

Gelişmiş ve Yükselen Piyasa Ekonomilerinin Çevresel Performansı: G7 ve E7 Ülkelerinin Karşılaştırmalı Analizi

Burcu YILMAZ¹

¹ Dr., Kayseri Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, burcukaya107@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-6004-0640

Öz: Çevresel performans düzeyinin sistematik biçimde izlenmesi ve analiz edilmesi, ülkelerin çevresel bozulma ve iklim değişikliğiyle mücadele konusunda uygun çözümler üretebilmeleri ve bu sorunlara yönelik stratejiler geliştirmeleri açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle çevresel sorunlara sebep olan kritik faktörlerin belirlenmesi ve gerekli politikaların oluşturulabilmesi için ülkelerin çevresel performans düzeylerinin dikkatle ele alınması gerekmektedir. Farklı ekonomik gelişmişlik seviyesine sahip olan ülkelerde farklı çevresel göstergeler kritik öneme sahip olabilmekte ve uygulanacak politikalar da bu bağlamda değişebilmektedir. Bu kapsamda, çalışmada G7 ve E7 ülkelerinin çevresel performansları 2024 yılı ÇPE verileri yardımıyla CRITIC-COPRAS bütünlük yaklaşımıyla analiz edilmiştir. CRITIC yöntemiyle, G7 ve E7 ülkelerinin çevresel performans endeksi kriterleri önem derecelerine göre sıralanarak karşılaştırılmış; COPRAS yöntemiyle ise ülkeler çevresel performans düzeylerine göre sıralanmıştır. Buna göre hava kirliliği ve ağır metaller değişkenleri her iki ülke grubunda da önem düzeyi yüksek kriterler olurken; G7 için sanitasyon ve içme suyu, E7 içinse ormanlar kriteri yüksek ağırlığa sahip kriterler olarak belirlenmiştir. G7’de en yüksek çevresel performansa sahip ülke Almanya olurken E7’de öne çıkan ülke Brezilya olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Performans, Çok Kriterli Karar Verme, G7, E7

Jel Kodları: Q56, Q44, Q53

Environmental Performance of Advanced and Emerging Market Economies: A Comparative Analysis of G7 and E7 Countries

Abstract: The systematic monitoring and analysis of environmental performance levels are of critical importance for countries to develop effective solutions and strategies to combat environmental degradation and climate change. In this context, a careful examination of national environmental performance is essential for identifying key factors driving environmental issues and for formulating appropriate policies. The significance of specific environmental indicators may vary depending on a country’s level of economic development, leading to differences in the applicable policy frameworks. Accordingly, this study analyzes the environmental performance of G7 and E7 countries using the 2024 Environmental Performance Index (EPI) data through an integrated CRITIC-COPRAS approach. The CRITIC method was employed to determine and compare the weights of environmental performance criteria based on their relative importance for both country groups, while the COPRAS method was utilized to rank the countries according to their overall environmental performance. The analysis reveals that air pollution and heavy metals are among the most critical criteria in both groups. However, sanitation and drinking water emerged as high-weighted criteria for the G7 countries, whereas forests held significant weight for the E7 group. Among the G7 countries, Germany demonstrated the highest environmental performance, while Brazil stood out within the E7 group.

Keywords: Environmental Performance, Multi Criteria Decision Making, G7, E7

Jel Codes: Q56, Q44, Q53

Atıf: Yılmaz, B. (2025). Gelişmiş ve yükselen piyasa ekonomilerinin çevresel performansı: G7 ve E7 ülkelerinin karşılaştırmalı analizi. *Fiscaoeconomia*, 9(4), 1920-1943.
<https://doi.org/10.25295/fsecon.1680404>

Geliş Tarihi: 20.04.2025
Kabul Tarihi: 04.07.2025



Telif Hakkı: © 2025. (CC BY)
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Giriş

Dünyada küreselleşmeyle birlikte artan üretim ve tüketim ile hız kazanan ticari ve lojistik faaliyetler, doğal kaynakların aşırı kullanımı, karbon emisyonlarının artması, biyolojik çeşitliliğin azalması gibi çevresel tehditleri beraberinde getirmektedir. Bu nedenle son yıllarda ülkelerin ekonomik büyüme stratejileri çevresel sürdürülebilirlik hedefleri dikkate alınarak şekillenmeye başlamıştır. Bu bağlamda, ülkelerin çevresel performansını nesnel ölçütlerle değerlendirmek ve karşılaştırmak, hangi göstergelerin çevresel kaliteyi sağlamak açısından daha önemli olduğunu tespit etmek, ülkelerin çevresel performanslarındaki güçlü ve zayıf yönlerine yönelik politikalar oluşturabilmeleri için önemlidir.

Son yıllarda, çevresel performansı analiz etmek için geliştirilen ölçütlerin başında Çevresel Performans Endeksi (ÇPE) gelmektedir. Yale Üniversitesi tarafından geliştirilen bu endeks 58 alt gösterge ve 11 bileşeni (İklim Değişikliğiyle Mücadele, Hava Kalitesi, Sanitasyon & İçme Suyu, Ağır Metaller, Katı Atıklar, Su Kaynakları, Tarım, Balıkçılık, Hava Kirliliği, Ormanlar, Biyoçeşitlilik & Habitat) temel olarak ülkelerin çevresel performansını nicel veriler yardımıyla karşılaştırma imkânı sağlamaktadır. Bu göstergeler, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve 2015 Paris İklim Değişikliği Anlaşması yükümlülükleriyle uyumlu olarak seçilmiş; her bir bileşenin, hava kalitesi, su kaynakları yönetimi, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği gibi temel çevresel politika alanlarını temsil etme kapasitesi; veri erişilebilirliği ve uluslararası karşılaştırılabilirlik kriterleri gözetilerek belirlenmiştir. Her bir ÇPE bileşeni için, ilgili gösterge açıklamaları ve metodolojik tanımlamalar Endeks'in yıllık metadatasında detaylandırılmıştır (Environmental Performance Index, 2024c). Ayrıca, ÇPE bileşenlerinin alt göstergeleri ile ÇPE içindeki ağırlıkları yüzdesel olarak Tablo 1'de verilmiştir. Tabloya göre, ekosistem canlılığı boyutu ÇPE'yi oluşturan boyutlarda en büyük yüzdeye sahipken iklim değişikliğiyle mücadele bileşeni %30 oran ile ilk sırada yer almaktadır. Bu bileşeni %25 ile biyoçeşitlilik & habitat takip etmektedir. Hava kalitesi bileşeni ise %17 oran ile en büyük orana sahip üçüncü bileşen konumundadır.

Tablo 1. ÇPE Bileşenleri ve Alt Göstergeler

Boyut	Bileşen	Alt Göstergeler
Çevresel Sağlık (%25)	Hava Kalitesi (%17)	İnsan kaynaklı PM _{2.5} (%6,5); Hane halkı katı yakıt kullanımı (%6,5), Ozon seviyesi (%1,5), Nitrojen dioksit (%1), Kükürt dioksit (SO ₂) (%0,5), Karbon monoksit (CO) (%0,5), Uçucu organik bileşikler (VOC'ler) (%0,5)
	Sanitasyon & İçme Suyu (%5)	Güvenli olmayan içme suyu (%3), Güvenli olmayan sanitasyon (%2)
	Ağır Metaller (%2)	Kurşun (%2)
	Atık Yönetimi (%1)	Kişi başı atık üretimi (%0,4), Kontrol altındaki atık oranı (%0,2), Atık geri kazanım oranı (%0,4)
İklim Değişikliği (%30)	İklim Değişikliğiyle Mücadele (%30)	Karbondiyoksit (%7,5), Ayrılan karbon bütçesine göre CO ₂ eğilimi (%0,5), Metan (%3), F-gazları (%2), Diazot Monoksit (%1), Kara Karbon (%1,5), Arazi kullanımı, Arazi kullanım değişikliği ve ormancılık net karbon akışı (%1), Emisyon yoğunluğuna göre düzeltilmiş sera gazı eğilimi (%6), Kişi başı emisyonu göre düzeltilmiş sera gazı eğilimi (%6), 2050 için öngörülen sera gazı (%1), Sera gazı için bütçe kullanımı (%0,5)
Ekosistem Canlılığı (%45)	Su Kaynakları (%5)	Atık su yeniden kullanımı (%0,5), Atık su toplanma oranı (%2), Atık su üretimi (%0,5)
	Tarım (%3)	Verimlilik açığı (%1,2), Pestisit kirliliği (%0,5), Fosfor fazlalığı (%0,1), Sürdürülebilir azot yönetimi indeksi (%1,2)
	Hava Kirliliği (%6)	Kükürt dioksit emisyonu eğilimi (%2,5), Azot oksit emisyonu eğilimi (%2,5)
	Balıkçılık (%2)	Deniz tropik indeksi (%0,1), Küresel dip trollemesi, Yerel dip trollemesi, Atık balık oranı (%0,4), Balık stok durumu (%0,3)
	Ormanlar (%5)	Orman manzarası bütünlüğü (%0,25), Net değişim (%0,5), Kalıcı ağaç örtüsü kaybı (%1,25), Bozulmamış orman peyzajlarının kaybı (%1,5), Birincil orman kaybı (%1,5)
	Biyoçeşitlilik & Habitat (%25)	Deniz koruma alanı kapsamı (%3), Deniz habitat koruma düzeyi (%3), Deniz koruma alanı düzenlemelerinin katılık düzeyi (%0,5), Korunan alan temsiliyet indeksi (%3), Tür koruma indeksi (%4), Biyom koruma (%2,5), Önemli biyolojik alan koruması (%2,5), Korunan alan etkinliği (%0,5), Korunan alanlardaki tarım arazisi (%0,5), Kırmızı liste indeksi (%3), Tür habitat indeksi (%2), Biyoklimatik dayanıklılık (%0,5)

Kaynak: Environmental Performance Index (2024b)

Literatürde ülkelerin çevresel performanslarının analiz edildiği bazı araştırmalarda ÇPE verilerinin kullanıldığı ve bu veriler yardımıyla çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleriyle ülkelerin performanslarının nesnel olarak sıralandığı görülmektedir (Akandere, 2021; Boldrin vd., 2025; Doğan, 2022; Gelmez vd., 2025; Karahan vd., 2025; Senir, 2024). Bununla birlikte, mevcut çalışmalar AB (Brodny & Tutak, 2023; Korkmaz vd., 2022), OECD (Arsu & Ayçin, 2021; Gelmez vd., 2025), Doğu Avrupa (Karahan vd., 2025; Senir, 2024) ya da belirli ekonomik birliklere (Akandere, 2021) yöneliktir. G7 ve E7 ülkeleri özelinde ÇPE bileşenlerini kullanarak bu iki ekonomik grubu karşılaştırmalı analiz eden çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma hem gelişmiş hem de yükselen piyasa ekonomilerinin çevresel performansını karşılaştırmalı biçimde ele almasıyla literatürdeki diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır.

Çalışmada G7 ve E7 ülkelerinin çevresel performansları dünya genelindeki ÇPE puanlarına göre ele alınmış olup ilgili ülkelerde öne çıkan en önemli ÇPE bileşenleri ve ilgili ekonomik grupların kendi içindeki çevresel performans sıralamaları değerlendirilmiştir. Analizde kriterler olarak 2024 yılına ait ÇPE bileşenlerine ait veriler kullanılmış, bu kriterlerin ağırlıkları CRITIC yöntemiyle nesnel olarak belirlenmiş ve ülkeler COPRAS yöntemiyle sıralanmıştır. Bulgular, ekonomik gelişim düzeyi farklı ülke gruplarının çevresel performansını etkileyen benzer ya da farklı kriterleri ortaya koymakta; politika yapıcılar için sürdürülebilirlik odaklı stratejilere ilişkin ipuçları sunmaktadır.

Günümüzde çevresel sorunların artış göstermesiyle birlikte, ülkelerin çevresel performanslarının değerlendirilmesi önemli hale gelmiştir. Bu bağlamda çalışmada, öncelikle ülkelerin çevresel performansını çeşitli göstergelerle ve farklı ÇKKV yöntemleriyle analiz eden çalışmalar değerlendirilmiş, devamında araştırma için kullanılan veriler ile CRITIC ve COPRAS yöntemine ilişkin bilgilerinin yanı sıra yapılan analizlerin bulgularına yer verilmiş, sonrasında çalışmanın bulguları literatürdeki mevcut çalışmalar yardımıyla tartışılarak araştırmayla ilgili birtakım kısıtlılıklara ve politika önerilerine değinilmiştir.

2. Literatür Taraması

Literatürde ülkelerin çevresel performansını ölçmek amacıyla genellikle ÇPE verileri kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar çevresel performansı değerlendirmek için ÇPE göstergelerini temel veri seti olarak ele almıştır. ÇPE verileriyle farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Doğan (2022) çalışmasında, OECD ve AB üyesi 24 ülke için ÇPE ve İklim Değişikliği Performans Endeksi (CCPI) verilerini CRITIC-MABAC yöntemleriyle analiz etmiştir. Karahan vd. (2025) Türkiye ile Doğu Avrupa ülkelerini 2022 yılı ÇPE verilerini temel alarak PROMETHEE II yöntemiyle sıralamıştır. Gelmez vd. (2025) OECD ülkelerinin çevresel performansını ÇPE'deki on göstergelyi alarak ARAS ve WASPAS yöntemleriyle değerlendirmiştir. Benzer şekilde Bajdor & Korpysa (2025), Avrupa Birliği ülkelerinin çevresel performansını; hava kirliliği, su sanitasyonu, atık su arıtımı ve korunan kara/deniz biyom alanları gibi ÇPE kriterlerini kullanarak TOPSIS yöntemiyle analiz etmiştir. Ayrıca, Senir (2024) ile Arsu & Ayçin (2021) yapmış oldukları çalışmalarda ÇPE'nin alt göstergeleriyle ÇKKV analizleri gerçekleştirmiştir. Literatürdeki bu eğilimler; ÇPE'nin hem veri erişilebilirliği hem de kapsayıcılığı açısından çevresel sürdürülebilirlik araştırmalarında yaygın ve güvenilir bir kaynak olarak kullanıldığını göstermektedir. Bu bağlamda, bu çalışmada ele alınan ülkelerin sürdürülebilirlik düzeylerini belirlemede ÇPE göstergelerinin kullanılması, literatürdeki eğilimlerle uyumlu olmuştur.

Literatürdeki analizler çoğunlukla AB (Brodny & Tutak, 2023; Korkmaz vd., 2022), OECD (Arsu & Ayçin, 2021; Gelmez vd., 2025), Doğu Avrupa (Karahan vd., 2025; Senir, 2024) ya da belirli ekonomik birlikler (Akandere, 2021) gibi ülke gruplarına odaklanmıştır. Bu bağlamda mevcut çalışma hem gelişmiş hem de yükselen piyasa ekonomilerinin çevresel sürdürülebilirliğinin karşılaştırmalı biçimde ele alması açısından literatürdeki diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır. Farklı ekonomik kalkınma düzeyindeki ülkelerin

çevresel performanslarını kıyaslamak, ekonomik gelişmişliğin çevresel sürdürülebilirliğe etkisini değerlendirmek açısından da önemli görülmektedir. Bu çalışmada kriter ağırlıkları CRITIC yöntemiyle nesnel olarak belirlenmiş ve hangi kriterin hangi ekonomik grupta daha yüksek düzeyde önem teşkil edeceği değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bulgularla, hangi kriterler için hangi ülke grubunun avantajlı ya da dezavantajlı konumda olduğu tespit edilebilmektedir. Bu nedenle çalışmadan elde edilen sonuçların politika yapımcıların E-7 ve G-7 ülkelerinin sürdürülebilirlik stratejilerini etkin biçimde sürdürmelerine fırsat tanıyacağı düşünülmektedir.

Tablo 2. Çevresel Performansın Değerlendirilmesinde ÇKKV Yöntemini Kullanan Çalışmalar

Yazar(lar)	Amaç ve Yöntem	Temel Bulgular
Brodny & Tutak (2023)	Bu çalışmanın temel amacı, Avrupa Birliği'ne üye 27 ülkenin enerji ve iklim sürdürülebilirliği düzeyini değerlendirmektir. Çalışmada sürdürülebilirlik düzeylerini karşılaştırmalı olarak analiz etmek için CODAS, EDAS, TOPSIS, VIKOR WASPAS yöntemlerini entegre eden bir metodoloji uygulanmıştır.	Analiz sonuçları, en yüksek sürdürülebilirlik düzeyine sahip ülkelerin İsveç ve Danimarka. Olduğunu göstermektedir. Bu iki ülke hem genel ortalamada hem de zamana bağlı değerlendirmelerde istikrarlı şekilde üst sıralarda yer almıştır. En düşük sürdürülebilirlik düzeyine sahip ülkeler ise Polonya, Bulgaristan ve Çekya olmuştur. Bu ülkeler hem enerji tüketimi hem de sera gazı emisyonları açısından düşük performans göstermiştir.
Cucchiella vd. (2017)	Bu çalışmada 2012 yılında ASEAN ülkelerinin çevresel performansının Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle analiz edilmesi amaçlanmıştır. Analiz, çevresel hastalık yükü, hava ve su kirliliği, biyoçeşitlilik, ormancılık, balıkçılık, tarım ve iklim değişikliği verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.	Elde edilen bulgulara göre; Brunei, orijinal sıralamada ikinciyken AHP yöntemine göre birinci olmuştur. Singapur da orijinal sıralamada beşinciyken AHP analiziyle ikinci sıraya çıkmıştır. Bu değişime Singapur'da özellikle hava ve su kirliliği gibi yüksek ağırlıklı kriterlerin bulunmasının etkili olduğu belirlenmiştir.
Korkmaz vd. (2022)	Bu çalışmanın temel amacı, Avrupa Birliği üyesi ülkelerin lojistik performanslarıyla sürdürülebilirlik düzeyleri arasındaki ilişkiyi analiz etmektir. Nüfus, iş gücü oranı, GSYİH, doğrudan yabancı yatırım, ihracat, yenilenebilir enerji tüketimi, ekilen alan, yaşam süresi, ormanlık alan, mobil abone sayısı ile işsizlik, ithalat, CO ₂ emisyonu, sera gazı emisyonu olmak üzere 14 kriter kullanılmıştır. ROC ve OCRA yöntemleriyle analiz gerçekleştirilmiştir.	Analiz sonucunda göre; En sürdürülebilir ülkelerin İspanya, Polonya, Malta, Kıbrıs. Hollanda olduğu belirlenmiştir. Lojistik performansı yüksek olan ülkelerin her zaman en sürdürülebilir ülkeler arasında yer almadığı tespit edilmiştir.
Bilbao-Terol vd. (2014)	Bu çalışmanın amacı, devlet tahvillerine yapılan yatırımların sürdürülebilirlik performansını incelemektir. Bu kapsamda TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. 105 ülke için Düzeltilmiş net tasarruf, ekolojik ayak izi, ÇPE ve insani gelişim endeksi verileri ele alınmıştır.	Yapılan analizler en sürdürülebilir ülkelerin İsviçre, Kosta Rika, Letonya, Norveç, Arnavutluk olduğunu göstermiştir. Sosyal Sorumlu Yatırım olarak etiketlenen fonlardan bazıları sürdürülebilirlik skorunda öne çıkmıştır.
Xu vd. (2018)	Çalışmada Çin'in ulusal düzeyde çevre kalitesini değerlendirmek için ulusal ölçekte yeni bir model geliştirilmesi amaçlanmıştır. Analizler Bulanık AHP ile gerçekleştirilmiştir. Buna göre; Normalize Edilmiş Fark Vejetasyon İndeksi, Net Birincil Verimlilik, Yüzey Sıcaklığı, Yağış Miktarı, Arazi Kullanımı ve Örtüsü Değişimi, Toprağın Su veya Rüzgarla Aşınması, İnce Partikül Madde, Sayısal Yükseklik Modeli ve eğim göstergeleri alınmıştır. ÇPE, bu çalışmada modelin geçerliliğini test etmek amacıyla kullanılmıştır.	Çalışmanın sonuçlarına göre Çin'in ekolojik çevre kalitesi 2002–2013 döneminde genel olarak düşüş göstermiştir. Özellikle kentleşmenin ve sanayileşmenin yoğun olduğu bölgelerde bozulmanın daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. 2002–2007 yılları arasında ÇPE'deki sert düşüş, 2007'den sonra toparlanma eğilimi göstermiştir.
Lombardi Netto vd. (2021)	Çalışmanın amacı, yeşil tahvillerin değerlendirilmesi için bir ÇKKV modeli sunmaktır. Tahvil fonunun yatırım hacmi, Risk göstergesi, Temettü verimi, ÇPE, hisse fiyatı, sonun yatırım giderleri ve yıl başından bugüne getirisi. Üç uzman yatırımcının bilgilerine göre AHP, FUCOM, SWARA kriterleri ağırlıklandırmak için; COPRAS ve TOPSIS ise kriterleri sıralamak için kullanılmıştır.	Yapılan analizlere göre aynı tahvil farklı uzmanlar için farklı sıralamalara sahip olmuştur. Getiri kriteri her uzman için ilk ya da ikinci sırada yer alarak ağırlıklandırmada öne çıkan kriterdir. ÇPE ise uzmanlar için en düşük ağırlık verilen kriterdir. Bu sonuç; yatırımcıların hâlâ çevre yerine finansal getiriyi önemseydiğini göstermektedir. COPRAS, risk göstergelerini diğer yöntemlere göre daha net şekilde yansıtmıştır.
Sogut (2023)	Bu çalışmanın temel amacı, kuru yük gemilerinde ağır yakıt yağı (fuel-oil) ve sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) kullanımı açısından çevresel sürdürülebilirlik etkilerini değerlendirmektir. Buna göre bir kuru yük gemisinin 48 seferlik yakıt tüketimi ve motor performans verileri analiz edilmiştir. Bu kapsamda	Çalışmanın sonuçları LNG kullanımıyla %16.7 daha fazla enerji verimliliği ve %15.8 daha iyi ekserji verimliliği sağlandığını göstermektedir. Ağır yakıt yağı kullanan motorlarda daha fazla tersinmezlik (sistem içinde boşa giden enerji ya da kayıp enerji) olduğu ve daha az verimli olduğu belirlenmiştir. ÇPE ne kadar düşüğe çevresel

	Termo-Ekonomik ve Ekserji Tabanlı Entropi Analizi yapılmıştır. Çevresel performans göstergeleri; ÇPE (Entropi üretimi ve çevre sıcaklığına dayalı yeni bir endeks) ile sürdürülebilirlik endeksi (Tersinir sistem üzerinden tanımlanan çevresel sürdürülebilirlik potansiyeli) olarak belirlenmiştir.	performansın o kadar yüksek; sürdürülebilirlik endeksi ne kadar yüksekse sürdürülebilirlik potansiyelinin o kadar iyi olduğu tespit edilmiştir. LNG, çevresel etki, verimlilik ve maliyet açısından ağır yakıt yağına göre üstün bulunmuştur.
Bajdor & Korpysa (2025)	Bu çalışmada Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin çevresel performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Buna göre; katı yakıt kullanan nüfus oranı, partikül madde maruziyeti, temiz içme suyuna erişim oranı, gelişmiş sanitasyon sistemine erişim, atık su arıtma seviyesi, ulusal-küresel kara biyom alanlarının korunma alanı, koruma altındaki deniz alanları değişkenler olarak ele alınmıştır. Analizler TOPSIS yöntemiyle yapılmıştır.	Elde edilen bulgular çevresel performansı en iyi olan ülkelerin sırasıyla Finlandiya, Fransa ve Almanya olduğunu göstermiştir. Çek Cumhuriyeti, Slovakya ve Macaristan ise performansı en düşük ülkelerdir. Geleneksel ÇPE raporundan farklı olarak Danimarka lider ülkeler arasında yer almamıştır. Hava kirliliği ve biyom alanlarının korunması en etkili kriterler olarak tespit edilmiştir.
Karahan vd. (2025)	Bu çalışmanın temel amacı Türkiye'nin 2022 yılı Yale Üniversitesi tarafından geliştirilen ÇPE verilerine göre çevresel performansını değerlendirmektir. Ayrıca Türkiye'nin performansını Doğu Avrupa ülkeleriyle karşılaştırmak hedeflenmiştir. Analizler entropi ile PROMETHEE II yöntemleri kullanılarak yapılmıştır.	Yapılan analizler Estonya, Letonya ve Hırvatistan'ın çevresel performans düzeyinde lider ülkeler olduğunu, Türkiye'nin ise 16. Sırada yer almasıyla çevresel performansı en düşük dört ülke içinde yer aldığı belirlenmiştir. En yüksek ağırlığa sahip kriter balıkçılık, ikinci en yüksek ağırlıklı kriter ise su kaynaklarıdır. Tarım ise en düşük ağırlığa sahip kriter olarak tespit edilmiştir. Türkiye'nin çevresel performansının Doğu Avrupa ülkelerine kıyasla düşük kaldığı, iklim değişikliği, su erişimi, habitat koruma ve balıkçılık alanlarında iyileştirme politikalarının uygulanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.
Gelmez vd. (2025)	Bu çalışmanın amacı, OECD ülkelerinin çevresel performans düzeylerini, ARAS ve WASPAS yöntemlerini kullanarak değerlendirmektir. Buna göre 10 ÇPE kriterinin verileri alınarak analizler gerçekleştirilmiştir.	Analiz sonuçları İsveç, Danimarka ve Finlandiya'nın çevresel performansı en yüksek ülkeler olduğunu göstermektedir. Türkiye, Kostarika ve Meksika ise en düşük performansı sergilemiştir. En yüksek ağırlığa sahip üç değişken ise sırasıyla su kalitesi hava kalitesi ve tarım olmuştur. Türkiye'de su kalitesi, biyoçeşitlilik, atık yönetimi ve iklim değişikliği konularında iyileştirmeye ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.
Boldrin vd. (2025)	Çalışmada kentsel su ve atık su sistemlerinin çevresel etkilerini yaşam döngüsü yaklaşımı ile hizmet sunumundaki eksiklikleri dikkate alarak değerlendiren ÇPE geliştirmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA), Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Potansiyel Çevresel Etki Endeksi (IPEI), Hizmet Açığı Endeksi (IDES), Bileşik ÇPE ve senaryo tabanlı duyarlılık analizi yöntemleri birlikte kullanılmıştır.	Elde edilen bulgular, oluşturulan endeksin altyapı yatırımlarını yönlendirmede ve sürdürülebilir kentleşme hedeflerine ulaşmada güçlü bir araç olduğunu göstermektedir. Hizmetin yeterince sağlanamaması (örneğin düşük atık su arıtma oranı), çevresel performans üzerinde en büyük olumsuz etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Oluşturulan endeksin altyapı eksiği olan şehirlerde çevre yatırımlarını önceliklendirmede etkili bir araç olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.
Senir (2024)	Bu çalışmanın amacı, Doğu Avrupa ülkelerinin çevresel sürdürülebilirlik performanslarını değerlendirmektir. Bu kapsamda 2022 yılı ÇPE verilerinde 10 gösterge ele alınmıştır. Analizler Entropi, COPRAS ve WASPAS yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir.	Yapılan analizlerde en yüksek ağırlığa sahip üç kriter sırasıyla su kaynakları, atık yönetimi ve tarım olmuştur. Çevresel performansı en yüksek ülke her üç yöntem için de Slovenya olmuştur. Türkiye, COPRAS yöntemine göre 1. sıradayken, WASPAS ve ÇPE verilerine göre çok daha gerilerde (12. ve 19. sırada) yer almıştır. WASPAS yöntemi, COPRAS'a kıyasla ÇPE ile daha yüksek tutarlılık göstermiştir.
Doğan (2022)	Bu çalışmanın temel amacı, gayrisafi yurt içi hasıla (GSYİH) açısından dünyada ilk 50 içinde yer alan, OECD ve AB üyesi 24 ülkenin çevresel performanslarını değerlendirmektir. Buna göre ÇPE ve CCPI göstergeleri kullanılmıştır. Analizler CRITIC ve MABAC yöntemleriyle yapılmıştır.	Analiz sonuçlarına göre enerji kullanımı, CRITIC yöntemine göre en yüksek ağırlığa sahip kriterdir. Yenilenebilir enerji ve iklim politikası kriterleri yüksek öneme sahip diğer kriterler olmuştur. Çevresel performansı en yüksek İsviçre'dir. Onu takip eden üç ülke sırasıyla Danimarka, Norveç ve Birleşik Krallık olmuştur. En kötü performansı gösteren ülkenin ise Kanada olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Türkiye'nin performansı ise ortalamasının altındadır. Bu nedenle çevresel politika uygulamalarında gelişime ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.
Arzu & Ayçin (2021)	Çalışmada gelişmiş ve görece az gelişmiş ülkeler olarak kümlenen OECD ülkelerini ekonomik, sosyal ve çevresel açılardan sürdürülebilirlik performansları açısından analiz etmek amaçlanmıştır. Ekonomik, sosyal ve çevresel göstergelere dayalı 12 kriter belirlenmiştir. Çevresel göstergelerde yenilenebilir enerji oranı, Co ₂ salınımı ÇPE skoru ve ekolojik ayak izi	Yapılan analizler GSYH gibi tek bir ekonomik göstergenin bir ülkenin refahını tam olarak yansıtmadığını göstermiştir. Sosyal ve çevresel gelişimini tamamlamış ülkelerde ekonomik kriterler en önemli kriterken; gelişmekte olan ülkelerde sosyal ve çevresel kriterler öne çıkmıştır. Ekonomik verilerle birlikte gelir eşitliği, ifade özgürlüğü, cinsiyet eşitliği ve CO ₂ salınımı göstergeleri de

Akandere (2021)	verileri alınmıştır. Analizler CRITIC ve MARCOS yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir.	ulusal refahı etkilemektedir. Gelişmiş ülkelerde gelir dağılımı ve hava kalitesi kriterleri ülkelerin performansı etkileyen önemli göstergeler olmuştur. İlk kümede İsviçre, Danimarka ve İrlanda en yüksek performansı göstermiştir. İkinci kümede ise Slovenya, İspanya ve Portekiz en yüksek performansa sahipken; Türkiye, Şili ve Kolombiya en düşük performansı gösteren ülkelerdir.
	Çalışmanın amacı, Kuşak Yol projesinde yer alan ülkeleri Lojistik Performans Endeksi (LPI) ve ÇPE verileriyle değerlendirmektir. Analizler, bu göstergeler ele alınarak Entropi ve TOPSIS yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir.	Elde edilen sonuçlara göre Singapur 2014'te, Yunanistan ise 2016-2018 yıllarında ilk sırada yer alarak her iki endekste de performansı en yüksek ülkeler olarak öne çıkmıştır. 2014'te Çin, Hong Kong, Hindistan, Kenya, Pakistan ve Filipinler, 2016'da Myanmar ile Pakistan, 2018'de ise Pakistan ile Hindistan çevresel ve lojistik performans değerlendirmesinde en kötü sıralamaya sahip ülkeler olmuştur.

3. Yöntem

Çalışmada 2024'te yayınlanan ÇPE verileri kullanılmıştır. ÇPE, 11 çevresel başlıkta bulunan 58 göstergeyle 180 ülkenin sürdürülebilirlik düzeylerine ilişkin bilgi veren bir endekstir (Environmental Performance Index, 2024a). Endeks, ülkelerin iklim değişikliğiyle mücadele ve çevresel sağlık göstergelerinin iyileştirilmesi gibi kritik alanlardaki performanslarını nicel olarak derecelendirmektedir. Bu derecelendirmeye çevresel sürdürülebilirlikte ileri düzeyde olan ya da geride bulunan ülkeler sıralanmıştır. Bu nedenle ÇPE sayısal bir sıralama yapmakla kalmayıp çevresel sürdürülebilirlik düzeyini artırmak isteyen ülkelere rehberlik eden objektif bir değerlendirme aracı da olmaktadır.

Tablo 3'te analize kriter olarak dahil edilen ÇPE bileşenleri ile G7 ve E7 ülkelerine ait kodlamalar yer almaktadır. Devam eden analiz tablolarında bu kodlamalar kullanılmıştır.

Tablo 3. Ülkeler ve Kriterlerin Kodlanması

Kriter	Kod	Ülke (G7)	Kod	Ülke (E7)	Kod
İklim Değişikliğiyle Mücadele	ÇP1	ABD	AÜ1	Brezilya	AÜ8
Hava Kalitesi	ÇP2	Almanya	AÜ2	Çin	AÜ9
Sanitasyon & İçme Suyu	ÇP3	Birleşik Krallık	AÜ3	Endonezya	AÜ10
Ağır Metaller	ÇP4	Fransa	AÜ4	Hindistan	AÜ11
Katı Atıklar	ÇP5	İtalya	AÜ5	Meksika	AÜ12
Su Kaynakları	ÇP6	Japonya	AÜ6	Rusya	AÜ13
Tarım	ÇP7	Kanada	AÜ7	Türkiye	AÜ14
Balıkçılık	ÇP8				
Hava Kirliliği	ÇP9				
Ormanlar	ÇP10				
Biyoçeşitlilik & Habitat	ÇP11				

Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden CRITIC ve COPRAS yaklaşımları kullanılmıştır. Öncelikle G7 ve E7 ülkeleri için ÇPE'den elde edilen kriterlerin önem düzeyleri CRITIC'le belirlenmiştir. Sonrasında ülkelerin sıralamaları COPRAS yöntemiyle yapılmıştır. CRITIC karar matrisindeki kriter ağırlıklarını hesaplamak için kullanılmıştır. COPRAS'la karar alternatiflerinin karşılaştırılmasında da eğer kriter bir fayda unsuru taşıyorsa değerlerin en üst düzeye çıkarılmasını, eğer bir maliyet unsuru içeriyorsa da en aza indirilmesini esas alarak çok kriterli analiz gerçekleştirilmektedir (Senir, 2024, s. 382). CRITIC ile elde edilen nesnel ağırlıklar ile COPRAS'ın şeffaf sıralama mekanizmasının birleşimi, literatürde yaygın olarak kullanılan AHP gibi öznel ağırlıklandırma yöntemlerinin (Saaty, 2001) öznellik sorununu ortadan kaldırmakta ve Entropi yöntemi gibi sadece dağılıma dayanan tekniklerin gözden kaçırabileceği kriterler arası ilişkileri hesaba katmaktadır. Bu entegrasyon, kriterler arası bilgi aktarımını ve alternatiflerin karşılaştırılabilirliğini güçlendirmektedir. Bu nedenle, G7 ve E7 ülkelerinin çevresel performans farklılıklarını nesnel ve kapsamlı bir bakış açısıyla sunmaktadır. Sonuç olarak, CRITIC-COPRAS bütünlük yaklaşımı, politika yapıcılar için net ve

uygulamaya dönük öneriler oluşturmaya kolaylaştırmaktadır. Bu bağlamda, yöntemlerle ilgili detaylı bilgilere 3.1. ve 3.2.'de yer verilmiştir.

3.1. CRITIC Yöntemi

ÇKKV yöntemlerinde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde karar vericinin kişisel yargılarına veya uzman görüşüne dayanan sübjektif yöntemlerin aksine, nesnel yöntemlerde herhangi bir ön bilgiye ya da karar verici müdahalesine ihtiyaç duyulmamaktadır (Mahmoody Vanolya & Jelokhani-Niaraki, 2021, s. 387). Bu nedenle nesnel yöntemlerde ağırlıkları belirlemek için sadece karar matrisinde mevcut olan verilerin yapısı değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, ÇPE göstergelerinden elde edilen verilerin analizinde, ÇKKV problemlerinde kriterlerin göreceli önemini nesnel biçimde hesaplayabilen CRITIC yöntemi kullanılmıştır. CRITIC yöntemi ilk kez Diakoulaki vd.nin (1995) yaptığı bir çalışmayla ortaya konulmuştur. Bu yöntemde objektif ağırlıklar her değerlendirme kriterinin gerçek verisinin hesaplanmasıyla elde edilmektedir. Bu yöntemi diğer yöntemlerden ayıran en önemli özellik, ağırlıkların hesaplanması için yalnızca karar matrisinde yer alan verilerin yeterli olması, hesaplamada ek bir uzman görüşüne ihtiyaç duyulmaması, dolayısı ile değerlendirmelerin nesnel olmasıdır (Ayçin, 2020, s. 76). Bir başka ifadeyle, CRITIC; her bir kriterin varyansına dayalı ayrışma gücünü ve kriterler arası korelasyonları birlikte değerlendirerek bilgi içeriğini nicel olarak hesaplar (Diakoulaki vd., 1995). Böylece, veri setindeki değişkenlik ve kriterler arası bağımlılık gözetilerek sübjektif önyargıların önüne geçilmiş; ağırlıklandırma sürecinin tutarlılığı ve tekrarlanabilirliği artırılmıştır. Toplamda beş adımdan oluşan CRITIC yöntemi, aşağıda yer alan sistematik bir uygulama sürecine sahiptir (Ayçin, 2020, ss. 76-84).

CRITIC yöntemi beş aşamadan oluşmaktadır:

- 1-Karar Matrisinin Oluşturulması
- 2-Karar Matrisinin Normalize Edilmesi
- 3-İlişki Katsayı Matrisinin Oluşturulması
- 4-C_j Değerinin Hesaplanması
- 5-Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Yöntemin uygulama aşamalarında yer alan değişkenler aşağıdaki gibidir:

A_i: karar alternatifi (i=1, 2,...,m)

C_j: j değerlendirme kriteri (j=1, 2,...,n)

X_{ij}: j. değerlendirme kriterine göre i. alternatifi aldığı değer

X_j^{max}: j. kritere göre karar alternatiflerinin aldığı maksimum değer

X_j^{min}: j. kritere göre karar alternatiflerinin aldığı minimum değer

r_{ij}: j. değerlendirme kriterine göre i. alternatifi aldığı normalize değer

ρ_{jk}: herhangi bir j kriteriyle k kriteri arasındaki ilişki katsayıları

σ_j: j. kriterin standart sapma değeri (j=1,2,...,n)

w_{ij}: değerlendirme kriterinin ağırlığı (j=1,2,...,n)

1. Aşama: Karar Matrisinin Oluşturulması:

Yöntemin ilk aşamasında x_{ij} değerlerinden oluşan ve X ile simgelenen karar matrisi Eşitlik (1)'de gösterilen şekilde oluşturulur.

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

2. Aşama: Karar Matrisinin Normalizasyonu

Karar problemlerinde yer alan ve farklı birimlere sahip kriterlere ilişkin değerler, normalizasyon işlemiyle [0,1] aralığında değer alacak şekilde standart bir hale

getirilmelidir. Normalizasyon işlemi fayda yönlü kriterler için Eşitlik (2)'den, maliyet yönlü kriterler için ise Eşitlik (3)'ten yararlanılarak gerçekleştirilir. Bu çalışmada ele alınan kriterler fayda yönlü kriterler olmuştur, bu nedenle normalizasyon işlemi için Eşitlik (2) den yararlanılmıştır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \dots \dots j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \dots \dots j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

3. Aşama: İlişki Katsayı Matrisinin Oluşturulması

Bu aşamada değerlendirme kriterleri arasındaki ilişkilerin derecesini ölçmek üzere, doğrusal ilişki katsayılarından (ρ_{jk}) oluşan ilişki katsayı matrisi oluşturulur. İlişki katsayıları Eşitlik (4)'te gösterilen şekilde hesaplanır.

$$P_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j) \cdot (r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \cdot \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}} \quad j, k = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

4. Aşama: C_j Değerlerinin Hesaplanması

CRITIC yöntemi ÇKKV problemlerindeki bilgiyi, değerlendirme kriterlerinde bulunan zıtlık yoğunluğu (contrast intensity) ve çelişkilerden (conflicts) elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda; her iki özelliği birleştiren ve j . kriterde bulunan toplam bilgiyi ifade eden C_j değerlerini hesaplayabilmek için Eşitlik (5) ve (6) dan yararlanılmalıdır.

$$C_j = \sigma_j \cdot \sum_{k=1}^m (1 - \rho_{jk}) \quad j, k = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m - 1}} \quad (6)$$

5. Aşama: Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Yöntemin son aşamasında her bir kriterin C_j değerini, tüm kriterlerin C_j değerlerinin toplamına oranlayarak kriterlerin ağırlık değerleri (w_j) elde edilir. Kriterlere ilişkin ağırlık değerleri Eşitlik (7) yardımıyla hesaplanır.

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^n C_j} \quad (7)$$

a. COPRAS Yöntemi

COPRAS yöntemiyle E7 ve G7 ülkelerinin çevresel sürdürülebilirlik performansları değerlendirilmiştir. CRITIC yöntemiyle belirlenen kriter ağırlık değerlerine göre COPRAS'la ülkelerin sıralaması yapılmıştır. COPRAS, 1996'da Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesi araştırmacıları Zavadskas ve Kaklauskas tarafından geliştirilmiştir. İngilizce "Complex Proportional Assessment" ifadesinin kısaltması olan COPRAS, Türkçeye "Karmaşık Oransal Değerlendirme" olarak çevrilmiştir (Podvezko, 2011, s. 137). Hashemkhani Zolfani vd. (2018), COPRAS'ı çevresel sorunları ele alan çalışmasına uyarlamıştır. COPRAS, uygulama kolaylığı, hesaplamalardaki verimliliği, açık ve güvenilir olması gibi üstün nitelikleriyle ön plana çıkan bir ÇKKV tekniği olması (Praveen vd., 2025, s. 2468) nedeniyle tercih edilmiştir. COPRAS yönteminde, hem fayda (maksimizasyon) hem de maliyet (minimizasyon) kriterleri eş zamanlı işlenmekte; kriter değerlerini fayda kriteri ise en üst düzeye çıkarmak, maliyet kriteri ise en alt düzeye indirmek amacıyla çok kriterli değerlendirme yapılabilmektedir (Ayçin, 2020, s. 64). Bu

sebeplerle çalışmadaki alternatifler arasından en uygun olanını belirlemek amacıyla COPRAS yönteminden yararlanılmıştır. COPRAS yöntemi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Ayçin, 2020, ss. 64-66):

1. Aşama: Karar Matrisinin Oluşturulması

Yöntemin ilk aşamasında x_{ij} değerlerinden oluşan ve D' ile ifade edilen karar matrisi, Eşitlik 8'de gösterildiği gibi oluşturulmuştur.

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

2. Aşama: Karar Matrisinin Normalizasyonu ve Ağırlıklandırılması

Karar problemlerinde, belirlenen kriterlere ilişkin değerler, farklı ölçeklerde ya da farklı birimlerde olabilir. Farklı birimlere sahip kriterlere ilişkin değerler, normalizasyon işlemiyle $[0,1]$ aralığında değer alacak şekilde standartlaştırılmalıdır. Normalizasyon işlemi Eşitlik 9'dan yararlanılarak yapılmıştır.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad , \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

3. Aşama: Normalize Edilen Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması

Üçüncü aşamada her bir değerlendirme kriterinin ağırlık değeri (w_j) ile normalize edilmiş karar matrisinin elemanları çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (D') Eşitlik 10'da gösterildiği gibi elde edilir.

$$D' = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Normalize edilmiş karar matrisinin ağırlıklandırılmasında Eşitlik 11'den yararlanılmıştır.

$$d_{ij} = x_{ij} * w_j \quad (11)$$

4. Aşama: Ağırlıklandırılmış Normalize İndekslerin Toplanması

Dördüncü aşamada, kriterler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisinde bulunan değerlerin toplamını hesaplamak gerekir. Fayda yönlü kriterlerde daha yüksek değerler, daha iyi bir durumu ifade ederken maliyet yönlü kriterlerde de daha düşük değerler, daha iyi bir durumu belirtmektedir. Fayda yönlü kriterler için ağırlıklandırılmış normalize karar matrisindeki değerlerin toplamı S_{+i} , maliyet yönlü kriterler için de bu toplam S_{-i} ile gösterilmektedir. S_{+i} ve S_{-i} değerlerinin hesaplanmasında Eşitlik 12 ve Eşitlik 13'ten faydalanılmaktadır.

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^k d_{+ij} \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (12)$$

$$S_{-i} = \sum_{j=k+1}^n d_{-ij} \quad ; \quad j = k+1, k+2, \dots, n \quad (13)$$

5. Aşama: Karar Alternatiflerinin Göreceli Önem Düzeylerinin Hesaplanması

Her karar alternatifi için göreceli önem değerini gösteren Q_i değeri, Eşitlik 14'ten faydalanılarak hesaplanır.

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} = \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{S_{-min}}{S_{-i}}} \quad (14)$$

Eşitlik 14 ile hesaplanan Q_i değerleri, en büyük Q_i değerine sahip karar alternatifinin göreceli olarak en önemli olduğunu gösterir (Q_{maks}).

6. Aşama: Karar Alternatiflerinin Performans İndekslerinin Hesaplanması

Altıncı aşamada, her karar alternatifi için performans indeks değerleri (P_i), Eşitlik 15 ile hesaplanır.

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{maks}} \cdot 100 \quad (15)$$

Eşitlik 15'te P_i ile gösterilen performans indeksi 100 olan karar alternatifi, en iyi alternatiftir. Performans indeks değerleri büyükten küçüğe sıralanarak karar alternatiflerinin tercih sırası belirlenebilir.

4. Uygulama ve Bulgular

4.1. CRITIC Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Karar alternatiflerini oluşturan G7 ile E7 üyelerinin çevresel performans skorları kriterler olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda karar matrisinin çevresel performans göstergelerine göre oluşturulduğu bir veri seti kullanılmıştır.

Tablo 4. G7 ve E7 ülkeleri için Karar Matrisi

Ülke Grubu	Kriter Yönü	maks	maks	maks	min	maks	maks	maks	maks	min	maks	maks
	Kriterler / Ülkeler	ÇP1	ÇP2	ÇP3	ÇP4	ÇP5	ÇP6	ÇP7	ÇP8	ÇP9	ÇP10	ÇP11
G7	AÜ1	50,1	65,8	96,2	82,5	41,7	63,9	83,0	46,5	89,1	51,9	40,7
	AÜ2	64,9	66,9	100,0	98,7	67,4	89,1	78,8	36,4	92,6	38,5	82,4
	AÜ3	67,8	69,8	100,0	99,8	65,4	78,3	76,9	38,1	92,0	46,4	71,5
	AÜ4	61,3	65,2	88,2	98,9	59,6	82,5	72,8	43,2	92,8	58,6	61,5
	AÜ5	53,2	52,2	98,6	83,6	57,5	72,7	56,4	34,0	89,5	55,0	58,5
	AÜ6	59,7	59,9	78,1	100,0	73,6	76,5	63,3	48,5	86,4	80,1	47,4
	AÜ7	48,2	72,4	95,0	100,0	36,0	77,7	72,3	33,1	90,8	47,6	52,9
E7	AÜ8	45,5	36,2	59,1	61,2	26,2	53,6	81,0	47,9	90,6	44,0	62,3
	AÜ9	39,8	14,3	73,9	42,9	43,3	48,2	69,0	39,6	87,3	73,0	9,5
	AÜ10	32,1	22,7	33,2	33,4	26,7	36,7	72,2	39,9	46,2	52,7	30,7
	AÜ11	35,0	6,8	25,4	31,6	31,8	30,8	65,1	37,0	55,3	73,8	11,2
	AÜ12	46,4	29,7	58,2	52,8	26,3	69,5	56,8	38,4	89,1	48,8	31,7
	AÜ13	36,9	50,5	76,0	66,5	15,5	52,5	62,9	63,0	65,2	43,9	41,6
	AÜ14	37,0	34,8	63,0	55,8	29,7	67,9	59,2	49,6	50,0	54,7	20,0

Tablo 4'te verilen karar matrisiyle eşitlik (2) ve eşitlik (3) yardımıyla ele alınan kriterler normalize edilmiştir. Normalize edilmiş karar matrisi Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. G7 ve E7 ülkeleri için CRITIC Yöntemiyle Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Ülke Grubu	Kriter Yönü	maks	maks	maks	min	maks	maks	maks	maks	min	maks	maks
Ülke Grubu	Kriterler / Ülkeler	ÇP1	ÇP2	ÇP3	ÇP4	ÇP5	ÇP6	ÇP7	ÇP8	ÇP9	ÇP10	ÇP11
G7	AÜ1	0,097	0,673	0,826	1,000	0,152	0,000	1,000	0,870	0,578	0,322	0,000
	AÜ2	0,852	0,728	1,000	0,074	0,835	1,000	0,842	0,214	0,031	0,000	1,000
	AÜ3	1,000	0,871	1,000	0,011	0,782	0,571	0,771	0,325	0,125	0,190	0,739
	AÜ4	0,668	0,644	0,461	0,063	0,628	0,738	0,617	0,656	0,000	0,483	0,499
	AÜ5	0,255	0,000	0,936	0,937	0,572	0,349	0,000	0,058	0,516	0,397	0,427
	AÜ6	0,587	0,381	0,000	0,000	1,000	0,500	0,259	1,000	1,000	1,000	0,161
	AÜ7	0,000	1,000	0,772	0,000	0,000	0,548	0,598	0,000	0,313	0,219	0,293
E7	AÜ8	0,937	0,673	0,666	0,152	0,385	0,589	1,000	0,419	0,000	0,003	1,000
	AÜ9	0,538	0,172	0,958	0,676	1,000	0,450	0,504	0,100	0,074	0,973	0,000
	AÜ10	0,000	0,364	0,154	0,948	0,403	0,152	0,636	0,112	1,000	0,294	0,402
	AÜ11	0,203	0,000	0,000	1,000	0,586	0,000	0,343	0,000	0,795	1,000	0,032
	AÜ12	1,000	0,524	0,648	0,393	0,388	1,000	0,000	0,054	0,034	0,164	0,420
	AÜ13	0,336	1,000	1,000	0,000	0,000	0,561	0,252	1,000	0,572	0,000	0,608
	AÜ14	0,343	0,641	0,743	0,307	0,511	0,959	0,099	0,485	0,914	0,361	0,199

Kriterler arasındaki doğrusal ilişki katsayılarını ifade eden korelasyon matrisi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. G7 ve E7 Ülkeleri için Kriterler Arasındaki Korelasyon Katsayısı Değerleri

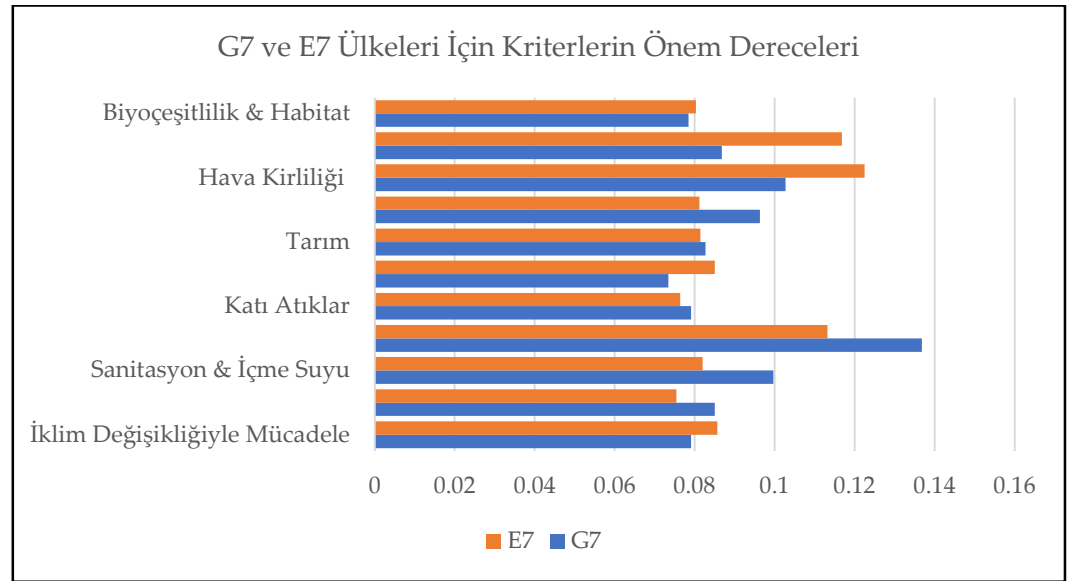
Ülke Grubu	Kriterler	ÇP1	ÇP2	ÇP3	ÇP4	ÇP5	ÇP6	ÇP7	ÇP8	ÇP9	ÇP10	ÇP11
G7	ÇP1	1,000	0,114	0,013	-0,547	0,831	0,653	0,163	0,096	-0,411	-0,080	0,747
	ÇP2	0,114	1,000	0,216	-0,548	-0,356	0,264	0,784	-0,113	-0,499	-0,488	0,194
	ÇP3	0,013	0,216	1,000	0,327	-0,330	0,024	0,353	-0,703	-0,596	-0,924	0,493
	ÇP4	-0,547	-0,548	0,327	1,000	-0,381	-0,758	-0,112	0,050	0,304	-0,059	-0,441
	ÇP5	0,831	-0,356	-0,330	-0,381	1,000	0,503	-0,279	0,274	0,068	0,355	0,485
	ÇP6	0,653	0,264	0,024	-0,758	0,503	1,000	0,048	-0,336	-0,600	-0,268	0,830
	ÇP7	0,163	0,784	0,353	-0,112	-0,279	0,048	1,000	0,171	-0,466	-0,556	0,162
	ÇP8	0,096	-0,113	-0,703	0,050	0,274	-0,336	0,171	1,000	0,509	0,683	-0,521
	ÇP9	-0,411	-0,499	-0,596	0,304	0,068	-0,600	-0,466	0,509	1,000	0,769	-0,740
	ÇP10	-0,080	-0,488	-0,924	-0,059	0,355	-0,268	-0,556	0,683	0,769	1,000	-0,596
	ÇP11	0,747	0,194	0,493	-0,441	0,485	0,830	0,162	-0,521	-0,740	-0,596	1,000
E7	ÇP1	1,000	0,247	0,445	-0,531	0,018	0,637	0,049	-0,048	-0,902	-0,342	0,461
	ÇP2	0,247	1,000	0,619	-0,909	-0,781	0,585	-0,086	0,882	-0,092	-0,885	0,699
	ÇP3	0,445	0,619	1,000	-0,780	-0,061	0,651	-0,148	0,606	-0,517	-0,320	0,213
	ÇP4	-0,531	-0,909	-0,780	1,000	0,557	-0,710	0,078	-0,807	0,395	0,736	-0,651
	ÇP5	0,018	-0,781	-0,061	0,557	1,000	-0,178	0,117	-0,688	-0,205	0,818	-0,659
	ÇP6	0,637	0,585	0,651	-0,710	-0,178	1,000	-0,460	0,298	-0,385	-0,514	0,244
	ÇP7	0,049	-0,086	-0,148	0,078	0,117	-0,460	1,000	-0,051	-0,212	-0,083	0,503
	ÇP8	-0,048	0,882	0,606	-0,807	-0,688	0,298	-0,051	1,000	0,091	-0,608	0,488
	ÇP9	-0,902	-0,092	-0,517	0,395	-0,205	-0,385	-0,212	0,091	1,000	0,129	-0,343
	ÇP10	-0,342	-0,885	-0,320	0,736	0,818	-0,514	-0,083	-0,608	0,129	1,000	-0,864
	ÇP11	0,461	0,699	0,213	-0,651	-0,659	0,244	0,503	0,488	-0,343	-0,864	1,000

Tüm kriterler için hesaplanan ağırlıklı değerler ve kriterlerin ağırlıkları Tablo 7'de yer almaktadır. w_i değerlerine göre G7 ülkeleri için çevresel performans açısından en önemli üç kriterin sırasıyla ağır metaller (C4), hava kirliliği (C9) ile sanitasyon ve içme suyu (C3) olduğu belirlenmiştir. E7 ülkeleri içinse çevresel performans açısından en önemli üç kriter hava kirliliği (C9), ormanlar (C10) ve ağır metaller (C4) olmuştur.

Tablo 7. G7 ve E7 Ülkeleri için C_j değerlerinin hesaplanması ve kriter ağırlıklarının (w_j) belirlenmesi

Ülke Grubu	Kriterler	ÇP1	ÇP2	ÇP3	ÇP4	ÇP5	ÇP6	ÇP7	ÇP8	ÇP9	ÇP10	ÇP11
G7	ÇP1	0,0000	0,8864	0,9874	1,5469	0,1691	0,3465	0,8371	0,9037	1,4113	1,0795	0,2532
	ÇP2	0,8864	0,0000	0,7843	1,5482	1,3556	0,7364	0,2165	1,1127	1,4994	1,4882	0,8057
	ÇP3	0,9874	0,7843	0,0000	0,6727	1,3297	0,9761	0,6471	1,7034	1,5965	1,9242	0,5072
	ÇP4	1,5469	1,5482	0,6727	0,0000	1,3812	1,7578	1,1124	0,9497	0,6958	1,0588	1,4407
	ÇP5	0,1691	1,3556	1,3297	1,3812	0,0000	0,4966	1,2792	0,7259	0,9320	0,6449	0,5154
	ÇP6	0,3465	0,7364	0,9761	1,7578	0,4966	0,0000	0,9523	1,3362	1,6001	1,2679	0,1697
	ÇP7	0,8371	0,2165	0,6471	1,1124	1,2792	0,9523	0,0000	0,8294	1,4661	1,5560	0,8375
	ÇP8	0,9037	1,1127	1,7034	0,9497	0,7259	1,3362	0,8294	0,0000	0,4906	0,3172	1,5208
	ÇP9	1,4113	1,4994	1,5965	0,6958	0,9320	1,6001	1,4661	0,4906	0,0000	0,2307	1,7402
	ÇP10	1,0795	1,4882	1,9242	1,0588	0,6449	1,2679	1,5560	0,3172	0,2307	0,0000	1,5955
	ÇP11	0,2532	0,8057	0,5072	1,4407	0,5154	0,1697	0,8375	1,5208	1,7402	1,5955	0,0000
σ_j		0,3834	0,3326	0,3657	0,4594	0,3659	0,3111	0,3469	0,3976	0,3597	0,3175	0,3415
Farklılaştırma Dereceleri												
C _j		3,2287	3,4701	4,0702	5,5884	3,2308	2,9989	3,3770	3,9317	4,1950	3,5443	3,2049
Kriterlerin Önem Dereceleri												
w _j		0,0791	0,0850	0,0997	0,1368	0,0791	0,0734	0,0827	0,0963	0,1027	0,0868	0,0785
E7	ÇP1	0,0000	0,7531	0,5549	1,5315	0,9821	0,3629	0,9510	1,0477	1,9018	1,3422	0,5392
	ÇP2	0,7531	0,0000	0,3812	1,9094	1,7811	0,4150	1,0865	0,1176	1,0916	1,8854	0,3014
	ÇP3	0,5549	0,3812	0,0000	1,7799	1,0609	0,3488	1,1475	0,3942	1,5166	1,3204	0,7869
	ÇP4	1,5315	1,9094	1,7799	0,0000	0,4433	1,7101	0,9219	1,8075	0,6049	0,2640	1,6506
	ÇP5	0,9821	1,7811	1,0609	0,4433	0,0000	1,1779	0,8833	1,6876	1,2049	0,1823	1,6591
	ÇP6	0,3629	0,4150	0,3488	1,7101	1,1779	0,0000	1,4604	0,7024	1,3848	1,5135	0,7560
	ÇP7	0,9510	1,0865	1,1475	0,9219	0,8833	1,4604	0,0000	1,0515	1,2119	1,0831	0,4968
	ÇP8	1,0477	0,1176	0,3942	1,8075	1,6876	0,7024	1,0515	0,0000	0,9091	1,6083	0,5115
	ÇP9	1,9018	1,0916	1,5166	0,6049	1,2049	1,3848	1,2119	0,9091	0,0000	0,8714	1,3434
	ÇP10	1,3422	1,8854	1,3204	0,2640	0,1823	1,5135	1,0831	1,6083	0,8714	0,0000	1,8638
	ÇP11	0,5392	0,3014	0,7869	1,6506	1,6591	0,7560	0,4968	0,5115	1,3434	1,8638	0,0000
σ_j		0,3719	0,3352	0,3817	0,3878	0,2987	0,3739	0,3421	0,3568	0,4398	0,4232	0,3504
Farklılaştırma Dereceleri												
C _j		3,7060	3,2592	3,5468	4,8949	3,3044	3,6765	3,5214	3,5097	5,2960	5,0501	3,4719
Kriterlerin Önem Dereceleri												
w _j		0,0857	0,0754	0,0820	0,1132	0,0764	0,0850	0,0814	0,0812	0,1225	0,1168	0,0803

Kriterlerin önem dereceleri her iki ekonomik topluluk için Grafik 1’de karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, gelişmiş ve yükselen piyasa ekonomilerinde çevresel performans konusundaki önceliklerin farklılaştığını göstermektedir. G7 ülkelerinde “ağır metaller” çevresel performansının belirlenmesinde en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Yükselen piyasa ekonomilerinde de ağır metaller bu ülkeler için en önemli üçüncü kriterdir. “Hava kirliliği”, E7 ülkeleri için en yüksek ağırlığa sahip kriter olurken; G7 ülkeleri için de bu gösterge önem düzeyinde ikinci sıradadır. “Sanitasyon ve içme suyu” kriteri G7 için yüksek önem derecesine sahiptir. E7 ülkelerine bakıldığında ise “ormanlar” kriterinin önem düzeyinin yüksek olan diğer bir kriter olarak öne çıktığı görülmektedir. “İklim Değişikliğiyle Mücadele” kriterinde G7 ülkelerinde önem düzeyinin E7’ye göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, gelişmiş ülkelerin çevresel performans değerlendirmelerinde iklim politikalarına ve karbon emisyonlarıyla mücadele stratejilerine daha fazla önem verilmesiyle ilişkilendirilebilir. G7’de “katı atıklar” kriterinin önem derecesi E7’ye göre daha fazladır. Bu sonuca göre G7 ülkelerinde atık geri dönüşümü ve atık azaltımı gibi uygulamaların daha yaygın olmasının bu kriterin önemini artırdığı düşünülmektedir.



Grafik 1. G7 ve E7 Ülkelerinde Kriterlerin Önem Dereceleri

a. En İyi Alternatifin COPRAS Yöntemiyle Belirlenmesi

CRITIC yönteminde Tablo 4'te yer alan karar matrisi, COPRAS yönteminde de kullanılmıştır. Eşitlik 9 yardımıyla Tablo 4'teki verilerin normalizasyonu gerçekleştirilmiştir. COPRAS'a göre normalize edilmiş karar matrisi Tablo 8'de yer almaktadır.

Tablo 8. G7 Ülkeleri İçin Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Ülke Grubu	Kriterler/Ülkeler	ÇP1	ÇP2	ÇP3	ÇP4	ÇP5	ÇP6	ÇP7	ÇP8	ÇP9	ÇP10	ÇP11
G7	AÜ1	0,124	0,146	0,147	0,124	0,104	0,118	0,165	0,166	0,141	0,137	0,098
	AÜ2	0,160	0,148	0,152	0,149	0,168	0,165	0,157	0,130	0,146	0,102	0,199
	AÜ3	0,167	0,154	0,152	0,150	0,163	0,145	0,153	0,136	0,145	0,123	0,172
	AÜ4	0,151	0,144	0,134	0,149	0,149	0,153	0,145	0,154	0,147	0,155	0,148
	AÜ5	0,131	0,115	0,150	0,126	0,143	0,134	0,112	0,122	0,141	0,145	0,141
	AÜ6	0,147	0,132	0,119	0,151	0,183	0,141	0,126	0,173	0,136	0,212	0,114
	AÜ7	0,119	0,160	0,145	0,151	0,090	0,144	0,144	0,118	0,143	0,126	0,128
E7	AÜ8	0,167	0,186	0,152	0,178	0,131	0,149	0,174	0,152	0,187	0,113	0,301
	AÜ9	0,146	0,073	0,190	0,125	0,217	0,134	0,148	0,126	0,180	0,187	0,046
	AÜ10	0,118	0,116	0,085	0,097	0,134	0,102	0,155	0,127	0,096	0,135	0,148
	AÜ11	0,128	0,035	0,065	0,092	0,159	0,086	0,140	0,117	0,114	0,189	0,054
	AÜ12	0,170	0,152	0,150	0,153	0,132	0,193	0,122	0,122	0,184	0,125	0,153
	AÜ13	0,135	0,259	0,195	0,193	0,078	0,146	0,135	0,200	0,135	0,112	0,201
	AÜ14	0,136	0,178	0,162	0,162	0,149	0,189	0,127	0,157	0,103	0,140	0,097

Kriterlerin ağırlık değerleri kullanılarak G7 ve E7 ülkelerinin çevresel performansları COPRAS yöntemiyle analiz edilmiştir.

Tablo 9. CRITIC Yöntemine Göre Hesaplanmış Kriter Ağırlıkları

Ülke Grubu	Kriterler	ÇP1	ÇP2	ÇP3	ÇP4	ÇP5	ÇP6	ÇP7	ÇP8	ÇP9	ÇP10	ÇP11
G7	Kriter Ağırlıkları	0,0791	0,0850	0,0997	0,1368	0,0791	0,0734	0,0827	0,0963	0,1027	0,0868	0,0785
E7	Kriter Ağırlıkları	0,0857	0,0754	0,0820	0,1132	0,0764	0,0850	0,0814	0,0812	0,1225	0,1168	0,0803

Tablo 10. Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Ülke Grubu	Kriterler / Ülkeler	ÇP1	ÇP2	ÇP3	ÇP4	ÇP5	ÇP6	ÇP7	ÇP8	ÇP9	ÇP10	ÇP11
G7	AÜ1	0,010	0,012	0,015	0,017	0,008	0,009	0,014	0,016	0,014	0,012	0,008
	AÜ2	0,013	0,013	0,015	0,020	0,013	0,012	0,013	0,013	0,015	0,009	0,016
	AÜ3	0,013	0,013	0,015	0,021	0,013	0,011	0,013	0,013	0,015	0,011	0,014
	AÜ4	0,012	0,012	0,013	0,020	0,012	0,011	0,012	0,015	0,015	0,013	0,012
	AÜ5	0,010	0,010	0,015	0,017	0,011	0,010	0,009	0,012	0,015	0,013	0,011
	AÜ6	0,012	0,011	0,012	0,021	0,015	0,010	0,010	0,017	0,014	0,018	0,009
	AÜ7	0,009	0,014	0,014	0,021	0,007	0,011	0,012	0,011	0,015	0,011	0,010
E7	AÜ8	0,014	0,014	0,012	0,020	0,010	0,013	0,014	0,012	0,023	0,013	0,024
	AÜ9	0,013	0,006	0,016	0,014	0,017	0,011	0,012	0,010	0,022	0,022	0,004
	AÜ10	0,010	0,009	0,007	0,011	0,010	0,009	0,013	0,010	0,012	0,016	0,012
	AÜ11	0,011	0,003	0,005	0,010	0,012	0,007	0,011	0,010	0,014	0,022	0,004
	AÜ12	0,015	0,011	0,012	0,017	0,010	0,016	0,010	0,010	0,023	0,015	0,012
	AÜ13	0,012	0,020	0,016	0,022	0,006	0,012	0,011	0,016	0,017	0,013	0,016
	AÜ14	0,012	0,013	0,013	0,018	0,011	0,016	0,010	0,013	0,013	0,016	0,008

COPRAS yönteminde belirtilen dördüncü adımda S_{+i} ve S_{-i} değerleri, eşitlik (12) ve eşitlik (13), beşinci adımdaki Q_i değerleri eşitlik (14) ve altıncı adımda bulunan P_i değeri eşitlik (15) kullanılarak bulunmuştur. Elde edilen değerler Tablo 11’de gösterilmektedir.

Tablo 11. G7 ve E7 Ülkelerinin Performans Değerleri ve Sıralamaları

Ülke Grubu	Ülke	S_{+i}	S_{-i}	Q_i	P_i	Sıralama
G7	AÜ1	0,1029	0,0315	0,1400	94,15	5
	AÜ2	0,1157	0,0354	0,1487	100,00	1
	AÜ3	0,1150	0,0355	0,1479	99,43	2
	AÜ4	0,1125	0,0355	0,1454	97,78	4
	AÜ5	0,1010	0,0318	0,1378	92,66	6
	AÜ6	0,1141	0,0346	0,1478	99,40	3
	AÜ7	0,0993	0,0354	0,1323	88,98	7
E7	AÜ8	0,1273	0,0431	0,1522	100,00	1
	AÜ9	0,1094	0,0362	0,1391	91,34	5
	AÜ10	0,0953	0,0227	0,1427	93,74	4
	AÜ11	0,0858	0,0244	0,1298	85,27	7
	AÜ12	0,1116	0,0399	0,1385	90,96	6
	AÜ13	0,1220	0,0384	0,1500	98,52	2
	AÜ14	0,1130	0,0310	0,1477	97,02	3

Analiz sonuçlarına göre G7 ülkelerinde çevresel performansı en yüksek olan üç ülke sırasıyla; Almanya, Birleşik Krallık ve Japonya olmuştur. E7 ülkelerinde ise çevresel performans düzeyi en yüksek ülkeler Brezilya, Rusya ve Türkiye’dir. ÇPE’nin yayımlanan sonuçlarına göre Almanya ve Birleşik Krallık G7 ülkeleri içinde; Brezilya ve Rusya ise E7 ülkeleri içinde ilk iki sırada yer almaktadır. Bu durum da COPRAS yöntemiyle elde edilen sonuçların ÇPE verileriyle uyumlu olduğunu göstermektedir.

b. Duyarlılık Analizi

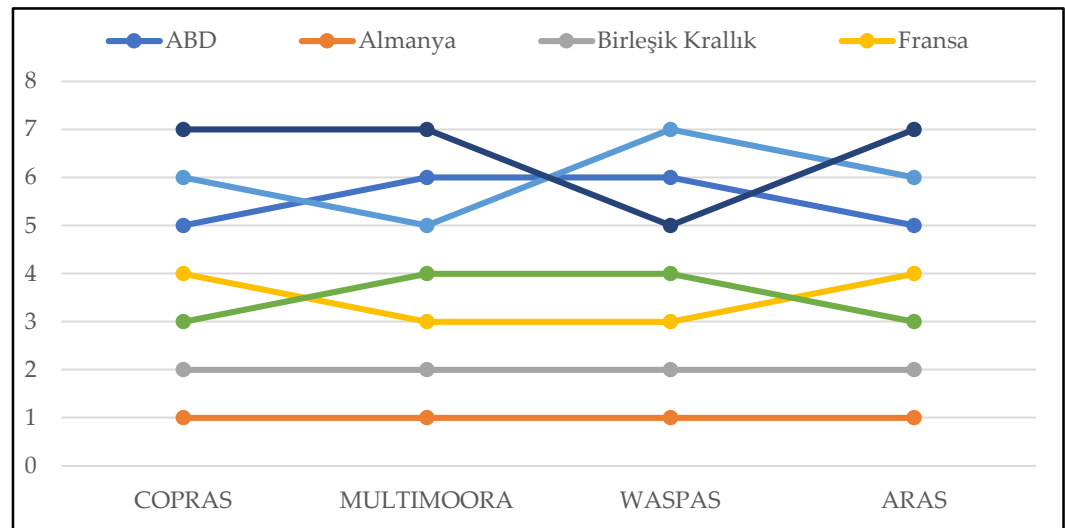
Duyarlılık analizi kapsamında COPRAS yöntemiyle ulaşılan sonuçlar, literatürde kabul görmüş olan diğer karar alternatifleri sıralama yöntemlerinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. COPRAS yöntemiyle elde edilen sonuçlar, MULTIMOORA, WASPAS

ve ARAS yöntemleriyle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmadaki temel amaç, önerilen CRITIC-COPRAS bütünleşik yaklaşımının sonuçlarının tutarlı ve güvenilir olup olmadığını göstermek ve performans analizlerinde kullanılabilirliğini ortaya koymak olarak açıklanabilir (Ayçin & Bektaş, 2024). Duyarlılık analizi sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 12’de gösterilmektedir.

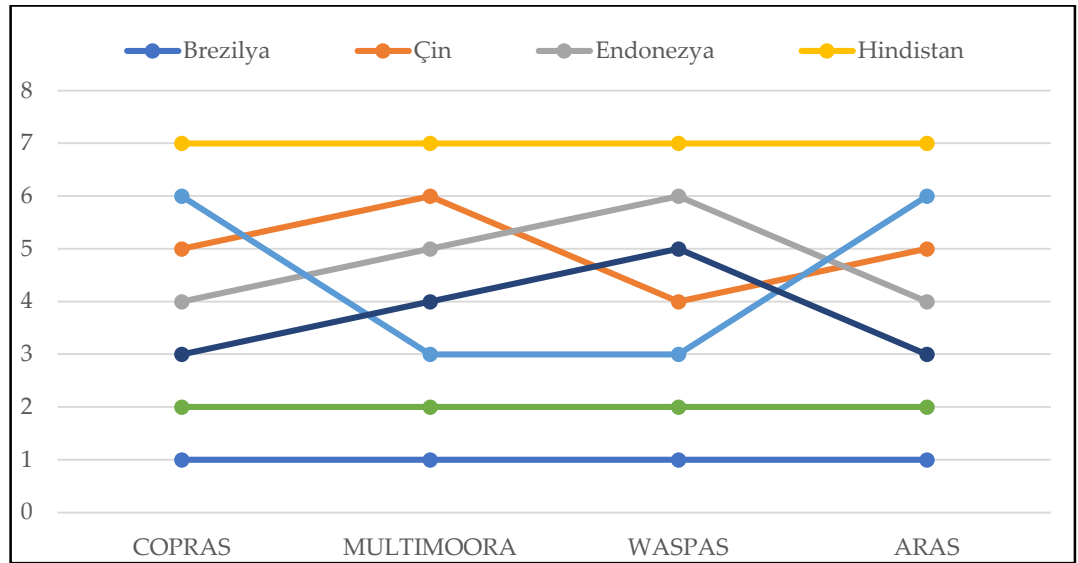
Tablo 12. COPRAS ve Farklı ÇKKV Yöntemlerine Göre Sıralama Karşılaştırması

Ülke Grubu	Ülke	COPRAS	MULTIMOORA	WASPAS	ARAS
G7	AÜ1	5	6	6	5
	AÜ2	1	1	1	1
	AÜ3	2	2	2	2
	AÜ4	4	3	3	4
	AÜ5	6	5	7	6
	AÜ6	3	4	4	3
	AÜ7	7	7	5	7
E7	AÜ8	1	1	1	1
	AÜ9	5	6	4	5
	AÜ10	4	5	6	4
	AÜ11	7	7	7	7
	AÜ12	6	3	3	6
	AÜ13	2	2	2	2
	AÜ14	3	4	5	3

Tablo 12’ye göre G7 ülkelerinde ilk sırayı tüm yöntemlerde Almanya almakta iken Birleşik Krallık ikinci sırada yer almaktadır. Üçüncü sırada COPRAS ve ARAS yöntemlerine göre Japonya; MULTIMOORA ve WASPAS yaklaşımlarına göre ise Fransa bulunmaktadır. E7 ülkeleri incelendiğinde; Brezilya’nın tüm yöntemlerde ilk sırada yer aldığı, onu Rusya’nın takip ettiği dikkat çekmektedir. Üçüncü sırada ise COPRAS ve ARAS yöntemlerine göre Türkiye; diğer yöntemlere göre Meksika yer almaktadır. Buradan hareketle, CRITIC-COPRAS bütünleşik modeliyle elde edilen sıralamalar, diğer yöntemlerle de büyük oranda benzerlik göstermekte ve uyumaktadır. Bu durum da mevcut modelin istikrarlı, tutarlı ve sonuçlarının da anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, CRITIC-COPRAS bütünleşik modelinin güvenilir sonuçlar ürettiği ve çevresel performans değerlendirmelerinde kullanılabileceği ifade edilebilir. Tablo 12’deki duyarlılık analizi sonuçlarının karşılaştırmaları Grafik 2 ve Grafik 3’te gösterilmiştir.



Grafik 2. G7 Ülkelerinin Farklı ÇKKV Yöntemleriyle Sıralamalarının Karşılaştırılması



Grafik 3. E7 Ülkelerinin Farklı ÇKKV Yöntemleriyle Sıralamalarının Karşılaştırılması

Çalışma için ayrıca COPRAS yönteminin diğer ÇKKV yöntemleriyle elde edilen sıralamaları arasındaki ilişki de incelenmiştir. Bu doğrultuda Spearman sıra korelasyonu analizi gerçekleştirilmiş olup elde edilen sonuçlar Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Spearman Sıra Korelasyonu Sonuçları

Yöntem	Ülke Grubu	MULTIMOORA	WASPAS	ARAS
COPRAS	G-7	0,93	0,86	1
	E-7	0,79	0,68	1

Tablo 13'e göre, COPRAS yöntemiyle elde edilen sonuçların ve sıralamaların diğer yöntemlerin sıralamaları ile yüksek korelasyona sahip olduğu ifade edilebilir. Elde edilen bu bulgu da COPRAS yönteminin sonuçlarının güvenilir ve tutarlı olduğunu istatistiksel olarak da destekler niteliktedir.

5. Tartışma

Bu çalışmada CRITIC yöntemiyle kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesine yönelik yapılan sıralamaya göre; G7 ve E7 ülkelerinin çevresel performans konusundaki önceliklerinin birtakım farklılıklar barındırdığı görülmektedir.

G7 ülkeleri yoğun sanayi faaliyetlerinde bulunmakta ve bu faaliyetler nedeniyle çevreye büyük miktarda ağır metal salınımı gerçekleştirmektedirler. Bu nedenle ağır metallerin bu ülkelerin çevresel performansının belirlenmesinde en önemli kriter olarak ortaya çıkmasında etkili olduğu söylenebilir. Wang vd. (2020), makro ve mikro ölçekli ekonomik faaliyetlerin ağır metal emisyonlarına neden olduğunu belirtmektedir. Dong (2023) da hızlı ekonomik büyümenin çevresel bozulmayı artırdığını vurgulamaktadır. Bu araştırmada endüstriyel faaliyetler nedeniyle ağır metallerle kirlenen toprakların ve atıkların yeterli arıtma yapılmadan doğaya salınmasının çevre için yüksek tehdit oluşturduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde, yükselen piyasa ekonomilerinde artan endüstriyel faaliyetler nedeniyle, ağır metallerin bu ülkelerin çevresel performansını belirleyen en önemli üçüncü kriter olmasında etkili olduğu söylenebilir.

Bu araştırma kapsamında hava kirliliği, E7 ülkeleri için en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak belirlenmiştir. G7 ülkeleri için de bu gösterge önem sıralamasında ikinci sırada yer almaktadır. Bu durum, hem ileri düzeyde endüstriyel faaliyetlerde bulunan hem de sanayileşme sürecini geliştirmekte olan ülkelerde, hava kalitesi sorunlarının öncelikli bir çevresel tehdit olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, Bekun vd. (2024) tarafından yapılan çalışmayla da örtüşmektedir. Çalışmada, E7 ülkelerinde ekonomik

büyümenin erken aşamalarında hava kirliliğinin, belirgin şekilde arttığı belirtilmiştir. Makro düzeydeki bu bulgu Çin'in başkenti Pekin'e odaklanan mikro düzey bir çalışmayla da desteklenmektedir. Li vd. (2017), sosyoekonomik göstergelerle hava kirliliği arasındaki ilişkiyi incelemiş ve özellikle enerji tüketimi, inşaat ve sanayi faaliyetlerinin hava kirliliğini önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur.

Gelişmiş ekonomilerde su ve sanitasyon altyapısının sürdürülebilir yönetimi, çevresel performans göstergelerinin de iyileşmesine katkıda bulunmaktadır. Sanitasyon ve içme suyu, G7 ülkeleri için yüksek ağırlıklı kriter olarak öne çıkmaktadır. Bu ülkeler, çevre politikalarının bir parçası olarak içme suyu güvenliği ve sanitasyon yatırımlarına öncelik vermektedir. Bu kriterin önem düzeyinin yüksek olması, gelişmiş ülkelerde temiz suya erişim konusunda halk sağlığına doğrudan etki eden altyapı unsurlarının çevresel performans düzeyinin artırılmasında öncelikli olduğunu ortaya koymaktadır.

E7 ülkeleri için ormanlar kriterinin önem düzeyinin yüksek olması ise bu ülkelerin küresel ticarete artan talebi karşılamak amacıyla yürüttükleri yoğun endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin ormansızlaşmaya neden olmasıyla ilişkilendirilebilir (Karstensen vd., 2013, s. 6). Brezilya'da soya üretimine ilişkin bulgular, küresel talebin baskısıyla tarım alanlarının ya ormanlar pahasına genişletildiğini ya da aynı tarlada bir sezonda birden fazla ürün yetiştirilmesi gibi yöntemlerle yoğunlaştırıldığını göstermektedir (Kastens vd., 2017, s. 18). Kolb & Galicia (2012), Meksika'da tarımsal faaliyetlerin ormansızlaşmanın temel nedenlerinden biri olduğunu ifade etmektedir. Benzer şekilde Ellis vd. (2017), Meksika'nın Quintana Roo bölgesine odaklanan araştırmasında özellikle şeker kamışı, mısır ve hayvancılığa dayalı arazi kullanımlarının orman dönüşümündeki başlıca etkenler olduğunu belirtmektedir. Çalışmanın sonuçları, mekanize tarım ve turizme bağlı kentsel gelişimi de orman örtüsünü tehdit eden önemli faktörler olduğunu göstermektedir. Malleleang vd. (2023) ile Masyithoh & Nurjannah (2024) çalışmalarında Endonezya'da yağ palmiyesi plantasyonlarının yaygınlaştırılması amacıyla yapılan orman alanı temizliğinin ekosistem üzerinde olumsuz sonuçlar yarattığını ortaya koymaktadır. Tarımsal faaliyetler için yapılan arazi temizliği, Endonezya'daki ormansızlaşmanın başlıca nedeni olarak ifade edilmektedir. Singwal (2021), çalışmasında Hindistan'da ormansızlaşmanın yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik kalkınma sürecini tehdit eden yapısal bir sorun haline geldiğini vurgulamaktadır. Belirtilen çalışmalardan elde edilen bilgiler, E7 ülkelerinde tarımsal ve sanayi temelli büyümenin çevre kalitesi ve sürdürülebilirlik ilkeleriyle çatıştığını kanıtlamaktadır. Yapılan analizler, ormanlar kriterinin E7 ülkelerinin çevresel performans düzeyinin belirlenmesinde neden öncelikli olduğunu göstermektedir.

COPRAS yöntemiyle yapılan sıralamada G7 ülkelerinde çevresel performansı en yüksek ülke Almanya iken E7 ülkelerinde birinci sırayı Brezilya almıştır. Birleşik Krallık ve Japonya G7 ülkelerinde Almanya'dan sonra performansı en yüksek ülkeler olurken; E7 ülkelerinde ikinci ve üçüncü sırada yer alan ülkeler Rusya ve Türkiye olmuştur. Analizlerden elde edilen bulgular, literatürde yer alan bazı çalışmalarla paralellik göstermektedir. Çakın & Ayçin (2019) farklı ÇKKV tekniklerini uyguladıkları çalışmalarında AB ve AB adayı ülkeler için ÇPE verilerini kullanmış ve Almanya'nın enerji ve çevresel performansı en yüksek ülkeler arasında olduğunu belirtmişlerdir. Gökgöz & Yalçın (2022) çalışmalarında G20 ülkeleri içinde Almanya'yı çevresel performansı en yüksek üçüncü ülke olarak öne çıkarmaktadır. Bununla birlikte, Altıntaş (2021) tarafından G7 ülkeleri için yapılan çalışmada kullanılan CODAS ve TOPSIS yöntemleri Almanya'nın sıralamasında farklı sonuçlar ortaya koymuştur. CODAS yöntemiyle yapılan sıralamada Almanya dördüncü sırada yer alırken TOPSIS'le yapılan sıralamada ise üçüncü olmuştur. G7 ülkelerinin çevresel performanslarının TOPSIS ve CODAS teknikleriyle birlikte değerlendirildiği bir başka çalışmada ise Birleşik Krallık her iki yöntemde de birinci sırada yer almıştır (Altıntaş, 2021). Bu durum, ÇKKV yöntemlerinin veri ağırlıklandırma tekniklerine ve metodolojik varsayımlarına bağlı olarak konuyla ilgili farklı sonuçlar ortaya koyabileceğini göstermektedir.

Elde edilen sonuçlara göre; Almanya'nın yüksek sürdürülebilir kalkınma performansına sahip olması (Mateusz vd., 2018; Sachs vd., 2022; Stanujkic vd., 2020) şehir içinde araç kullanımını azaltmak amacıyla uyguladığı vergiler, bisiklet kullanımı teşvik etmesi (Öztekin, 2024), biyokütle enerjisini yaygın olarak kullanan ülkelerden olması (Tanrıku & Partigöç, 2024) ve 2035'e dek %100 yenilenebilir elektriğe geçme hedefi koymasıyla birlikte yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımlar yapması (Baykara, 2025) gibi faktörlerin ülkenin çevresel performans sıralamasını yukarı taşımasında etkili olduğu söylenebilir.

Gelişmekte olan ekonomiler arasında çevresel performansı en yüksek ülke olan Brezilya, özellikle sanayi yoğunluğunun Çin ve Hindistan'a göre daha düşük olması ve 2021'den itibaren elektrik üretiminin %80'den fazlasını yenilenebilir enerjilerden elde etmesi nedeniyle (Özkaya, 2025, s. 74) hava kalitesi bakımından görece avantajlıdır (Gökgöz & Yalçın, 2022, s. 140). Bunlara ek olarak ülkenin Amazon Ormanları'nın önemli bir bölümüne sahip olmasının ülkenin ormanlar kriterinde yüksek skor elde etmesine katkı sağladığı düşünülmektedir. Bu sebepler, Brezilya'nın çevre kalitesine olumlu yansımaktadır.

Rusya'nın çevresel performansının görece yüksek olmasında çevresel sürdürülebilirlik konusunun son yıllarda önem kazanmasıyla birlikte, ülkenin çevre ve iklim politikalarında daha aktif bir tutum sergilemeye başlamasının etkili olduğu söylenebilir. Başlangıçta Kyoto Protokolü'ne çekimser yaklaşan Rusya, ilerleyen yıllarda iklim değişikliğiyle mücadeleyle yönelik uluslararası girişimlerde bulunmuş ve "İklim Planı"nı açıklamıştır. Bununla birlikte, Kopenhag İklim Değişikliği Konferansı'nda sera gazı emisyonlarını %15-25 oranında azaltacağını bildirmiştir (Glomsrød vd., 2013). Rusya'nın Paris İklim Anlaşması'na taraf olması, Rusya'nın çevresel sürdürülebilirliğe uyum sağlayan ve bu konuyla ilgili küresel düzeyde sorumluluk üstlenen bir ülke olduğunu göstermektedir. Rusya, ekonomik kalkınmasını ve sanayileşmeye dayalı büyümesini sürdürürken, sürdürülebilir çevresel politika uygulamalarını da artırmaya çalışmıştır (Simola & Solanko, 2017). Çevresel Performans Endeksi 2024 verilerinde E7 ülkeleri arasında ikinci sırada yer alması, çevresel göstergeler açısından gelişmekte olan ülkelere göre daha iyi bir noktada olduğunu kanıtlamaktadır.

E7 ülkeleri arasında üçüncü sırada yer alan Türkiye de AB'nin Yeşil Mutabakat'ı gündeme getirmesi ve 2050'ye kadar sıfır karbon hedefi koymasıyla birlikte son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla önem vermeye başlamıştır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynaklarının payını ve çeşitliliğini artırmak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarını destekleme mekanizması, yerli aksam desteği gibi teşvikler uygulanmaktadır (T. C. Ticaret Bakanlığı, 2024). Buna göre, ülkedeki temiz enerji kaynakları potansiyelinin yüksekliğinin ve bazı büyükşehirlerdeki hava kirliliği sorunlarına rağmen artan yenilenebilir enerji yatırımlarının ve devlet teşviklerinin hava kalitesinin ortalama değerlerini dengelediği düşünülmektedir.

Altıntaş (2024) G20 ülkelerinin okyanus sağlığına yönelik yapmış olduğu araştırmada karbon tutma kapasitesi, balıkçılık sürdürülebilirliği, su kalitesi gibi kriterleri ele almış ve en iyi performansa sahip olan ikinci ülke olarak Brezilya ve dördüncü ülke olarak da Birleşik Krallık'ı öne çıkarmıştır. ÇPE'de yer alan su kaynakları ve balıkçılık göstergeleri düşünüldüğünde, Altıntaş'ın (2024) çalışmasında ulaşılan sonuçlar Birleşik Krallık ve Brezilya'yı performans düzeyinde ön sıralarda tespit eden bu çalışmanın sonuçlarıyla da örtüşmektedir.

6. Sonuç ve Öneriler

Çevresel sürdürülebilirlik, günümüzde hem gelişmiş hem de yükselen ekonomilerin temel öncelikleri arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda, ülkelerin çevresel performansını etkileyen kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlerin önem derecelerine göre değerlendirilmesi, politika yapıcılar ve araştırmacılar için büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, bu çalışmada G7 ve E7 ülkelerinin çevresel performanslarının ÇKKV yöntemleriyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda ÇPE göstergeleri temel

alınmış ve farklı ekonomik gelişmişlik düzeylerine sahip iki grubun çevresel performansları CRITIC tabanlı COPRAS yöntemiyle karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Belirlenen yöntemlerle çevresel performansa etki eden kriterler nesnel olarak ağırlıklandırılmış ve her iki ekonomik grup için ayrı ayrı sıralamalar elde edilmiştir. Analizlerden elde edilen bulgular, bu ülkelerde çevresel öncelikleri değerlendirmekte; diğer taraftan mevcut literatürle örtüşen ya da ayrışan yönleri de tartışma bölümünde ortaya konulmaktadır.

Analizler, gelişmiş ve yükselen piyasa ekonomilerinin çevresel performanslarını etkileyen kriterler bakımından birtakım önem farklılıklarına sahip olduğunu ortaya koymuştur. G7 ve E7 ülkelerinde ağır metaller ile hava kirliliği öne çıkan ortak kriterlerken, G7’de farklı olarak sanitasyon ve içme suyu; E7 de ise ormanlar kriteri yüksek önem düzeyine sahip farklı kriterler olarak belirlenmiştir. Sanitasyon ve içme suyu kriterinin öne çıkmasının G7 ülkelerinde altyapı yatırımlarına ve nüfus sağlığına verilen önemle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Buna karşılık E7 ülkelerinde ormanlar kriterinin ise bu ülkelerdeki endüstriyel ve tarımsal büyümenin, bu faaliyetlerin sebep olduğu ormansızlaşma konusu nedeniyle ön plana çıktığı ifade edilebilir. Özellikle Brezilya, Hindistan ve Endonezya gibi ülkelerde artan tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerle ormanların yok edilmesi ya da tarımsal yoğunluğun artırılarak aynı araziden daha fazla ürün alınmasının çevresel baskıyı artırdığı yapılan araştırmalarda da ortaya konulmaktadır (Ellis vd., 2017; Kastens vd., 2017; Malleleang vd., 2023; Masyithoh & Nurjannah, 2024). Bu örnekler, E7 ülkelerinde sürdürülebilir olmayan arazi kullanımının çevresel performansı doğrudan etkilediğini göstermektedir.

Ağır metaller her iki ülke grubu için de en önemli göstergelerden biri olmuştur. Bu bağlamda sanayi bölgelerinde ağır metal salınımına yönelik kaynak bazlı filtreleme, tehlikeli atıkların geri kazanımı ya da çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi önem taşımaktadır. Almanya, Birleşik Krallık ve Japonya başta olmak üzere gelişmiş ekonomilerdeki politika yapıcılar, ağır metallerin endüstriyel kaynaklardan çevreye yayılımını önleyici yeni regülasyonları uygulamaya koymalıdır. Ayrıca, mevcut güçlü performansı sürdürmek için ağır metal emisyonlarının azaltılmasına yönelik sıkı sanayi denetimleri devam ettirilmelidir. Brezilya, Rusya ve Türkiye başta olmak üzere gelişmekte olan ülkelerdeki politika yapıcılar, ağır metallerin özellikle su ve toprakta birikimini önlemek için yeşil üretim teşviklerine önem vermelidir. Ağır metallerin sanayiden kaynaklanan çevresel etkilerini azaltmak için ileri arıtma teknolojilerinin kullanımı teşvik edilmelidir. Benzer şekilde her iki ülke grubu için de hava kirliliği kriterinin ön plana çıkması nedeniyle yoğun sanayi faaliyetlerinden kaynaklı hava kirliliğiyle mücadele kapsamında karbon tutma ve yakalama teknolojilerinin yaygınlaştırılması ve yenilenebilir enerji üretimine yönelik girişimlerin artırılması gerekmektedir. Hava kirliliği kaynaklı sağlık etkilerini azaltmak için toplu taşımada temiz enerji kullanımı artırılmalıdır. Hindistan, Brezilya, Endonezya gibi ormansızlaşmayı tetikleyen üretim faaliyetlerinde bulunan ülkelerde uluslararası sürdürülebilirlik standartlarının sağlanması ve bu ülkelerin çevresel performanslarının artırılmasında yüksek önem düzeyine sahip orman alanlarının korunması önemlidir.

Çalışmanın bazı kısıtları bulunmaktadır. Bu çalışmada ÇPE raporunda 2024’e ait güncellenmiş veriler ve değişkenler ele alınmıştır. Buna göre; gelişmiş piyasa ekonomileri ile yükselen piyasa ekonomileri için çevresel performans kriter ağırlıklarının nasıl değiştiği ve sıralamaların nasıl olduğu ile ilgili karşılaştırma yapmak amacıyla toplamda 14 ülke analiz kapsamına alınmıştır. Bu çalışmadan hareketle, veri seti genişletilebilir ve CRITIC-COPRAS entegre yaklaşımıyla farklı ülke grupları da karşılaştırılabilir. Ayrıca farklı ÇKKV yöntemleriyle farklı sonuçlara ulaşılması da mümkündür. Bunlara ek olarak, çevresel hastalık yükü, hava ve su kirliliği, biyoçeşitlilik, tarım ve iklim değişikliği, yenilenebilir enerji tüketimi, ekilen alan, ekolojik ayak izi, yüzey sıcaklığı, yağış miktarı, arazi kullanımı, toprağın su veya rüzgarla aşınması gibi farklı veri tabanlarından elde edilebilecek çevresel göstergelerle daha farklı ve kapsamlı sonuçlar elde edilebilir.

Kaynakça

- Akandere, G. (2021). Kuşak yol ülkelerinin lojistik ve çevresel performansının analizi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 20(4), 1893-1915. <https://doi.org/10.21547/jss.927509>
- Altıntaş, F. F. (2021). Ülkelerin çevre performanslarının CODAS ve TOPSIS yöntemleri ile ölçülmesi: G7 grubu ülkeleri örneği. *Ullakbilge Dergisi*, 9(59), 544-559. <https://doi.org/10.7816/ullakbilge-09-59-05>
- Altıntaş, F. F. (2024). Analysis of the ocean and marine health performances of 18 countries in the G20 countries: An application using the CEBM-based TOPSIS method. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41(3), 166-178. <https://doi.org/10.12714/egejfas.41.3.01>
- Arsu, T., & Ayçin, E. (2021). Evaluation of OECD countries with multi-criteria decision-making methods in terms of economic, social and environmental aspects. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 4(2), 55-78. <https://doi.org/10.31181/oresta20402055a>
- Ayçin, E. (2020). Çok kriterli karar verme bilgisayar uygulamalı çözümler. Nobel Yayın.
- Ayçin, E., & Bektaş, S. (2024). BIST Kocaeli Şehir Endeksinde Yer Alan Şirketlerin LOPCOW ve OPARA Yöntemleriyle Finansal Performanslarının Değerlendirilmesi. *Sinop Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(Eğitim Bilimleri Özel Sayısı), 1-24. <https://doi.org/10.30561/sinopusd.1551020>
- Bajdor, P., & Korpysa, J. (2025). Multi-criteria-based approach in Environmental Performance Index evaluation. 971-980. <https://hdl.handle.net/10125/108953>
- Baykara, S. T. (2025). Ukrayna Savaşı'nın üçüncü yılına girerken AB'nin pandemi sonrası enerji politikası: Prangalanma mı? Sorumluluğu paslama mı? *Alternatif Politika*, 17(1), 85-113. <https://doi.org/10.53376/ap.2025.04>
- Bekun, F. V., Gyamfi, B. A., Köksal, C., & Taha, A. (2024). Impact of financial development, trade flows, and institution on environmental sustainability in emerging markets. *Energy & Environment*, 35(6), 3253-3272. <https://doi.org/10.1177/0958305X221147603>
- Bilbao-Terol, A., Arenas-Parra, M., Cañal-Fernández, V., & Antomil-Ibias, J. (2014). Using TOPSIS for assessing the sustainability of government bond funds. *Omega*, 49, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.04.005>
- Boldrin, M. T. N., Neisse, A. C., & Formiga, K. T. M. (2025). Supporting environmental decision-making in urban water and wastewater systems: Proposal for an environmental performance index. *Water Resources Management*, 39, 689-703. <https://doi.org/10.1007/s11269-024-03979-6>
- Brodny, J., & Tutak, M. (2023). Assessing the Energy and Climate Sustainability of European Union Member States: An MCDM-Based Approach. *Smart Cities*, 6(1), 339-367. <https://doi.org/10.3390/smartcities6010017>
- Cucchiella, F., D'Adamo, I., Gastaldi, M., Koh, S. L., & Rosa, P. (2017). A comparison of environmental and energetic performance of European countries: A sustainability index. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 401-413. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.077>
- Çakın, E., & Ayçin, E. (2019). Ülkelerin çevresel performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri ve bulanık mantık tabanlı bir yaklaşım ile bütünleşik olarak değerlendirilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(3), 631-656. <https://doi.org/10.17153/oguiibf.476373>
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The CRITIC method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)
- Doğan, H. (2022). Seçilmiş ülkelerin çevresel performanslarının bütünleşik CRITIC-MABAC yöntemleriyle ölçülmesi. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 7(2), 433-448.
- Dong, Y. (2023). Remediation technology and practice of heavy metal polluted soil. *Engineering Advances*, 3(2), 135-138. <https://doi.org/10.26855/ea.2023.04.011>
- Ellis, E. A., Romero Montero, J. A., & Hernández Gómez, I. U. (2017). Deforestation processes in the state of Quintana Roo, Mexico: The role of land use and community forestry. *Tropical Conservation Science*, 10, 1-12. <https://doi.org/10.1177/1940082917697259>
- Environmental Performance Index. (2024a). 2024 Environmental performance index showcases an unexpected top ranking and failing of international biodiversity commitment. <https://epi.yale.edu/downloads/2024epipressrelease.pdf>
- Environmental Performance Index. (2024b). About the EPI. <https://epi.yale.edu/about-epi>
- Environmental Performance Index. (2024c). EPI Downloads. <https://epi.yale.edu/downloads/2024-epi-report-20250106.pdf>

- Gelmez, E., Eren, H., & Özceylan, E. (2025). Evaluation of environmental performance of OECD countries using SD-based ARAS and WASPAS methods. *Gazi University Journal of Science*, 38(2), x-x. <https://doi.org/10.35378/gujs.1458807>
- Glomsrød, S., Wei, T., & Alfsen, K. H. (2013). Pledges for climate mitigation: The effects of the Copenhagen accord on CO2 emissions and mitigation costs. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18(5), 619-636. <https://doi.org/10.1007/s11027-012-9378-2>
- Gökgöz, F., & Yalçın, E. (2022). Sustainability of G20 countries within environmental and energy perspectives. *Present Environment and Sustainable Development*, 16(2), 127-145. <https://doi.org/10.47743/pesd2022162010>
- Hashemkhani Zolfani, S., Pourhossein, M., Yazdani, M., & Kazimieras Zavadskas, E. (2018). Evaluating construction projects of hotels based on environmental sustainability with MCDM framework. *Alexandria Engineering Journal*, 57(1), 357-365. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.11.002>
- Karahan, M., Yıldırım, Z., & Yıldırım, T. (2025). Comparative analysis of Turkey's environmental performance with Eastern European countries according to international EPI 2022 data. *Green Technologies and Sustainability*, 3(1), 100116. <https://doi.org/10.1016/j.grets.2024.100116>
- Karstensen, J., Peters, G. P., & Andrew, R. M. (2013). Attribution of CO2 emissions from Brazilian deforestation to consumers between 1990 and 2010. *Environmental Research Letters*, 8(2), 024005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024005>
- Kastens, J. H., Brown, J. C., Coutinho, A. C., Bishop, C. R., & Esquerdo, J. C. D. M. (2017). Soy moratorium impacts on soybean and deforestation dynamics in Mato Grosso, Brazil. *PLOS ONE*, 12(4), e0176168. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176168>
- Kolb, M., & Galicia, L. (2012). Challenging the linear forestation narrative in the Neo-tropic: Regional patterns and processes of deforestation and regeneration in southern Mexico. *The Geographical Journal*, 178(2), 147-161. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2011.00431.x>
- Korkmaz, O., Demirci, A., Bolat, S., Bedlek, P., & İşbilir, H. A. (2022). Avrupa Birliği üyesi ülkelerin lojistik performansları ile sürdürülebilirlik düzeylerinin karşılaştırılması. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(1), 122-137. <https://doi.org/10.29131/uiibd.1126468>
- Li, X., Zheng, W., Yin, L., Yin, Z., Song, L., & Tian, X. (2017). Influence of social-economic activities on air pollutants in Beijing, China. *Open Geosciences*, 9(1), 314-321. <https://doi.org/10.1515/geo-2017-0026>
- Lombardi Netto, A., Salomon, V. A. P., & Ortiz Barrios, M. A. (2021). Multi-Criteria Analysis of Green Bonds: Hybrid Multi-Method Applications. *Sustainability*, 13(19), 10512. <https://doi.org/10.3390/su131910512>
- Mahmoody Vanolya, N., & Jelokhani-Niaraki, M. (2021). The use of subjective-objective weights in GIS-based multi-criteria decision analysis for flood hazard assessment: A case study in Mazandaran, Iran. *GeoJournal*, 86(1), 379-398. <https://doi.org/10.1007/s10708-019-10075-5>
- Malleleang, A. M. A., KY, I. G. S., Saragih, H. J. R., & Widodo, P. (2023). The Greenpeace's Efforts for Forest Destruction Management in Riau Province to Achieve National Security. *International Journal Of Humanities Education and Social Sciences (IJHESS)*, 3(2), 839-846. <https://doi.org/10.55227/ijhess.v3i2.706>
- Masyithoh, G., & Nurjannah, S. (2024). History of origin status and land use of oil palm plantations in West Kalimantan province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1407, 012006. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1407/1/012006>
- Mateusz, P., Danuta, M., Małgorzata, Ł., Mariusz, B., & Kesra, N. (2018). TOPSIS and VIKOR methods in study of sustainable development in the EU countries. *Procedia Computer Science*, 126, 1683-1692. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.109>
- Özkaya, Y. (2025). Enerji tüketimi, çevresel sürdürülebilirlik ve dijitalleşme: Gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyümeye etkileri. *Enderun*, 9(1), 67-87. <https://doi.org/10.59274/enderun.1617689>
- Öztekin, E. (2024). Sürdürülebilir kentsel gelişim bağlamında eko şehirlerde su ve atık yönetimi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.7212/karaelmasfen.1383715>
- Podvezko, V. (2011). The comparative analysis of MCDA methods SAW and COPRAS. *Engineering Economics*, 22(2), 134-146. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.22.2.310>
- Praveen, D. V., Rao, P. U., Nancharaiiah, T., Krugon, S., Babu, Y. N., Naidu, G. C., Tej, D. J., Pavan, B., & Ganesh, K. (2025). Experimental investigations and optimization of process parameters using COPRAS method during laser beam machining of Hardox-400 spur gears. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 19, 2465-2475. <https://doi.org/10.1007/s12008-024-01851-w>
- Saaty, T. L. (2001). Analytic hierarchy process. İçinde *Encyclopedia of operations research and management science* (ss. 19-28). Springer.
- Sachs, J. D., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., & Woelm, F. (2022). *Sustainable Development Report 2022*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009210058>

- 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. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2024.2.13>
- Simola, H., & Solanko, L. (2017). *Overview of Russia's oil and gas sector* [BOFIT Policy Brief 5]. Bank of Finland. https://www.europeangashub.com/wp-content/uploads/attach_810.pdf
- Singwal, P. (2021). Challenges of India's fast-growing economy: An analytical study. *Journal of Cardiovascular Disease Research*, 12(5), 3113-3120.
- Sogut, M. Z. (2023). A comparative analysis of a dry bulk carrier's fuel preference in terms of entropy and environmental sustainability. *Energy*, 275, 127338. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127338>
- Stanujkic, D., Popovic, G., Zavadskas, E. K., Karabasevic, D., & Binkyte-Veliene, A. (2020). Assessment of progress towards achieving sustainable development goals of the "Agenda 2030" by using the CoCoSo and the Shannon Entropy methods: The case of the EU countries. *Sustainability*, 12(14), Article 14. <https://doi.org/10.3390/su12145717>
- T. C. Ticaret Bakanlığı. (2024). *Yenilenebilir enerji yatırımları ve destekleme mekanizmaları*. https://ticaret.gov.tr/data/65dc9d3113b8762768385d66/ETKB%20SKDM%20Sunum-Yenilenebilir%20Enerji_23022024.pdf
- Tanrıkulu, Y. S., & Partigöç, N. S. (2024). Güneş enerjisi santrallerinin (GES) coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemi ile yer seçimi: Denizli ili örneği. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 60, Article 60. <https://doi.org/10.30794/pausbed.1384299>
- Wang, Q., Hao, D., Li, F., Guan, X., & Chen, P. (2020). Development of a new framework to identify pathways from socioeconomic development to environmental pollution. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119962. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.119962>
- Xu, K., Tan, K., & Chen, Y. (2018). National ecological environmental quality assessment based on multi-sources remote sensing data. *2018 Fifth International Workshop on Earth Observation and Remote Sensing Applications (EORSA)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/EORSA.2018.8598547>

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Yoktur.

Etik Onay: Yoktur.

Yazar Katkısı: Burcu YILMAZ (%100)

Conflict of Interest: None.

Funding: None.

Ethical Approval: None.

Author Contributions: Burcu YILMAZ (%100)

Environmental Performance of Advanced and Emerging Market Economies: A Comparative Analysis of G7 and E7 Countries

Burcu Yilmaz

Extended Abstract

Environmental performance holds critical importance for achieving sustainable development, ensuring the effective management of natural resources, and enhancing societal welfare within a country. With the acceleration of economic and trade activities driven by globalization, environmental threats such as global climate change, biodiversity loss, and pollution of air, water, and soil have significantly increased. Accordingly, countries exhibiting high environmental performance have not only become more resilient to environmental risks but have also gained a comparative advantage in achieving sustainable development goals. In this context, assessing and comparing countries' environmental performance through objective indicators and identifying which criteria are more influential in ensuring environmental quality are crucial for shaping policies aimed at strengthening countries' environmental strengths and addressing their weaknesses.

In recent years, one of the most prominent tools developed to evaluate environmental performance is the Environmental Performance Index (EPI). Designed by Yale University, the EPI enables a comparative analysis of countries' environmental performance using quantitative data across 11 key indicators. A review of the existing literature reveals that several studies have utilized EPI data to objectively rank countries' environmental performance using multi-criteria decision-making (MCDM) methods (Akandere, 2021; Doğan, 2022; Senir, 2024; Boldrin et al., 2025; Gelmez et al., 2025; Karahan et al., 2025). However, the majority of these studies have focused on specific regional or economic groups, such as the European Union (Brodny & Tutak, 2023; Korkmaz et al., 2022), the OECD (Gelmez et al., 2025; Arsu & Ayçin, 2021), Eastern Europe (Karahan et al., 2025; Senir, 2024), or particular economic alliances (Akandere, 2021). Thus, while these contributions are valuable, they often overlook the broader comparative dynamics between advanced and emerging economies. In contrast, this study differentiates itself by offering a comparative assessment of both developed and emerging market economies.

Unlike prior research that often evaluates countries based on their overall EPI rankings, this study focuses on identifying which criteria are more influential within specific economic groups—namely, the G7 and E7 countries—and assesses intra-group performance rankings. In this regard, the environmental performance levels of G7 and E7 countries are comparatively analyzed using 2024 EPI data. The criterion weights were determined objectively using the CRITIC method, and countries were ranked according to the COPRAS method.

According to the ranking results derived from the COPRAS method, Germany emerged as the top-performing country in terms of environmental performance among the G7 nations, whereas Brazil ranked first among the E7 countries. Following Germany, the United Kingdom and Japan were identified as the next best performers within the G7 group, while Russia and Turkey secured the second and third positions, respectively, among the E7 countries.

These results can be interpreted in light of several country-specific environmental and policy-driven factors. In the case of Germany, its strong performance in sustainable development has been supported by multiple initiatives and structural reforms. Previous studies (Mateusz et al., 2018; Sachs et al., 2022; Stanujkic et al., 2020) have highlighted Germany's high sustainability performance. Contributing factors to this performance include: taxation policies aimed at reducing urban car usage, the active promotion of bicycle use (Öztekin, 2024), widespread adoption of biomass energy (Tanrıku & Partigöç, 2024), and targeted investments in renewable energy, particularly following its commitment to transition to 100% renewable electricity by 2035 (Baykara, 2025). These strategic policies are considered to have positively influenced Germany's environmental performance scores.

Among emerging economies, Brazil distinguishes itself as the top performer, largely due to the relatively lower intensity of its industrial activities compared to countries like China and India. Furthermore, since 2021, Brazil has generated over 80% of its electricity from renewable sources, granting the country a significant advantage in terms of air quality (Özkaya, 2025, p. 74; Gökgez & Yalçın, 2022, p. 140). In addition to its energy profile, Brazil's ownership of a substantial

portion of the Amazon rainforest is believed to contribute significantly to its high performance in the “forests” criterion. Collectively, these elements enhance the country’s overall environmental quality.

In second place among the E7 countries, Turkey has recently intensified its focus on renewable energy, especially after the European Union introduced the Green Deal and emphasized achieving net-zero carbon emissions by 2050. In response, Turkey has implemented various incentive mechanisms such as the Renewable Energy Resources Support Mechanism (YEKDEM) and domestic component subsidies to increase the share and diversification of renewable energy sources (T.C. Ministry of Trade, 2024). Despite ongoing air pollution issues in certain metropolitan areas, the country’s high clean energy potential, growing investments in renewables, and governmental incentives are thought to balance out the national air quality levels on average.

Moreover, it is essential for Turkey to make greater use of its solar and wind energy potential and to increase investments in renewable energy. In parallel, enhancing private sector participation in green technologies will facilitate the country’s transition toward a low-carbon economy. These measures are expected to contribute significantly to the improvement of Turkey’s environmental performance profile.

Furthermore, in a separate study on ocean health among G20 countries, Altıntaş (2024) assessed criteria such as carbon sequestration capacity, fisheries sustainability, and water quality, identifying Brazil as the second-best performing and the United Kingdom as the fourth-best performing country. Considering the relevance of water resources and fisheries indicators in the Environmental Performance Index (EPI), these findings closely align with the present study’s results, which also position Brazil and the United Kingdom among the top-performing countries.

The findings reveal significant differences in the importance of specific environmental criteria between developed and emerging economies. While heavy metals and air pollution emerged as common key indicators in both groups, sanitation and drinking water stood out as high-priority criteria in G7 countries, whereas forests were identified as particularly important for E7 countries. Heavy metals were among the most influential indicators across both groups. Based on these results, source-based filtration of heavy metal emissions in industrial zones, recovery of hazardous waste, and environmentally safe disposal methods are critical. Policymakers are advised to promote green production incentives to prevent the accumulation of heavy metals in water and soil.

Given that air pollution is a priority for both groups, combating emissions from intensive industrial activities through the adoption of carbon capture and storage (CCS) technologies and the expansion of renewable energy initiatives is essential. In countries such as India, Brazil, and Indonesia—where deforestation is exacerbated by production activities—preservation of forest areas, which hold high importance for improving environmental performance, and alignment with international sustainability standards are imperative.

It is important for non-governmental organizations to draw attention to environmental issues and contribute to raising public awareness in order to improve countries’ environmental performance. Additionally, placing emphasis on environmental sustainability education at both institutional and individual levels may also influence national performance in enhancing environmental quality.

This study is subject to certain limitations. It utilizes the most recent data and variables from the 2024 Environmental Performance Index (EPI) report. Accordingly, a total of 14 countries were included in the analysis to compare how the weights of environmental performance criteria differ between advanced market economies and emerging market economies, and to examine their respective rankings. Based on the findings of this study, future research could expand the dataset and apply the integrated CRITIC-COPRAS approach to a broader set of country groups for comparative analysis. Furthermore, it is also possible that the application of alternative Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods may yield different results. In addition, incorporating environmental indicators derived from diverse databases, such as environmental disease burden, air and water pollution, biodiversity, agriculture and climate change, renewable energy consumption, cultivated land area, ecological footprint, surface temperature, precipitation levels, land use, and soil erosion by water or wind, may lead to more comprehensive and differentiated findings.