans gösteren CNS torna makinalarının ise sırasıyla ATECH-MT-52L, ATECH MT-TTS ve ATECH-MT-75L olduğu gözlenmiştir. Dumanoglu (2010), İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem görmekte olan 15 çimento şirketinin 2004-2009 yıl aralığındaki mali tablolarına ait değerler üzerinden söz konusu çimento fabrikalarının mali performanslarını ölçmüşlerdir. Araştırmada, en iyi mali performans gösteren çimento şirketlerinin 2004 yılı için Mardin Çimento, 2006 ve 2007 yılları için Adana Çimento, 2008 yılı için Bolu Çimento ve son olarak 2009 yılı için ise Konya çimento olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ashrafzadeh, Rafiei, İsfahani ve Zare (2012), İran ülkesindeki en iyi depo bölgesi olacak şehirlerini TOPSIS yöntemi ile belirlemişlerdir. Araştırmada en iyi depo bölgesi olacak şehirlerin İsfahan, Arak, Tebriz, Urmia ve Rasht olarak sıralandığı bulgusuna ulaşılmıştır. Aytekin ve Sakarya (2013), Borsa İstanbul'da tütün, içki ve gıda sektöründe işlem gören 20 gıda işletmesinin 2009-2012 yıl aralığında mali tablolarına ait veriler üzerinden söz konusu işletmelerin finansal performanslarını TOPSIS yöntemi ile belirlemişlerdir. Araştırma sonucuna göre, en fazla finansal performans gösteren ilk üç şirketin 2009 yılı için Şeker Piliç, Merko Gıda, Pınar Süt, 2010 yılı için Kristal Kola, Ersu Gıda, Pınar Et ve Un, 2011 yılı için Kristal Kola, Şeker Piliç, Ülker Büskivi ve son olarak 2012 yılı için ise BANVİT, Kristal Kola ve COLA COLA İçecek olarak tespit edilmiştir. Bu kapsamda araştırmada, üst üste tüm yıllarda en iyi finansal performans gösteren bir işletmenin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Balzercak ve Pietrzak (2016), 2004-2014 yıl aralığındaki Avrupa Birliği ülkelerinin sürdürülebilir kalkınma performanslarını TOPSIS yöntemi ile tespit etmişlerdir. Araştırma sonucuna göre, sürdürülebilir kalkınma performansı en fazla olan ilk 3 ülkenin Slovekyaya, Çekya ve Macaristan, en az olan ilk 3 ülkenin ise Fransa, Birleşik Krallık ve Estonya olduğu gözlenmiştir.

Literatür değerlendirildiğinde lojistik performans, CODAS ve TOPSIS yöntemi ile pek çok araştırmanın olduğu tespit edilmiştir. Çakın ve Ayçin'in (2020) araştırması haricinde ülkelerin çevre performanslarını herhangi bir ÇKKV

yöntemler ile ölçen bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Devamında araştırmanın yöntemi kapsamında ise CODAS ve TOPSIS yöntemlerinin açıklamaları sağlanmıştır. Son olarak araştırmanın sonuç bölümünde, araştırma bulgularına ilişkin çıkarımlar sağlanıp, önerilerde bulunulmuştur.

Yöntem

Araştırmanın birinci amacı, en son ve güncel olan 2020 yılı için G7 ülkelerinin EPI bileşenlerine ait değerler üzerinden çevresel performans değerlerini CODAS ve TOPSIS yöntemleri ile ölçmektir. Araştırmanın ikinci amacı ise EPI'nin en çok hangi ÇKKV yöntemi ile açıklanabileceğini tespit etmektir. Araştırmada kolaylık sağlaması amacıyla veri setini oluşturan EPI bileşenlerinin kısaltmaları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. EPI Bileşenlerinin Kısaltması

Çevresel Sağlık Bileşenler	Kısaltma	Ekosistem Canlılığı Bileşenler	Kısaltma
Hava Kalitesi	ÇS1	Biyolojik Çeşitlilik	EC1
Temizlik ve Temiz Su	ÇS2	Ekosistem Hizmeti	EC2
Ağır Metaller	ÇS3	Balıkçılık	EC3
İsraf Yönetimi	ÇS4	İlim Değişikliği	EC4
		Emisyon	EC5
		Su Kaynakları	EC6
		Tarım	EC7

G7 ülkeleri dünyanın en büyük ekonomilerinin oluşturduğu bir birliktir. Bu kapsamda G7 ülkeleri küresel ekonomimim yaklaşık olarak %68'ini oluşturmaktadır (<https://tr.wikipedia.org/wiki/G7>). Dolayısıyla G7 ülkelerinin dünya üzerindeki karbon salınımı diğer ülkelere göre daha fazla olmaktadır. Bu kapsamda G7 ülkelerinin çevresel performans konusunda alacağı tedbirler tüm dünyanın çevresel durumunu etkileyeceği değerlendirilmektedir. Böylelikle G7 ülkelerinin çevre performanslarının ölçümü önem arz etmektedir.

CODAS yöntemi

CODAS (Combinative Distance – Based Assesment) birleştirilmiş mesafe bazlı bir değerlendirme yöntemidir. Söz konusu bu yöntem 1996 yılında geliştirilmiş olup, oldukça yeni bir ÇKKV yöntemidir. Söz konusu bu yöntemin diğer ÇKKV yöntemlerinden farkı iki farklı uzaklık yaklaşımı olan Öklidyen ve Taxicab uzaklık mesafelerinden yararlanılmış olmasına dayanmaktadır. CODAS yönteminin yakın zamanda geliştirilen bir yöntem olmasından dolayı CODAS ile ilgili çalışmaların literatürde sınırlı sayıda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca literatür incelendiğinde, CODAS yönteminin daha çok seçim ve performans değerlendirme problemlerinde kullanılmıştır (Ulutaş ve Topal, 2020: 56). CODAS yöntemi ile performans ölçümü birbirine bağlı belirli adımlarla sağlanmaktadır. Söz konusu adımlar aşağıda açıklanmıştır (Ecer, 2020: 294-298, Es, 2020: 320-322, Ulutaş ve Topal, 2020: 62-64)

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

$$X = [x_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & k_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & k_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & k_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Karar matrisinde x_{ij} , ($x_{ij} \geq 0$ olmak üzere) i . alternatifin j . kritere göre performans değerini açıklamaktadır ($i \in \{1,2,\dots,n\}$ ve $j \in \{1,2,\dots,n\}$).

2. Adım: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

$$n_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_k x_{ij}} & \text{eğer } j \in N_b \\ \frac{\min_k x_{ij}}{x_{ij}} & \text{eğer } j \in N_c \end{cases} \quad (2)$$

N_b fayda kriterini, N_c ise maliyet kriterini ifade etmektedir.

3. Adım: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

$$r_{ij} = w_j n_{ij} \quad (3)$$

w_j , $0 < w_j < 1$ olmak üzere j 'inci kriterin ağırlık katsayısını göstermektedir. Tüm kriterlerin ağırlık toplamı 1 değerine eşit olmalıdır ($\sum_{j=1}^m w_j = 1$).

4. Adım: Negatif İdeal Çözüm Noktalarının Oluşturulması

$$ns = [ns_j]_{1 \times m} \quad (4)$$

$$ns = \min_i r_{ij} \quad (5)$$

5. Adım: Alternatiflerin Negatif İdeal Çözüme Olan Öklid ve Taxicab Uzaklıklarının Ölçülmesi

$$\text{Öklid Uzaklıkları: } E_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - ns_j)^2} \quad (6)$$

$$\text{Taxicab Uzaklıkları: } T_i = \sum_{j=1}^m |r_{ij} - ns_j| \quad (7)$$

6. Adım: Göreceli Değerlendirme Matrisinin Oluşturulması

Göreceli Değerlendirme Matrisi:

$$Ra = [h_{ik}]_{n \times m} \quad (8)$$

$$h_{ik} = (E_i - E_k) + (\varphi(E_i - E_k) \times (T_i - T_k)) \quad (9)$$

$k \in \{1, 2, \dots, n\}$, φ ise iki alternatifin Öklid uzaklığının eşitliğini tanımlayan bir eşik fonksiyonunu belirtmekte olup, eşitlik 9'da tanımlanmıştır.

$$\varphi(x) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } |x| \geq \tau \\ 0 & \text{eğer } |x| < \tau \end{cases} \quad (10)$$

Eşitlik 10'da, τ eşik parametresi olarak belirtilir. Söz konusu eşik parametresi karar verici tarafından da belirlenebilmektedir. Eşik parametresi, Öklid uzaklığının önemsizlik derecesini ifade etmektedir. Eşik parametresi 0,01 ile 0,05 arasında olması önerilir. Şayet iki alternatifin Öklid uzaklıkları arasında fark τ 'den küçükse, bu iki alternatif Taxicab uzaklığı ile kıyaslanır. Genel olarak araştırmalarda eşik parametre değeri 0,02 olarak alınmaktadır.

7. Adım: Alternatif Değerlendirme Puanlarının Hesaplanması

$$H_i = \sum_{k=1}^n h_{ik} \quad (11)$$

8. Adım: Alternatiflerin Değerlendirme Puanlarına Göre Büyükten Küçüğe Doğru Sıralanması

TOPSIS yöntemi

TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi ÇKKV problemlerin çözümünde en çok kullanılan yöntemlerden biridir. TOPSIS yöntemi, ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan alternatifin tercih edilmesi mantığı ile oluşturulmuştur (Başdar, 2019: 83, Çakar, 2020: 35). TOPSIS yöntemine göre ideal çözüme geometrik olarak en kısa Öklid uzaklığı, aynı zamanda negatif-ideal çözümden en uzaktır. Dolayısıyla TOPSIS yönteminde ideal çözüme göreceli en yakınlığı dikkate alınarak ideal çözüme en yakınlık ile eş anlamlı olarak negatif-ideal çözüme en uzak olma sağlanmaktadır. Bu yöntemde kriterlerin monoton azalan veya artan yapıda olduğu varsayılmaktadır. Başka bir ifade ile yarar kriteri için en büyük değer, maliyet kriteri için ise en küçük değer tercih edilmektedir. Bunun yanında, sayısal olmayan çıktı değerleri sayısallaştırılması gerekmektedir (Öznel ve Alp, 2020: 33-35).

TOPSIS yönteminde karar alternatiflerinin skorlarının belirlenmesinde çeşitli adımlar bulunmaktadır. Söz konusu bu adımlar aşağıda açıklanmıştır (Aktaş, Doğanay, Gökmen, Gazibey ve Türen, 2015: 229-232, Avcı Öztürk, 2018: 8-10, Çelikbilek, 2018: 177-180, Özdemir, 2018: 134-139, Paksoy, 2017: 23-27, Ayçin, 2019: 238-242, Dinçer, 2019: 76-80, Özari ve Eren, 2019: 180-182, Özbek, 2019: 214-217, Atan ve Altan, 2020: 72-75, Demirci, 2020: 80-82, Ecer, 2020: 147-149, Kaya ve Karışan, 2020: 84, Yıldırım ve Çiftçi, 2020: 40-42).

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

M adet karar alternatifi ve n adet kriterden oluşan genel gösterim eşitlik 12'de gösterilmiştir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & x_{12} & \cdots & k_{1n} \\ a_{21} & x_{22} & \cdots & k_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & x_{m2} & \cdots & k_{mn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

2. Adım: Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

TOPSIS yönteminde normalizasyon, genellikle vektör normalizasyon işlemi yapılarak sağlanır. Bu kapsamda ilk olarak normalize değerlerin (r_{ij}) hesaplanması gerekmektedir. Söz konusu r_{ij} değerleri eşitlik 13 ile sağlanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad i=1,2,\dots,m \text{ ve } j=1,2,\dots,n \quad (13)$$

R_{ij} değerleri belirlendikten sonra standart karar matrisi (R) eşitlik 14'de gösterilmiştir.

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

3. Adım: Ağırlıklandırılmış Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu aşamada kriterlerin ağırlık değerlerinin (w_{ij}) toplamı 1 değerinde olmalıdır ($\sum_{i=1}^n w_i$). Buna göre oluşturulan ağırlıklandırılmış standart karar matrisi (V_{ij}) eşitlik 15'de açıklanmıştır.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \cdots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \cdots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (15)$$

4. Adım: Pozitif İdeal (A^+) ve Negatif İdeal (A^-) Çözüm Değerlerinin Hesaplanması

Maksimizasyon yönlü kriterler için pozitif ideal çözüm setinin sağlanması için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterleri içinde sütun değerlerinin en büyük olanları, ilgili değerlendirme kriteri minimizasyon yönlü ise en küçük olanları seçilir. Buna göre, pozitif ideal çözüm değerleri eşitlik 16'da ve eşitlik 17'de gösterildiği gibi belirlenir.

$$A^+ = \{ \max_i v_{ij} \mid j \in J \}, (\min_i v_{ij} \mid j \in J) \quad (16)$$

$$A^* = \{ v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^* \} \quad (17)$$

Maksimizasyon yönlü kriterler için negatif ideal çözüm setinin sağlanması için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterleri içinde sütun değerlerinin en küçükleri, ilgili değerlendirme kriteri maksimizasyon yönlü ise en büyük olanları seçilir. Buna göre, negative ideal çözüm değerleri eşitlik 18'de ve eşitlik 19'da gösterildiği gibi belirlenir.

$$A^- = \{ \min_i v_{ij} \mid j \in J \}, (\max_i v_{ij} \mid j \in J) \quad (18)$$

$$A^- = \{ v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^- \} \quad (19)$$

5. Adım: Pozitif ve Negatif Noktalara Olan Uzaklığın Belirlenmesi

İlk olarak pozitif ve negatif ideal çözüm setindeki sapmaların tespitinin yapılabilmesi için koorninat düzleminde x ve y değerlerinin mesafe Öklidyen Uzaklık Yaklaşımı ile tespit edilmesi için eşitlik 20'den yararlanılır.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (20)$$

Eşitlik 19'da x_{ik} i. gözlemin k. değişken değerini, x_{jk} j. gözlemin k. değişken değerini ve n değişken sayısını göstermektedir. Ayrıca pozitif ideal uzaklık (S_i^*) ve negatif ideal uzaklık (S_i^-) ölçülerinin sayısı karar alternatif sayısı kadar olmalıdır. Buna göre, TOPSIS yönteminde her bir karar alternatifi için ideal ve ideal olmayan noktalara olan uzaklığın ölçülmesi için eşitlik 21'den ve eşitlik 22'den yararlanılır.

$$\text{Pozitif İdeal Uzaklık: } S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (21)$$

$$\text{Negatif İdeal Uzaklık: } S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (22)$$

6. Aşama: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Her karar noktasının pozitif ideal çözüme göre yakınlığının (C_i^*) ölçülmesinde pozitif ve negatif ideal uzaklık ölçümlerinden yararlanılır. Buradaki asıl ölçüt, negatif uzaklık ölçüsünün toplam uzaklık ölçüsü içindeki oranıdır. Pozitif ideal çözüme göre yakınlık değerlerinin hesaplanması için eşitlik 23'den yararlanılır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (23)$$

Eşitlik 22'de belirtilen C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ kapsamında olmalıdır. $C_i^*=1$ olması durumunda, ilgili karar alternatifinin pozitif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir. $C_i^*=1$ olması durumunda ise ilgili karar alternatifinin negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir.

Bulgular

CODAS yöntemi kapsamında ilk adım olarak eşitlik 1 ile karar matrisi ve ikinci adım olarak eşitlik 2 ile normalize değerler hesaplanarak normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Devamında üçüncü adım kapsamında eşitlik 3 ile ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi ile dördüncü adım kapsamında ise eşitlik 4 ve 5 ile negatif ideal çözüm değerleri hesaplanmıştır. Bu çerçevede karar matrisi, normalize karar matrisi, ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi ve negatif ideal çözüm değerleri Tablo 3'de gösterilmiştir.

CODAS yöntemi çerçevesinde 5. Adım olarak negatif ideal çözüm değerleri, sonrasında ülkelerin negatif ideal çözüme olan Öklid uzaklıkları eşitlik 6, Taxicab uzaklıkları ise eşitlik 7 ile belirlenmiştir. Buna göre, ülkelerin negatif ideal çözüme olan Öklid ve Taxicab uzaklıkları Tablo 4'de sunulmuştur.

CODAS yönteminde 6. Adım olarak her bir ülkenin diğer ülkelere olan Öklid ve Taxicab uzaklık değerleri üzerinden göreceli değerlendirme matrisi eşitlik 8, eşitlik 9 ve eşitlik 10 ile hesaplanmıştır. Sonrasında 7. adım çerçevesinde eşitlik 11 ile ülkelerin değerlendirme skorları ölçülmüştür. Ayrıca eşik değeri 0,02 olarak hesaba alınmıştır. Buna göre, göreceli değerlendirme matrisi ve ülkelerin değerlendirme skorları (çevre performans değerleri) Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5 incelendiğinde, CODAS yöntemine göre ülkelerin çevre performans değerleri İngiltere (0,1833005), Fransa (0,1113246), Japonya (0,056505), Almanya (0,0259234), Kanada (-0,0889919), İtalya (-0,107488) ve ABD (-0,1872876) olarak sıralanmıştır. Tablo 5'e göre, özellikle İngiltere'nin ve ABD'nin çevre performans değerleri birbirleriyle ve diğer ülkelerin çevre performans değerleri arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Bunun yanında, Kanada, İtalya ve ABD çevre performans değeri açısından negatif yüküldür. CODAS yöntemi kapsamında EPI bileşenlerinin ağırlık katsayıları (önemlilik dereceleri) değiştirilerek ve buna bağlı olarak dört 4 senaryo oluşturularak CODAS yönteminin orjinal ağırlık katsayılarına duyarlı olup olmadıkları değerlendirilmiştir. Araştırma sonucuna göre, ülkelerin EPI sıralamalarının en az iki senaryoda değiştiği gözlemlenmiştir. Bu sonuca göre, CODAS yönteminin kriter

ağırlıklarına duyarlı olduğu ve böylelikle CODAS yönteminin ÇKKV problemlerinde verimli ve kararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3. Karar Matrisi, Normalize, Karar Matrisi, Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

Karar Matrisi											
Ülkeler	Çevresel Sağlık				Ekosistem Canlılığı						
	ÇS1	ÇS2	ÇS3	ÇS4	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7
Almanya	81,1	99	90,7	97,9	88,8	39,7	14	71,5	96	97	61,9
ABD	84,2	86,1	75,9	48,3	67,5	26,8	6,6	71,4	100	58,9	71,9
Fransa	88,1	98,2	84	94,8	88,3	36,1	12,2	81,9	100	88	65,2
İngiltere	84,7	100	81,5	92,9	88	28,3	8,8	90	100	98,5	54,3
İtalya	75,9	98,2	81,5	83,7	75,6	37,9	14,9	68,1	81,4	58,8	56,8
Japonya	85,9	95	100	86,5	76,6	41,7	35,2	69,5	77,7	75,3	55,9
Kanada	94,8	88	96,6	84,7	60,5	30,1	11	65,7	100	67,4	67,3
Normalize Karar Matrisi											
Almanya	0,855	0,99	0,907	1	1	0,952	0,398	0,794	0,96	0,985	0,861
ABD	0,888	0,861	0,759	0,493	0,76	0,643	0,188	0,793	1	0,598	1
Fransa	0,929	0,982	0,84	0,968	0,994	0,866	0,347	0,91	1	0,893	0,907
İngiltere	0,893	1	0,815	0,949	0,991	0,679	0,25	1	1	1	0,755
İtalya	0,801	0,982	0,815	0,855	0,851	0,909	0,423	0,757	0,814	0,597	0,79
Japonya	0,906	0,95	1	0,884	0,863	1	1	0,772	0,777	0,764	0,777
Kanada	1	0,88	0,966	0,865	0,681	0,722	0,313	0,73	1	0,684	0,936
Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi											
Ağırlıklar	0,2	0,16	0,02	0,02	0,15	0,06	0,06	0,24	0,03	0,03	0,03
Almanya	0,171	0,158	0,0181	0,02	0,15	0,057	0,024	0,191	0,029	0,03	0,026
ABD	0,178	0,138	0,0152	0,01	0,114	0,039	0,011	0,19	0,03	0,018	0,03
Fransa	0,186	0,157	0,0168	0,019	0,149	0,052	0,021	0,218	0,03	0,027	0,027
İngiltere	0,179	0,16	0,0163	0,019	0,149	0,041	0,015	0,24	0,03	0,03	0,023
İtalya	0,16	0,157	0,0163	0,017	0,128	0,055	0,025	0,182	0,024	0,018	0,024
Japonya	0,181	0,152	0,02	0,018	0,129	0,06	0,06	0,185	0,023	0,023	0,023
Kanada	0,2	0,141	0,0193	0,017	0,102	0,043	0,019	0,175	0,03	0,021	0,028
Negatif İdeal Çözüm Değerleri											
Değerler	0,16	0,138	0,0152	0,01	0,102	0,039	0,011	0,175	0,023	0,018	0,023

Tablo 4. Öklid ve Taxicab Uzaklıkları

Öklid Uzaklıkları												
Ülkeler	Çevresel Sağlık				Ekosistem Canlılığı							Öklid
	ÇS1	ÇS2	ÇS3	ÇS4	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7	
Almanya	0,0001	0,0004	9E-06	0,0001	0,0023	0,0003	0,0002	0,0002	3E-05	0,0001	1E-05	0,0621
ABD	0,0003	0	0	0	0,0001	0	0	0,0002	4E-05	9E-10	5E-05	0,0279
Fransa	0,0007	0,0004	3E-06	9E-05	0,0022	0,0002	9E-05	0,0019	4E-05	8E-05	2E-05	0,0749
İngiltere	0,0003	0,0005	1E-06	8E-05	0,0022	5E-06	1E-05	0,0042	4E-05	0,0001	0	0,0865
İtalya	0	0,0004	1E-06	5E-05	0,0007	0,0003	0,0002	4E-05	1E-06	0	1E-06	0,0397
Japonya	0,0004	0,0002	2E-05	6E-05	0,0007	0,0005	0,0024	0,0001	0	3E-05	4E-07	0,0666
Kanada	0,0016	9E-06	2E-05	6E-05	0	2E-05	6E-05	0	4E-05	7E-06	3E-05	0,0428
Taxicab Uzaklıkları												
Ülkeler	Çevresel Sağlık				Ekosistem Canlılığı							Taxicab
	ÇS1	ÇS2	ÇS3	ÇS4	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7	
Almanya	0,16	0,1373	0,0152	0,0098	0,0999	0,0382	0,0111	0,175	0,0233	0,0178	0,0226	0,7102
ABD	0,1598	0,1378	0,0152	0,0099	0,1021	0,0386	0,0113	0,175	0,0233	0,0179	0,0226	0,7132
Fransa	0,1595	0,1374	0,0152	0,0098	0,1	0,0384	0,0112	0,1733	0,0233	0,0178	0,0226	0,7084
İngiltere	0,1598	0,1373	0,0152	0,0098	0,1	0,0386	0,0112	0,171	0,0233	0,0178	0,0227	0,7065
İtalya	0,1601	0,1374	0,0152	0,0098	0,1015	0,0383	0,011	0,1752	0,0233	0,0179	0,0227	0,7124
Japonya	0,1597	0,1376	0,0152	0,0098	0,1015	0,0381	0,0089	0,1751	0,0233	0,0179	0,0227	0,7096
Kanada	0,1585	0,1378	0,0152	0,0098	0,1022	0,0385	0,0112	0,1752	0,0233	0,0179	0,0226	0,7122

Tablo 5. Göreceli Değerlendirme Matrisi ve Ülkelerin Değerlendirme Skorları

Ülkeler	Göreceli Değerler							Skorlar	
	Almanya	ABD	Fransa	İngiltere	İtalya	Japonya	Kanada	Toplam	Sıralama
Almanya	0	0,0311954	-0,0128015	-0,0274905	0,0201389	-0,0044644	0,0193454	0,0259234	4
ABD	-0,0311954	0	-0,0422421	-0,051972	-0,0118578	-0,0350851	-0,0149353	-0,1872876	7
Fransa	0,0128015	0,0422421	0	-0,0116037	0,0311856	0,0083371	0,0283621	0,1113246	2
İngiltere	0,0207765	0,051972	0,0116037	0	0,0409154	0,0199409	0,038092	0,1833005	1
İtalya	-0,0201389	0,0118578	-0,0311856	-0,0409154	0	-0,0240285	-0,0030774	-0,107488	6
Japonya	0,0044644	0,0350851	-0,0083371	-0,0199409	0,0240285	0	0,021205	0,056505	3
Kanada	-0,0193454	0,0149353	-0,0283621	-0,038092	0,0030774	-0,021205	0	-0,0889919	5

TOPSIS yöntemi kapsamında birinci adımda eşitlik 12 ile karar matrisi oluşturulur. Devamında ikinci adımda eşitlik 13 ve eşitlik 14 ile standart karar matrisi ve üçüncü adımda eşitlik 15 ile ağırlıklandırılmış standart karar matrisi sağlanır. Karar matrisi ise CODAS yöntemi kapsamında Tablo 3'de gösterildiğinden dolayı TOPSIS yöntemi için ayrı bir karar matrisi oluşturulmamıştır. Buna göre hesaplanan standart karar ve ağırlıklandırılmış standart karar matris değerleri Tablo 6'da açıklanmıştır.

Tablo 6. Standart ve Ağırlıklandırılmış Standart Karar Matrisleri

Standart Karar Matrisi											
Ülkeler	Çevresel Sağlık				Ekosistem Canlılığı						
	ÇS1	ÇS2	ÇS3	ÇS4	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7
Almanya	0,36007	0,43955	0,4027	0,43466	0,3943	0,17626	0,06216	0,31745	0,42623	0,43067	0,27483
ABD	0,37384	0,38227	0,337	0,21445	0,2997	0,11899	0,0293	0,31701	0,44399	0,26151	0,31923
Fransa	0,39115	0,436	0,3729	0,4209	0,392	0,16028	0,05417	0,36363	0,44399	0,39071	0,28948
İngiltere	0,37606	0,44399	0,3618	0,41246	0,3907	0,12565	0,03907	0,39959	0,44399	0,43733	0,24109
İtalya	0,33699	0,436	0,3618	0,37162	0,3357	0,16827	0,06615	0,30236	0,36141	0,26106	0,25219
Japonya	0,38139	0,42179	0,444	0,38405	0,3401	0,18514	0,15628	0,30857	0,34498	0,33432	0,24819
Kanada	0,4209	0,39071	0,4289	0,37606	0,2686	0,13364	0,04884	0,2917	0,44399	0,29925	0,2988
Ağırlıklandırılmış Standart Karar Matrisi											
Ağırlıklar	0,2	0,16	0,02	0,02	0,15	0,06	0,06	0,24	0,03	0,03	0,03
Almanya	0,07201	0,07033	0,0081	0,00869	0,0591	0,01058	0,00373	0,07619	0,01279	0,01292	0,00824
ABD	0,07477	0,06116	0,0067	0,00429	0,045	0,00714	0,00176	0,07608	0,01332	0,00785	0,00958
Fransa	0,07823	0,06976	0,0075	0,00842	0,0588	0,00962	0,00325	0,08727	0,01332	0,01172	0,00868
İngiltere	0,07521	0,07104	0,0072	0,00825	0,0586	0,00754	0,00234	0,0959	0,01332	0,01312	0,00723
İtalya	0,0674	0,06976	0,0072	0,00743	0,0503	0,0101	0,00397	0,07257	0,01084	0,00783	0,00757
Japonya	0,07628	0,06749	0,0089	0,00768	0,051	0,01111	0,00938	0,07406	0,01035	0,01003	0,00745
Kanada	0,08418	0,06251	0,0086	0,00752	0,0403	0,00802	0,00293	0,07001	0,01332	0,00898	0,00896

TOPSIS yöntemi çerçevesinde dördüncü aşamada eşitlik 16 ve eşitlik 17 ile pozitif ideal çözüm, eşitlik 18 ve eşitlik 19 ile negatif ideal çözüm değerleri ölçülmüştür.

Tablo 7. Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler

Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler	Çevresel Sağlık				Ekosistem Canlılığı						
	ÇS1	ÇS2	ÇS3	ÇS4	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7
Pozitif İdeal Çözümler	0,0842	0,071	0,0089	0,0087	0,0591	0,0111	0,0094	0,0959	0,0133	0,0131	0,0096
Negatif İdeal Çözümler	0,0674	0,0612	0,0067	0,0043	0,0403	0,0071	0,0018	0,07	0,0103	0,0078	0,0072

TOPSIS yönteminin 5'inci aşamasında pozitif ve negatif ideal noktalara olan uzaklıklar ölçülür. Bunun için ilk olarak Öklidyen Uzaklık mesafesi ile eşitlik 20 ile noktalar arasındaki uzaklıklar tespit edilir. Sonrasında ise eşitlik 21 ile pozitif ideal uzaklık, eşitlik 22 ile negatif ideal uzaklık değerleri belirlenir. Buna göre hesaplanan pozitif ve negatif ideal noktalara olan uzaklıklar ait ölçümler Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Pozitif ve Negatif İdeal Uzaklıklar

Pozitif İdeal Uzaklıklar													
Ülkeler	Çevresel Sağlık				Ekosistem Canlılığı							Toplam	Pozitif İdeal Uzaklık
	ÇS1	ÇS2	ÇS3	ÇS4	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7		
Almanya	0,0001	5E-07	7E-07	0	0	3E-07	3E-05	0,0004	3E-07	4E-08	2E-06	0,00057	0,0239178
ABD	9E-05	1E-04	5E-06	2E-05	0,0002	2E-05	6E-05	0,0004	0	3E-05	0	0,00091	0,0300955
Fransa	4E-05	2E-06	2E-06	8E-08	1E-07	2E-06	4E-05	7E-05	0	2E-06	8E-07	0,00016	0,0125
İngiltere	8E-05	0	3E-06	2E-07	3E-07	1E-05	5E-05	0	0	0	5E-06	0,00015	0,0123009
İtalya	0,0003	2E-06	3E-06	2E-06	8E-05	1E-06	3E-05	0,0005	6E-06	3E-05	4E-06	0,00098	0,0312705
Japonya	6E-05	1E-05	0	1E-06	7E-05	0	0	0,0005	9E-06	1E-05	5E-06	0,00064	0,0253416
Kanada	0	7E-05	9E-08	1E-06	0,0004	1E-05	4E-05	0,0007	0	2E-05	4E-07	0,00117	0,0341828

Negatif İdeal Uzaklıklar													
Ülkeler	Çevresel Sağlık				Ekosistem Canlılığı							Toplam	Negatif İdeal Uzaklık
	ÇS1	ÇS2	ÇS3	ÇS4	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7		
Almanya	2E-05	8E-05	2E-06	2E-05	0,0004	1E-05	4E-06	4E-05	6E-06	3E-05	1E-06	0,00057	0,0238409
ABD	5E-05	0	0	0	2E-05	0	0	4E-05	9E-06	2E-10	5E-06	0,00013	0,011281
Fransa	0,0001	7E-05	5E-07	2E-05	0,0003	6E-06	2E-06	0,0003	9E-06	2E-05	2E-06	0,00088	0,0297321
İngiltere	6E-05	1E-04	2E-07	2E-05	0,0003	2E-07	3E-07	0,0007	9E-06	3E-05	0	0,00122	0,0348951
İtalya	0	7E-05	2E-07	1E-05	0,0001	9E-06	5E-06	7E-06	2E-07	0	1E-07	0,00021	0,0143412
Japonya	8E-05	4E-05	5E-06	1E-05	0,0001	2E-05	6E-05	2E-05	0	5E-06	5E-08	0,00034	0,0185728
Kanada	0,0003	2E-06	3E-06	1E-05	0	8E-07	1E-06	0	9E-06	1E-06	3E-06	0,00031	0,0176801

TOPSIS yönteminin son aşamasında ideal çözüme göre yakınlıklar veya ülkelerin çevre performans değerleri eşitlik 23 ile hesaplanır. Buna göre TOPSIS yöntemi ile ülkelerin çevre performans değerleri Tablo 9'da açıklanmıştır.

Tablo 9. Ülkelerin Çevresel Performans Değerleri

Ülkeler	Ci*	Sıralamalar
Almanya	0,4991952	3
ABD	0,2726429	7
Fransa	0,7040159	2
İngiltere	0,7393655	1
İtalya	0,3144183	6
Japonya	0,4229321	4
Kanada	0,3409013	5

Tablo 9'a göre, TOPSIS yöntemi kapsamında ülkelerin çevresel performans değerleri İngiltere (0,7393655), Fransa (0,7040159), Almanya (0,4991952), Japonya (0,4229321), Kanada (0,3409013), İtalya (-0,3144183) ve ABD (0,2726429) olarak sıralanmıştır. Tablo 9 değerlendirildiğinde, İngiltere ve Fransa ülkelerinin çevre performans değerleri, diğer ülkelerin çevresel performans değerleri arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Aynı şekilde ABD ülkesinin çevre performans değeri diğer ülkelere göre düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 10. Yöntemlere Göre Ülkelerin Çevre Performans Değerlerinin Sıralamalarının Karşılaştırılması

Ülkeler	EPI		CODAS		TOPSIS	
	Değerler	Sıralama	Değerler	Sıralama	Değerler	Sıralama
Almanya	77,2	3	0,0259234	4	0,4991953	3
ABD	69,3	7	-0,1872876	7	0,2726429	7
Fransa	80	2	0,1113246	2	0,704016	2
İngiltere	81,3	1	0,1833005	1	0,7393656	1
İtalya	71	5-6	-0,107488	6	0,3144183	6
Japonya	75,1	4	0,056505	3	0,4229322	4
Kanada	71	5-6	-0,0889919	5	0,3409014	5

Tablo 10'a göre, ülkelerin EPI değerleri ile TOPSIS kapsamında çevresel performans değerlerinin sıralaması CODAS yöntemine kıyasla hemen hemen benzerlik göstermiştir. EPI değerleri ile CODAS kapsamında çevresel

performans değerlerinin sıralamalarının birbirleri ile tam benzerlik göstermemesinin nedeni, İtalya ve Kanada ülkelerinin LPI değerlerinin aynı olmasından kaynaklanmıştır. Ayrıca CODAS ve TOPSIS yöntemler açısından ülkelerin çevresel performans sıralaması açısından sadece Japonya ve İtalya ülkelerinin tutarsız olduğu, bunun dışında tüm ülkelerin çevresel performans değerlerinin sıralamalarının birbirleriyle tutarlı olduğu gözlenmiştir. Bunların yanında, tüm yöntemlere göre İngiltere'nin birinci, Fransa'nın ikinci ve ABD'nin son sırada olduğu gözlenmiştir. Araştırmada son olarak TOPSIS yönteminin orjinal ağırlık katsayılarına duyarlılıkları değerlendirilmiştir. TOPSIS yöntemi kapsamında EPI bileşenlerinin ağırlık katsayılarına farklı değerler verilerek dört 4 senaryo oluşturulmuştur. Araştırma sonucuna göre, ülkelerin EPI sıralamalarının en az iki senaryoda değiştiği gözlemlenmiştir. Buna göre, TOPSIS yönteminin kriter ağırlıklarına duyarlı olduğu ve buna bağlı olarak TOPSIS yönteminin ÇKKV problemlerinde verimli ve kararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 11. Yöntemler Arasındaki Korelasyon Değerleri

Korelasyonlar	EPI	CODAS	TOPSIS
EPI	-----	-----	-----
CODAS	0,970**	-----	-----
TOPSIS	0,977**	0,936**	-----

**p<.01

Tablo 11'e göre EPI, CODAS ve TOPSIS yöntemler ile tespit edilen ülkelerin çevresel performans değerleri arasında anlamlı ($p_{EPI-CODAS} < .01$, $p_{EPI-TOPSIS} < .01$) pozitif yönlü ve çok yüksek seviyede ilişki olduğu ($r_{EPI-CODAS} = 0,970$, $r_{EPI-TOPSIS} = 0,977$) tespit edilmiştir. Bu durum, EPI'nın genel anlamda CODAS ve TOPSIS yöntemlerine göre genel anlamda açıklanabileceğini göstermektedir. Ayrıca EPI'nın sıralamalarının TOPSIS yöntemi ile CODAS yöntemine göre daha tutarlı ve EPI'nın TOPSIS yöntemi ile olan ilişki değerinin yine CODAS yöntemine göre daha yüksek olmasından dolayı ($r_{EPI-TOPSIS} = 0,977 > r_{EPI-CODAS} = 0,970$) EPI TOPSIS yöntemiyle CODAS yöntemine kıyasla daha iyi açıklanabileceği değerlendirilebilir. Bunların dışında, ülkelerin çevre performanslarının ölçümü açısından CODAS ile TOPSIS yöntemi arasında anlamlı ($p_{CODAS-TOPSIS} < .01$), pozitif yönlü ve çok yüksek seviyede ilişki ($r_{CODAS-TOPSIS} = 0,970$) olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, performans ölçümleri açısından CODAS ile TOPSIS yöntemleri birbirleri ile benzer nitelikte olduğu söylenebilir.

Sonuç ve Tartışma

Ülkelerin çevre performanslarının ölçümüyle, ülkeler kendileri ile ilgili olarak çevre konusunda farkındalık kazanabileceklerdir. Ayrıca ülkeler çevre performanslarının ölçümüyle, çevre konusunda yeterliliklerini, yeteneklerini ve eksiklerini tespit edebileceklerdir. Böylece ülkeler, çevre konusundaki yeterliliklerini geliştirmek, yeterliliklerinin sürdürülebilirliğini sağlamak ve eksiklerini telafi etmek için çevre ile ilgili olarak stratejiler ve yöntemler geliştirebileceklerdir. Dolayısıyla ülkelerin çevre performanslarının ölçümü büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda araştırmanın birinci amacı, G7 ülkelerinin çevre performanslarının 2020 yılı için EPI'ya ait bileşenlerine ait değerler üzerinden CODAS ve TOPSIS yöntemi ile ölçmek olmuştur. Araştırmanın ikinci amacı ise EPI'nın en fazla hangi ÇKKV yöntemi ile açıklanabileceğini tespit etmektir.

Bulgulara göre, ülkelerin çevre performans değerleri CODAS yöntemi ile sırasıyla İngiltere, Fransa Japonya, Almanya, Kanada, İtalya ve ABD olarak belirlenmiştir. TOPSIS yöntemine göre ise bu sıralama İngiltere, Fransa, Almanya, Japonya, Kanada, İtalya ve ABD olarak tespit edilmiştir. EPI ve TOPSIS yöntemleri kapsamında ülkelerin çevresel performans değerlerinin sıralaması büyük çoğunlukla tutarlı olduğu gözlenmiştir. EPI ile CODAS yöntemleri kapsamında ise ülkelerin çevre performans yalnızca İtalya ve Japonya için tutarlılık göstermemiştir. Bunun yanında, tüm yöntemlere göre ülkelerin çevresel performans sıralamaları değerlendirildiğinde İngiltere'nin birinci, Fransa'nın ikinci ve ABD'nin son sırada olduğu tespit edilmiştir.

Diğer bir bulguya göre EPI, CODAS ve TOPSIS yöntemler ile tespit edilen ülkelerin çevresel performans değerleri arasında anlamlı, pozitif yönlü ve çok yüksek seviyede ilişki olduğu gözlenmiştir. Bu sonuca göre, EPI'nın genel anlamda CODAS ve TOPSIS yöntemlerine göre genel anlamda açıklanabileceğini sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca EPI'nın TOPSIS yöntemi ile olan ilişki değeri, CODAS yöntemine göre daha fazla olduğundan dolayı EPI TOPSIS yöntemiyle CODAS yöntemine göre daha iyi açıklanabileceği bulgusuna ulaşılmıştır. Bunların dışında, TOPSIS ve CODAS yöntemleri ile ülkelerin çevre performans değerleri arasında yine anlamlı, pozitif yönlü ve çok yüksek ilişki tespit edilmiştir. Bu durum ise TOPSIS ve CODAS yöntemlerinin performans ölçümlerinde birbirlerine benzer özellikler taşıdığını göstermektedir.

CODAS ve TOPSIS yöntemleri kapsamında EPI bileşenlerinin ağırlık katsayıları (önemlilik dereceleri) değiştirilerek ve buna bağlı olarak yöntemlere dört adet senaryo oluşturularak yöntemlerin orjinal ağırlık katsayılarına duyarlı olup olmadıkları incelenmiştir. Araştırma sonucuna göre, ülkelerin EPI sıralamalarının hepsinin tüm yöntemlere göre en az iki senaryoda değiştiği gözlemlenmiştir. Bu sonuca göre, CODAS ve TOPSIS yöntemlerinin kriter ağırlıklarına duyarlı olduğu ve böylelikle söz konusu yöntemlerin ÇKKV problemlerinde verimli ve kararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatür değerlendirildiğinde, çevre performansı ile araştırmada kullanılan CODAS ve TOPSIS yöntemlerine ilişkin olarak pek çok araştırma bulunmaktadır. Fakat literatürde ülkelerin herhangi bir ÇKKV teknikleri ile çevre performans değerlerinin ölçülmesi ile ilgili olarak yalnızca Çakın ve Ayçin'in (2020) araştırmasına rastlanılmıştır. Çakın ve Ayçin'in (2020) araştırmasında ülkelerin çevre performanslarının ÇKKV yöntemlerinden (GİA ve MOORA) yararlanarak bulanık yaklaşımla tespit etmesi ve veri setini oluşturan bileşenlerin verilerinin 2018 yılı EPI raporu kapsamında elde edilmesi açısından bu araştırma ile Çakın ve Ayçin'in (2020) araştırması ile ortak özellikleri bulunduğu değerlendirilmiştir. Çakın ve Ayçin'in (2020) araştırmasında ve bu araştırmada çevre performansı araştırılan ortak ülkeler, G7 grubu içinde bulunan Almanya, Fransa, İtalya ve İngiltere ülkeleridir. Bu kapsamda bu araştırmada, 7 ülke içinde Almanya 1'inci, Fransa 2'inci, İngiltere 3'üncü ve İtalya 6'nci sırada yer almıştır. Çakın ve Ayçin'in (2020) araştırmasında ise Fransa 2'inci, Almanya 10'uncu, İngiltere 5'inci ve İtalya 13'üncü olmuştur. Bu sıralamalara göre mevcut araştırma ile Çakın ve Ayçin'in (2020) araştırmasına göre Fransa'nın belirli bir çevresel performansının olduğu söylenebilir.

Ek olarak, Ülkelerin çevre performanslarının çok yönlü olarak değerlendirilmesinin önemi kapsamında ülkelerin çevre performanslarının daha çok ÇKKV yöntemi ile ölçülmesi gereksinimi olduğu düşünülmüştür. Öneriler kapsamında EPI, CODAS ve TOPSIS yöntemlerine göre ABD'nin çevresel performans değerinin diğer ülkelere göre az olması kapsamında başta ABD olmak üzere tüm ülkeler çevre performanslarını artırmaları için ilk olarak ekosistem canlılığı faktöründen 1,5 kat daha önemli olan çevresel sağlık faktörünü, ikincil olarak ise ekosistem canlılığı faktörünü geliştirecek çevre faaliyetleri gerçekleştirmelidirler. Ayrıca ülkeler, EPI bileşenlerinin birbirlerini tamamlayacak, ilgilendirecek, ilişkilendirecek uygulamalar sağlayarak çevre performanslarını geliştirebilirler. Dolayısıyla ülkeler, çevre performanslarını belirleyen bileşenleri eş zamanlı olarak gelişimini sağlayarak çevre performanslarını geliştirmeleri konusunda maliyetlerini düşürebilirler ve çevre konusunda inovasyon ile teknolojik gelişme sağlayabilirler. Bu durum, ülkelerin çevre performansı sağlamaları konusunda ivme kazandıracak olup, ülkelerin çevre sorunlarına yaklaşımlarına daha bütünsel ve sinerjik bir yaklaşım getirebilir. Böylelikle dünya ekonominin yarısından fazlasına hâkim olan G7 ülkeleri küresel anlamda dünyanın temiz kalmasına katkıda bulunabilirler. Yöntem açısından öneriler çerçevesinde ülkelerin çevre performanslarını ölçen bileşen sayısı artırılabilir ya da her ülkeye özgü çevre performans bileşeni veya bileşenleri oluşturulabilir. Bunun dışında ülkelerin çevre performanslarının ölçümünde daha detaylı ve kapsamlı bir metodoloji geliştirilebilir. Son olarak ülkelerin çevre performanslarının ölçümü konusunda CODAS ve TOPSIS yöntemler haricinde farklı ÇKKV yöntemler kullanılarak sonuçlar analiz edilip tartışılabilir.

Kaynaklar

- Afagachie, C. (2013). The Relationship Between Corporate Environmental Performance and Corporate Financial Performance – Using the Framework Of Corporate Environmental Policy Implementation. *Bristol Üniversitesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Bristol.
- Aktaş, R., Doğanay, M. M., Gökmen, Y., Gazibey, Y. ve Türen, U. (2015). *Sayısal Karar Verme Yöntemleri*. İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Ashrafzadeh, M., Rafiei, F. M., Isfahani, N. M., ve Zare, Z. (2012). Application of Fuzzy TOPSIS Method for the Selection of Warehouse Location: A Case Study. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3(9), 655-671.
- Atan, M. ve Altan, Ş. (2020). *Örnek uygulamalarla çok kriterli karar verme yöntemleri*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Athawale, V. M., ve Chakraborty, S. (2010). A TOPSIS Method-based Approach to Machine Tool Selection. *Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Dakka: IEOM, 54-58.
- Aytekin, S. ve Sakarya, Ş. (2013). Bist'te İşlem Gören Gıda İşletmelerinin TOPSIS Yöntemi ile Finansal Performanslarının Değerlendirilmesi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*(21), 30-47.
- Badi, I. A., Abdulshahed, A. M., ve Shetwan, A. G. (2017). Supplier Selection Using Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) Method for Multi-Criteria Decision-Making. *The 1st International Conference on Management, Engineering and Environment*. Belgrade: ECOR (RABEK), 27-37.

- Badi, I., Ballem, M., ve Shetwan, A. (2018). Site Selection Of Desalination Plant in Libya by Using Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) Method. *International Journal for Quality Research*, 12(3), 609–624.
- Bakır, M. ve Alptekin, N. (2018). Hizmet Kalitesi Ölçümüne Yeni Bir Yaklaşım: CODAS Yöntemi İle Havayolu İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama. *Business & Management Studies: An International Journal*, 6(4), 1336-1353.
- Bakır, M. ve Atalık, Ö. (2018). Entropi ve Aras Yöntemleriyle Havayolu İşletmelerinde Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 617-638.
- Balcerzak, A. P., ve Pietrzak, M. B. (2016). Application of TOPSIS Method for Analysis of Sustainable Development in European Union Countries. *Institute of Economic Research Working Papers*(22), 1-12.
- Başdar, C. (2019). *Fnansal Performans ve Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri*. Bursa: Ekin Yayınevi.
- Bek, N. (2019). Çevresel Performans Endeksi ve Sürdürülebilir Yönetişim Göstergeleri Kapsamında Ülke Karşılaştırması: Türkiye ve İsviçre Örneği. *International Journal of Innovative Approaches in Social Sciences*, 3(2), 36-45.
- Clarkson, P. M., Li, Y., Richardson, G. D., ve Vasvari, F. P. (2008). Revisiting the Relation between Environmental Performance and Environmental Disclosure: An Empirical Analysis. *Accounting, Organizations and Society*(33), 303–327.
- Costantini, V., Mazzanti, M., ve Montini, A. (2013). Environmental Performance, Innovation and Spillovers. Evidence from a Regional NAMEA. *Ecological Economics*(89), 101–114.
- Çakar, T. (2020). *Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri*. İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi Yayınları.
- Çakın, E. ve Ayçin, E. (2019). Ülkelerin Çevresel Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Bulanık Mantık Tabanlı Bir Yaklaşım ile Bütünleşik Olarak Değerlendirilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14(3), 631 – 656.
- Çelikkbilek, Y. (2018). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Demirci, A. (2020). *Sağlık Hizmetleri Yönetiminde Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Diñçer, S. E. (2019). *Çok Kriterli Karar Alma*. Ankara: Gece Akademi.
- Dumanoğlu, S. (2010). İMBK'de İşlem Gören Çimento Şirketlerinin Mali Performansının TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29(2), 323-339.
- Ecer, F. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Es, H. A. (2020). CODAS Yöntemi ile Eğitim Hizmetlerine Göre İç Anadolu Bölgesindeki İllerin Değerlendirilmesi. M. Kabak, & Y. Çınar içinde, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri MS EXCEL Çözümlü Uygulamalar*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 319-332.
- Esty, D. C., Levy, M. A., Kim, C. H., Sherbinin, A., Srebotnjak, T., ve Mara, V. (2008). *2008 Environmental Policy Index*. New Haven: Yale Center for Environmental Law and Policy.
- Gerike, R., Becker, U., ve Friedemann, J. (2010). Development of an Environmental Performance Index for the German Transport System. *12th WCTR*, Lisbon, 1-23.
- Hsu, A., Lloyd, A., ve Emerson, J. W. (2013). What Progress Have We Made since Rio? Results from the 2012 Environmental Performance Index (EPI) and Pilot Trend EPI. *Environmentalscience and Policy*(33), 171-185.
- Huber, J. (2001). Umwelt. B. Schäfers, & W. Zapf içinde, *Handwörterbuch zur Gesellschaft Deutschlands*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 695-705.
- Jahn, D. (2015). Umwelt in der Vergleichenden Politikwissenschaft. H.-J. Lauth, M. Kneuer, ve G. Pickel içinde, *Handbuch Vergleichende Politikwissenschaft*. Wiesbaden: Springer NachschlageWissen, 677-687.
- Karaman, Y. E. (2018). Çevre Performans Endeksi Kapsamında Avrupa Birliği ve Türkiye'nin Karşılaştırılması. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 10(1), 76-85.
- Kaya, İ. ve Karaşan, A. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme*. İstanbul: Umuttepe Yayınları.
- Kıracı, K., ve Bakır, M. (2020). Evaluation of Airlines Performance Using an Integrated CRITIC and CODAS Methodology: The Case of Star Alliance Member Airlines. *Studies in Business and Economics*, 15(1), 83-99.
- Lee, J. J., Gemba, K., ve Kodama, F. (2006). Analyzing the Innovation Process for Environmental Performance Improvement. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(3), 290-301.
- Leithold, D., ve Lippelt, J. (2016). Kurz zum Klima: Umwelt und Demokratie. *ifo Institut - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München*, 69(6), 60-63.

- Özari, Ç. ve Eren, Ö. (2019). *Sosyal Bilimlerde Uygulamalı İstatistik ve Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi Yayınları.
- Özbek, A. (2019). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü Kavram-Teori-Uygulama* (2. b.). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Özdemir, M. (2018). TOPSIS. B. F. Yıldırım, ve E. Önder içinde, *İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler için Operasyonel, Yönetimsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Bursa: Dora Yayıncılık, 134-139.
- Özkan, M. ve Özcan, A. (2018). Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Seçilmiş Çevresel Göstergeler Üzerinden Bir Değerlendirme: OECD Performans İncelemesi. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 16(32), 485-518.
- Öztel, A. ve Alp, İ. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Seçiminde Yeni Bir Yaklaşım*. İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Öztürk Avcı, B. (2018). *Analitik Hiyerarşi Süreci ve TOPSIS Bulanık Uygulamaları*. Dora Yayıncılık: Bursa.
- Paksoy, S. (2017). *Çok Kriterli Karar Vermede Güncel Yaklaşımlar*. Adana: Karahan Kitapevi.
- Sat, N. (2017). Çevresel Sürdürülebilirlik ve Doğrudan Yabancı Yatırımlar: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerinden Bir İrdeleme. *Çağdaş Yerel Yönetimler*, 26(1), 1-18.
- Tektüfekçi, F. ve Kutay, N. (2016). The Relationship Between EPI and GDP Growth: An Examination on Developed and Emerging Countries. *Journal of Modern Accounting and Auditing*, 12(5), 268-276.
- Topal, M. H. ve Hayaloğlu, P. (2017). Farklı Gelişmişlik Düzeylerinde Kurumsal Kalitenin Çevre Performansı Üzerindeki Etkisi: Ampirik Bir Analiz. *Sosyoekonomi*, 25(32), 189-212.
- Ulutaş, A. ve Topal, A. (2020). *Bütünleştirilmiş Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Üretim Sektörü Uygulamaları*. Ankara: Akademisyen Kitapevi.
- Wendling, Z. A., Emerson, J. W., de Sherbinin, A. ve Esty, D. C. (2020). *2020 Environmental Performance Index*. New Haven: CT: Yale Center for Environmental .
- Woo, C., Chung, Y., Chun, D., Seo, H. ve Hong, S. (2015). The statican Dynamic Environmental Efficiency of Renewableenergy: A Malmquist Index Analysis of OECD Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(47), s. 367–376.
- Yıldırım, B. F. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Finansal Performans Analizi ve Tahmin Modeli: Çimento Sektöründe Bir Uygulama*. İstanbul: Türkmen Kitapevi.

İnternet Kaynakları

<https://tr.wikipedia.org/wiki/G7>

MEASURING THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF COUNTRIES BY CODAS AND TOPSIS METHODS: G7 GROUP COUNTRIES EXAMPLE

Furkan Fahri ALTINTAŞ

ABSTRACT

With the awareness of their environmental performance, countries can provide strategies and policies to improve their environmental performance. Thus, countries can contribute to their own economic development by increasing their environmental performance. Therefore, measuring the environmental performance of countries is of great importance. Environmental performance of countries can be measured by the Environmental Performance Index (EPI). EPI consists of two factors, environmental health and ecosystem vitality. Its factors are environmental protection components, and environmental protection components are environmental protection variables. In this context, the research has two purposes. The first of these, To measure the latest and up-to-date environmental performances of the G7 group countries for 2018, using CODAS and TOPSIS multi-criteria decision-making methods (MCDM) over the values of EPI components. The second is to determine which MCDM method can be used to explain the EPI values of countries the most. According to the findings, the ranking of countries' environmental performance with the CODAS method was determined as England, France, Japan, Germany, Canada, Italy and the USA. According to the TOPSIS method, this ranking was determined as England, France, Germany, Japan, Canada, Italy and the USA. According to another finding, it has been observed that there is a significant, positive and very high relationship between the EPI values of the countries and the values measured by the CODAS and TOPSIS methods. According to this result, it was evaluated that EPI can be explained by both methods. In addition, it has been concluded that the correlation value between TOPSIS values of EPI within the scope of the research is higher than the CODAS method, so it can be explained better with the TOPSIS method compared to the EPI CODAS method. In the literature, in order not to find a study measuring the environmental performance of countries with CODAS and TOPSIS methods, it was evaluated that the study in question contributed to the literature, since the findings obtained as a result of the research became a data set for future studies.

Keywords: Environmental Performance, Environmental Performance Index, CODAS, TOPSIS