

**CRITIC TABANLI COPRAS YÖNTEMİ İLE ENERJİ PİYASASI PERFORMANS
ANALİZİ: AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

**Energy Market Performance Analysis with CRITIC Based COPRAS Method: A Study on
European Union Countries**

Adem BABACAN

Doç. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik
Bölümü

Assoc. Prof., Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of
International Trade and Logistics

e-posta /e-mail: adem.babacan@gmail.com

Orcid: 0000-0002-7349-7033

Yunus Emre BİROL

Doç. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü
Assoc. Prof., Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of
Economics

e-posta /e-mail: yebirol@cumhuriyet.edu.tr

Orcid: 0000-0003-0557-3281

Atıf/©: Babacan, A. & Birol, Y. E. (2025). CRITIC Tabanlı COPRAS Yöntemi ile Enerji Piyasası Performans
Analizi: Avrupa Birliği Ülkeleri Üzerine Bir Çalışma, *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*,
Yıl 18, Sayı 1, ss. 1-18

Citation/©: Babacan, A. & Birol, Y. E. (2025). Energy Market Performance Analysis with CRITIC Based
COPRAS Method: A Study on European Union Countries, *Erzincan University Journal of Social Sciences
Institute*, Year 18, Issue 1, pp. 1-18

Makale Bilgisi / Article Information:

Makale Türü-Article Types :	Araştırma/Research
Geliş Tarihi-Received Date :	09.10.2024
Kabul Tarihi-Accepted Date :	05.01.2025
Sayfa Numarası-Page Numbers :	1-18
DOI :	10.46790/erzisosbil.1563522

Notlar/Notes

Yazar(lar), herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemiştir.
Turnitin/Ithenticate/İntihal ile İntihal Kontrolünden Geçmiştir
Screened for Plagiarism by **Turnitin/Ithenticate/İntihal**
Licenced by CC-BY-NC ile lisanslıdır

CRITIC TABANLI COPRAS YÖNTEMİ İLE ENERJİ PİYASASI PERFORMANS ANALİZİ: AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Energy Market Performance Analysis with CRITIC Based COPRAS Method: A Study on European Union Countries

Adem BABACAN - Yunus Emre BİROL

Öz:

Bu çalışmada, AB üyesi ülkelerin enerji piyasası performanslarının analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç için yöntem olarak çok kriterli karar verme tekniği kullanılmıştır. Bu yöntem ile 27 ülkenin performans sırasının belirlenmesi için 15 kriter belirlenmiştir. Kriterler, birincil enerji tüketiminde enerji kaynaklarının payı, ithal enerji bağımlılığı, enerji ithalatında ülke çeşitliliği, enerji verimliliği, enerji yoğunluğu, sera gazı salınımı ve enerji fiyatları gibi konularla ilgilidir. Analiz ile AB ülkelerinin mutlak sırası değil, AB üyesi ülkelere kıyasla nispi sırası tespit edilmiştir. Bulgular, enerji piyasası performansı en yüksek AB ülkesinin İsveç olduğunu göstermiştir. İsveç'in ardından en iyi performansa sahip ülkeler, İspanya ve Fransa'dır. Slovakya, enerji piyasası performansının en düşük olduğu AB ülkesidir. Slovakya'dan sonra düşük performans gösteren diğer ülkeler, Estonya ve Letonya'dır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Piyasası, Avrupa Birliği, Çok Kriterli Karar Verme

Abstract:

This study aims to analyze the energy market performances of EU member countries. For this purpose, the multi-criteria decision-making technique was used as a method. With this method, 15 criteria were determined to determine the performance ranking of 27 countries. The criteria are related to issues such as the share of energy resources in primary energy consumption, imported energy dependency, country diversity in energy imports, energy efficiency, energy intensity, greenhouse gas emissions and energy prices. The analysis determined the relative ranking of EU countries compared to EU member countries, not the absolute ranking. The findings showed that Sweden is the EU country with the highest energy market performance. The countries with the best performance after Sweden are Spain and France. Slovakia is the EU country with the lowest energy market performance. After Slovakia, other countries with poor performance are Estonia and Latvia.

Keywords: Energy Market, European Union, Multi-Criteria Decision Making

1. GİRİŞ

Enerji, gelişmiş küresel ekonomik sistemin en önemli girdisidir. Bu nedenle dünyadaki tüm ülkeler enerjiye dolayısıyla da enerji kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Enerji kaynakları, yenilenebilir ve yenilenemez olmak üzere iki temel başlıkta değerlendirilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, doğada bol bulunma ve kendini yenileyebilme ayrıca yerli ve temiz olma gibi avantajlarıyla öne çıkan güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik gibi kaynakları içermektedir. Yenilenemez enerji kaynakları ise doğada kıt bulunan ve kendini yenileyemeyen petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil kökenli kaynaklardan oluşmaktadır. Fosil enerji kaynakları (fosil yakıtlar) yeryüzünde dengesiz bir dağılıma sahiptir ve tüketildiğinde çevre kirliliğine yol açmaktadır. Fosil yakıtlar, sera gazı emisyonu ile çevre kirliliğine yol açsa da yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla teknolojik ve ekonomik avantajlarından dolayı dünya enerji tüketiminde büyük bir paya sahiptir. Fosil yakıt tüketiminde en önemli sorun, özellikle petrol ve doğal gaz gibi enerji kaynaklarının dünya üzerinde belirli bölgelerde yoğunlaşmasıdır. Bu durum enerji açığı olan ülkelerle enerji fazlası olan ülkeleri enerji piyasasında bir araya getirmekte ve enerji kaynaklarının ticaretine olanak sağlamaktadır.

Enerji piyasasının bir tarafında net enerji fazlasını satmak isteyen ihracatçı ülkeler, diğer tarafında net enerji açığını kapatmak isteyen ithalatçısı ülkeler bulunmaktadır. Uluslararası enerji piyasasında ticaret hacminin boyutu nedeniyle çeşitli küresel aktörlerin varlığı söz konusudur. Sahip oldukları zengin enerji rezervleri sayesinde yüksek enerji üretim kapasitesine sahip satıcı ülkeler ile mevcut rezervleri ile gelişmiş ekonomilerinin enerji gereksinimini karşılayamayan yüksek enerji tüketim düzeyine sahip alıcı ülkeler, enerji piyasasında önemli bir ağırlığa sahiptir. Avrupa Birliği (AB), küresel enerji piyasasının alıcı konumundaki en önemli aktörlerinden biridir. AB ülkelerinin enerji üretimi, tüketimi ve ticareti gibi konulardaki durumu ayrı ayrı değerlendirilebilir. Üye ülke özelinde farklı durumlar söz konusu olabilir, ancak AB'nin genelinde enerji kaynakları açığı söz konusudur. Bu durum kaynak tedarikinde AB'yi ithal enerjiye bağımlı hâle getirmiştir. İthal enerji bağımlılığı, ortak enerji politikası kapsamında AB'nin çeşitli tedbirler almasına yol açmıştır. Alınan tedbirlerin AB enerji piyasası üzerinde doğrudan etkisi söz konusudur. Gelişmişlik düzeyi, ithal enerji bağımlılığı, enerji piyasasının yapısı gibi konular AB'nin enerji üzerine yapılan çalışmalarda tartışılmasına ve çeşitli araştırmalara konu olmasına neden olmuştur.

Bu çalışmada, AB ülkelerinin enerji piyasası açısından durumlarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda yöntem olarak çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniği tercih edilmiştir. Yöntemin uygulanabilmesi ve AB ülkelerinin performans sıralamasının belirlenmesi için çeşitli kriterler seçilmiştir. Bu çerçevede, enerji piyasası performansı yüksek olan ülkeler ile düşük olan ülkeler tespit edilebilecektir. Gerçekleştirilecek analiz, enerji piyasası açısından mutlak bir değerlendirme yerine, üye ülkeler için göreceli bir kıyaslamaya olanak sağlamaktadır. Çalışmada ilk olarak literatürdeki benzer çalışmalar hakkında bilgi verilmesi, ardından kullanılan yöntem ve veri setinin tanıtılması, son olarak elde edilen bulguların yorumlanması ve ulaşılan sonuçların tartışılması planlanmaktadır.

2. LİTERATÜR

Enerji piyasası; siyasi, iktisadi ve teknik boyutları olan karmaşık bir yapıya sahiptir. Birçok faktörün bu piyasayı etkiliyor olması, bu piyasanın genel kabul görmüş bir yaklaşımla incelenmesini güçleştirmektedir. Bu çalışmada AB enerji piyasasının ülkelerin performanslarına göre sıralanması suretiyle değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Literatürde AB ülkeleri üzerine farklı ÇKKV teknikleri ile yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca literatürde AB ülkeleri dışında farklı ülke grupları için yapılmış çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1: Literatür Özeti

Yazarlar	Ülkeler	Yöntemler
Makridou vd. (2015)	26 AB Ülkesi	UTADIS
Cucchiella vd. (2017)	28 AB Ülkesi	AHP
Siksnelyte ve Zavadskas (2019)	28 AB Ülkesi	TOPSIS
Vavrek ve Chovancová (2019)	28 AB Ülkesi	CV, TOPSIS
Su vd. (2020)	21 AB Ülkesi	VIKOR, TOPSIS, WASPAS
Tutak vd. (2020)	27 AB Ülkesi	TOPSIS
Vavrek ve Chovancová (2020)	12 AB Ülkesi	CV, TOPSIS
Brodny ve Tutak (2021)	11 Avrupa Ülkesi	COPRAS, MOORA, TOPSIS, VIKOR
Cabeça vd. (2021)	28 AB Ülkesi	AHP, ELECTRE TRI-nC
Gökgöz ve Yalçın (2021)	26 AB Ülkesi	CRITIC, TOPSIS, COPRAS
Guler vd. (2021)	36 OECD	PROMETHEE
Phillis vd. (2021)	43 Avrupa Ülkesi	PROMETHEE
Tutak (2021)	27 AB Ülkesi	Entropi, WASPAS
Aytekin (2022)	Seçilmiş 138 Ülke	CRADIS, CODAS-Sort
Bączkiewicz ve Wątróbski (2022)	27 AB ve 3 Avrupa Ülkesi	CRITIC, DARIA-TOPSIS
Siksnelyte-Butkien vd. (2022)	27 AB Ülkesi	KerCA
Zhou vd. (2022)	Seçilmiş 82 Ülke	TOPSIS
Ziomba (2022)	Seçilmiş 25 Ülke	SAW, PROMETHEE
An vd. (2023)	Seçilmiş 47 Ülke	TOPSIS
Brodny ve Tutak (2023)	27 AB Ülkesi	CRITIC, GRA, TOPSIS
Gökgöz ve Yalçın (2023)	26 AB Ülkesi	IDOCRIW, MARCOS, CODAS, SAW
Kozłowska vd. (2023)	27 AB Ülkesi	AHP
Yousefi vd. (2023)	BRICS ve G7 Ülkeleri	KEMIRA
Więckowski vd. (2024)	16 Avrupa Ülkesi	MARCOS

Tablo 1’de görüldüğü üzere enerji piyasası üzerine yapılan ve ÇKKV yöntemleri kullanan çalışmalarda AB ülkeleri önemli bir örneklem gurubu olarak dikkat çekmektedir. Literatürde enerji alanında karar verme ve politika geliştirme süreçlerine yönelik çalışmalarda ÇKKV yöntemlerinden AHP, TOPSIS, ELECTRE ve PROMETHEE sıklıkla kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak, VIKOR, SAW, COPRAS ve WASPAS yöntemlerinden yararlanan araştırmalara da rastlanmaktadır (Kaya vd., 2018: 2345–2347). Bununla beraber en çok kullanılan ÇKKV yöntemi olarak TOPSIS yöntemi ön plana çıkmaktadır.

3. METODOLOJİ

Bu çalışmada AB ülkelerinin enerji piyasası performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Performans ölçümü sürdürülebilirliğin önemli bir bileşenidir. Doğru kriterler sayesinde doğru performans ölçülebilir. ÇKKV yöntemleri, performans ölçümünde ve kriterlerin belirlenmesinde öne çıkmakta ve metodolojisinin geliştirilmesi önemli miktarda hesaplamanın dikkate alınmasını gerektirmektedir (Figueira vd., 2005). Stratejik yönetimlerde alınan kararların en iyi olabilmesi için yapılması gereken şey, düşüncüyü tüm yönleriyle şeffaflaştırdıktan sonra olayı formülize etmektir. Karar verme süreci içerisinde, bir problemin mevcut alternatiflerini sıralamak için kullanılan problemin içinde var olan birçok kriter ve bu kriterlere ait alt kriterler bulunmaktadır. Seçilen kriterlerin fiziksel olma şartı yoktur, aynı zamanda alternatiflerin sıralanması için bir rehber görevi yapacak ölçüleri de olmayabilir. Alternatiflerin önceliklerini ağırlıklandırmak ve arzu edilen sıralamayı yapabilmek için, tüm kriterleri probleme eklemek gerekir. Dikkat edilmesi gereken şey, kriterlerin kendileri içinde önceliklerin oluşturulmasıdır. Bu ise oldukça zor ve karmaşıktır. Bu amaçla objektif ve sübjektif yöntemler (uzman görüşü kullanan yöntemler) geliştirildiği gibi karma yöntemler de geliştirildi. Ayrıca ağırlıklandırılmış/önceliklendirilmiş kriterler yardımıyla sıralama yapan ÇKKV yöntemleri de bulunmaktadır. Bu yöntemlerin birbirlerine göre üstünlükleri bulunabilir. Bu amaçlar doğrultusunda, araştırmada kriter ağırlıklandırmada Kriterler Arası Korelasyon Yoluyla Kriterlerin Önemi (CRITIC, Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) yöntemi seçilmiştir. Alternatiflerin sıralamasında ise Karmaşık Oransal Değerlendirme (COPRAS, Complex Proportional Assessment) yöntemi kullanılmıştır (Babacan ve Tuncay, 2022: 1989).

CRITIC yöntemi, bir objektif ÇKKV yöntemidir. Sübjektif yöntemlerin deneyimli karar vericilerden/uzmanlardan gelen bilgileri probleme entegre etme avantajı vardır. Ancak bu tür bilgiler bazen karar vericilerin geçmiş inançları nedeniyle belirli bir kriteri tercih edebilmesine yol açabilmektedir. Bazı durumlarda ise problem çok fazla karmaşık olmakta ve uzmanlar problemin her safhasına değil belirli kısmına yönelik bilgilere sahip olabilmektedirler. Bu ise sonuçları olumsuz yönde etkilemektedir. CRITIC yöntemi ise var olan ve hali hazırda kullanılan veriler üzerinden hesaplamalar yaptığından dolayı mevcut durumun objektif fotoğrafını göstermektedir. Çalışmada bu sebeple objektif metotlardan CRITIC tercih edilmiştir.

Birçok kriteri içeren organizasyon/kurumlar arası karşılaştırmadan beklenen sonuç, analize dahil edilen oranların hesaplamalara katılarak alternatiflerin performanslarına göre sıralanmasıdır. Bu sıralama kardinal veya ordinal olabilir. Elde edilen sıralamanın her bir kritere verilen önemin ağırlığına bağlı olduğu açıktır. Aynı zamanda bilgi kaynağının/verinin matematiksel çokluğu kriterin önem ağırlığını yansıtabilir. Zeleny (2011), bu bilgi kaynağını/veriyi kontrast yoğunluğuyla ilişkilendirmektedir. Diakoulaki vd. (1995), ÇKKV içine bir kriterin puanının yaydığı bilgi içeriğine ikinci bir boyut getirmiştir. Bu boyut katkısı, kriterlerin özneliği içindeki çatışmadır. Normalde çatışma, ÇKKV'nin temel kavramıdır. Bunlar dikkate alınarak kriterlerarası korelasyon yoluyla kritiklerin ağırlıklarını nesnel olarak belirleme yöntem olarak ortaya atılmıştır. Türetilen ağırlıklar, karar probleminin yapısında yer alan kontrast yoğunluğunu ve çatışmayı birleştirmektedir. Geliştirilen yöntem, Kriterler Arası Korelasyon Yoluyla Kriterlerin Önemi (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) ya da kısaca CRITIC olarak adlandırılmaktadır. CRITIC, kriter verilerine dayanan objektif bir ağırlıklandırma yöntemidir. Bu yöntem, sadece kriterlerin içerdiği bilgi miktarını dikkate almaz, aynı zamanda farklı şemalar arasındaki kontrastı ve kriterler arasındaki çelişkiyi de dikkate alır, böylece hesaplanan sonuçlar daha objektif ve makul olmaktadır (Wu vd., 2021: 9). Diakoulaki vd. (1995), modeli n alternatiften oluşan sonlu bir A kümesi ve m değerlendirme kriteri f_j 'den oluşan belirli bir sistem için, çok kriterli problem genel formunda aşağıdaki şekilde tanımlamıştır:

$$Maks \{f_1(a), f_2(a), \dots, f_m(a) / a \in A\} \quad (1)$$

CRITIC yönteminin uygulaması 5 adımda açıklanabilir:

1. Adım: ÇKKV problemlerinin tümünde önce karar matrisi oluşturulur.

2. Adım: Bir ÇKKV probleminde her bir f_j kriteri için, f_j 'nin değerlerini $[0, 1]$ aralığına eşleyen bir d_j üyelik fonksiyonu tanımlanır. Bu fonksiyon alternatif bir x_i 'nin derecesini ifade etmektedir. (Diakoulaki vd., 1992: 470). Çalışmada kullanılan kriterlerin belirlenmiş bir değeri bulunmamaktadır. Bu sebeple Diakoulaki vd. (1992) tarafından kullanılması önerilen ilk iki maksimize ve minimize $f_j^*(x)$ formülü kullanılmıştır.

Aşağıdaki d_{ij} değeri, i alternatifinin j kriterindeki en iyi performansı olan ideal f_j^* değerine ne kadar yakın olduğunu ve en kötü performansı olan anti-ideal değer f_j^- 'den ne kadar uzak olduğunu ifade etmektedir. Bu şartlar altında $f_j^*(x)$ maksimize edilecekse Eşitlik 2, minimize edilecekse Eşitlik 3 ile hesaplanır.

$$d_{ij} = \frac{f_j(x_i) - f_j^*(x)}{f_j^*(x) - f_j^-(x)} \quad (2)$$

$$d_{ij} = \frac{f_j^-(x) - f_j(x_i)}{f_j^*(x) - f_j^-(x)} \quad (3)$$

Böylece başlangıçtaki karar matrisi, genel öge d_{ij} ile göreceli puanlar matrisine dönüştürülür. Bu matris birimsizdir. Tüm j 'inci kriterler tek başına ele alınarak n alternatifin puanlarını gösteren bir x_j vektörü üretilir. Bu vektör, Eşitlik 4'teki gibidir. Benzer şekilde ideal olmayan çözüm için de bir vektör belirlenebilir.

$$x_j = [x_j(2), x_j(2), \dots, x_j(n)] \quad (4)$$

3. *Adım:* Her x_j vektörüne karşılık gelen bir standart sapma karakterize edilir. Standart sapma, kriterin kontrast yoğunluğunu nicelik olarak ifade eder. Bu sebeple, x_j 'nin standart sapması, o kriterin karar verme sürecindeki önem derecesinin/ağırlığının bir ölçüsüdür denilebilir. Burada standart sapma yerine puanlardaki farklılığın herhangi bir indeksi (entropi, varyans vb.) de kullanılabilir. Eşitlik 5'teki σ_j , j 'inci kriterin sapma değerini vermektedir.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n}} \quad (5)$$

4. *Adım:* Sonra x_j ve x_k vektörleri arasındaki doğrusal korelasyon katsayısı olan genel eleman ρ_{jk} 'ye sahip simetrik bir $m \times n$ boyutunda matris oluşturulur. Alternatiflerin j ve k kriterlerinin puanları birbiriyle ne kadar uyumsuzsa ρ_{jk} korelasyon değerinin de o kadar düşük olduğu görülmektedir. Bu düşüklük algısı Eşitlik 6 ile gösterilen toplam formülü, j kriterinin geri kalan kriterler tarafından tanımlanan karar durumuna göre oluşturduğu çelişkinin bir ölçüsünü temsil etmektedir. x_j ve x_k vektörlerinde yer alan elemanların sıra dizilişlerini bağlayan ilişkinin daha genel bir ölçüsünü sağlamak amacıyla korelasyon değeri olarak Spearman korelasyon katsayısı da kullanılabilir.

$$\sum_{k=1}^m (1 - \rho_{jk}) \quad (6)$$

Ayrıca ÇKKV problemlerinin içerdiği bilgiler hem kontrast yoğunluğu hem de karar kriterlerinin kendi aralarındaki çatışmasıyla ilgilidir. Dolayısıyla, her iki kavramı da içine alacak şekilde, j 'inci kriter tarafından yayılan bilginin miktarına C_j denilirse, bu C_j aşağıdaki formül (Eşitlik 7) ile belirlenebilir. Burada C_j değeri ne kadar yüksek olursa, j 'inci kriter tarafından iletilen bilgi miktarı da o kadar büyük olur ve karar verme süreci için göreceli önem de o kadar yüksek olur.

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^m (1 - \rho_{jk}) \quad (7)$$

5. *Adım:* Kriterlerin objektif ağırlıkları, bu değerlerin Eşitlik 8'deki denkleme göre normalleştirilmesiyle elde edilir.

$$W_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^m C_k} \quad (8)$$

1996 yılında Zavadskas ve Kaklauskas tarafından Karmaşık Oransal Değerlendirme Yöntemi (Complex Proportional Assessment) ya da kısaca COPRAS, bir ÇKKV yöntemi olarak önerilmiştir. Yöntem kantitatif ölçüm metodudur. Hem maksimize hem de minimize kriter değerlerinin çok kriterli değerlendirmesi için kullanılır. Bu yöntemde, maksimize edici ve minimize edici kriterlerin değerlendirme sonucu üzerindeki etkisi ayrı ayrı ele alınmaktadır.

COPRAS yönteminin uygulanışı 5 adımda açıklanabilir (Wang vd., 2017; Zavadskas vd., 2007):

1. *Adım:* Sütunları kriterleri ve satırları alternatifleri gösteren karar matrisi oluşturulur.

2. *Adım:* Ağırlıklandırılmış normalize matris (D) oluşturulur. Burada d_{ij} Eşitlik 10 ile elde edilir. Eşitlikte w , ağırlıkları; x_{ij} , kriter skorunu; i , kriter sayısını; j , alternatif sayısını göstermektedir.

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ d_{n1} & \cdot & \dots & d_{nm} \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$d_{ij} = \frac{w_j \times x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (10)$$

3. Adım: Alternatif için maksimize edilen kriterlerin ağırlıklandırılmış toplamı olan S_{+j} ve minimize kriterlerin ağırlıklandırılmış toplamı olan S_{-j} hesaplanır.

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^k d_{+ij} \quad (11)$$

$$S_{-i} = \sum_{j=k+1}^n d_{-ij} \quad j = 1, 2, 3, \dots, k, \dots, n \quad (12)$$

4. Adım: Alternatiflerin göreceli Q_i önem değeri hesaplanır. COPRAS'ta Q_i değerleri aşağıdaki formül (Eşitlik 13) ile elde edilir (Podvezko, 2011: 138).

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} \sum_{j=1}^n S_{-i}}{S_{-i} \sum_{j=1}^n \frac{S_{-min}}{S_{-i}}} \quad (13)$$

5. Adım: Alternatiflerin P_i performans değeri hesaplanır.

$$P_i = \left(\frac{Q_i}{Q_{max}} \right) \times 100 \quad (14)$$

4. VERİ SETİ

Bu çalışmada AB ülkelerinin enerji piyasası performanslarını değerlendirmek üzere Tablo 2'de gösterilen 15 adet performans ölçüm kriteri belirlenmiştir. Kriterler, 2020 yılına ait olup AB'nin resmî istatistik kurumu Eurostat'tan temin edilmiştir. Bu kriterlerden 10 tanesi veri tabanında doğrudan bulunurken 4 tanesi (K9, K10, K11 ve K12) bu setteki verilerinden faydalanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 2: Performans Kriterleri

Kod	Adı	Birim	Açıklama
K1	İthal Petrol Bağımlılığı	%	Minimum
K2	İthal Doğal Gaz Bağımlılığı	%	Minimum
K3	İthal Katı Yakıt Bağımlılığı	%	Minimum
K4	Toplam İthal Enerji Bağımlılığı	%	Minimum
K5	Enerji Yoğunluğu	kgEP	Minimum
K6	Enerji Verimliliği	Euro	Maksimum
K7	Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Kaynakların Payı	%	Maksimum
K8	Enerji Tüketiminde Fosil Yakıtların Payı	%	Minimum
K9	Herfindahl-Hirschman Petrol Endeksi	Endeks	Minimum
K10	Herfindahl-Hirschman Doğal Gaz Endeksi	Endeks	Minimum
K11	Herfindahl-Hirschman Katı Yakıt Endeksi	Endeks	Minimum
K12	Doğal Gaz İthalatında Rusya'ya Bağımlılık	%	Minimum
K13	Enerji Tüketiminin Sera Gazı Yoğunluğu	Endeks	Minimum
K14	Hane Halkı Elektrik Fiyatları	Euro	Minimum
K15	Hane Halkı Dışı Elektrik Fiyatları	Euro	Minimum

Seçilen kriterlerden ilk 4'ü ithal enerji bağımlılığı ile ilgilidir. Bu kriterlerin 100 değer alması enerji gereksiniminin tamamının ithalat yoluyla karşılandığı, sıfır değeri alması ise ithal enerji gereksiniminin olmadığı anlamına gelmektedir. 100'ün üzerindeki değerler ihtiyaçtan fazla ithal edilen enerjinin bir kısmının stoklandığını ifade etmektedir. Net ithalatçı yani ithalatı ihracatını aşan ülkeleri için ithal enerji bağımlılığı pozitif bir değer alırken, net ihracatçı yani ihracatı ithalatının üzerindeki ülkeler için ithal enerji bağımlılığı negatif bir değer almaktadır. Enerji piyasası açısından ithal enerji bağımlılığının düşük düzeyde olması olumlu bir durum olarak kabul edilmektedir.

5. kriter, birim çıktı (gayrisafi yurt içi hasıla) üretmek için gereken enerji miktarını kg eşdeğer petrol (kgEP) cinsinden göstermektedir. Birim çıktının üretilmesini sağlayan farklı türlerdeki enerji kaynaklarının petrol birimi cinsinden toplam değeri enerji yoğunluğu olarak ifade edilmektedir. Birim çıktının olabildiğince düşük bir enerji tüketimi ile gerçekleştirilmesi beklenmektedir. 6. kriter, birim enerji kullanılarak ne kadar ekonomik çıktı yani gayrisafi yurt içi hasıla üretildiğini euro para birimi cinsinden gösteren enerji verimliliğidir. Enerji verimliliğinin yüksek olması ülke ekonomileri için arzulanan bir durumdur. Küçük hesaplama farklılıkları olsa da beşini ve altıncı kriterler birbirleriyle yakından ilişkilidir.

7. ve 8. kriterler, enerji tüketiminde sırasıyla yenilenebilir ve fosil kaynakları payını belirtmektedir. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil kökenli enerji kaynaklarının dünya enerji tüketiminde paya sahip olması buna karşın fosil enerji rezervlerinin dünyada dengesiz dağılıma sahip olması, bu enerji kaynaklarına yeteri kadar sahip olmayan ülkeleri siyasi ve ekonomik açıdan çeşitli sorunlarla karşı karşıya bırakmıştır. Bu durum fosil yakıtlara alternatif olarak yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi arttırmıştır (Birol, 2021: 453). Enerji tüketiminde güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artması buna karşın fosil yakıtların payının azalması, enerji piyasası açısından olumlu bir durum olarak kabul edilmektedir.

9, 10 ve 11. kriterler, fosil kaynaklarının ithalatında ülke çeşitliliğini temel alan Herfindahl-Hirschman Endeksi'nden yararlanılarak oluşturulmuştur. Bu endeks, bir enerji kaynağının ithalatındaki ülke paylarının karelerinin toplanmasıyla elde edilmektedir (Taştan ve Birol, 2023: 198). Herfindahl-Hirschman Endeksi, 0 ila 1 arasında değer almakta, ithalatın olmadığı durumda 0'a, ithalatın tek bir ülkeden sağlandığı durumda 1'e eşit olmaktadır. Söz konusu endeks, sıfıra yaklaştıkça enerji kaynağı ithalatında ülke çeşitliliği artmakta, 1'e yaklaştıkça azalmaktadır. Enerji arz güvenliği açısından enerji ithalatında ülke çeşitliliğinin artması olumlu bir durum olarak algılanmaktadır. Böylece bir ithalatçıda meydana gelebilecek aksaklık veya kesintilere karşı ithalatçı ülkenin daha dayanıklı olması beklenmektedir.

12. kriter, doğal gaz ithalatının ne kadarının Rusya'dan ithal edilmekte olduğunu göstermektedir. Rusya, dünya enerji piyasasının önemli aktörlerinden biridir. AB'nin doğal gaz ithalatında dikkat çekici paya sahip olan Rusya, sahip olduğu enerji kaynaklarını geçmişte sorun yaşadığı ülkelere karşı siyasi ve ekonomik bir koz olarak kullanmaktan çekinmemiş ve bu ülkelere doğal gaz akışı üzerinden baskı kurmaya çalışmıştır (Birol, 2019: 81). Bundan dolayı Rusya'nın AB enerji piyasasındaki ağırlığı AB kamuoyunda sürekli tartışılmaktadır. AB ülkelerinin Rusya'dan ithal edilen doğal gaza bağımlılığının yüksek olması riskli bir durum olarak değerlendirilmektedir.

13. kriter, birim enerji tüketiminin neden olduğu sera gazı salınımının düzeyini belirlemek üzere oluşturulmuş bir endeks (2000 yılı=100) değeridir. Başta petrol ve katı yakıtlar olmak üzere fosil enerji kaynaklarının kullanımı sırasında çevre kirliliğine yol açan çeşitli gazlar ortaya çıkmaktadır. Doğal gazın diğer fosil kökenli yakıtlara kıyasla daha temiz bir enerji kaynağı olduğu söylenebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları ise genel olarak çevre dostu olarak nitelendirilmektedir. Çevre politikaları açısından sera gazı salınımının azaltılması büyük önem arz etmektedir. Bu açıdan bakıldığında enerji piyasasının için arzulanan durum enerji tüketiminin sera gazı yoğunluğunun olabildiğince düşük olmasıdır.

14. ve 15. kriterler, sırasıyla hane halkı ve hane halkı dışındaki tüketicilerin birim (kilowatt-saat) elektrik kullanımlarının ortalama fiyatlarını göstermektedir. Elektrik fiyatlarının yüksek olması hane halkı ve hane halkı dışındaki tüketicileri olumsuz etkilemektedir. Bu fiyatlar, ülkelerin ekonomik koşullarına göre veya sahip oldukları enerji potansiyellerine göre değişebilir. Ancak AB'nin gerçekleştirdiği entegrasyon ile AB âdeta bir ülke haline gelmiş ve Birlik içinde ekonomik aktivitelerin serbestliği

sağlanmıştır. Ortak enerji politikası ve bu bağlama enerji iç pazarının kurulması, üye ülkeleri enerji konusunda ortak hareket etmeye ve iş birliğine yöneltmiştir. Elektrik piyasasının birbirine bağlanması ile üretim fazlası olan ülkeler ile tüketim fazlası olan ülkelerin kendi aralarında elektrik ticareti yapmalarına olanak sağlanmıştır.

5. BULGULAR

Bir ÇKKV analizinin yapılabilmesi için ilk olarak karar matrisinin oluşturulması gerekmektedir. Bu çalışmadaki karar matrisi 27 adet alternatife ait 15 adet kriteri içermektedir. Yukarıda da belirtildiği üzere AB ülkelerinin enerji piyasası performans ölçümü için 6. ve 7. kriterler dışındaki diğer tüm kriterlerin minimum, 6. ve 7. kriterlerin ise maksimum olması beklenmektedir. Eurostat istatistik veri tabanından elde edilen veriler yardımıyla hazırlanan karar matrisi Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Karar Matrisi

Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
Almanya	96,5	89,1	44,1	63,7	92,4	10,0	19,3	78,4	0,14	0,50	0,27	65,2	84,1	0,30	0,08
Avusturya	97,5	73,2	97,8	58,3	92,5	9,8	36,5	66,8	0,14	0,55	0,38	0,0	82,0	0,21	0,09
Belçika	102,7	99,1	102,7	78,1	137,4	6,8	13,0	76,5	0,13	0,31	0,26	6,5	83,8	0,28	0,08
Bulgaristan	97,5	96,4	9,2	37,9	361,7	2,5	23,3	62,9	0,19	0,61	0,75	75,2	89,5	0,10	0,08
Çekya	101,2	86,0	13,0	38,9	219,6	4,6	17,3	70,7	0,16	1,00	0,59	100,0	71,1	0,18	0,07
Danimarka	55,0	37,4	74,9	44,9	55,6	17,1	31,7	58,6	0,14	1,00	0,92	0,0	62,1	0,28	0,05
Estonya	130,2	100,0	391,8	10,5	201,9	4,2	30,1	66,1	0,27	0,47	1,00	46,2	65,7	0,12	0,07
Finlandiya	102,4	100,3	92,2	42,0	144,6	6,2	43,8	41,4	0,47	0,55	0,32	67,4	65,1	0,17	0,06
Fransa	98,6	94,7	96,3	44,5	103,4	9,2	19,1	48,0	0,07	0,26	0,23	16,8	79,3	0,19	0,08
GKRY	101,7	0,0	105,4	93,1	120,2	8,3	16,9	89,0	0,23	0,00	1,00	0,0	106,6	0,21	0,12
Hırvatistan	73,7	68,8	106,0	53,6	175,9	5,7	31,0	68,9	0,19	0,56	0,55	0,0	86,6	0,13	0,09
Hollanda	100,2	45,0	91,9	68,1	115,0	8,4	14,0	90,4	0,10	0,27	0,37	30,3	87,8	0,14	0,07
İrlanda	103,2	63,7	60,3	71,3	39,2	22,6	16,2	87,4	0,27	1,00	0,20	0,0	81,8	0,24	0,13
İspanya	99,4	97,5	54,8	67,9	111,0	9,0	21,2	70,8	0,07	0,15	0,25	10,4	76,2	0,22	0,08
İsveç	127,8	100,0	100,3	33,5	99,3	9,2	60,1	30,8	0,30	0,32	0,35	12,7	68,0	0,18	0,06
İtalya	88,7	92,8	93,0	73,5	91,6	10,3	20,4	77,7	0,09	0,27	0,33	43,3	80,2	0,22	0,09
Letonya	105,6	100,1	89,6	45,5	171,4	5,0	42,1	57,3	0,32	1,00	0,94	100,0	81,2	0,14	0,08
Litvanya	102,7	98,9	87,9	74,9	180,2	5,0	26,8	67,2	0,50	0,36	0,83	41,8	104,2	0,14	0,09
Lüksemburg	100,0	100,0	112,3	92,5	66,5	13,1	11,7	78,1	0,47	0,50	0,68	27,2	87,2	0,20	0,08
Macaristan	87,1	75,6	43,7	56,6	206,7	4,7	13,9	69,3	0,24	1,00	0,29	95,0	75,9	0,10	0,08
Malta	99,3	96,2	0,0	97,6	249,5	3,6	10,7	96,9	0,09	0,70	0,00	0,0	67,6	0,13	0,13
Polonya	96,9	78,3	0,3	42,8	206,3	4,7	16,1	86,3	0,48	0,37	0,54	54,9	82,2	0,15	0,08
Portekiz	97,6	99,3	-6,5	65,3	120,3	8,0	34,0	70,6	0,11	0,35	0,55	9,7	76,3	0,21	0,08
Romanya	64,7	16,6	22,0	28,2	171,1	5,3	24,5	71,7	0,24	0,48	0,44	44,8	86,8	0,15	0,09
Slovakya	102,0	88,1	86,2	56,3	192,6	5,0	17,3	62,2	0,64	1,00	0,19	85,4	73,7	0,17	0,10
Slovenya	99,5	99,4	17,6	45,8	148,4	6,4	25,0	61,2	0,17	0,84	0,74	8,7	87,8	0,14	0,08
Yunanistan	106,4	100,7	10,2	81,4	132,1	7,8	21,7	81,4	0,16	0,24	0,77	39,0	72,8	0,17	0,08

Tablo 3'teki ithal petrol (K1) ve doğal gaz (K2) bağımlılığı verileri incelendiğinde AB üyesi ülkelerin yüksek oranda bağımlılığa sahip olduğu görülmektedir. İthal petrol bağımlılık oranı düşük olan ülkeler sırasıyla Danimarka (%55), ve Romanya'dır (%64,7). Doğal gaz ithalatı olmayan Güney Kıbrıs Rum Yönetimi (GKRY) dışında ithal doğal gaz bağımlılığı düşük olan ülkeler sırasıyla Romanya (%16,6), Danimarka (%37,4) ve Hollanda'dır (%45). AB ülkelerinin petrol ve doğal gaza kıyasla katı yakıt (kömür vb.) ithal bağımlılığı konusunda (K3) daha iyi durumda olduğu söylenebilir. 27 AB ülkesinin 10'unun katı yakıtlara olan bağımlılığı %50'nin altındadır. Toplam enerji ithalatına bağımlılık (K4) verilerinde en düşük bağımlılığa sahip ülkeler sırasıyla Estonya (%10,5), Romanya (%28,2), İsveç (%33,5), Bulgaristan (%37,9) ve Çekya (%38,9) iken en yüksek bağımlılığa sahip ülkeler sırasıyla Malta (%97,6), GKRY (%93,1), Lüksemburg (%92,5) ve Yunanistan'dır (%81,4).

Enerji yoğunluğunun (K5) düşük olduğu ülkeler sırasıyla İrlanda (39,2), Danimarka (55,6) ve Lüksemburg'dur (66,5). Enerji yoğunluğunun en yüksek olduğu ülke Bulgaristan'dır. Bulgaristan'ın enerji yoğunluğu dikkat çekici seviyede (361,7) yüksektir. Bu ülkeyi Malta (249,5), Çekya (219,6), Macaristan (206,7), Polonya (206,3) ve Estonya (201,9) izlemektedir. Enerji verimliliğinin (K6) en yüksek olduğu ülke İrlanda (22,6) olup bu ülkeyi Danimarka (17,1), Lüksemburg (13,1), İtalya (10,3) ve Almanya (10) gibi ülkeler izlemektedir. Bu ülkelerin dışında Avusturya, Fransa, İsveç ve İspanya'nın

da bu konuda iyi durumda olduğu Tablo 3'te görülmektedir. Enerji verimliliği en düşük olan ülkeler Bulgaristan (2,5), Malta'dır (3,6), Estonya (4,2), Çekya (4,6), Polonya (4,7) ve Macaristan'dır (4,7). Tablo 3'te bulunan enerji verimliliği ve enerji yoğunluğu sıralamalarının büyük oranda birbiri ile örtüşüğünü söylemek mümkündür.

Enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payının (K7) en yüksek olduğu ülke %60,1 ile İsveç'tir. İsveç'in bu durumu enerji tüketiminde fosil yakıtların payının (K8) en düşük olduğu (%30,8) ülke olmasını sağlamıştır. İsveç'in ardından AB ülkeleri içinde Finlandiya (%43,8) ve Letonya (%42,1) gibi ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarının payı konusunda dikkat çekmektedir. Enerji tüketiminde fosil yakıt payının ne yüksek olduğu ülke Malta'dır (%96,9). Bu ülkeyi Hollanda (%90,4) ve GKRY (%89) izlemektedir. AB ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının ortalama %20–25 düzeyinde olması nedeniyle fosil kaynaklarının payı buna bağlı olarak ortalama %65–70 düzeyinde gerçekleşmiştir. Enerji tüketiminde yenilenebilir kaynakların artması fosil kaynakların payını azaltmaktadır. Ancak bu iki enerji kaynağı dışında nükleer enerji gibi alternatif enerji kaynaklarının bazı ülkeler (örneğin Fransa) için önemli olduğu unutulmamalıdır.

Herfindahl-Hirschman Endeksi, petrol (K9), doğal gaz (K10) ve katı yakıtlar (K11) ithalatında ithal edilen ülke çeşitliliği hesaplanmıştır. Endeks değeri düşük olan ülkeler ithalatını daha fazla ülkeden sağlayan, dolayısıyla da riski dağıtabilen ülkelerdir. Petrol ithalatında ülke çeşitliliğini sağlamada en başarılı ülkeler sırasıyla İspanya, Fransa, İtalya ve Malta iken, en başarısız ülkeler sırasıyla Slovakya, Litvanya, Polonya, Lüksemburg ve Finlandiya'dır. Doğal gaz ithalatında ülke çeşitliliğini sağlama konusunda ithalatı olmayan (endeks değeri 0 olan) GKRY dışındaki en başarılı ülkeler sırasıyla İspanya, Yunanistan, Fransa, İtalya ve Hollanda'dır. Bu konudaki en başarısız ülkeler doğal gaz ithalatını sadece bir ülkeden gerçekleştiren (endeks değeri 1 olan) Çekya, Danimarka, İrlanda, Letonya, Macaristan ve Slovakya'dır. Kömür başta olmak üzere katı yakıt ithalatında ülke çeşitliliğinin sağlanmasında ithalatı olmayan (endeks değeri 0 olan) Malta dışında en başarılı ülkeler sırasıyla Slovakya, İrlanda, Fransa, İspanya, Belçika ve Almanya olup en başarısız ülkeler; tek ülkeden ithalat yapan (endeks değeri 1 olan) GKRY ve Estonya'nın yanı sıra az sayıda ülkeden ithalat yapan Letonya, Danimarka ve Litvanya'dır. Tablo 3'te yer alan Herfindahl-Hirschman Endeks değerleri incelendiğinde en yüksek değerler doğal gaz ve katı yakıtlara aittir. Petrole ilişkin değerler ise diğer enerji kaynaklarına kıyasla daha düşüktür. Bu durum diğer kaynaklara kıyasla petrolün ekonomik ve teknolojik açıdan daha avantajlı nakliye imkânlarına sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Doğal gaz ithalatında Rusya'ya bağımlılık (K12) AB'nin enerji politikası için önemli bir risk olarak kabul edilmektedir. İncelenen dönemde Avusturya, Danimarka, GKRY, Hırvatistan, İrlanda ve Malta'nın Rusya'dan doğal gaz ithalatı bulunmamaktadır. Bu ülkeler dışında diğer AB ülkelerine kıyasla doğal gaz ithalatında Rusya'ya bağımlılığı en düşük olan ülkeler Belçika (%6,5), Slovenya (%8,7), Portekiz (%9,7), İspanya (%10,4), İsveç (%12,7) ve Fransa (%16,8) olarak sıralanabilir. Söz konusu dönemde Çekya ve Letonya, doğal gaz ithalatının tamamını Rusya'dan gerçekleştirmiştir. Bu ülkelerin dışında Rus doğal gazına bağımlılığı %50'nin üzerinde olan diğer ülkeler; Macaristan (%95), Slovakya (%85,4), Bulgaristan (%75,2), Finlandiya (%67,4), Almanya (%65,2) ve Polonya'dır (%54,9).

Enerji tüketimini sera gazı emisyonu yoğunluğu (K13) verisi, 2000 yılının 100 değerini aldığı bir endeks değerini göstermektedir. Sırasıyla 106,6 ve 104,2 endeks değerine sahip olan GKRY ve Litvanya dışındaki tüm AB ülkeleri 2000 yılına göre daha düşük bir sera gaz yoğunluğuna sahiptir. En düşük endeks değerine sahip olan ülke Danimarka (62,1) olup, bu ülkeyi Finlandiya (65,1), Estonya (65,7), Malta (67,6) ve İsveç (68) izlemektedir. Bu ülkeler dışında kalan AB ülkelerinin 70–90 arasında değişen endeks değerine sahip olduğu Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3'te hane halkı (K14) ve hane halkı dışı (K15) tüketiciler için euro (€) para birimi cinsinden elektrik fiyatları ayrı ayrı ele alınmıştır. Bunun sebebi kullanıcı tipine göre farklı fiyatlandırmanın söz konusu olmasıdır. Malta dışındaki tüm AB ülkelerinde farklı fiyat tarifesi uygulanmaktadır. Hane halkı elektrik fiyatlarının en ucuz olduğu ülkeler sırasıyla Bulgaristan (0,100 €), Macaristan (0,103 €), Estonya (0,124 €), Malta (0,128 €) ve Hırvatistan (0,130 €) iken en pahalı olduğu ülkeler sırasıyla Almanya (0,304 €), Danimarka (0,283 €), Belçika (0,279 €) ve İrlanda'dır (0,241 €). Hane dışı elektrik fiyatlarının en ucuz olduğu ülkeler Danimarka (0,054 €), Finlandiya (0,063 €), İsveç (0,064 €), Estonya (0,068 €) ve Hollanda (0,068 €); en pahalı olduğu ülkeler Malta (0,133 €), İrlanda (0,127 €), GKRY

(0,118 €) ve Slovakya (0,098 €) olarak sıralanmaktadır. AB ülkeleri içinde hane halkı elektrik fiyatlarının en ucuz olduğu ülkeler arasında yer alan Malta'nın hane dışı fiyatlarda en pahalı ülke olması ve hane halkı elektrik fiyatlarının en pahalı olduğu ülkelere biri olan Danimarka'nın hane dışı fiyatlarda en ucuz ülke olması dikkat çekicidir. Genel olarak değerlendirildiğinde AB ülkelerinde hane dışı elektrik fiyatlarının hane halkı fiyatlara göre daha az farklılaştığı söylenebilir.

Tablo 3'te gösterilen kriterlerin birbiri ile kıyaslanması ÇKKV tekniklerinde temeldir. Bu yüzden bu kriterlerin birimsizleştirilmesi gerekmektedir. Birimsizleştirme işlemi normalize teknikleri kullanılarak yapılmaktadır. Eşitlik 2 ve 3 kullanılarak yapılan normalize işlemi Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Normalize Karar Matrisi

Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
Almanya	0,037	0,041	0,022	0,041	0,023	0,042	0,022	0,034	0,020	0,067	0,039	0,062	0,037	0,047	0,029
Avusturya	0,037	0,033	0,049	0,037	0,023	0,035	0,021	0,037	0,028	0,000	0,038	0,043	0,038	0,046	0,056
Belçika	0,039	0,045	0,051	0,050	0,034	0,041	0,020	0,021	0,019	0,007	0,039	0,057	0,035	0,032	0,020
Bulgaristan	0,037	0,044	0,005	0,024	0,090	0,033	0,030	0,042	0,054	0,077	0,041	0,020	0,035	0,012	0,035
Çekya	0,038	0,039	0,007	0,025	0,055	0,038	0,026	0,068	0,043	0,102	0,033	0,038	0,031	0,022	0,026
Danimarka	0,021	0,017	0,037	0,029	0,014	0,031	0,021	0,068	0,067	0,000	0,029	0,058	0,024	0,080	0,048
Estonya	0,049	0,046	0,196	0,007	0,050	0,035	0,042	0,032	0,073	0,047	0,030	0,025	0,030	0,020	0,046
Finlandiya	0,039	0,046	0,046	0,027	0,036	0,022	0,074	0,038	0,024	0,069	0,030	0,035	0,027	0,029	0,067
Fransa	0,037	0,043	0,048	0,028	0,026	0,025	0,011	0,018	0,017	0,017	0,037	0,039	0,037	0,043	0,029
GKRY	0,039	0,000	0,053	0,059	0,030	0,047	0,036	0,000	0,073	0,000	0,049	0,043	0,052	0,039	0,026
Hırvatistan	0,028	0,031	0,053	0,034	0,044	0,036	0,030	0,038	0,040	0,000	0,040	0,027	0,039	0,027	0,047
Hollanda	0,038	0,020	0,046	0,043	0,029	0,048	0,015	0,018	0,027	0,031	0,041	0,029	0,030	0,039	0,021
İrlanda	0,039	0,029	0,030	0,046	0,010	0,046	0,043	0,068	0,014	0,000	0,038	0,049	0,055	0,106	0,025
İspanya	0,038	0,044	0,027	0,043	0,028	0,038	0,010	0,011	0,018	0,011	0,035	0,046	0,034	0,042	0,032
İsveç	0,048	0,046	0,050	0,021	0,025	0,016	0,047	0,022	0,025	0,013	0,031	0,037	0,028	0,043	0,091
İtalya	0,034	0,042	0,047	0,047	0,023	0,041	0,014	0,018	0,024	0,044	0,037	0,045	0,038	0,048	0,031
Letonya	0,040	0,046	0,045	0,029	0,043	0,030	0,051	0,068	0,068	0,102	0,037	0,029	0,036	0,024	0,064
Litvanya	0,039	0,045	0,044	0,048	0,045	0,036	0,079	0,024	0,060	0,043	0,048	0,029	0,038	0,024	0,041
Lüksemburg	0,038	0,046	0,056	0,059	0,017	0,041	0,074	0,034	0,050	0,028	0,040	0,040	0,036	0,062	0,018
Macaristan	0,033	0,034	0,022	0,036	0,052	0,037	0,038	0,068	0,021	0,097	0,035	0,021	0,037	0,022	0,021
Malta	0,038	0,044	0,000	0,062	0,062	0,051	0,014	0,048	0,000	0,000	0,031	0,026	0,058	0,017	0,016
Polonya	0,037	0,036	0,000	0,027	0,051	0,046	0,075	0,025	0,039	0,056	0,038	0,030	0,035	0,022	0,024
Portekiz	0,037	0,045	-0,003	0,042	0,030	0,037	0,017	0,024	0,040	0,010	0,035	0,043	0,035	0,037	0,052
Romanya	0,025	0,008	0,011	0,018	0,043	0,038	0,037	0,033	0,032	0,046	0,040	0,030	0,039	0,025	0,037
Slovakya	0,039	0,040	0,043	0,036	0,048	0,033	0,101	0,068	0,014	0,087	0,034	0,034	0,043	0,024	0,026
Slovenya	0,038	0,045	0,009	0,029	0,037	0,032	0,026	0,057	0,054	0,009	0,041	0,030	0,036	0,030	0,038
Yunanistan	0,040	0,046	0,005	0,052	0,033	0,043	0,026	0,017	0,056	0,040	0,034	0,034	0,036	0,037	0,033

Alternatiflerin j ve k kriterlerinin puanları birbiriyle ne kadar uyumsuzsa ρ_{jk} korelasyon değerinin de o kadar düşük olduğu anlamına gelmektedir. Bu düşüklük algısı Eşitlik 6 ile gösterilen toplam formülü, j kriterinin geri kalan kriterler tarafından tanımlanan karar durumuna göre oluşturduğu çelişkinin bir ölçüsünü temsil etmektedir. Kriterlere ilişkin korelasyon matrisi Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Korelasyon Matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
K1	1,00	0,53	0,40	-0,03	0,09	0,18	-0,20	-0,14	0,21	-0,23	0,02	0,11	-0,08	-0,16	0,01
K2	0,53	1,00	0,05	-0,05	0,19	0,24	-0,17	-0,32	0,11	0,06	-0,17	0,23	-0,34	-0,11	-0,22
K3	0,40	0,05	1,00	-0,31	-0,12	-0,01	-0,20	-0,20	0,14	-0,14	0,30	-0,06	-0,12	-0,05	-0,22
K4	-0,03	-0,05	-0,31	1,00	-0,29	-0,26	0,51	0,63	-0,11	-0,27	-0,21	-0,37	0,37	0,30	0,57
K5	0,09	0,19	-0,12	-0,29	1,00	0,81	0,12	0,02	0,15	0,20	0,12	0,51	0,03	-0,72	0,07
K6	0,18	0,24	-0,01	-0,26	0,81	1,00	-0,03	-0,10	0,14	-0,10	0,11	0,48	0,07	-0,67	-0,12
K7	-0,20	-0,17	-0,20	0,51	0,12	-0,03	1,00	0,77	-0,12	0,00	-0,23	0,03	0,30	0,05	0,46
K8	-0,14	-0,32	-0,20	0,63	0,02	-0,10	0,77	1,00	-0,21	-0,15	-0,08	-0,18	0,35	0,07	0,58
K9	0,21	0,11	0,14	-0,11	0,15	0,14	-0,12	-0,21	1,00	0,23	0,15	0,41	0,09	-0,27	0,00
K10	-0,23	0,06	-0,14	-0,27	0,20	-0,10	0,00	-0,15	0,23	1,00	-0,02	0,41	-0,35	-0,14	0,05
K11	0,02	-0,17	0,30	-0,21	0,12	0,11	-0,23	-0,08	0,15	-0,02	1,00	0,09	0,26	-0,18	-0,31
K12	0,11	0,23	-0,06	-0,37	0,51	0,48	0,03	-0,18	0,41	0,41	0,09	1,00	-0,12	-0,36	-0,25
K13	-0,08	-0,34	-0,12	0,37	0,03	0,07	0,30	0,35	0,09	-0,35	0,26	-0,12	1,00	-0,07	0,35
K14	-0,16	-0,11	-0,05	0,30	-0,72	-0,67	0,05	0,07	-0,27	-0,14	-0,18	-0,36	-0,07	1,00	-0,04
K15	0,01	-0,22	-0,22	0,57	0,07	-0,12	0,46	0,58	0,00	0,05	-0,31	-0,25	0,35	-0,04	1,00

ÇKKV problemlerinin içerdiği bilgiler hem kontrast yoğunluğu hem de karar kriterlerinin kendi aralarındaki çatışmasıyla ilgilidir. Dolayısıyla, her iki kavramı da içine alacak şekilde, j 'inci kriter tarafından yayılan bilginin miktarı C_j olarak adlandırılmaktadır. Buradaki C_j , Eşitlik 7 ile belirlenebilir. C_j değeri ne kadar yüksek olursa, j 'inci kriter tarafından iletilen bilgi miktarı da o kadar büyük olur ve karar verme süreci için göreceli önem de o kadar yüksek olur. Tablo 6'da $K10$ en çok bilgi ileten kriter olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 6: C_j Değerleri

Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
$1 - \rho_{jk}$	13,27	13,96	14,52	13,52	12,83	12,95	13,07	14,44	14,15	13,07	13,27	16,34	13,06	13,25	12,71
C_j	2,67	3,76	2,73	3,28	2,71	2,93	3,51	4,35	3,97	4,43	3,18	4,31	2,94	2,83	2,95

CRITIC yöntemi ile hesaplanan kriterlerin objektif ağırlıkları Tablo 7'deki gibidir. %8,76 ağırlık ile doğal gaz ithalatında Rusya'ya bağımlılık ($K12$) kriteri en yüksek ağırlığa, %5,28 ağırlık ile ithal petrol bağımlılığı ($K1$) kriteri en düşük ağırlığa sahip olan kriter olarak dikkat çekmektedir. Tablo 7 incelendiğinde kriter ağırlıkları arasında çok büyük farklılıklar olmadığı görülmektedir. Burada hesaplanan objektif kriter ağırlıkları, alternatiflerin performans sıralamasını belirlemek amacıyla kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılmak üzere COPRAS yöntemine aktarılmıştır.

Tablo 7: Kriter Ağırlıkları

Kriterler	Ağırlıklar	Sıralama
K1	0,0528	15
K2	0,0745	5
K3	0,0541	13
K4	0,0649	7
K5	0,0536	14
K6	0,0560	12
K7	0,0584	9
K8	0,0579	11
K9	0,0694	6
K10	0,0861	2
K11	0,0786	4
K12	0,0876	1
K13	0,0628	8
K14	0,0852	3
K15	0,0581	10

COPRAS yöntem sonuçları Tablo 8’de görülmektedir. Her bir alternatiften elde edilen fayda derecesinin hesaplanması Q_i ’den yapılmıştır. Q_i alternatiflerden sıralamaların önceliğidir. Q_i ’nin önemi (alternatifin göreceli ağırlığı) ne kadar büyükse, alternatifin önceliği (sıralaması) o kadar yüksek olmaktadır. Hem minimize edilen kriterlerin ağırlıklarının çok büyük olmaması hem de $S_{-i} = 0,0253$ değerinin küçük olması alternatiflerin doğru değerlendirildiğine işaret olarak kabul edilebilir. Eğer bu değer büyük olsaydı alternatiflerin yanlış değerlendirilmesine yol açabilirdi (Podvezko, 2011:138).

Tablo 8: COPRAS Sonuçları

Alternatifler	S_{+i}	S_{-i}	Q_i	Q_{max}	P_i	Sıralama
Almanya	0,00434	0,03411	0,03504	0,04604	76,10	17
Avusturya	0,00583	0,02795	0,04328	0,04604	94,02	5
Belçika	0,00294	0,03020	0,03761	0,04604	81,69	14
Bulgaristan	0,00272	0,03690	0,03110	0,04604	67,55	21
Çekya	0,00275	0,03910	0,02953	0,04604	64,15	24
Danimarka	0,00731	0,02948	0,04282	0,04604	93,02	6
Estonya	0,00377	0,04306	0,02808	0,04604	61,00	26
Finlandiya	0,00552	0,03565	0,03489	0,04604	75,78	18
Fransa	0,00413	0,02534	0,04546	0,04604	98,74	3
GKRY	0,00369	0,03109	0,03737	0,04604	81,16	15
Hırvatistan	0,00426	0,02890	0,04048	0,04604	87,93	9
Hollanda	0,00345	0,02735	0,04172	0,04604	90,63	8
İrlanda	0,00740	0,03178	0,04034	0,04604	87,63	10
İspanya	0,00425	0,02534	0,04557	0,04604	98,97	2
İsveç	0,00777	0,02736	0,04604	0,04604	100,00	1
İtalya	0,00452	0,03074	0,03857	0,04604	83,79	12
Letonya	0,00507	0,04451	0,02860	0,04604	62,11	25
Litvanya	0,00370	0,03915	0,03044	0,04604	66,13	22
Lüksemburg	0,00449	0,03808	0,03199	0,04604	69,48	20
Macaristan	0,00248	0,03756	0,03035	0,04604	65,93	23
Malta	0,00189	0,02825	0,03895	0,04604	84,60	11
Polonya	0,00267	0,03410	0,03338	0,04604	72,50	19
Portekiz	0,00512	0,02675	0,04425	0,04604	96,12	4
Romanya	0,00356	0,02735	0,04184	0,04604	90,88	7
Slovakya	0,00287	0,04334	0,02703	0,04604	58,70	27
Slovenya	0,00392	0,03050	0,03824	0,04604	83,07	13
Yunanistan	0,00400	0,03167	0,03706	0,04604	80,51	16

COPRAS analiz sonuçlarına göre 15 kriter açısından 27 alternatif arasında 2020 yılında enerji piyasası performansı en yüksek olan AB ülkesi İsveç’tir. Performans sıralamasında ikinci sırada İspanya ve üçüncü sırada Fransa bulunmaktadır. Bu ülkeleri takiben performans puanı 90 üzerinde olan diğer ülkeler sırasıyla; Portekiz, Avusturya, Danimarka, Romanya ve Hollanda’dır. Performans puanı 70–90 arası olan ülkeler yüksek performanstan düşük performansa doğru sırasıyla Hırvatistan, İrlanda, Malta, İtalya, Slovenya, Belçika, GKRY, Yunanistan, Almanya, Finlandiya ve Polonya’dır. Bu ülkeler performans sıralamasında orta sıralarda yer almaktadır. Enerji piyasasının performansı en düşük olan AB ülkesi Slovakya’dır. Slovakya ile beraber düşük performans sırasına sahip diğer ülkeler, Estonya ve Letonya’dır. Çekya, Macaristan, Litvanya, Bulgaristan ve Lüksemburg gibi ülkelerin ise düşük seviyede performans sergilediklerini söylemek mümkündür.

6. SONUÇ

Enerji, modern ekonomilerin en temel gereksinimidir. Öyle ki, birçok siyasi, ekonomik ve sosyal gelişmelerin arka planında enerjiye ulaşma çabası bulunabilmektedir. Dünyanın en istikrarsız bölgelerinin zengin enerji rezervlerine sahip bölgeler olması veya enerji nakil güzergâhları üzerinde bulunması düşündürücüdür. Enerji ihtiyacı yüksek gelişmiş ülkelerin bu bölgelere yaklaşımının uygun fiyatla ve kesintisiz olarak enerji elde etme amacı taşıdığını söylemek mümkündür. Enerjinin olmaması durumunda ekonomik aktivitelerin sürdürülmesi mümkün değildir. Bu sebeple enerjinin kesintisiz bir

şekilde güvenilir kaynaklardan sağlanması konusu dünyadaki tüm ülkelerin en önemli gündemlerinden biri hâline gelmiş ve böylece enerji politikasının önemi daha da artmıştır. Enerji politikası, net enerji ithalatçısı ülkeler ve net enerji ihracatçısı ülkeler için farklılaşabilir. Enerji kaynakları ekonomik değeri yüksek ve müşterisi hazır niteliktedir. Bu nedenle enerji politikasının net satıcı ülkelere kıyasla daha çok net alıcı ülkeler perspektifinden tartışıldığını söylemek mümkündür.

Enerji piyasası, enerji kaynakları alıcı ve satıcılarının bir araya gelmesine olanak sağlayan her türlü fiziki ve sanal ortamı kapsamaktadır. Enerji piyasası iç ve dış enerji piyasası olmak üzere iki başlıkta ele alınabilir. Enerji iç piyasası, bir ülke veya entegrasyon aşamasında olan birden fazla ülkenin kendi enerji politikalarını uygulayabildikleri hâkimiyet alanını; dış enerji piyasası, daha çok küresel kurum ve aktörlerin etkili olduğu uluslararası enerji piyasasını ifade etmektedir. Buradan hareketle enerji politikası üzerinde iç ve dış dinamiklerin etkili olduğunu söylemek mümkündür. Enerji politikasının iç boyutu; fosil enerji kaynaklarının işlenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının teşviki, enerji verimliliği ve tasarrufu uygulamalarının artırılması gibi konuların yanı sıra çevresel faktörleri de kapsamaktadır. Enerji açığı söz konusu olduğunda enerji kaynaklarının güvenilir kaynaklardan, uygun ekonomik koşullarla, güvenli ve kesintisiz temin edilmesi; enerji fazlası söz konusu olduğunda enerji kaynaklarının kabul edilebilir fiyatlar üzerinden, güvenli ve sürekli bir şekilde satışının gerçekleştirilmesi konuları ise enerji politikasının dış boyutu ile ilgilidir.

AB, dünyanın en büyük ve kapsamlı bu bağlamda en önemli entegrasyonudur. Yıllarca uyumlaştırılan siyasi ve iktisadi politikalarla beraber belirlenen hedefler ve bu çerçevede değerlendirilen başarı performansı, AB'nin entegrasyon sürecinde önemli rol oynamıştır. AB bünyesinde izlenen ortak politikalardan biri de enerji politikasıdır. AB için enerji politikası; siyasetten ekonomiye, dış politikadan uluslararası ilişkilere ve teknolojiye kadar birçok alanı ilgilendiren bir bakış açısını içermektedir. Kapsamlı mevzuat, spesifik hedefler ve detaylı analizler çerçevesinde üye ülkelere çeşitli sorumluluklar yükleyen AB enerji politikasının temel dayanak noktası enerji arz güvenliğidir. Birlik genelinde enerji ithalatının ihracatı aşması, ithal enerji bağımlılığı üzerinden siyasi ve ekonomik olarak AB'nin enerji arz güvenliği için risk teşkil etmektedir. Bu kapsamda AB'nin enerji üretiminin enerji tüketimini karşılama kapasitesinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu ise bir yandan enerji üretiminin artırılması ile diğer yandan enerji tüketiminin azaltılmasıyla mümkün olabilir.

Bu çalışmada enerji piyasası açısından 27 AB ülkesinin performans sıralamasının analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çok kriterli karar verme tekniğinin kullanıldığı çalışmada 15 adet enerji piyasası kriteri belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesinde birincil enerji tüketiminde enerji kaynakları payı, ithal enerji bağımlılığı, enerji verimliliği, sera gazı salınımı ve enerji fiyatları gibi başlıklar belirleyici olmuştur. Yapılan analiz sonucunda AB ülkeleri içinde enerji piyasası performansı en yüksek olan diğer bir ifadeyle riski en düşük olan ülke İsveç olarak bulunmuştur. Enerji piyasası performans sıralamasında en son sırada yer alan ülke ise Slovakya olmuştur. Ulaşılan sonuçlar çerçevesinde düşük performansa sahip ülkelerin yüksek performansa sahip ülkeleri referans alarak enerji piyasası performanslarını arttırmaları önerilebilir. Bunun için performans sıralamasında ilk sıralarda bulunan ülkelerin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi gereklidir.

Yapılan analiz ile ilgili olarak üç önemli hususa dikkat çekilebilir. İlk olarak, bu analiz bir ülke grubu için yapılmış olduğu için elde edilen bulgular ülke grubuna göre bir kıyas içermekte bundan dolayı mutlak değil nispi bir sıra ortaya koymaktadır. İkincisi, farklı bakış açıları nedeniyle analizde kullanılan kriterlerin değişmesi performans sıralamasının değişmesine yol açabilir. Son olarak, analiz belirli bir yılı kapsadığı için çok büyük farklılıklar beklenmemekle beraber farklı yıllarda performans sıralamasının değişmesi söz konusu olabilir. Bu bağlamda yıl ve kriter sayısının artırılması ve ülke alternatiflerinin değiştirilmesiyle çalışmanın geliştirilmesi mümkündür. Ancak çalışmanın bu hâliyle yani kullanılan yöntem, seçilen ülkeler ve belirlenen kriterler dikkate alındığında literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

REFERENCES/KAYNAKÇA

- AN, Y., TAN, X., GU, B., ZHU, K., SHI, L., & DING, Z. (2023). An Assessment of Renewable Energy Development in Belt and Road Initiative Countries: An Entropy and TOPSIS Approach. *Energy Reports*, 10, 3545–3560. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.09.085>
- AYTEKİN, A. (2022). Energy, Environment, and Sustainability: A Multi-Criteria Evaluation of Countries. *Strategic Planning for Energy and the Environment*, 41(3), 281–316. <https://doi.org/10.13052/spee1048-5236.4133>
- BABACAN, A., & TUNCAY, M. (2022). Türk Enerji Sektöründe Çalışma Sermayesi ve Finansal Performans Arasındaki Etkileşim: SWARA, AHP ve TOPSIS Yöntemleriyle Karşılaştırmalı Bir Araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 1976–2005. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.1097378>
- BĄCZKIEWICZ, A., & WĄTRÓBSKI, J. (2022). Multi-Criteria Temporal Assessment of Affordable and Clean Energy Systems in European Countries Using the DARIA-TOPSIS Method. *Procedia Computer Science*, 207, 4442–4453. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.508>
- BİROL, Y. E. (2019). *Avrupa Birliği Enerji Arz Güvenliği Politikası*. Kriter Yayınevi.
- BİROL, Y. E. (2021). Doğal Gaz Arz Güvenliği Açısından Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye Üzerine Karşılaştırmalı Bir Analiz. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 44, 451–467. <https://doi.org/10.30794/pausbed.940976>
- BRODNY, J., & TUTAK, M. (2021). Assessing Sustainable Energy Development in the Central and Eastern European Countries and Analyzing Its Diversity. *Science of the Total Environment*, 801, 149745. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149745>
- BRODNY, J., & TUTAK, M. (2023). Assessing the Energy Security of European Union Countries from Two Perspectives—A new Integrated Approach Based on MCDM Methods. *Applied Energy*, 347, 121443. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121443>
- CABEÇA, A. S., HENRIQUES, C. O., FIGUEIRA, J. R., & SILVA, C. S. (2021). A Multicriteria Classification Approach for Assessing the Current Governance Capacities on Energy Efficiency in the European Union. *Energy Policy*, 148, (Part A), 111946. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111946>
- 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>
- 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)
- DIAKOULAKI, D., MAVROTAS, G., & PAPAYANNAKIS, L. (1992). A Multicriteria Approach for Evaluating the Performance of Industrial Firms. *Omega- The International Journal of Management Science*, 20(4), 467–474. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(92\)90021-X](https://doi.org/10.1016/0305-0483(92)90021-X)
- EUROSTAT. Statistical Office of the European Communities. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- FIGUEIRA, J., GRECO, S., & EHRGOTT, M. (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. New York: Springer.
- GÖKGÖZ, F., & YALÇIN, E. (2021). Can Renewable Energy Sources be a Viable Instrument for Climate Change Mitigation? Evidence from EU Countries via MCDM Methods. In D. S-K. Ting & J. A. Stagner (Eds.), *Climate Change Science* (pp. 19–39). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823767-0.00002-1>

- GÖKGÖZ, F., & YALÇIN, E. (2023). Investigating the Energy Security Performance, Productivity, and Economic Growth for the EU. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 42(5), e14139. <https://doi.org/10.1002/ep.14139>
- GULER, E., YEREL KANDEMİR, S., ACIKKALP, E., & AHMADI, M. H. (2021). Evaluation of Sustainable Energy Performance for OECD Countries. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 16(6), 491–514. <https://doi.org/10.1080/15567249.2021.1909673>
- KAYA, İ., ÇOLAK, M., & TERZİ, F. (2018). Use of MCDM Techniques for Energy Policy and Decision-Making Problems: A Review. *International Journal of Energy Research*, 42(7), 2344–2372. <https://doi.org/10.1002/er.4016>
- KOZŁOWSKA, J., BENVENGA, M. A., & NÄÄS, I. D. A. (2023). Investment Risk and Energy Security Assessment of European Union Countries Using Multicriteria Analysis. *Energies*, 16(1), 330. <https://doi.org/10.3390/en16010330>
- MAKRIDOU, G., ANDRIOSPOULOS, K., DOUMPOS, M., & ZOPOUNIDIS, C. (2015). A Two-Stage Approach for Energy Efficiency Analysis in European Union Countries. *The Energy Journal*, 36(2), 47–70. <https://doi.org/10.5547/01956574.36.2.3>
- PHILLIS, A., GRIGORODIS, E., & KOUIKOGLU, V. S. (2021). Assessing National Energy Sustainability Using Multiple Criteria Decision Analysis. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(1), 18–35. <https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1780646>
- PODVEZKO, V. (2011). The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS. *Engineering Economics*, 22(2), 134–146. <http://doi.org/10.5755/j01.ee.22.2.310>
- SIKSNELYTE, I., & ZAVADSKAS, E. K. (2019). Achievements of the European Union Countries in Seeking a Sustainable Electricity Sector. *Energies*, 12(12), 2254. <https://doi.org/10.3390/en12122254>
- SIKSNELYTE-BUTKIENE, I., KARPAVICIUS, T., STREIMIKIENE, D., & BALEZENTIS, T. (2022). The Achievements of Climate Change and Energy Policy in the European Union. *Energies*, 15(14), 5128. <https://doi.org/10.3390/en15145128>
- SU, W., ZHANG, D., ZHANG, C., & STREIMIKIENE, D. (2020). Sustainability Assessment of Energy Sector Development in China and European Union. *Sustainable Development*, 28(5), 1063–1076. <https://doi.org/10.1002/sd.2056>
- TAŞTAN, S., & BİROL, Y. E. (2023). Türkiye'nin Enerji Arz Güvenliğinin Ölçülmesi ve Öngörüsü. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 75, 194–206. <https://doi.org/10.51290/dpusbe.1160349>
- TUTAK, M. (2021). Using MCDM Methods to Assess the Extent to Which the European Union Countries Use Renewable Energy. *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, 4(1), 190–199. <https://doi.org/10.2478/mape-2021-0017>
- TUTAK, M., BRODNY, J., SIWIEC, D., ULEWICZ, R., & BINDZÁR, P. (2020). Studying the Level of Sustainable Energy Development of the European Union Countries and Their Similarity Based on the Economic and Demographic Potential. *Energies*, 13(24), 6643. <https://doi.org/10.3390/en13246643>
- VAVREK, R., & CHOVANCOVÁ, J. (2019). Assessment of Economic and Environmental Energy Performance of EU Countries Using CV-TOPSIS Technique. *Ecological Indicators*, 106, 105519. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105519>
- VAVREK, R., & CHOVANCOVÁ, J. (2020). Energy Performance of the European Union Countries in terms of Reaching the European Energy Union Objectives. *Energies*, 13(20), 5317. <https://doi.org/10.3390/en13205317>
- WANG, Z. L., YOU, J. X., LIU, H. C., & WU, S. M. (2017). Failure Mode and Effect Analysis Using Soft Set Theory and COPRAS Method. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 10(1), 1002–1015. <https://doi.org/10.2991/ijcis.2017.10.1.67>

- WIĘCKOWSKI, J., KIZIELEWICZ, B., & SAŁABUN, W. (2024). A Multi-Dimensional Sensitivity Analysis Approach for Evaluating the Robustness of Renewable Energy Sources in European Countries. *Journal of Cleaner Production*, 469, 143225. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143225>
- WU, Y., DENG, Z., TAO, Y., WANG, L., LIU, F., & ZHOU, J. (2021). Site Selection Decision Framework for Photovoltaic Hydrogen Production Project Using BWM-CRITIC-MABAC: A Case Study in Zhangjiakou. *Journal of Cleaner Production*, 324, 129233. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129233>
- YOUSEFI, H., ARDEHALI, A., & GHODUSINEJAD, M. H. (2023). BRICS or G7? Current and Future Assessment of Energy and Environment Performance Using Multi-Criteria and Time Series Analyzes. *Energy Strategy Reviews*, 49, 101164. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101164>
- ZAVADSKAS E. K., & KAKLAUSKAS, A. (1996). The New Method of Multicriteria Evaluation of Projects. *Deutsch-Litauisch-Polnisches Kolloquium zum Baubetriebswesen. Hochschule für Technik. Wirtschaft und Kultur in Leipzig. 3 Jahrgang. Sonderheft*, 3–8.
- ZAVADSKAS, E. K., KAKLAUSKAS, A., PELDSCHUS, F., & TURSKIS, Z. (2007). Multi-Attribute Assessment of Road Design Solutions by Using the COPRAS Method. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 2(4), 195–203.
- ZELENY, M. (2011). Multiple Criteria Decision Making (MCDM): From Paradigm Lost to Paradigm Regained? *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 18(1–2), 77–89. <https://doi.org/10.1002/mcda.473>
- ZHOU, K., WANG, Y., & HUSSAIN, J. (2022). Energy Poverty Assessment in the Belt and Road Initiative Countries: Based on Entropy Weight-TOPSIS Approach. *Energy Efficiency*, 15(7), 46. <https://doi.org/10.1007/s12053-022-10055-8>
- ZIEMBA, P. (2022). Energy Security Assessment Based on a New Dynamic Multi-Criteria Decision-Making Framework. *Energies*, 15(24), 9356. <https://doi.org/10.3390/en15249356>

EXTENDED SUMMARY

The energy market is a complex structure characterized by political, economic, and technical dimensions. The multitude of factors influencing this market makes it difficult to analyze using universally accepted approaches. This study aims to evaluate the status of European Union (EU) countries in terms of their energy markets. To achieve this objective, the multi-criteria decision-making (MCDM) technique has been adopted. Various criteria were selected to facilitate the application of the method and to rank the performance of EU member states. Within this framework, countries with high and low energy market performance levels can be identified. The analysis does not provide an absolute evaluation of energy markets but rather offers a relative comparison among member states.

In the literature, several studies have been conducted using various MCDM techniques to analyze EU countries, as well as other country groups, in the context of energy markets. EU countries, in particular, are often highlighted as a significant sample group in studies employing MCDM methods in energy-related research. Frequently used MCDM methods in energy decision-making and policy development processes include AHP, TOPSIS, ELECTRE, and PROMETHEE. Additionally, methods such as VIKOR, SAW, COPRAS, and WASPAS have also been utilized in research. Among these, TOPSIS stands out as the most commonly employed method in the literature.

This study focuses on assessing the energy market performance of 27 EU countries. Using a multi-criteria decision-making approach, the CRITIC method was employed for criteria weighting, while the COPRAS method was used to rank the alternatives. Key criteria for the analysis include the share of energy sources in primary energy consumption, dependency on imported energy, energy efficiency, greenhouse gas emissions, and energy prices. The criteria are based on data for 2020 obtained from Eurostat, the official statistical agency of the EU. The study's criteria include dependency on imported oil, natural gas, and solid fuels; total dependency on imported energy; energy intensity; energy efficiency; the share of renewable energy in consumption; the share of fossil fuels in consumption; the Herfindahl-Hirschman Index for oil, natural gas, and solid fuels; dependency on Russia for natural gas imports; greenhouse gas intensity of energy consumption; household electricity prices; and non-household electricity prices. While 10 of these criteria were directly available in the database, four were calculated using the existing data.

The analysis identified Sweden as the EU country with the highest energy market performance, signifying the lowest risk. Other high-performing countries include Spain, France, Austria, Denmark, Romania, and the Netherlands. Conversely, Slovakia ranked lowest in energy market performance, followed by Estonia, Latvia, the Czech Republic, Hungary, Lithuania, Bulgaria, and Luxembourg. Based on these findings, it is recommended that low-performing countries take high-performing countries as benchmarks to improve their energy market performance. This would require a comprehensive analysis of the countries ranking highest in the performance evaluation.

Three critical points arise from this analysis. First, as the study focuses on a group of countries, the findings represent a relative comparison rather than an absolute ranking. Second, changes in the criteria selected for the analysis could alter the performance rankings due to differing perspectives. Finally, although major differences are not anticipated, the performance rankings could vary over time, as the analysis is limited to a specific year. Expanding the scope of the study by including additional years, criteria, or alternative countries could further enhance its findings. Nevertheless, in its current form—considering the methodology, selected countries, and defined criteria—this study is expected to make a meaningful contribution to the literature.