

G7 ÜLKELERİNİN ENERJİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ PERFORMANSLARININ ANALİZİ: OWA OPEARATÖRÜ VE CODAS YÖNTEMLERİ İLE BİR UYGULAMA

(Analysis of Energy Sustainability Performances of G7 Countries: An Application With OWA Operator and Codas Methods)

Furkan Fahri ALTINTAŞ¹

Araştırma Makalesi

Makale Geliş Tarihi: 07.04.2022

Makale Kabul Tarihi: 04.05.2022

DOI:10.53507/akademikdusunce.1100077

ÖZET

Özellikle G7 ülkelerinin dünyada karbon salınımlarında önemli bir yer tutması ve buna bağlı olarak söz konusu ülkelerin enerji sürdürülebilirliği faaliyetlerinin gelişmesinin diğer ülkelerin enerji politikalarını ve küresel ekonomiyi etkileyebildiğinden dolayı G7 ülkelerinin enerji sürdürülebilirliği performanslarının analizi önem arz etmektedir. Bu kapsamda araştırmada, en son ve güncel olan 2021 yılı için G7 ülkelerinin Dünya Enerji Trilemma Endeksi'ni bileşenlerine ait değerler üzerinden söz konusu ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performansları OWA operatörü ve CODAS yöntemleri ile ölçülmüştür. Araştırmada, OWA operatörü yöntemine göre ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performansları İngiltere, Fransa, Kanada, Almanya, ABD, İtalya ve Japonya, CODAS yöntemine göre ise Kanada, Fransa, İngiltere, Almanya, ABD, İtalya ve Japonya olarak sıralanmıştır. Araştırmada ayrıca her iki yönteme göre ülkelerin ortalama enerji sürdürülebilirliği performans değerleri ölçülmüş ve ortalama enerji sürdürülebilirliği performans değerinin altında olan ülkelerin İtalya ve Japonya olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu sonuca göre, İtalya ve Japonya'nın enerji sürdürülebilirliği konusunda diğer G7 ülkeleri ile uyum içinde olması ve küresel enerji sürdürülebilirliğine olan katkılarının daha fazla olması için enerji sürdürülebilirliği performanslarını artırmaları gerektiği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Sürdürülebilirliği, OWA Operatörü, CODAS

ABSTRACT

It is important to analyze the energy sustainability performances of the G7 countries, especially since G7 countries have an important place in carbon emissions in the world and the development of energy sustainability activities of these countries can affect energy policies of other countries and the global economy. In this context, the energy sustainability performances of the said countries were measured by OWA operator and CODAS methods, over the values of the World Energy Trilemma Index components of G7 countries for the latest and current 2021. In research, energy sustainable performances of the countries are listed as England, France, Canada, Germany, USA, Italy and Japan according to OWA operator method, and as Canada, France, England, Germany, USA, Italy and Japan according to CODAS method. In study, the average energy sustainable performance values of countries were also measured according to both methods and It was determined that the countries that are below the average energy sustainability performance value are Italy and Japan. Therefore, according to this result, it was evaluated that Italy and Japan should increase their energy sustainability performance in order to be in accordance with other G7 countries in terms of energy sustainability and to contribute more to global energy sustainability.

Keywords: Energy Sustainability, OWA Operator, CODAS

¹Dr., Jandarma Genel Komutanlığı, furkanfahrialtintas@yahoo.com. ORCID: 0000-0002-0161-5862.

GİRİŞ

Yapılan araştırmalarda, enerjinin ülkelerin gelişmesinde ve kalkınmasında önemli bir etken olduğu kabul edilmiştir. Buna bağlı olarak sanayi faaliyetlerinin yoğunlaşması, teknolojik gelişmeler ve dünya üzerinde nüfusun hızla artması enerji talebinin artmasına neden olmuştur (Mathews, 2011: 731-732; Örnek ve Türkmen, 2019: 110). Özellikle son yıllarda artan enerji gereksinimlerinin giderilmesi için fosil enerji kaynaklarıyla yapılan üretim sonucunda küresel boyutta oluşan çevre kirlilikleri, dünya gündemini sürekli olarak meşgul etmiştir. Çünkü dünya üzerinde fosil yakıt tüketiminin hız kazanması ve buna ilişkin olarak karbon salınımının artışı, çevre yaşamını tehdit altında bırakmıştır. Ekonomik anlamda fosil yakıt tüketimi maliyet analizi çerçevesinde uygun olsa da, yenilenebilir enerji kaynakları, teknolojilerin gelişme göstermesiyle fosil yakıtın oluşturduğu maliyet etkinliğini sağlayabilmektedir. Bu çerçevede ülkeler, maliyet değişkenini dikkate alarak fosil yakıt tüketiminin çevreye verdiği ciddi zararlardan dolayı enerji tedarikini sürdürülebilir enerji kapsamında yenilenebilir enerji ile sağlamasına yönelik politikalar üretmeye başlamışlardır (Dündar ve Arıkan, 2004; Lee ve Chang, 2018).

Sürdürülebilir enerji, enerjinin sonraki kuşakların kendi enerji ihtiyaçlarını sağlamalarına yönelik yeteneklerine zarar vermeden sağlanması olarak belirtilmektedir (Ediger, 2009: 18). Günümüzde sürdürülebilir enerji, sürdürülebilir kalkınmanın tetikleyicisi olarak nitelendirilmektedir. Çünkü özellikle gelecek nesiller için enerji gereksinimlerinin karşılanabilme yeteneği sürdürülebilir enerjiyle sağlanabilecektir. Yakın zamana kadar enerji tedariki maliyet ile daha çok ilişkilendirilirken, günümüzde enerji sürdürülebilirlik ve insani gelişme açısından çevresel güvenlik boyutu da dikkate alınmaktadır (İşeri ve Özen, 2012). Çünkü toplumların insani gelişme için temel gereksinimleri enerji ile sağlanacağından ve toplumların temiz çevre gereksiniminden dolayı sağlanan enerjinin çevresel sürdürülebilirliği göz ardı edilmesi olanaksız bir hal almıştır (Neumayer, 2001: 3). Bu bağlamda, sürdürülebilir enerjide enerji üretim ve tüketim etkinliğinin artırılması, fosil kaynakların çevreye duyarlı hale getirilmesi ve yeni nesil enerji teknolojilerinin geliştirilmesi esas olmaktadır (İşeri ve Özen, 2012: 163-164)

Literatürde sürdürülebilir enerji; ekonomik sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirlik olarak üç açıdan değerlendirilmektedir. Ekonomik sürdürülebilirlik, enerji gereksinimlerinin maliyet analizi çerçevesinde enerji gereksinimlerinin satın alınabilirlik düzeyini belirtmektedir. Sosyal sürdürülebilirlik, adalet ve fırsat eşitliği açısından enerjinin toplumsal paylaşımını incelemektedir. Son olarak çevresel sürdürülebilirlik ise ekolojik açıdan

enerji tüketiminin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasıyla ilgilenmektedir (Akyüz, 2018: 28-30).

Ülkeler, genellikle kendilerinin enerji sürdürülebilirliği performanslarını analiz etmektedir. Böylelikle ülkeler, enerji sürdürülebilirliği performansları hakkında kendilerinde farkındalık oluşturarak enerji sürdürülebilirliği konusundaki eksikliklerini, yeterliliklerini ve üstünlüklerini belirleyebilmektedir. Dolayısıyla ülkeler, enerji sürdürülebilirliği potansiyelinin farkındalığıyla enerji sürdürülebilirliği konusunda eksikliklerini telafi etmek, yeterliliklerini geliştirmek ve üstünlüklerinin devamlılığını sağlamak için stratejiler, yöntemler, yönetimler, politikalar ve faaliyetler sağlayabilmektedir. Ayrıca ülkeler birbirlerinin enerji sürdürülebilirliği performanslarını takip ederek enerji sürdürülebilirliği konusunda iyi olan ülkeler ile iş birlikleri ve ortaklıklar geliştirebilmektedir. Bu bağlamda, ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performanslarının ölçümü önem kazanmakta olup, ülkeler enerji sürdürülebilirliği performanslarını ölçen metriklere ihtiyaç duymaktadır.

Ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performanslarını ölçen uluslararası alanda çeşitli ölçekler bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, Enerji Sektörü Yönetim Destek Programı (Energy Sector Management Assistance Program – ESMAP) ve Dünya Bankası (The World Bank) tarafından geliştirilen Sürdürülebilir Enerji İçin Düzenleyici Göstergeler Ölçeği (Regulatory Indicators for Sustainable Energy – RISE)'dir. RISE temelde 4 bileşen ve 4 bileşene ait 30 alt bileşenden oluşmaktadır. Alt bileşenlerin aritmetik ortalamaları ile bileşenler, bileşenlerin aritmetik ortalamaları ile ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performansları ölçülebilmektedir (ESMAP ve The World Bank, 2020). Buna göre RISE ölçeğinin bileşenleri ve alt bileşenleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. RISE Bileşen ve Alt bileşenleri

Bileşenler	Alt bileşenler
Elektriğe Erişim	Elektrifikasyon Planı
	Şebeke Elektrifikasyon Çerçevesi
	Bağımsız Sistemler için Çerçeve
	Yardımcı Program Şeffaflığı ve İzleme
	Elektrifikasyon Planının Kapsamı
	Küçük Şebekeler İçin Çerçeve
	Tüketici Satın Alınabilirliği
	Fayda Kredibilitesi
Temiz Mutfak	Planlama
	Planlamanın Kapsamı
	Standartlar Etiketleme
	Temiz Mutfak Çözümleri İçin Teşvikler
Yenilenebilir Enerji	Yenilenebilir Enerji İçin Yasal Çerçeve
	Yenilenebilir Enerji İçin Teşvikler ve Düzenleyici Destek
	Ağ Bağlantısı ve Kullanımı
	Karbon Fiyatlandırma ve İzleme

	Yenilenebilir Enerji Genişlemesi İçin Planlama
	Mali ve Düzenleyici Teşviklerin Özellikleri
	Karşı Taraf Riski
Enerji Etkinliği	Ulusal Enerji Etkinlik Planı
	Teşvikler ve Yetkiler: Kamu sektörü
	Minimum Enerji Performans Standartları
	Ulaşım Sektörü
	Enerji Etkinliği Kuruluşları
	Teşvikler ve Yetkiler: Kamu Hizmetleri
	Enerji Etiketleme Sistemi
	Karbon Fiyatlandırma ve İzleme
	Teşvikler ve Yetkiler: Endüstriyel ve Ticari Son Kullanıcılar
	Enerji Verimliliği İçin Finansman Mekanizmaları
	Enerji Kodları İnşası

Kaynak: ESMAP ve RISE, 2020: 5

Elektriğe erişim, ülkedeki vatandaşların elektriğe ulaşım seviyesini göstermektedir. İkinci olarak temiz mutfak, enerji ile ülkedeki bireylerin temiz gıda sağlama olanak seviyelerini açıklamaktadır. Üçüncü olarak yenilenebilir enerji, ülkenin yenilenebilir enerjiden yararlanma seviyesini içermektedir. Son olarak enerji etkinliği ise ülkelerin enerji sağlamadaki amaçlara ulaşma düzeyini kapsamaktadır (ESMAP ve RISE, 2020).

Ülkelerin sürdürülebilir enerji performansını ölçen diğer ölçek Dünya Enerji Konseyi (The World Energy Council – WEC) tarafından 2010 yılında geliştirilen Dünya Enerji Trilemma Endeksi (The World Energy Trilemma Index – WETI)'dir (WEC ve Wyman, 2020: 2). Trilemma veya paradoksal üçleme, mevcut olan üç hedefin hepsine tam verimle sağlanmasının olanaksız olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda trilemma da mevcut olan amaçlardan birine veya ikisine ulaştığımızda birisi muhakkak eksik olacaktır (Türkmen, 2020: 301-302). WETI, temel göstere anlamında trilemma üçlüsü olarak belirtilen enerji güvenliği, enerji eşitliği ve çevresel sürdürülebilirlik bileşenleri haricinde ülkenin mevcut durumu bileşenini de içermektedir (WEC ve Wyman, 2021). WETI 4 bileşen haricinde, 4 bileşene bağlı 11 alt bileşen ve 11 alt bileşene bağlı 32 değişkenden oluşmaktadır. Ayrıca WETI kapsamında bileşenler, alt değişkenler ve değişkenler farklı ağırlıklara sahiptir (WEC ve Wyman, 2020: 62). Bu kapsamda WETI bileşenleri, alt bileşenleri ve değişkenleri ile ağırlıklar Tablo 2'de açıklanmıştır.

Tablo 2. WETI Bileşenleri, Alt bileşenleri ve Değişkenleri ile Ağırlıklar

Bileşen	Ağırlık (%)	Alt bileşenler	Ağırlık (%)	Değişkenler	Ağırlık (%)
Enerji Güvenliği	30	Arz ve Talep Güvenliği	12	Birincil Enerji Arz Çeşitliliği	6
				İthalat Bağımlılığı	6
		Enerji Sistemlerinin Dayanıklılığı	18	Elektrik Üretiminin Çeşitliliği	6
				Enerji Depolama	6

				Sistem Kararlılığı ve Kurtarma Kapasitesi	6		
Enerji Eşitliği	30	Enerjiye Erişebilirlik	12	Elektrik Arzının Kalitesi	6		
				Mutfakta Temiz Enerjiye Erişim	6		
				Modern Enerjiye Erişim	6		
		Kaliteli Enerjiye Erişim	6	Enerji Uygunluğu	12	Elektrik Fiyatları	3
						Gaz ve Dizel Fiyatları	3
						Doğal Gaz Fiyatları	3
						Toplum için Elektrik Satın Alınabilirliği	3
Çevresel Sürdürülebilirlik	30	Kaynak Verimliliği	9	Nihai Enerji Yoğunluğu	5		
				Elektrik Üretimi ve İletim-Dağıtım Verimliliği	4		
		Dekarbonizasyon	9	Salmım ve Kirlilik	12	Karbondioksit Emisyon Trendi	4
						Düşük Karbonlu Elektrik Üretimi	5
		Salmım ve Kirlilik	12	12	12	Karbondioksit Yoğunluğu	2
						İnce Partikül Kirliliğe Yıllık Ortalama Maruz Kalma Seviyesi	4
						Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu	1
						Kişi Başına Düşen Metan Gazı Emisyonu	1
						Partikül Madde Kirliliği Yıllık Ortalama Maruz Kalma Seviyesi	4
Ülkenin Mevcut Durumu	10	Makro ekonomik Çevre Yönetim	2	Makroekonomik İstikrar	2		
				Yönetim	4	Hükümet Etkinliği	1
		Siyasi İstikrar	1				
		Hukukun Üstünlüğü	1				
		Düzenleyici Kalite	1				
		Yatırım ve İnovasyon İçin İstikrar	4	4	4	Doğrudan Yabancı Sermaye Net Akışı	1
						İş Yapma Kolaylığı	1
						Yolsuzluk Algısı	0,5
						Zorlu Düzenlemelerde Yasal Çerçevenin Etkinliği	0,5
						Fikri Mülkiyet Koruma	0,5
İnovasyon Kapasitesi	0,5						

Kaynak: WEF ve Wyman, 2021: 61.

Tablo 2’de belirtilen enerji güvenliği, ülkelerin mevcut ve gelecekteki enerji talebini güvenilir bir şekilde karşılama, tedarikte minimum kesinti ile sistem arızalarına karşı hızlı bir şekilde dayanma ve geri dönme kapasitelerini belirtmektedir. Boyut, yerli ve dış enerji kaynaklarının yönetiminin etkinliğini ve ayrıca enerji altyapısının güvenilirliğini ve dayanıklılığını kapsamaktadır. Enerji eşitliği, ülkelerin yerel ve ticari kullanım için güvenilir, uygun maliyetli ve bol miktarda enerjiye evrensel erişim sağlama yeteneğini değerlendirir. Söz konusu boyut; elektriğe ve temiz yakıtlara ve teknolojilere temel erişimi, refah sağlayan enerji tüketimi seviyelerine erişimi ve elektrik, gaz ve yakıtın satın alınabilirliğini içermektedir. Çevresel sürdürülebilirlik ise bir ülkenin enerji sisteminin potansiyel çevresel zararları ve iklim

değişikliği etkilerini azaltmaya ve bunlardan kaçınmaya geçiş potansiyelini açıklamaktadır. Bu boyut; üretim, iletim ve dağıtım, karbondan arındırma ve hava kalitesinin üretkenliği ve verimliliğine odaklanır. Son olarak ülkenin mevcut durumu ise ülkelerin yönetim, yatırım ve inovasyon durumunu göstermektedir (WEF ve Wyman, 2021: 8).

RISE ve WETI birbirleriyle karşılaştırıldığında, WETI'nın RISE'ye göre ayrıca enerji sürdürülebilirliği değişkenlerine sahip olduğu için daha kapsamlı ve açıklayıcıdır. Bunun yanında, WETI'de enerji sürdürülebilirliği açısından son yıllarda daha fazla dikkate alınan çevresel faktörler ile ilgili alt bileşenler RISE'den daha detaylı olduğu için ülkelerin sürdürülebilir enerji performansının oluşturulmasında WETI'de çevre faktöründen daha fazla faydalanılmıştır.

G7 ülkeleri, üretime dayalı olarak küresel sermayenin yaklaşık olarak %65'ini ve gayri safi yurt içi hasılabın %46'sına hâkimdir (Türker, 2018: 141). Buna bağlı olarak G7 ülkeleri, sanayileşmenin başladığı 1850 yılından 2021 yılına kadar dünyada en fazla karbon sağlayan ilk 20 ülkenin içindedir (www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change). Bu noktadan hareketle G7 ülkelerinin sürdürülebilir enerji kapsamında sağlayacağı faaliyetler, diğer ülkelerin enerji politikalarını ve küresel çevrenin sağlığını etkileyebilecektir. Bu bağlamda G7 ülkelerinin enerji sürdürülebilirliği performanslarının analizinin önemli olduğu değerlendirilebilir. Dolayısıyla araştırmada, G7 ülkelerinin en son ve güncel olan 2021 yılı için WETI raporunda bulunan bileşenlere ait değerler üzerinden söz konusu ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performansları OWA opearatörü ve CODAS çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri ile ölçülmüştür. Ayrıca WETI ölçeğinde RISE ölçeğine göre enerji sürdürülebilirliği konusu daha detaylı olarak değerlendirilmesinden ve RISE raporunda ülkelerin temiz mutfak bileşenine ait değerler bulunmamasından dolayı ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performanslarının ölçülmesinde WETI raporunda bulunan ülkelere ait ilgili değerler dikkate alınmıştır.

Literatürde, OWA opearatörü ve CODAS yöntemleri ile ilgili araştırmaların diğer bazı ÇKKV yöntemlerine (TOPSIS, EDAS, MOORA, COPRAS, WASPAS, Gri İlişkisel Analiz) göre daha az olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla söz konusu ÇKKV yöntemlerinin literatüre katkı sağlaması ve literatürü zenginleştirilmesi amacıyla ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performanslarını ölçmek için OWA opearatörü ve CODAS ÇKKV yöntemleri tercih edilmiştir. Buna göre araştırmanın literatür kısmında araştırmanın konusu açısından enerji sürdürülebilirliği, yöntem açısından ise OWA opearatörü ve CODAS ÇKKV yöntemleri ile ilgili araştırmalar belirtilmiştir. Yöntem kısmında, araştırmanın analizi, veri seti, OWA opearatörü ile

CODAS ÇKKV yöntemleri açıklanmıştır. Son olarak sonuç ve tartışma kısmında ise bulgular kapsamında tespit edilen nicel değerlere istinaden çıkarımlar sağlanıp tartışılmıştır.

1. Literatür Taraması

Araştırmanın literatürü iki kısımdan oluşmaktadır. Bunların birincisinde, enerji sürdürülebilirliği ile ilgili araştırmalar açıklanmıştır. İkincisinde ise araştırmanın yöntemi açısından OWA operatörü ile CODAS ÇKKV yöntemleri ile ilgili olarak çalışmalar belirtilmiştir.

Literatür incelendiğinde, genel anlamda enerji sürdürülebilirliği ile ilişkin olarak pek çok araştırmaya rastlamak mümkündür. Literatürde enerji sürdürülebilirliği boyutu spesifik olarak WETI bileşenler bazında değerlendirildiğinde ise söz konusu endeksin bileşenlerinden enerji güvenliği ve çevresel sürdürülebilir konuları hakkında fazla, buna karşın enerji eşitliği ile ilgili araştırmaların ise kısıtlı olduğu gözlenmiştir. Bu kapsamda; Brown ve Sovacol (2007), ülkelerin enerji sürdürülebilirliğinin ölçümü konusunda petrol güvenliği, elektrik güvenliği, enerji verimliliği ve çevre kalitesi bileşenlerinden oluşan bir metrik geliştirerek söz konusu metrik kapsamında ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performansının ölçümüyle hangi enerji kaynaklarının, teknolojilerinin ve altyapının iklim değişikliği, çevre değişimleri, nüfus ve ekonomik refah ile uyum sağlamaları gerektiğinin belirlenebileceğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar oluşturdukları metriğin, ülkelerin enerji stratejilerinin oluşturulmasında yardımcı olacağını vurgulamışlardır. Hall ve Bulkeley (2013), dünya üzerinde birçok ülke için enerji eşitliğinin sosyal eşitliği sağlayan en önemli faktörlerden biri olduğunu, enerji eşitliği ile toplumların gelişme gösterebildiğini ve buna bağlı olarak özellikle enerji eşitliği ile inovasyonun ve girişimciliğin daha anlamlı olarak sağlanabileceğini ifade etmişlerdir.

Mainali vd., (2014), ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performanslarını ölçen teknolojik-ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik bileşenlerini içeren alternatif enerji sürdürülebilirliği endeksi modeli önermişlerdir. Araştırmacılar önerdikleri enerji sürdürülebilirliği endeksi ile 1990-2010 yıl aralığı arasında sağladığı enerji sürdürülebilirliği bileşen verileri üzerinden Çin, Hindistan, Güney Afrika, Sri Lanka, Bangladeş ve Gana'nın enerji sürdürülebilirliği performanslarını incelemişlerdir. Bulgulara göre, ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performansları Güney Afrika, Çin, Sri Lanka, Hindistan, Bangladeş ve Gana olarak sıralandığı tespit edilmiştir. Bozkurt ve Destek (2015), enerji sürdürülebilirliği kapsamında 1980-2012 yıl aralığında ABD, Almanya, İtalya ve Türkiye'nin yenilenebilir enerji tüketimi boyutu ve gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) boyutu verileri ile söz konusu boyutlar

arasındaki ilişkiyi ARDL testi ile belirlemişlerdir. Araştırmada, Almanya ve ABD için yenilenebilir enerji tüketiminin GSYİH'ya etkisi pozitif, buna karşın İtalya ve Türkiye için ise negatif yönlü olduğu gözlenmiştir

Petinrin ve Shaaban (2015), Malezya'nın sürdürülebilir enerji potansiyelini analiz etmişlerdir. Bu kapsamda araştırmacılar, Malezya'daki hızlı demografik artış ve endüstriyel büyüme karşısında Malezya'nın enerji sürdürülebilirliği performansını artırması için özellikle yenilenebilir enerji teşviklerine önem vermesi gerektiğini değerlendirmişlerdir. Biçen ve Gürel (2016), 1964-2014 yıl aralığında Türkiye'ye ait elektrik enerjisi üretim verileri üzerinden Türkiye'nin enerji sürdürülebilirliği durumunu zaman serileri analizi ile incelemişlerdir. Araştırma sonucuna göre, Türkiye'nin enerji sürdürülebilirliği potansiyelinin 2024 yılına kadar artış sağlayacağı değerlendirilmiştir. Ergüden ve Çatlıoğlu (2016), 2013 yılı için Küresel Raporlama Girişimi'ne ilişkin veriler ile Türkiye'de faaliyet gösteren enerji şirketlerinin enerji sürdürülebilirliği performanslarını TOPSIS yöntemi ile analiz etmişlerdir. Araştırmada, söz konusu şirketlerin enerji sürdürülebilirliği performansları Zorlu, Akenerji, Tüpraş ve Aygaz olarak sıralandığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Uludağ ve Doğan (2018), 28 Avrupa Birliği (AB) ülkesinin ve Türkiye'nin 2009-2014 yıl aralığında Dünya Bankası'ndan enerji sürdürülebilirliği ile ilgili veriler üzerinden söz konusu ülkelerin enerji sürdürülebilirliği etkinliğini Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi, ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performanslarını da PROMETHEE ÇKKV yöntemi ile ölçmüşlerdir. Bulgulara göre; Belçika, Çekya, Finlandiya, Hollanda, GKRK ve Macaristan'ın enerji sürdürülebilirliği etkinliğini sağlayamadığı, buna karşın Türkiye'nin ve diğer AB ülkelerinin enerji sürdürülebilirliği etkinliğini sağladığı tespit edilmiştir. Bir diğer bulguya göre, yıllar bazında enerji sürdürülebilirliği performans sıralamasında en iyi enerji sürdürülebilirliği performansı sergileyen ilk üç ülkenin Fransa, İsveç ve İspanya olduğu gözlenmiştir. Ayrıca araştırmada, G7 ülkeleri kapsamında Almanya, İngiltere, Fransa ve İtalya açısından PROMETHEE ÇKKV yöntemi ile ülkelerin 2014 enerji sürdürülebilirliği performansları ve 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014 yıllarının enerji sürdürülebilirliği ortalama performansları Fransa, Almanya, İtalya ve İngiltere olarak sıralandığı gözlenmiştir. Türkiye ise enerji sürdürülebilirliği açısından 2009 ve 2010 yıllarında 9'uncu, 2011 yılında 12'inci, 2012 ve 2013 yıllarında 10'uncu ve 2014 yılında ise 12. sırada olduğu gözlenmiştir.

Yu vd., (2018) 2008-2017 yıl aralığındaki 19 gelişmiş ülkenin bazı enerji sürdürülebilirliği ile ilgili değişkenler arasındaki ilişkileri OLS (ordinary least square) yöntemi ile belirlemişlerdir. Bulgulara göre, enerji sürdürülebilirliği kapsamında yeşil enerji

performansın genel enerji tüketimi, fosil enerji tüketimi ve karbondioksit salımı ile olan ilişkilerinin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Alemzero vd., (2021), 28 Afrika ülkesinin 2000-2018 yıl aralığındaki enerji güvenliğine ilişkin Dünya Bankası gelişim göstergeleri verileri ile söz konusu Afrika ülkelerinin enerji güvenlik düzeylerini analiz etmişlerdir. Araştırmada, genel anlamda Afrika ülkelerinin enerji güvenlik düzeylerinin az olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Söz konusu bulguya istinaden araştırmacılar Afrika'nın kısa zaman aralığında en kalabalık kıtası olacağını ve bunun için Afrika'da enerji güvenliğinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar Afrika ülkeleri için enerji güvenliğinin ulusal değil, uluslararası bir nitelik kazandığını ve bunun için Afrika ülkelerinin bütünsel anlamda enerji güvenliğini sağlamaları için enerji güvenliği alanında birbirleriyle iş birlikleri yapmalarının önemi olduğunu değerlendirmişlerdir.

Bibi (2021), ABD'nin 1981-2021 yıl aralığında enerji sürdürülebilirliği açısından biyokütle enerji tüketimi ve karbondioksit salınımı boyutlarına ait veriler üzerinden söz konusu boyutlar arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik testi ile incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, biyokütle enerji tüketiminin karbondioksit salınımına doğru tek yönlü bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Fu vd., (2021), enerji sürdürülebilirliği konusunda iyi seviyede olan 10 ülkenin (Danimarka, İsviçre, İsveç, Hollanda, İngiltere, Slovenya, Almanya, Yeni Zelanda, Norveç, Fransa) 2018 yılı için WETI bileşenlerine ait değerler üzerinden Bulanık TOPSIS yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırmada özellikle başta Danimarka olmak üzere sırasıyla Yeni Zelanda, Norveç ve İngiltere'nin enerji sürdürülebilirliği performanslarının diğer ülkelere göre yüksek seviyede olduğu sonucuna ulaşılmıştır. G7 ülkeleri açısından ise söz konusu performans değerleri değerlendirildiğinde, İngiltere'nin Almanya ve Fransa'ya göre daha fazla enerji sürdürülebilirliği performansına sahip olduğu gözlenmiştir.

Huang vd., (2021), Çin Halk Cumhuriyeti'nde 2008-2017 yıl aralığındaki 30 şehrin enerji güvenliğine ilişkin verileri ile söz konusu şehirlerin enerji güvenliği performanslarını Bulanık BWM ve Veri Zarflama Analizi ile incelemişlerdir. Bulgulara göre, 30 şehrin enerji güvenliği performansları arasında büyük farklılıklar olduğu ve özellikle Çin Halk Cumhuriyeti'ndeki doğu ile güney kıyı eyaletlerinin batı ve kuzey eyaletlerine göre daha iyi enerji güvenliği performansına sahip olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında, yine Çin Halk Cumhuriyeti'nin orta ve batı bölümünde bulunan şehirlerin enerji güvenliği performanslarının kıyı bölgelerindeki şehirlere kıyasla daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Son olarak bulgulara istinaden genel anlamda

araştırmacılar Çin Halk Cumhuriyeti'nde mevcut şehirlerin enerji güvenliği performanslarını artırmaları için enerji üretme konusunda enerji üretim inovasyonlarının ve enerji tedariki çeşitlenmesinin sağlamalarının önemli olduğunu değerlendirmişlerdir.

Mouraviev (2021), Kazakistan'ın farklı şehirlerinde 2019 ve 2020 yıllarında çeşitli meslek gruplarından olan bireyler ile yaptığı Kazakistan'ın enerji güvenliği ile ilgili mülakat verilerine istinaden Kazakistan'ın enerji güvenliğini değerlendirmiştir. Bulgulara göre, araştırmaya katılanların çoğunun petrol üretim bağımsızlığının enerji güvenliğinin sağlanmasında önemli olduğunu düşünmüşlerdir. Ayrıca araştırma verilerine göre, ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanmasında yenilenebilir enerjinin rolünün çok az olduğu ve enerji güvenliğinin ekonomik yapılanma üzerinde etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Zhao ve Denk (2021), 1989-2019 yıl aralığındaki 136 ülkenin epidemiyoloji ve enerji güvenliğine ilişkin veriler ile epidemiyolojinin enerji güvenliği üzerindeki etkisini panel veri analizi ile incelemişlerdir. Araştırmada, epidemiyolojinin enerji güvenliği üzerinde anlamlı ve negatif yönlü bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Le ve Hoang (2022), 2002-2008 yıl aralığında 50 ülkenin ürün yakınlığı ve enerji güvenliği (kabul edilebilirlik, geliştirilebilirlik ve sürdürülebilirlik) boyutları ile ilgili sağladığı veriler ile söz konusu boyutlar arasındaki ilişkiyi doğrusal olmayan ilişki tekniklerini kullanarak belirlemişlerdir. Araştırmada ilk olarak ürüne yakınlık ve fosil olmayan enerji tüketimi ile enerji yoğunluğu ve enerji tüketimi arasında ters U şeklinde doğrusal olmayan ilişkiler olduğu gözlenmiştir. Araştırmada ikinci olarak yüksek düzeyde ürün yakınlığının ve fosil enerji veya yenilenemez enerji tüketiminin uzun vadede daha fazla karbondioksit salınımına neden olacağı tespit edilmiştir.

Lee vd., (2022), 68 ülkenin 2001-2018 yıl aralığındaki ekonomik kalkınma, gelir eşitsizliği ve enerji güvenliğine ilişkin veriler ile enerji güvenliğinin gelir eşitsizliği boyutuna olan etkisini panel veri analizi ile ölçmüşlerdir. Araştırmada, ekonomik kalkınmanın iyileştirilmesi ile enerji güvenliğinin gelir eşitsizliği üzerinde pozitif yönlü ve anlamlı etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yöntem açısından OWA operatörü ve CODAS yöntemi ile ilgili çalışmalar Tablo 3'te açıklanmıştır.

Tablo 3. OWA operatörü ve CODAS Literatürü

Araştırmacılar	Yöntem	Araştırma Konusu
Llamazares (2007)	OWA operatörü	Sosyal alan seçim problemi
Yılmaz (2015)	OWA operatörü	Okul kütüphanecisi seçim problemi
Badi vd., (2018)	CODAS	Libya'da tuz arıtma tesisi yer seçimi problemi
Tuş ve Adalı (2018)	CRITIC tabanlı CODAS	Tekstil fabrikası için personel seçim problemi
Bady ve Kridish (2020)	FUCOM tabanlı CODAS	Depo sahası seçim problemi
Kasım ve Mahmut (2020)	CRITIC tabanlı CODAS	Yıldız ittifakı üyesi havayollarının performanslarının analizi
Chen vd., (2021)	OWA operatörü ve TOPSIS	OWA operatörünün TOPSIS yöntemine entegre edilmesi
D'Urso ve Chachi (2022)	OWA operatörü ve bulanık regresyon	OWA operatörünün bulanık regresyon için uygulanabilirliği
Flores-Sosa vd., (2021)	OWA operatörü	Genelleştirilmiş otoresif koşullu değişen varyans modellerinin belirlenmesi
Mokarram vd., (2021)	AHP tabanlı OWA operatörü	Yarı kurak bölgelerdeki gaz santrallerinin yerleşiminin karar analizi
Pérez-Dominguez vd., (2021)	Bulanık CODAS	Kentsel ulaşım hizmetlerinin analizi
Wei vd., (2021)	CODAS	Yeşil tedarikçi seçim problemi
Xu (2021)	Bulanık CODAS	Blok zinciri endüstrilerinin yatırım ortamı performanslarının değerlendirmesi
Mokarram vd., (2022)	ANP tabanlı OWA operatörü	Rüzgar santrali yer seçimi
Rezvani vd., (2022)	AHP tabanlı OWA operatörü	Doğal temelli turizm potansiyel alanlarının belirlenmesi
Simic vd., (2022)	Bulanık CODAS	Araç parçalama tesisi yer seçimi

Literatür incelendiğinde, karar alternatiflerin performanslarının tespit edilmesine yönelik OWA operatörü ve CODAS ile ilgili çalışmaların bazı ÇKKV yöntemlerine (TOPSIS, WASPAS, EDAS, EDAS, COPRAS, Gri İlişkisel Analiz, MAUT) göre kısıtlı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca literatürde, ülkelerin WETI veya diğer metrikler kapsamında ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performanslarını OWA operatörü ve CODAS ÇKKV yöntemi ile ölçen bir çalışmanın olmadığı tespit edilmiştir.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Analizi ve Veri Seti

Araştırmada G7 ülkelerinin en son ve güncel olan 2021 yılı için WETI bileşenlerine ait değerler üzerinden söz konusu ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performansları OWA operatörü ve CODAS ile ölçülmüştür. Araştırmada kolaylık sağlaması açısından WETI bileşenlerinin kısaltmaları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: WETI Bileşenlerinin Kısaltmaları

WETI Bileşenleri	Kısaltmalar
Enerji Güvenliği	WETI1
Enerji Eşitliği	WETI2
Çevresel Sürdürülebilirlik	WETI3
Ülkenin Mevcut Durumu	WETI4

2.2. OWA Operatörü Yöntemi

OWA (Ordered Weight Average) operatörü, 1998 yılında Ronald R.Yager tarafından geliştirilmiştir. Yöntem, en büyük değer ile en küçük değer arasında parametrelili bir toplama operatörü grubu sağlayan mantığına dayanmaktadır. OWA operatörü, özel durumlar kapsamında en yüksek değer, en küçük değer ve ortalama kriterleri kapsamakta olup, farklı karar verme kriterleri çerçevesinde karar vermek için bütünlük bir yapı sağlamaktadır (Demir vd., 2021: 318). Bu bağlamda OWA operatörü yönteminin uygulama adımları aşağıda açıklanmıştır (Yager, 1988; Yager, 1996; Emrouznejad ve Marra, 2014: 3-4; Demir, 2021: 319).

1. Adım: Karar Matrisinin Sağlanması

m adet satır (karar alternatifi) ve n adet sütundan (kriterler) oluşan $m \times n$ boyutunda karar matrisi oluşturulur. Söz konusu karar matrisi eşitlik 1'de gösterilmiştir.

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

Matriste x_{ij} i. karar alternatifinin j. kriter kapsamında değerini açıklamaktadır.

2. Adım: Karar Matrisinin Normalizasyonu

Fayda yönlü kriterleri için:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad (2)$$

Maliyet yönlü kriterler için:

$$r_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \quad (3)$$

3. Adım: Karar Alternatiflerine Ait QWA Değerlerinin Ölçülmesi:

$$Z_i(w) = \text{OWA}(w)(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}) = \sum_{j=1}^m w_j b_{ij} \quad (4)$$

Eşitlik 4’de gösterilen b_{ij} azalan sırada düzenlenmiş olan ($b_1 \geq b_2 \geq \dots \geq b_n$) normalize değerleri göstermektedir.

2.3. CODAS Yöntemi

CODAS (Combinative Distance – Based Assesment) genel anlamda birleştirilmiş mesafeye dayanan bir yöntemdir (Ghorabae vd., 2016). Söz konusu bu yöntemin diğer ÇKKV yöntemlerinden farkı, yöntemin iki farklı yaklaşım olan Öklidyen ve Taxicab uzaklıklarından yararlanılmış olmasına dayanmaktadır. Öklid uzaklığı, iki nokta arasındaki en kısa uzaklığın bulunması kapsamında hipotenüs değerinin hesaplanması esasına dayanmaktadır. Taxicab uzaklığı ise birbirlerine dik olan doğru parçaların toplamını açıklamaktadır. Buna göre, iki noktanın bileşenlerinin farklarının mutlak değerleri toplamı Taxicab uzaklığını göstermektedir (Demir vd., 2021: 138). CODAS yöntemi, birçok ÇKKV yöntemlerine göre yakın zamanda geliştirilen bir yöntem olduğu için CODAS ile ilgili araştırmaların literatürde kısıtlı olduğu gözlenmiştir (Ulutaş ve Topal, 2020: 56). CODAS yöntemi ile performans ölçümü birbirine bağlı belirli adımlarla sağlanmaktadır. Söz konusu adımlar aşağıda açıklanmıştır (Ghorabae vd., 2016: 29-31; Ecer, 2020: 294-298; Es, 2020: 320-322, Ulutaş ve Topal, 2020: 62-64, Demir vd., 2021:139-140).

1. Adım Karar Matrisinin Oluşturulması:

$$X = [x_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & k_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & k_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & k_{nm} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Matriste x_{ij} i. karar alternatifinin j. kriter kapsamında değerini açıklamaktadır.

2. Adım: Karar Matrisinin Normalize Değerlerinin Ölçülmesi:

$$n_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} & \text{eğer } j \in N_b \\ \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} & \text{eğer } j \in N_c \end{cases} \quad (6)$$

N_b fayda kriterini, N_c ise maliyet kriterini açıklamaktadır.

3. Adım: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

$$r_{ij} = w_j n_{ij} \quad (7)$$

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

4. Adım: Negatif İdeal Çözüm Noktalarının Sağlanması:

$$ns = [ns_j]_{1 \times m} \quad (8)$$

$$ns = \min_i r_{ij} \quad (9)$$

5. Adım: Karar Alternatiflerinin Negatif İdeal Çözüme Olan Öklid ve Taxicab Uzaklıklarının Hesaplanması

Öklid Uzaklıkları:

$$E_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - ns_j)^2} \quad (10)$$

$$\text{Taxicab Uzaklıkları: } T_i = \sum_{j=1}^m |r_{ij} - ns_j| \quad (11)$$

6. Adım: Göreceli Değerlendirme Matrisinin Sağlanması:

$$Ra = [h_{ik}]_{n \times m} \quad (12)$$

$$h_{ik} = (E_i - E_k) + (\varphi(E_i - E_k) \times (T_i - T_k)) \quad (13)$$

Ra , göreceli değerlendirme matrisini belirtmektedir. $k \in \{1, 2, \dots, n\}$, φ ise iki alternatifin Öklid uzaklığının eşitliğini belirten eşik fonksiyonunu olup, eşitlik 14'te açıklanmıştır.

$$\varphi(x) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } |x| \geq \tau \\ 0 & \text{eğer } |x| < \tau \end{cases} \quad (14)$$

Eşitlik 14'te τ eşik parametresi olarak açıklanır. Eşik parametresi, karar verici tarafından da oluşturulabilir. Eşik parametresi öklid mesafesinin önemsizlik derecesini açıklamaktadır. Eşik parametresinin 0,01 ile 0,05 değerleri arasında olması tavsiye edilmektedir. Eğer iki alternatifin Öklid mesafesi arasında fark τ 'den küçük olduğunda söz konusu iki alternatif Taxicab mesafesi ile karşılaştırılır. Araştırmalarda genel olarak τ eşik parametre değeri 0,02 olarak belirlenmektedir.

7. Adım: Karar Alternatiflerinin Puanlarının Ölçülmesi

$$H_i = \sum_{k=1}^n h_{ik} \quad (15)$$

3. Bulgular

OWA opearatörü kapmında ilk olarak eşitlik 1 ile karar matrisi oluşturulmuştur. Yöntemin ikinci adımında karar matrisinin normalize değerleri eşitlik 2 ile hesaplanmıştır. Söz konusu karar matrisi ve karar matrisinin normalize değerleri Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Karar Matrisi ve Karar Matrisinin Normalize Değerleri

Karar Matrisi				
Ülkeler	WETI1	WETI2	WETI3	WETI4
ABD	73,3	97,1	67,7	7,57
Almanya	71,9	95	75,9	7,56
Fransa	69,1	94,9	82,7	7,09
İngiltere	68,8	96,8	81,3	7,27
İtalya	66,6	91,4	73,5	5,95
Kanada	77,5	96,1	69,2	7,76
Japonya	59,7	94,4	72,7	7,26
Normalize Karar Matrisi				
w (Bileşen Ağırlıkları)	0,3	0,3	0,3	0,1
Yönler	Maksimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum
ABD	0,9458	1	0,8186	0,9755
Almanya	0,9277	0,9784	0,9178	0,9742
Fransa	0,8916	0,9773	1	0,9137
İngiltere	0,8877	0,9969	0,9831	0,9369
İtalya	0,8594	0,9413	0,8888	0,7668
Kanada	1	0,9897	0,8368	1
Japonya	0,7703	0,9722	0,8791	0,9356

OWA opearatörü yönteminin üçüncü adımında karar matrislerine ait OWA veya karar alternatiflerinin enerji sürdürülebilirliği performans değerleri Tablo 6'da açıklanmıştır.

Tablo 6: Ülkelerin Enerji Sürdürülebilirliği Performans Değerleri

Ülkeler	WETI1	WETI2	WETI3	WETI4	Performans Değerleri	Sıralama
ABD	0,2837	0,3000	0,2456	0,0976	0,9270	5
Almanya	0,2783	0,2935	0,2753	0,0974	0,9446	4
Fransa	0,2675	0,2932	0,3000	0,0914	0,9521	2
İngiltere	0,2663	0,2991	0,2949	0,0937	0,9540	1
İtalya	0,2578	0,2824	0,2666	0,0767	0,8834	6
Kanada	0,3000	0,2969	0,251	0,1000	0,9479	3
Japonya	0,2311	0,2917	0,2637	0,0936	0,8800	7
Ortalama					0,9270	-----

Tablo 6 incelendiğinde, ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performans değerleri İngiltere (0,9540), Fransa (0,9521), Kanada (0,9479), Almanya (0,9446), ABD (0,92709), İtalya (0,8834) ve Japonya (0,8800) olarak sıralandığı tespit edilmiştir. Tablo 6 değerlendirildiğinde, İtalya ve Japonya'nın, Almanya ve Kanada'nın, Fransa ve İngiltere'nin kendi aralarındaki enerji sürdürülebilirliği performans değerleri arasında belirgin farklılıkların olmadığı gözlenmiştir. Araştırmada ayrıca OWA operatörü kapsamında tespit edilen ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performans değerlerinin ortalaması hesaplanmış ve ortalama yüksek olan ülkelerin İngiltere, Fransa, Kanada, Almanya ve ABD olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

CODAS yöntemi kapsamında ilk olarak eşitlik 5 ile karar matrisi oluşturulur. Söz konusu karar matrisi OWA operatörü kapsamında daha öncesinde Tablo 5'te açıklanmıştır. Yöntemin ikinci adımında karar matrisinin normalize değerleri eşitlik 6 ile hesaplanmıştır. Devamında yöntemin üçüncü adımında eşitlik 7 ile ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi, dördüncü adımda ise eşitlik 8 ve eşitlik 9 ile negatif ideal çözüm değerleri ölçülmüştür. Buna istinaden normalize karar matrisi, ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi ve negatif ideal çözüm değerleri Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7: Normalize Karar Matrisi, Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

Normalize Karar Matrisi				
Ülkeler	WETI1	WETI2	WETI3	WETI4
ABD	0,9458	1	0,8186	0,9755
Almanya	0,9277	0,9784	0,9178	0,9742
Fransa	0,8916	0,9773	1	0,9137
İngiltere	0,8877	0,9969	0,9831	0,9369
İtalya	0,8594	0,9413	0,8888	0,7668
Kanada	1	0,9897	0,8368	1
Japonya	0,7703	0,9722	0,8791	0,9356
Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi				
W (Bileşen Ağırlıkları)	0,3	0,3	0,3	0,1
ABD	0,2837	0,3	0,2456	0,0976
Almanya	0,2783	0,2935	0,2753	0,0974
Fransa	0,2675	0,2932	0,3	0,0914
İngiltere	0,2663	0,2991	0,2949	0,0937
İtalya	0,2578	0,2824	0,2666	0,0767

Kanada	0,3	0,2969	0,251	0,1
Japonya	0,2311	0,2917	0,2637	0,0936
Negatif İdeal Çözüm Değerleri				
Değerler	0,2311	0,2824	0,2456	0,0767

CODAS yönteminin 5. adımında ülkelerin negatif ideal çözüme olan Öklid uzaklıkları eşitlik 10, Taxicab uzaklıkları ise eşitlik 11 ile hesaplanmıştır. Bu kapsamda ülkelerin negative ideal çözüme olan Öklid ve Taxicab uzaklıkları Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8: Öklid ve Taxicab Uzaklıkları

Öklid Uzaklıkları					
Ülkeler	WETI1	WETI2	WETI3	WETI4	Öklid
ABD	0,0028	0,0003	0	0,0004	0,0593
Almanya	0,0022	0,0001	0,0009	0,0004	0,0606
Fransa	0,0013	0,0001	0,003	0,0002	0,068
İngiltere	0,0012	0,0003	0,0024	0,0003	0,0651
İtalya	0,0007	0	0,0004	0	0,034
Kanada	0,0047	0,0002	3E-05	0,0005	0,0744
Japonya	0	9E-05	0,0003	0,0003	0,0265
Taxicab Uzaklıkları					
Ülkeler	WETI1	WETI2	WETI3	WETI4	Taxicab
ABD	0,2283	0,2821	0,2456	0,0762	0,8322
Almanya	0,2289	0,2823	0,2447	0,0762	0,8321
Fransa	0,2298	0,2823	0,2426	0,0765	0,8311
İngiltere	0,2299	0,2821	0,2432	0,0764	0,8315
İtalya	0,2304	0,2824	0,2451	0,0767	0,8346
Kanada	0,2263	0,2822	0,2456	0,0761	0,8302
Japonya	0,2311	0,2823	0,2453	0,0764	0,8350

Yöntemin 6. adımında ülkelerin birbirlerine olan göreceli değerlendirme matrisi değerleri eşitlik 12, eşitlik 13 ve eşitlik 14 ile ölçülmüştür. Sonrasında 7. adım çerçevesinde eşitlik 11 ile ülkelerin değerlendirme skorları hesaplanmıştır. Bu kapsamda göreceli değerlendirme matrisi ve ülkelerin değerlendirme veya enerji sürdürülebilirliği performans değerleri Tablo 9’da belirtilmiştir.

Tablo 9: Göreceli Değerlendirme Matrisi ve Ülkelerin Enerji Sürdürülebilirliği Performans Değerleri

Ülkeler	ABD	Almanya	Fransa	İngiltere	İtalya	Japonya	Kanada	Performans	Sıralama
ABD	0	-0,0013	-0,0086	-0,006	0,0253	-0,0151	0,0329	0,0273	5
Almanya	0,0013	0	-0,0074	-0,005	0,0266	-0,0138	0,0341	0,0362	4
Fransa	0,0086	0,00738	0	0,0028	0,0339	-0,0064	0,0415	0,0879	2
İngiltere	0,0058	0,00456	-0,0028	0	0,0311	-0,0092	0,0387	0,0681	3
İtalya	-0,025	-0,0266	-0,034	-0,031	0	-0,0404	0,0075	-0,1500	6
Kanada	0,0151	0,0138	0,00643	0,0092	0,0404	0	0,0479	0,1328	1
Japonya	-0,033	-0,0341	-0,0415	-0,039	-0,008	-0,0479	0	-0,2030	7
Ortalama								-0,0001	

Tablo 9 incelendiğinde, CODAS yöntemine göre ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performans değerleri sırasıyla Kanada (0,1328), Fransa (0,0879), İngiltere (0,0681), Almanya (0,0362), ABD (0,0273), İtalya (-0,1500) ve Japonya (-0,2030) olduğu gözlenmiştir. Tablo 9'a göre, enerji sürdürülebilirliği performansının çok olması açısından Kanada'nın, enerji sürdürülebilirliği performansının az olması açısından ise İtalya ve Japonya'nın diğer ülkeler arasında belirgin farklılıkları olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Tablo 9 incelendiğinde, ülkelerin ortalama enerji sürdürülebilirliği performans değerinin üstünde olan ülkelerin tıpkı OWA operatöründe olduğu gibi İngiltere, Fransa, Kanada, Almanya ve ABD olarak tespit edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde teknolojinin ilerlemesi, sanayileşmenin gelişmesi, nüfusun kalabalıklaşması ve buna bağlı olarak insan ihtiyaçlarının artması enerji gereksiniminin çoğalmasına neden olmuştur. Aynı zamanda enerji ihtiyacının karşılanmasında fosil yakıtların kullanılmasıyla ve bununla birlikte karbondioksit salınımının artmasıyla dünyada çevre kirliliği, küresel bir sorun olmuştur. Dolayısıyla ülkeler, söz konusu çevre sorunlarına ilişkin farkındalık kazanarak ve buna bağlı olarak çevre boyutunu da dikkate alarak enerji üretime ilişkin stratejiler sağlamaktadır. Özellikle G7 ülkelerinin üretime bağlı olarak dünyada en fazla karbondioksit salınımı sağlayanlardan olmasıyla söz konusu ülkelerin çevre sağlığının sürdürülebilirliğini gerçekleştirmesi kapsamında enerji sürdürülebilirliği sağlaması önem kazanmıştır. Bununla birlikte G7 ülkelerinin enerji sürdürülebilirliğine ilişkin yöntemleri ve stratejileri diğer ülkelerin enerji üretimi faaliyetlerini ve küresel ekonomiyi etkileyebileceği için G7 ülkelerinin enerji sürdürülebilirliği performanslarının analizi önem kazanmaktadır. Bu bağlamda araştırmada, en son ve güncel olan 2021 yılı için G7 ülkelerinin WETI bileşenlerine ait değerler üzerinden ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performansları OWA operatörü ve CODAS ÇKKV yöntemleri ile ölçülmüştür.

Bulgulara göre, OWA operatörü kapsamında ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performans değerleri İngiltere, Fransa, Kanada, Almanya, ABD, İtalya ve Japonya olarak sıralanmıştır. Ayrıca İtalya ve Japonya, Almanya ve Kanada, Fransa ve İngiltere enerji sürdürülebilirliği performansı açısından benzer oldukları gözlenmiştir. Başka bir bulguya göre, OWA operatörü bağlamında ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performans değerlerinin ortalamasının üstünde olan ülkelerin İngiltere, Fransa, Kanada, Almanya ve ABD olduğu sonucuna ulaşılmıştır. CODAS yöntemi kapsamında ise ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performans değerleri sıralamasının Kanada, Fransa, İngiltere, Almanya, ABD, İtalya ve

Japonya olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. CODAS yöntemine göre, özellikle Kanada'nın enerji sürdürülebilirliği performansı fazla olması, İtalya ve Japonya'nın ise enerji sürdürülebilirliği performansının az olması anlamında söz konusu ülkelerin diğer ülkeler ile belirgin farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Bunlarında dışında, CODAS yöntemine göre ortalama enerji sürdürülebilirliği performans değerinden fazla performans değerine sahip olan ülkelerin İngiltere, Fransa, Kanada, Almanya ve ABD olduğu belirlenmiştir.

Literatür değerlendirildiğinde, Uludağ ve Doğan (2014)'in Prometree yöntemi kapsamında Almanya, İngiltere, Fransa ve İtalya'nın enerji sürdürülebilirliği performanslarının hem 2009-2014 yıl aralığındaki ortalama, hem de 2014 yıl bazında performans değerlerinin sıralamalarının Fransa, Almanya, İtalya ve İngiltere, bu araştırmada ise OWA operatörü kapsamında enerji sürdürülebilirliği sıralamasının İngiltere, Fransa, Almanya, İtalya, CODAS yöntemi kapsamında ise sıralamanın Fransa, İngiltere, Almanya ve İtalya olması açısından söz konusu araştırmanın bulgularının mevcut araştırmadaki bulgular ile çoğunlukla tutarlı olmadığı tespit edilmiştir. Bu anlamda mevcut araştırmadaki CODAS yöntemine göre ve Uludağ ve Doğan (2018)'in araştırmasında belirtilen ülkeler içinde sadece Fransa'nın ilk sırada olması dikkate çekici olduğu değerlendirilmiştir. Söz konusu çalışmalarda ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performans sıralamasının genel anlamda farklı olması; çalışmalarda kullanılan enerji sürdürülebilirliği bileşenlerinin birbirleriyle aynı olmamasından, yıl bazında ülkelerin farklı enerji sürdürülebilirliği performansı sergilemesinden ve kullanılan ÇKKV yöntemlerinin benzer özellik veya özellikler taşımamasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Yine literatür incelendiğinde, Fu vd., (2021), 2018 yılı için WETI bileşenlerine ait değerler kapsamında Bulanık TOPSIS yöntemine göre İngiltere'nin Almanya ve Fransa'ya göre daha fazla enerji sürdürülebilirliği performansına sahip olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bu araştırmada ise, OWA operatörü kapsamında sıralamada İngiltere'nin Fransa'dan önde olması kapsamında Fu vd., (2021)'nin araştırma sonuçlarıyla tutarlı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, mevcut araştırma ile her iki yöntem kapsamında Fu vd., (2021)'nin araştırmasına göre Fransa ve İngiltere'nin Almanya'dan sıralamada önde olması, söz konusu çalışmalar arasındaki tutarlılık göstergesidir. Böylelikle her iki çalışma bulguları bütünsel olarak değerlendirildiğinde, Fransa ve İngiltere'nin 2018 ve 2021 yılları için enerji sürdürülebilirliği performanslarını Almanya'dan fazla sağladığı değerlendirilmiştir. Ayrıca mevcut araştırma 2021 yılı WETI verilerine, Fu vd., (2021)'in araştırmasında 2018 yılı WETI verilerine ve Uludağ ve Doğan (2014)'in 2009-2014 yılı Dünya Bankası'ndan sağladığı verilere dayanması açısından söz konusu çalışmanın verilerinin diğer araştırmaların verilerine kıyasla

daha güncel olduğu tespit edilmiştir. Fakat araştırmada ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performanslarının tespitinde karar alternatifi (ülke) sayısının diğer araştırmalara göre daha az olduğu için diğer araştırmalar mevcut araştırmaya göre daha kapsamlı olduğu değerlendirilmiştir. Bunların dışında literatürde ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performanslarının WETI veya diğer ölçüklere göre ülkelerin OWA operatörü ve CODAS ÇKKV yöntemleriyle ölçen bir araştırmaya rastlanılmamış olması ve G7 ülkelerinin enerji sürdürülebilirliği hakkında bakış açısı kazanılması açısından araştırmanın literatüre katkı sağladığı düşünülmüştür.

Öneriler kapsamında OWA operatörü ve CODAS ÇKKV yöntemlerine göre ortalama enerji sürdürülebilirliği performans değerinin altında kalan İtalya ve Japonya'nın enerji sürdürülebilirliği performanslarını artırmaları gerekmektedir. Çünkü söz konusu ülkeler performans değerini artırarak diğer G7 ülkeleri ile enerji sürdürülebilirliği performanslarıyla uyum içinde olacak, çevre faktörü göz önünde bulundurularak sürdürülebilir enerji ile ilgili daha çok müşterek faaliyetler gerçekleştirilebilecektir. Bu durum ise bütünsel anlamda G7 ülkelerinin küresel enerji sürdürülebilirliği konusuna daha çok katkı sağlamasına neden olacaktır. Sonraki çalışmalarda sadece G7 ülkelerinin değil, diğer ekonomik ve bölgesel iş birliği sağlayan ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performansları analiz edilerek ve ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performansları karşılaştırılarak sürdürülebilir enerjinin dünyadaki durumu daha çok belirginleşebilir. Yöntem kapsamında ise ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performansları farklı ÇKKV yöntemleri ile ölçülerek yöntemler sonucundaki nicel değerler arasındaki tutarlılıklar ve farklılıklar tartışılabilir. Ayrıca ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performanslarının ölçümü konusunda daha fazla metrik oluşturulabilir. Son olarak ülkelerin enerji sürdürülebilirliği performanslarının kapsamlı ve daha gerçekçi tespitine yönelik olarak mevcut WETI ölçeğinin bileşen sayısı artırılabilir veya her ülkeye özgü bileşen ya da bileşenler oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

- Akyüz, M. K. (2019). *Havalimanlarında Sürdürülebilir Enerji Yönetim Modeli*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Alemzero, D. A., Sun, H., Mohsin, M., Iqbal, N., Nadeem, M. ve Vo, X. V. (2021). Assessing Energy Security in Africa Based on Multi-dimensional Approach of Principal Composite Analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 2158–2171.
- Carbon Brief (2022), Analysis: Which Countries are Historically Responsible for Climate Change? <https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change>.

- Badi, I. ve Kridish, M. (2020). Landfill Site Selection Using A Novel FUCOM-CODAS Model: A Case Study in Libya. *Scientific African*, 9, 1-10.
- Badi, I., Ballem, M. ve Shetwan, A. (2018). Site Selection of Desalination Plant in Libya by Using Combinative Distance-based Assessment (CODAS) Method. *International Journal for Quality Research*, 12(3), 609–624.
- Bibi, A., Zhang, X. ve Umar, M. (2021). The Imperativeness of Biomass Energy Consumption to the Environmental Sustainability of the United States Revisited. *Environmental and Ecological Statistics*, 28, 821–841.
- Biçen, Y. ve Gürel, A. E. (2016). Sürdürülebilir Enerji Bağlamında Dünya ve Türkiye'deki Genel Durum:Fırsatlar ve Gelecek Perspektifleri . *1st International Conference on Engeneering Technology and Applied Sciences*, (ss. 1-5). Afyon.
- Bozkurt, C. ve Destek, M. (2015). Renewable Energy and Sustainable Development Nexus in Selected OECD Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5(2), 507-514.
- Brown, M. ve Sovacool, B. (2007). Developing an “Energy Sustainability Index” to Evaluate American Energy Policy. *Interdisciplinary Science*, 32(4), 335-349.
- Chen, Y., Li, K. W. ve Liu, S.-f. (2011). An OWA-TOPSIS Method for Multiple Criteria Decision Analysis. *Expert Systems with Applications*, 38, 5205–5211.
- D’Urso, P. ve Chachi, J. (2022). OWA Fuzzy Regression. *International Journal of Approximate Reasoning*, 142, 430–450.
- Demir, G., Özyalçın, T. ve Bircan , H. (2021). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve ÇKKV Yazılımı ile Problem Çözümü*. Ankara: Nobel.
- Dündar, C. ve Arıkan, Y. (2004). Enerji, Çevre ve Sürdürülebilirlik. *Türkiye IV. Enerji Sempozyumu*, (ss. 325-345). Ankara.
- Ecer, F. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Ediger, V. Ş. (2009). Türkiye'nin Sürdürülebilir Enerji Gelişimi. *TÜBA Günce*, (39), 18-25.
- Emrouznejad, A. ve Marra, M. (2014). Ordered Weighted Averaging Operators 1988–2014: A Citation Based Literature Survey. *International Journal of Intelligent Systems*, 29(11), 994–1014.
- Ergüden, E. ve Çatlıoğlu, E. (2016). Sustainability Reporting Practicesses In Energy Companies With Topsis Method. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*(71), 201-222.
- Es, H. A. (2020). CODAS Yöntemi ile Eğitim Hizmetlerine Göre İç Anadolu Bölgesindeki İllerin Değerlendirilmesi. M. Kabak ve Y. Çınar içinde, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri MS EXCEL Çözümlü Uygulamalar* (ss. 319-332). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- ESMAP ve THE WORLD BANK. (2020). *RISE 2020 Regulatory Inicators Sustaining the Momentum*. Washington: The World Bank.
- Flores-Sosa, M., Avilés-Ochoa, E., Merigó, J. M. ve Yager, R. R. (2021). Volatility GARCH Models with the Ordered Weighted Average (OWA) Operators. *Information Sciences*(565), 46-61.
- Fu, F. Y., Alharthi, M., Bhatti, Z., Sun, L., Rasul, F., Hanif, I., et al. (2021). The Dynamic Role of Energy Security, Energy Equity and Environmental Sustainability in the Dilemma of Emission Reduction and Economic Growth. *Journal of Environmental Management*, 280, 1-9.

- Ghorabae, M. K., Zavadskas, K., Turskis, Z. Antucheviciene, J. (2016). A New Combinative Distance-based Assessment (CODAS) Method for Multi-criteria Decision-making. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 50(3), 25-44.
- Hall, S. M. Bulkeley, H. (2013). New Approaches to Energy: Equity, Justice and Vulnerability: Introduction to The Special issue. *Local Environment*, 18(4), 413-421.
- Huang, B., Zhang , L., Ma, L., Bai, W. ve Ren, J. (2021). Multi-criteria Decision Analysis of China's Energy Security from 2008 to 2017 Based on Fuzzy BWM-DEA-AR Model and Malmquist Productivity Index. *Energy* , 228, 1-18.
- İşeri, E. ve Özen, C. (2012). Türkiye’de Sürdürülebilir Enerji Politikaları Kapsamında Nükleer Enerjinin Konumu. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Dergisi*, (47), 161-180.
- Kıracı, K. ve Bakır, M. (2020). Evaluation of Airlines Performance Using an Integrated CRITIC and CODAS Methodology: The Case of Star Alliance Member Airlines. *Studies in Business and Economics*, 15(1), 83-99.
- Le, T., Hoang, P. D. ve To, T. T. (2022). Is Product Proximity A Driver for Better Energy Security? Global Evidence of Nonlinear Relationships between Product Proximity and Energy Security. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. DOI: 10.1080/13504509.2022.2025500.
- Lee, C.-C., Xing, W. ve Lee, C.-C. (2022). The Impact of Energy Security on Income Inequality: The Key Role of Economic Development. *Energy*, 242.
- Lee, H.-C. ve Chang, C.-T. (2018). Comparative Analysis of MCDM Methods for Ranking Renewable Energy Sources in Taiwan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 92, 883–896.
- Llamazares, B. (2007). Choosing OWA Operator Weights in The Field of Social Choice. *Information Sciences*, 177, 4745–4756.
- Mathews, A. P. (2014). Renewable Energy Technologies: Panacea for World Energy Security and Climate Change. *Procedia Computer Science*, 32, 731-737.
- Mokarram, M., Pourghasemi, H. R. ve Mokarram, M. J. (2022). A Multi-criteria GIS-based Model for Wind Farm Site Selection with The Least Impact on Environmental Pollution Using The OWA-ANP Method. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18839-2>.
- Mokarram, M., Shafie-khah, M. ve Aghaei, J. (2021). Risk-based Multi-criteria Decision Analysis of Gas Power Plants Placement in Semi-arid Regions. *Energy Reports*, 7, 3362–3372.
- Mouraviev, N. (2021). Energy Security in Kazakhstan: The Consumers’ Perspective. *Energy Policy*, 155, 1-7.
- Neumayer, E. (2001). The Human Development Index and Sustainability-A constructive proposal. *Ecological Economics*, 31(1), 101-114.
- Örnek , İ. ve Türkmen, S. (2019). Gelişmiş ve Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Çevresel Kutanets Eğrisi Hipotezi'nin Analizi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(3), 109-129.
- Pérez-Dominguez, L., Durán, S.-N. A., López, R. R., Pérez-Olguin, C. I., Luviano-Cruz, D. ve Gómez, J. H. (2021). Assessment Urban Transport Service and Pythagorean Fuzzy Sets CODAS Method: Sets CODAS Method: A Case of Study of Ciudad Juárez. *Sustainability*, 13, 1-18.

- Petinrin, J. O. ve Shaaban, M. (2015). Renewable Energy for Continuous Energy Sustainability in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 967–981.
- Rezvani, M., Nickraves, F., Astaneh, A. D. ve Kazemi, N. (2022). A risk-based Decision-making Approach for Identifying Natural-based Tourism Potential Areas. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 37, 1-13.
- Simic, V., Karagöz, S., Deveci, M. ve Aydın, N. (2021). Picture Fuzzy Extension of the CODAS Method for Multi-criteria Vehicle Shredding Facility Location. *Expert Systems With Applications*, 175, 1-16.
- Tuş, A. ve Adalı, E. A. (2018). Personnel Assessment with CODAS and PSI Methods. *Alphanumeric Journal*, 6(2), 243-255.
- Türker, O. (2018). Kamu Harcamalarının Dış Ticaret Üzerindeki Etkisi: G7 Ülkeleri Örneği. *Sosyal Bilimler Dergisi*, (27), 141-156.
- Türkmen, S. (2020). ENERJİ Trilemması: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(6), 299-309.
- Uludağ, A. S. ve Doğan, H. (2018). Sürdürülebilir Enerji Odaklı Bir Etkinlik ve Performans Analizi: AB üyesi Ülkeler İle Türkiye Karşılaştırması. *IV. International Caucasus-central Asia Foreign Trade and Logistics* (ss. 335-348). Aydın: UKODLK.
- Ulutaş, A. ve Topal, A. (2020). *Bütünleştirilmiş Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Üretim Sektörü Uygulamaları*. Ankara: Akademisyen Kitapevi.
- Wei, C., Wu, J., Guo, Y. ve Wei, G. (2021). Green Supplier Selection Based on Codas Method in Probabilistic Uncertain Linguistic Environment. *Technological and Economic Development of Economy*, 27(3), 530–549.
- World Energy Council, ve Wyman, O. (2020). *World Energy Trilemma Index*. London: World Energy Council 2020.
- World Energy Council. ve Wyman, O. (2021). *World Energy Trilemma Index 2021*. London: World Energy Council.
- Xu, Y. (2021). Research on Investment Environment Performance Evaluation of Blockchain Industry with Intuitionistic Fuzzy CODAS Method. *Hindawi Scientific Programming*, 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/1387062>.
- Yager, R. R. (1988). On Ordered Weighted Averaging Aggregation Operators in Multicriteria Decision Making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 18(1), 183-190.
- Yager, R. R. (1996). Quantifier Guided Aggregation Using OWA Operators. *International Journal of Intelligent Systems*, 11(1), 49-73.
- Yılmaz, M. (2015). Okul Kütüphanecisinin Matematiksel Yöntemi ile Seçimi. *Millî Eğitim Dergisi*(208), 200-217.
- Yu, Z., Golpîra, H. ve Khan, S. (2018). The Relationship between Green Supply Chain Performance, Energy Demand, Economic Growth and Environmental Sustainability: An empirical evidence from developed countries. *Log Forum*, 14(4), 479-494.
- Zhao, X.-X. ve Deng, P.-D. (2021). Impacts of Epidemics on Energy Security: An Empirical Analysis. *Energy Research Letters*, 2(2), 1-4.