



KARADENİZ EKONOMİK İŞBİRLİĞİ ÖRGÜTÜ'NE ÜYE ÜLKELERİN İNOVASYON PERFORMANSLARININ CRITIC TABANLI GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Furkan Fahri ALTINTAŞ*

Öz

Araştırmada dünya üzerinde jeopolitik ve jeostratejik açıdan çok önemli bir konumda bulunan Karadeniz Ekonomik İşbirliği Örgütü (KEİ) grubu ülkelerinin 2020 yılı için Küresel İnovasyon Endeksi (GII)'nde belirtilen bileşen değerleri üzerinden söz konusu ülkelerin inovasyon performansları CRITIC tabanlı Gri İlişkisel Analizi (GİA) ile ölçülmüştür. Bulgulara göre, ilk olarak CRITIC yöntemi kapsamında en önemli inovasyon bileşenin beşeri sermaye ve araştırma olduğu tespit edilmiştir. İkinci olarak CRITIC tabanlı GİA yöntemine göre inovasyon performansı ortalamasını aşan ülkelerin Bulgaristan, Rusya, Türkiye, Ukrayna, Romanya ve Yunanistan olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın inovasyon performansı ortalamasının aşağısında kalan ülkelerin ise Sırbistan, Moldova, Gürcistan, Ermenistan, Azerbaycan ve Arnavutluk olduğu gözlenmiştir. Buna göre söz konusu ülkelerin diğer KEİ ülkeleri ile inovasyon konusunda uyumlu olmaları için öncelikli olarak beşeri sermaye ve araştırma olmak üzere diğer bileşenlere önem vererek inovasyon performanslarını artırmaları gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bunların dışında GII'nın ve GİA'nın ARAS, BTA, COPRAS, EDAS, MAUT, ROV, TOPSIS ve WASPAS yöntemleri ile uyumlu olduğu ve söz konusu yöntemler ile açıklanabileceği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Küresel İnovasyon Endeksi, KEİ, CRITIC, Gri İlişkisel Analiz.

AN INVESTIGATION ON THE INNOVATION PERFORMANCES OF THE MEMBER COUNTRIES OF THE BLACK SEA ECONOMIC COOPERATION ORGANIZATION WITH THE CRITIC-BASED GRAY RELATIVE ANALYSIS METHOD

ABSTRACT

In the study, the innovation performance of the Black Sea Economic Cooperation Organization (BSEC) group countries, which have a very important geopolitical and geostrategic position in the world, were measured by CRITIC -based Gray Relational Analysis (GRA) over the component values determined in the Global Innovation Index (GII) for 2020. According to the findings, it was first determined that the most important innovation component within the scope of CRITIC method is human capital and research. Secondly, it has been determined that the countries whose innovation performance exceeds the average according to the CRITIC -based GRA method are Bulgaria, Russia, Turkey, Ukraine, Romania and Greece. On the other hand, countries with innovation performance below average are Serbia, Moldova, Georgia, Armenia, Azerbaijan and Albania. Accordingly, it was concluded that in order to be compatible with other BSEC countries in innovation, these countries should increase their innovation performance by giving importance to other components, primarily human capital and research. Apart from these, it has been evaluated that GII and GIA are compatible with ARAS, BTA, COPRAS, EDAS, MAUT, ROV, TOPSIS and WASPAS methods and can be explained by these methods.

Keywords: Innovation, Global Innovation Index, BSEC, CRITIC, Gray Relational Analysis.

Araştırma Makalesi

Makale Gönderim Tarihi: 17.05.2021; Yayına Kabul Tarihi: 15.08.2021

* Dr., Jandarma Genel Komutanlığı, MERSİN; ORCID: 0000-0002-0161-5862, E-posta: furkanfahrialtintas@yahoo.com

Giriş

İnovasyon kelimesi “innovatus” kelimesinden türetilmiştir. İnnovatus kelimesi ise yeniliği gerçekleştirmek ve yenilenmeyi sağlamak anlamına gelmektedir (Giuchhiglia, 2013). İnovasyon kavramı ilk defa Schumpeter (1934) tarafından ekonomik anlamda “kalkınmanın itici gücü” olarak açıklanmıştır. Bu kapsamda Schumpeter (1934) inovasyonu, müşterilerin daha önce görmediği ürünün farklı bir özelliğinin piyasaya arz edilmesi, farklı ve çeşitli üretim metotlarının uygulanmaya başlanması, farklı ve çeşitli piyasaların oluşturulması, ilgi çeken ve tamamen ihtiyaca yönelik kolaylaştırıcı hammadde ve yarı mamullerin sağlanması ile ilgili olarak kaynakların bulunması ve son olarak üretim sektörlerinin yeni organizasyonlara sahip olması olarak belirtmektedir.

Drucker (1998) inovasyonu önemli bir disiplin olarak tasarlamış ve inovasyonun zamana ve koşullara göre gelişme özelliğine sahip bir nitelik olduğunu belirtmiştir. Teknik bir terim olarak dünya dillerine yerleşen inovasyon kelimesi genel olarak yeniliğin kendisinden daha çok sonuç odaklı olarak farklılaşmaya, çeşitlenmeye ve değişmeye yönelik ekonomik ve sosyal süreci tanımlanmaktadır (Elçi vd. 2008, s. 3; Kofler vd. 2018). Günümüzde ise inovasyon, genel anlamda ekonomi ile ilişkili olarak kullanılmakta olup Oslo Klavuzuna göre yeni olan ya da farklı bir biçimde değiştirilen mal veya hizmetlerin sürecin farklı bir piyasa metodunda veya faaliyetlerinde, işyeri örgütlerinde ya da işyerinin dış ilişkilerinde önceliklerden farklı bir örgütsel yöntemin sağlanması olarak açıklanmaktadır (OECD - Eurostat, 2005, s. 50).

Günümüzde inovasyon çeşitleri temel olarak “ürün ve hizmet yeniliği”, “süreç yeniliği”, “pazarlama yeniliği” ve “organizasyonel yenilik” olmak üzere dört faktörde tasnif edilmiştir. Söz konusu inovasyon faktörlerinin açıklamaları aşağıda açıklanmıştır (OECD - Eurostat, 2005, s. 50-55).

- **Ürün ve Hizmet Yeniliği:** Bir ürünün ya da hizmetin gelişmiş ve iyileşmiş niteliklerini açıklamaktadır. Dolayısıyla gelişmiş ve iyileşmiş nitelikli üründen ve hizmetten yararlananlar, söz konusu nitelikli ürünün veya hizmetin kendisine özgü işlevsel özelliğinden dolayı katma değer ve olumlu getiri sağlayabilmektedirler.
- **Süreç Yeniliği:** Mevcut durumdan daha iyi ve sistemli üretim ile sevkiyat yöntemlerinin oluşturulmasını açıklamaktadır. Söz konusu bu yenilikler ürün ve hizmet için uygulanan tekniklerin ve yazılımların eskisinden daha çok fayda sağlayacak şekilde değişimleri içermektedir.
- **Pazarlama Yeniliği:** Ürünün ambalajlanmasındaki, konumlandırmasındaki ve ücretlendirilmesindeki yenilikleri açıklamaktadır.
- **Organizasyonel Yenilik:** Örgütlerin ekonomik faaliyetlerinde ve örgütlerin çevre ile olan ilişkilerinde farklı ve yeni örgütsel yöntemlerin uygulanması olarak ifade edilmektedir.

En büyük organizasyonlar olarak nitelendirilen ülkelerin inovasyon faaliyetleri, ülkelerin ekonomilerini ve sosyal ile teknik boyutlarını doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir. Bu durum ise ülkelerin sosyal boyutların gelişimini sağlayabilmektedir (Porter vd. 1995). Bu kapsamda ülkeler, her zaman kendi inovasyon performanslarını takip etmektedirler. Çünkü ülkeler, kendi inovasyon performanslarının farkındalığını kazanmasıyla inovasyon ile ilgili olarak kapasitelerini, üstünlüklerini ve eksikliklerini tespit edebilmektedirler. Böylelikle ülkeler, mevcut ve sonraki dönemler için inovasyon konularında eksikliklerini gidermek ve üstünlüklerinin sürdürülebilirliğini sağlamak için stratejiler, yöntemler, yönetimler ve faaliyetler sağlayabilmektedirler. Aynı zamanda ülkeler, birbirlerinin inovasyon performanslarını da takip etmektedirler. Çünkü ülkeler inovasyon konusunda iyi performansa sahip ülkeler ile işbirlikleri ve ortaklıklar

sağlayabilmektedirler. Dolayısıyla ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümü büyük önem arz etmekte olup ülkeler her zaman uluslararası alanda kendi inovasyon performanslarını ölçen metriklere, ölçeklere veya endekslere gereksinim duymaktadırlar.

Ülkelerin inovasyon performanslarının ölçülmesi hususunda uluslararası alanda çeşitli metrikler geliştirilmiştir. Söz konusu geliştirilen bu metrikler; “Küresel İnovasyon Endeksi” (Global Innovation Index - GII), “Avrupa Birliği İnovasyon Birliği Çalışması” (European Union Scoreboard Index - EUSI), İnovasyon Kapasitesi Endeksi (Innovation Capacity Index - ICI) ve Küresel Rekabetçilik Raporu (The Global Competitiveness Report - GCR) olarak belirtilmektedir (Aras vd. 2014).

Ülkelerin inovasyon performanslarının açıklanması kapsamında uluslararası alanda ve akademik araştırmalarda en çok yararlanılan ölçeklerden bir tanesi GII'dır. GII ilk defa 2007 yılında Fransa'da işletme eğitimi veren INSEAD (Institut Européen d'Administration des Affaires) isimli kurum tarafından geliştirilmiştir (Aras vd., 2014). Mütâkiben GII çalışmalarına 2011 yılında Dünya Fikri Mülkiyetler Örgütü (World Intellectual Property Organization - WIPO) ve 2013 yılında Cornell Üniversitesi katılmıştır (Ay Türkmen vd. 2017).

GII girdi ve çıktı olmak üzere iki alt dizinden oluşmaktadır. İnovasyon girdi alt dizini 5, inovasyon çıktı alt dizini ise iki bileşenden oluşmaktadır. Bunun dışında 7 bileşen toplamda 21 alt bileşen, 21 alt bileşen ise 103 adet değişkenden oluşmaktadır. Bu kapsamda inovasyon girdi ve çıktı alt dizinleri, bileşenler ve bileşenlere bağlı değişkenler Tablo 1'de açıklanmıştır.

İNOVASYON GİRDİ ALTDİZİNİ				
BİLEŞENLER	Bileşenlere Bağlı Değişkenler			
Kurumlar	Beşeri Sermaye ve Araştırma	Altyapı	Pazar Gelişmişliği	İş Gelişmişliği
Politik Ortam	Eğitim	Bilgi ve İletişim Teknolojileri	Kredi	Kalifiye İşçi
Düzenleyici Ortam	Yüksek Öğretim	Genel Altyapı	Yatırım	Yenilik Bağlantıları
İş Ortamı	AE-GE	Ekonomik Sürdürülebilirlik	Ticaret ve Rekabet	Bilgi Emilimi
İNOVASYON ÇIKTI ALTDİZİNİ				
BİLEŞENLER	Bileşenlere Bağlı Değişkenler			
Bilgi ve Teknoloji Çıktısı	Bilgi Yaratma	Bilgi Etkisi	Bilgi Yayılması	
Yaratıcı Çıktısı	Maddi Olmayan Varlıklar	Yaratıcı Mal ve Hizmetler	İnternet Üzerinden Yaratıcılık	

Tablo 1. GII Girdi ve Çıktı Altdizinlerine Bağlı Bileşenler ve Bileşenlere Bağlı Değişkenler
(Kaynak: Cornell University vd. 2020, s. 221)

Tablo 1'de GII bileşenlerinin girdi ve çıktı olarak tasnif edilebildiğinden GII ile ülkelerin inovasyon etkililik performansları inovasyon çıktı alt dizininin inovasyon girdi altdizinine oranlanması ile hesaplanabilmektedir (Hancıoğlu, 2016; Taş, 2017; Kılıç, 2018). Ayrıca Tablo 2'ye göre yine GII'nın girdi ve çıktı alt dizinleri kapsamında çeşitli çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri ile ülkelerin inovasyon performans verimlilikleri ile etkinlikleri de ölçülebilmektedir.

Ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümünün önemi kapsamında araştırmada Karadeniz Ekonomik İşbirliği Örgütü (KEİ)'ne üye ülkelerin en son ve güncel olan 2020 yılı için GII raporunda GII bileşenlerine ait değerler üzerinden ülkelerin inovasyon performansları çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan CRITIC tabanlı Gri

İlişkisel Analiz (GİA) yöntemi ile ölçülmüştür. Araştırma kapsamında ayrıca ülkelere göre GII bileşenlerin önemlilik dereceleri CRITIC yöntemiyle belirlenmiştir. Bunun yanında araştırmada GII'nın GİA ve bazı ÇKKV yöntemlerine göre açıklama seviyeleri tespit edilmiştir. KEİ 1992 yılında İstanbul'da imzalanan anlaşma ile kurulmuştur. KEİ'nin 2021 ortası itibariyle Arnavutluk, Azerbaycan, Bulgaristan, Ermenistan, Gürcistan, Moldova, Romanya, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Yunanistan, Sırbistan ve Türkiye olmak üzere toplam 12 üyesi bulunmaktadır. Bunun yanında ABD, AB Komisyonu, Almanya, Avusturya, Beyaz Rusya, Çek Cumhuriyeti, Hırvatistan, İsrail, İtalya, Mısır, Polonya, Slovakya ve Tunus ülkeleri gözlemci statüsündedir (Erkan vd. 2017, s. 32). KEİ grubu ülkelerin konum itibariyle Avrupa ve Asya ülkeler arasında koridor oluşturmaları, önemli ticari geçiş güzergâhına sahip olmaları ve önemli iletişim ve ulaştırma şebekelerine sahip olması kapsamında jeopolitik ve jeostratejik anlamda büyük öneme sahiptir. Söz konusu bu önem, ülkelerin inovasyon ve girişimcilik faaliyetleri ile daha çok anlaşılabilir olacaktır (Yalçınkaya, 2017). Dolayısıyla ülkelerin inovasyon ekonomik anlamda müşterek almış oldukları kararlar dünya ekonomisini etkileyebilmektedir. Bu kapsamda KEİ grubu ülkelerinin birbirlerini tamamlamasından, uyum içinde olması gerekliliğinden ve bölgesel bir gücün oluşması için KEİ grubu ülkelerin müşterek çalışmaları anlam kazandığından dolayı ülkelerin inovasyon performanslarının ölçülmesi önem arz etmektedir. Bu çerçevede araştırmanın literatür kısmında inovasyon, KEİ ve CRITIC ile GİA ile ilgili araştırmalar açıklanmıştır. Yöntem kısmında ise araştırmanın amacı, veri seti, analizi ile CRITIC ve GİA yöntemleri belirtilmiştir. Son olarak araştırmanın sonuç kısmında bulgular kapsamında elde edilen nicel değerler üzerinden çıkarımlar sağlanıp tartışma sağlanmıştır.

1. Literatür Taraması

Araştırmanın literatürü üç kısımdan oluşmuştur. İlk olarak inovasyon ile ilgili araştırmalar belirtilmiştir. İkinci olarak ise KEİ ile ilgili olan çalışmalar açıklanmıştır. Son olarak araştırmanın yöntemi kapsamında CRITIC ve GİA ÇKKV yöntemi kullanılan akademik çalışmalar incelenmiştir.

Literatürün birinci kısmı ile ilgili olarak Kijek ve Kijek (2010), Avrupa Birliğine üye 22 ülkenin 2005 ve 2006 yıllarına ait GII bileşenlerine ait değerler üzerinden inovasyon girdi bileşenlerinin inovasyon çıktı bileşenleri üzerindeki etkiyi kanonik korelasyon analizi ile incelemişlerdir. Araştırmada inovasyon giriş alt dizininin inovasyon çıktı alt dizinini anlamlı, pozitif yönde ve çok yüksek seviyede etkilediği tespit edilmiştir. Daugherty vd. (2011), Çin Halk Cumhuriyeti'ndeki elektrik endüstrisi firmalarına ait ilgili değerler üzerinden firmalardaki inovasyon faaliyetlerin firmaların lojistik performanslarına olan etkisini yapısal eşitlik modellemesi (YEM) analizi ile ölçmüşlerdir. Araştırmada, inovasyon çerçevesinde firmaların yerel yönetim ve formalleştirme faaliyetlerinin ilgili firmaların lojistik hizmet inovasyon yeteneklerini anlamlı ve pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir. Crespo ve Crespo (2016), 2015 GII raporunda ülkelerin GII bileşenlerine ait değerler üzerinden bulanık küme yöntemi kullanılarak yüksek ve düşük gelire sahip olan ülkelerin inovasyon performanslarını kıyaslamışlardır. Araştırmada, düşük gelirli ülkelerde inovasyon performansının artması için tüm inovasyon bileşenlerinin birlikte uygulanması gerektiği tespit edilmiştir. Fakat altyapı ile beşeri sermaye ve araştırma bileşenlerin yüksek gelirli ülkelerin inovasyon performanslarını arttırmalarında tek başlarına yeterli oldukları gözlenmiştir. Ay Türkmen ve Aynaoglu (2017), 2009 yılında GII performansı en fazla olan 29 ülkenin 2009-2017 yıl aralığındaki GII ve Küresel Rekabet Endeksi (GCI) bileşenlerine ait değerler üzerinden rekabet boyutunun inovasyon boyutu üzerindeki etkisini doğrusal regresyon analizi ile incelemişlerdir. Araştırmada rekabet boyutu kapsamında yüksek eğitim ve öğretim ile emek piyasasının GII'yi anlamlı pozitif yönde ve yüksek düzeyde etkilediği tespit

edilmiştir. Buna karşın yine rekabet boyutu kapsamında makroekonomik çevrenin GII'yi anlamlı, pozitif yönde ve düşük düzeyde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Khedhouria ve Roy (2017), 2012-2015 yılları arasında 133 ülkenin GII bileşenlerine ait değerler üzerinden ülkelerin genel anlamda inovasyon kapasitelerini belirleyen bileşenleri tespit etmişlerdir. Bulgulara göre, pazar gelişmişliği, beşeri sermaye ve araştırma ile altyapı girdilerinin ülkelerin inovasyon performanslarını artıran bileşenler olduğu gözlenmiştir. Shukla (2017), 1996-2011 zaman aralığında Hindistan ülkesinin inovasyon göstergeleri (AR-GE harcamaları, yabancı yatırımlar, patent sayısı, eğitim harcamaları, işsizlik oranı) ile ekonomik büyüme göstergelerine (gayri safi yurt içi hasıla - GSYİH) ait değerler üzerinden inovasyon boyutunun ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi pearson katsayısı ile ölçmüştür. Araştırmada inovasyonun ekonomik büyüme arasında pozitif yönde ve anlamlı ilişkinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Erdal ve Korucuk (2018), 2018 yılı öncesi son 5 yıl içinde Erzurum ilinde inovasyon sağlamış ulaştırma ve depolama sektöründe faaliyet gösteren 12 farklı işletme yöneticisinden sağlanan veriler üzerinden DEMATEL yöntemi ile inovasyon amaçlarının önceliklerini belirlemişlerdir. Araştırmada inovasyon amaçlarının önemlilik dereceleri cironun artması, pazar payının artması, maliyetlerin düşmesi ve kâr marjının artması olarak sıralanmıştır. Ayrıca bu araştırma kapsamında yapılan inovasyon amaçlarının önemlilik derecelerinin sıralaması, 2010-2012 yılları arasında TÜİK tarafından gerçekleştirilen Yenilik Araştırması sonuçları ile tutarlılık göstermiştir. Herman (2018), Avrupa Birliği ülkelerinin 2017 yılı için GII, özet inovasyon endeksi ve küresel rekabet endeksi bileşenlerine ait ilgili değerler üzerinden girişimcilik, inovasyon ve rekabet boyutları arasındaki ilişkileri pearson korelasyon katsayısı ile incelemişlerdir. Bulgulara göre, söz konusu boyutlar arasında pozitif yönde, anlamlı ve çok yüksek seviyede ilişki olduğu tespit edilmiştir. Altıntaş (2020), 2008-2019 yıl aralığında G20 grubu ülkelerin GII ve ekonomik büyüme boyutlarına ait değerler üzerinden inovasyonun ekonomik büyümeye olan etkisini YEM ile incelemiştir. Araştırmada inovasyon boyutunun ekonomik büyümeyi anlamlı, pozitif yönde ve yüksek düzeyde etkilediği gözlenmiştir. Ruijing vd. (2020), GII'nın 2019 ve 2020 yılları için ülkelerin GGI bileşenlerine ait değerler üzerinden yapay sinir ağları ile girdi alt dizin ve çıktı alt dizinleri arasındaki ilişki düzeylerini üzerinde kestirim sağlamışlardır. Araştırmada GII kapsamında GII girdi ve çıktı alt dizinleri arasında ilişkilerin belirlenmesi ile modelinin oluşturduğu ve buna bağlı olarak GII girdi ve çıktı alt dizinlerine ait bileşenler arasında ilişkinin tahmininin yapılabileceği tespit edilmiştir. Murat (2020), OECD grubu ülkelerin GII bileşenlerine ait değerler üzerinden inovasyon performans verimliliğini Veri Zarflama Analizi (VZA) ile incelemiştir. Bulgulara göre, en fazla inovasyon performans verimliliği sağlayan ülkelerin İsviçre, İngiltere ve ABD, en az verimlilik gösteren ülkelerin ise Kolombiya, Meksika ve Şili olduğu tespit edilmiştir.

Literatürün ikinci kısmına ilişkin olarak Özdemir (2009), 1998-2002 yılları için KEİ üyesi ülkelerin sağlık hizmetlerinin etkinliklerini VZA ile incelemişlerdir. Araştırma sonucuna göre, her üç yılda sağlık hizmetini daha az girdi kullanarak aynı çıktıyı üretme açısından Arnavutluk, Ukrayna, Türkiye, Gürcistan ve Rusya'nın etkin oldukları, buna karşın etkinliği sağlayamayan ülkelerin Romanya, Yunanistan ve Bulgaristan olduğu gözlenmiştir. Şahin (2011), KEİ ve Şanghai İşbirliği Örgütü (ŞİÖ)'nü ekonomik entegrasyon kapsamında birbirleriyle karşılaştırmışlardır. Araştırmada, ŞİÖ'nün ekonomik entegrasyon olma yolunda daha çok adıma gereksinim duyulmasına karşın, ŞİÖ'nün KEİ'ye göre ekonomik entegrasyon konusunda daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Koç vd. (2014), KEİ ve G7 gurubuna üye ülkelerin kişi başı gayri safi milli hasıla (KBGSYİH)'da meydana gelecek bir artışın karbondioksit emisyonu üzerinde bir etkisinin olup olmadığını 1990-2016 yılları arasında Granger nedensellik testi ile incelemişlerdir. Araştırmada, G7 grubu ülkelerinden Almanya, Japonya ve Kanada için KBGSYİH'den karbondioksite doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. KEİ grubu ülkelerinden ise

Azerbaycan, Bulgaristan, Ermenistan, Gürcistan, Rusya ve Ukrayna’da çift yönlü ilişki belirlenmiştir. Devamında Romanya, Arnavutluk ve Moldova için karbondioksitten KBGSYİH’ye tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Yunanistan için herhangi bir ilişki oluşmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Erkan ve Batbaylı (2017), KEİ grubu ülkelerinin 2000-2014 yılları arasındaki ilgili veriler ile söz konusu ülkelerin karşılaştırmalı üstünlüklerini Bolassa ve Vollrath endeksleri kullanarak ölçmüşlerdir. Araştırmada, KEİ ülkelerinin uluslararası pazarda genel olarak hammadde ve emek yoğun ürünlerinin ihracatında karşılaştırmalı üstünlüklere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında söz konusu ülkelerin AR-GE ve teknoloji yoğun ürünlerin ihracatı konularında küresel piyasada rekabet anlamında dezavantajlı oldukları ifade edilmiştir. Genç vd. (2017), KEİ grubu ülkelerin 2010-2016 yıl aralığında bazı makro ekonomik göstergelerine ait değerler üzerinden AHP tabanlı ARAS, TOPSIS ve MOORA yöntemleri ile ülkelerin ekonomik etkinliklerini ölçmüşlerdir. Araştırmada en fazla ekonomik etkinlik gösteren ülkelerin Rusya, Azerbaycan ve Romanya, en az etkinlik gösteren ülkelerin ise Sırbistan, Ermenistan ve Arnavutluk olduğu belirlenmiştir. Toktaş ve Keskin (2017), Türkiye’nin reel efektif döviz kuru ile KEİ’ne yapmış olduğu ihracat ve ithalat arasındaki ilişkiyi 1994-2015 yıl aralığı için vektör otoregresyon modeli ile analiz etmişlerdir. Araştırmada Türkiye’nin KEİ’ne yaptığı reel efektif döviz kurunda meydana gelen değişimlerin, Türkiye’nin KEİ’ne yaptığı ithalat ve ihracat üzerinde yüksek derecede etkili olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Yalçın ve Gürel (2018), Türkiye ve KEİ kurucu üye ülkelerin endüstri ticaret performanslarını 1992-2017 dönemi için Grubel-Lloyd endeksi kullanılarak hesaplamışlardır. Araştırmada, Türkiye, Romanya ve Bulgaristan ülkelerinin dış ticarete diğer ülkelere kıyasla endüstri içi ticaret hacimlerinin daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürün son kısmı ile ilgili olarak tespit edilen CRITIC ve GİA ile ilgili araştırmalar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Araştırmacılar	Araştırma Konusu	Yöntem	Araştırma Sonucu
Kuo vd. (2008)	İşyeri seçiminde ÇKKV yöntemlerinin karşılaştırılması	GİA, TOPSIS ve SAW	GİA ile yapılan sıralamaların çoğunlukla TOPSIS yöntemine kıyasla SAW yöntemi ile tutarlı olduğu gözlenmiştir.
Xiao-Cong vd. (2012)	Web hizmeti seçimini belirleyen en önemli kriterleri tespit etmek	CRITIC	Araştırmada uyumluluk ve kullanılabilirlik kriterlerin web hizmetinin seçimini belirleyen en önemli kriterler olduğu belirlenmiştir.
Rostamzadeh vd. (2013)	Tedarik zinciri risk yönetimini belirleyen kriterlerin önemlilik derecelerinin tespiti	CRITIC	Makine ekipman risklerinin, temel tedarik arızalarının, talep dalgalanmalarının, hükümet politikalarının, güvenlik ve ekonomik sorunların en önemli kriterler olduğu belirlenmiştir.
Ighravwe ve Babatunde (2018)	Yenilenebilir enerji elde ediminde mini şebeke projelerinin oluşturulmasındaki kriterlerin önemlilik derecelerinin tespiti	CRITIC	Elektrik trafiğinin ve enerji talebinin önemli kriterler olduğu tespit edilmiştir.
Korucuk (2018)	Soğuk zincir taşımacılığı yapan işletmelerin	AHP tabanlı	İşletmeler A, B, C ve D olarak adlandırılmış ve işletmelerin

	üçüncü parti lojistik firma (3PL) seçimi	GIA	performansları C, B, A ve D olarak sıralanmıştır.
Akbulut (2019)	İşbankası'nın 2009-2018 yılları aralığında performansının değerlendirilmesinde en önemli kriterin tespit edilmesi	CRITIC	En önemli performans kriterinin mevduatın krediye dönüşüm oranı olduğu belirlenmiştir.
Aydın (2019)	2015, 2016 ve 2017 yılları için Türk Sigorta sektöründe faaliyet gösteren emeklilik şirketlerinin performansını belirleyen en önemli kriterlerin tespit edilmesi	CRITIC	En önemli kriterlerin Prim/özsermaye, teknik ve hasar oranları olduğu gözlenmiştir.
Kıracı ve Bakır (2019)	2005-2012 yıl aralığında uluslararası alanda faaliyet gösteren 13 hava yolu şirketinin performanslarının belirlenmesinde en önemli kriterin belirlenmesi	CRITIC	En önemli kriterin arz edilen koltuk miktarı olduğu tespit edilmiştir.
Li vd. (2019)	Yaşlanmış Asfaltları iyileştirme teknikleri (REOB-1, REOB-2 ve REOB-3) performanslarının analizi	GIA	REOB-3 tekniğinin diğer tekniklere kıyasla yaşlanmış asfalt üzerinde en iyi iyileştirici özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir.
Işık (2019)	Türkiye'de hayat dışı sigorta şirketlerinin 2009-2017 yıl aralığındaki performanslarını belirleyen en önemli kriteri tespit etmek	CRITIC	En önemli kriterin teknik karşılık oranı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Türe (2019)	2000-2014 yıl aralığında OECD ülkelerinin refah düzeylerinin performanslarını hesaplamak	GIA	İzlanda, Avustralya, Norveç ve İsviçre ülkelerinin refah düzeyi performansları diğer OECD ülkelere göre yüksek olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.
Zhang vd. (2019)	Lojistik hizmet sağlayıcılarının lojistik performanslarının belirlenmesinde rol oynayan kriterlerin önemlilik derecelerinin değerleri ile lojistik hizmet sağlayıcıların	CRITIC	Söz konusu uyumun sağlandığı gözlenmiştir.

	hesapladıkları değerler arasındaki uyumun belirlenmesi		
Abdel-Basset ve Mohammed (2020)	Telecominications Equipment Company şirketinin sürdürülebilirlik tedarik zinciri risk yöntemi türlerinin performanslarını belirleyen en önemli kriterlerin tespiti	CRITIC	En önemli kriterlerin bilgi paylaşımı riski ve parabirim değişim oranı olduğu tespit edilmiştir.
Belke (2020)	G7 grubu ülkelerinin 2010-2018 yılları arasında makroekonomik performanslarını belirleyen önemli kriterleri yıllara göre tespit etmek	CRITIC	En önemli kriterlerin 2010, 2011 ve 2012 yılları için kamu borcu, 2013 yılı için ekonomik büyüme, 2014 yılı için yatırım oranı, 2015, 2016 ve 2018 yılları için enflasyon ve son olarak 2017 yılı için işsizlik oranı olduğu sonucuna varılmıştır.
Demir vd. (2020)	Türkiye'de faaliyet gösteren 18 bireysel emeklilik şirketinin performanslarının ölçümü	GİA	En fazla performans sergileyen şirketin yüksek Anadolu Hayat ve emeklilik olduğu gözlenmiştir.
Ersoy (2020)	2016-2018 yılları arasında Borsa İstanbul'da ulaştırma endeksinde işlem göre 8 firmanın finansal performanslarını yıllara göre tespit etmek	GİA	En fazla performans gösteren şirketler 2016 ve 2017 yılları için Trabzon Liman İşletmeciliği, 2018 yılı için ise Beyaz Filo Oto Kiralama Anonim şirketinin olduğu tespit edilmiştir.
Özkan (2020)	Borsa İstanbul'da işlem göre 17 çimento şirketin finansal performanslarını ölçmek	GİA ve TOPSIS	Her iki yöntemle göre en iyi finansal performansa sahip olan şirketin Adana Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş olduğu gözlenmiştir.
Slebi-Acevedo vd. (2020)	Naylon ve polipropilen liflerle güçlendirilmiş açık dereceli sürtünme yapılarının fonksiyonel performansını etkileyen en önemli kriterleri belirlemek	CRITIC	En önemli kriterlerin ıslak partikül kaybı ve toplam hava boşlukları olduğu tespit edilmiştir.
Söylemez (2020)	Borsa İstanbul'da işlem gören ve Ana Metal Sanayi sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin finansal performanslarını TOPSIS ve GİA yöntemine göre	TOPSIS ve GİA	Araştırma sonucuna göre her iki ÇKKV yöntemine göre şirketlerin performans sıralamalarının çoğunlukla birbiriyle uyumlu oldukları gözlenmiştir.

sıralama tutarlılıklarını tespit etmek			
Gülçiçek Tolun ve Tümtürk (2020)	İzmir ilinde tarım makinaları üreten bir işletmenin tarım makinalarının performanslarını hesaplamak	GİA	Araştırmada tarım makinaları performansları arasında belirgin farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir.
Nguyen (2021)	SDIC 2 çelik türünün parlama sürecini belirleyen en önemli kriterin tespiti	CRITIC	Aşındırıcı parçacıkların çaplarının söz konusu çelik türünün parlama sürecini belirleyen en önemli kriter olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Critic ve GİA Literatürü

Literatür değerlendirildiğinde, ülkeler ile ilgili olarak pek çok inovasyon araştırmaların olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ülkeler için inovasyon faaliyetlerin önemini göstermektedir. Ayrıca literatürde KEİ ile ilgili çalışmaların kısıtlı olduğu değerlendirilmiştir. Bu kapsamda KEİ jeopolitik ve jeostratejik öneminden dolayı yapmış olduğu ekonomik faaliyetlerinin küresel olarak etkilemesi kapsamında KEİ hakkında daha çok araştırma yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum ise söz konusu yöntemlerin geçerliliklerinin, güvenilirliklerinin ve duyarlılıklarının fazla olduğunu göstermektedir. Ayrıca ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde, KEİ ülkelerin inovasyon performanslarını herhangi bir ÇKKV yöntemi ölçen bir araştırmaya rastlanılmamış olması açısından bu çalışmanın literatüre katkı sağladığı değerlendirilmiştir.

ÇKKV literatüründe pek çok araştırmacının kriterlerin önemlilik derecelerinin belirlenmesine yönelik CRITIC, karar alternatiflerinin performanslarının ölçülmesi ile ilgili olarak GİA yöntemlerinden faydalandığı tespit edilmiştir (Uludağ vd. 2021). CRITIC yönteminin diğer yöntemlerden ayıran en önemli özelliği, söz konusu yöntemin uzman görüşlerden yola çıkarak sağlanan sübjektif ağırlıklandırma yerine kriterlerin standart sapmalarının ve kriterler arası korelasyonun birlikte kullanıldığı objektif bir ağırlıklandırmaya dayanmasıdır (Ayçin, 2019, s. 76). Dolayısıyla CRITIC yöntemi; kriterlerin görece önemini belirlemesi, özneliğin azalması ve kriter ağırlıklarının dominant olmayan özelliklerinin dikkate alınmaması gibi avantajlar sağlamaktadır (Ulutaş vd. 2020, s. 1). GİA yönteminin diğer ÇKKV yöntemleri ile istatistik tekniklerine kıyasla bazı varsayımlarda oluşabilecek sapmalara ve bozulmalara karşı oldukça avantaj sağlamaktadır. Söz konusu bu avantajların bazıları; işlem için az sayıda örnekleme gereksinim duyulması, belirsiz verilerle etkin sonuçların sağlanması, verilerin herhangi bir olasılık dağılımına ihtiyaç duyulmaması ve gri ilişki katsayısının hesaplanmasının oldukça basit ve az sayıda işlemle yapılması olarak belirtilebilir. Ayrıca karar vericilerin yeterli uzmanlığa sahip olmaması durumunda GİA yöntemi ÇKKV problemlerinde oldukça başarılı sonuçlar çıkarmaktadır (Atan vd. 2020, s. 163).

2. Yöntem

Araştırmada KEİ grubu ülkelerin inovasyon performansları CRITIC tabanlı GİA ile belirlenmiştir. Çünkü ÇKKV yöntemleri; istatistiksel analiz yöntemlerinden farklı bir biçimde uygulanmakta olup nesnel ve nesnel olmayan faktörlerin birlikte değerlendirildiği yöntemlerdendir (Korucuk, 2021, s. 144-145).

2.1. Araştırmanın Amacı, Veri Seti ve Analizi

Araştırmanın üç amacı bulunmaktadır. Bunlardan birincisinde CRITIC yöntemine göre ülkelerin GII bileşenlerinin önemlilik dereceleri tespit etmektir. İkincisi ise CRITIC tabanlı GİA yöntemine göre ülkelerin inovasyon performanslarını ölçmektir. Son olarak üçüncü amacı GII'nın ve CRITIC tabanlı GİA'nın birbirlerini ve bazı ÇKKV yöntemlerine göre açıklama seviyelerini hesaplamaktır. Araştırmanın veri setini KEİ gurubu ülkelerinin 2020 GII bileşenlerine ait değerler oluşturmuştur. Araştırmada kolaylık göstermesi açısından veri setini oluşturan GII bileşenlerinin kısaltmaları Tablo 3'de gösterilmiştir.

İnovasyon Girdi Bileşenleri	Kısaltmalar	İnovasyon Çıktı Bileşenleri	Kısaltmalar
Küresel İnovasyon Endeksi Girdileri	KEİG	Küresel İnovasyon Endeksi Çıktıları	KEİÇ
Kurumlar	KEİG1		
Beşeri Sermaye ve Araştırma Altyapı	KEİG2 KEİG3	Bilgi ve Teknoloji Çıktısı	KEİÇ1
Pazar Gelişmişliği İş Gelişmişliği	KEİG4 KEİG5	Yaratıcılık Çıktısı	KEİÇ2

Tablo 3. GII Bileşenlerinin Kısaltması

2.2. CRITIC Yöntemi

CRITIC (The Criteria Impatance Through Intercritieria Correlation) yöntemi kriterlerin karar alternatiflerine göre nesnel ağırlıklarının veya önemlilik derecelerini tespit eden bir ÇKKV yöntemidir. Söz konusu bu yöntem 1995 yılında Diakoulaki vd. (1995) tarafından geliştirilmiştir (Dinçer, 2019, s. 42). CRITIC yönteminin en önemli özelliği, kriterlerin ağırlıklarının ölçülmesinde kriterler arasındaki korelasyonların dikkate alınmasıdır. Ayrıca her bir kriterin kendi içindeki standart katsayılarla kriterlerin ağırlık katsayılarının tespit edilmesinde faydalanılmaktadır. Bu kapsamda kriterler arası korelasyon değerleri ile kriterlerin zıtlıkları belirlenebilmekte ve standart sapma ile söz konusu bu zıtlıklar ağırlanmaktadır (Arslan, 2020, s. 120). Bu çerçevede CRITIC yönteminin uygulama aşamaları aşağıda açıklanmıştır (Diakoulaki vd. 1995; Jahan vd. 2012; Ayçin, 2019, s. 76; Dinçer, 2019, s. 42; Arslan, 2020, s. 120-122; Ecer, 2020, s. 87; Öztel vd. 2020, s. 32-33; Ulutaş vd. 2020, s. 9-10; Uludağ vd. 2021, s. 371-373).

A_i : i. karar alternatifi

C_j : j. değerlendirme kriteri

x_{ij} : j. değerlendirme kriterine göre i. alternatifin değeri

$x_{j^{mak}}$: j. kritere göre karar alternatiflerinin maksimum değeri

$x_{j^{min}}$: j. kritere göre karar alternatiflerinin minimum değeri

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

p_{jk} : herhangi bir j kriteri ile k kriteri arasındaki ilişki katsayıları

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

w_j : j. değerlendirme kriterinin ağırlığı ($j= 1,2,\dots,n$)

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

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

2. Adım: Karar Matrisinin Normalizasyonu

Fayda Yönlü Kriterler İçin

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

Maliyet Yönlü Kriterler İçin

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

3. Adım: İlişki Katsayı Matrisinin Sağlanması

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

4. Adım: C_j değerlerinin hesaplanması

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m-1}} \quad (5)$$

$$C_j = \sigma_j \cdot \sum_{k=1}^n (1 - p_{jk}) \quad j=1,2,\dots,n \quad (6)$$

5. Adım: Kriter Ağırlıkların (Önemlilik Derecelerinin) Hesaplanması

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

2.3. GİA Yöntemi

Gri teori ilk olarak 1982 yılında Tayland'da Julong Dang tarafından "Gri Sistemler Kontrol Problemleri (Control Problems of Grey Systems)" isimli araştırması ile ortaya çıkmıştır. Gri teori literatürde gri ilişkisel analiz, gri modelleme, gri tahmin ve gri karar verme gibi alt başlıklar ile farklı alanlarda kullanılmaktadır (Dinçer, 2019, s. 61). GİA çok yönlü ilişkilerin bulunduğu karar verme problemlerin çözümünde tek başına kullanılabildiği gibi hibrit modeller içinde kullanılmaktadır. GİA, çok değişkenli istatistik yöntemler ile yapılan araştırmalarda bazı varsayımlarda oluşabilecek sapmalara ve bozulmalara karşı fırsat sağlamaktadır. Bu fırsatlardan bazıları; az sayıda örneklem büyüklüğüne gereksinim duyulması, belirsiz veriler ile etkin sonuçlar sağlanması, verilerin herhangi bir olasılık dağılımına gereksinim duyulmaması, gri ilişkisel katsayısının ölçülmesi ve diğer istatistiksel yöntemlere kıyasla az sayıda işleme tabi tutulması şeklinde açıklanabilir (Atan vd. 2020, s. 63). Bu kapsamda GİA yönteminin uygulama aşamaları aşağıda açıklanmıştır (Soba vd. 2018, s. 59-62; Başdar, 2019, s. 107-111; Özbek, 2019, s. 154-156; Atan vd. 2020, s. 166-169; Köse vd. 2020, s. 237-238; Özarı vd. 2020, s. 196-198; Uludağ vd. 2021, s. 172-190).

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

İlk olarak faktör serisi eşitlik 8'de belirtildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$x_i = (x_i(1), \dots, x_i(n)), \quad i=1,2,\dots,n \quad (8)$$

Eşitlik 6'da x_i karar alternatiflerini belirtmektedir. Karar alternatiflerinin her bir kritere göre almış olduğu performans değerleri ise $x_i(j)$ olarak gösterilmektedir. Buna ilişkin olarak karar matrisi eşitlik 9 ile oluşturulur.

$$X = \begin{bmatrix} x_1(1) & x_1(2) & x_1(n) \\ x_2(1) & x_2(2) & x_2(n) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_m(1) & x_m(2) & x_m(n) \end{bmatrix} \quad (9)$$

2. Adım: Referans Serisinin ve Karşılaştırma Matrisinin Sağlanması

Faktörleri karşılaştırma için oluşturulan referans serisi Eşitlik 10'da belirtilmiştir.

$$x_0 = (x_0(j)), j=1,2,\dots,n \quad (10)$$

Eşitlik 9'da $x_0(j)$, j. kriterin normalize değerler içindeki en uygun değerini belirtmektedir. Söz konusu referans serisi, karar matrisinde bulunan her bir kriterin en iyi değeri dikkate alınarak oluşturulur. Bu kapsamda referans serisi, Eşitlik 8'de gösterilen karar matrisinde ilk satır olarak eklenerek karşılaştırma matrisine dönüştürülür.

3. Adım: Karar Matrisinin Normalizasyonu

Kriterlerin fayda yönlü (maksimizasyon) olması durumunda Eşitlik 11 kullanılır.

$$x_i^* = \frac{x_i(j) - \min_j x_j(j)}{\max_j x_j(j) - \min_j x_j(j)} \quad (11)$$

Kriterlerin maliyet yönlü (minimizasyon) olması durumunda Eşitlik 12 kullanılır.

$$x_i^* = \frac{\max_j x_j(j) - x_i(j)}{\max_j x_j(j) - \min_j x_j(j)} \quad (12)$$

En uygun durumda, seri değerlerinden ortalama bir değer seçilmesi amaca uygun olur. Bu durumda normalizasyon Eşitlik 13 ile sağlanır.

$$x_i^* = \frac{|x_i(j) - x_{0b}(j)|}{\max_j x_j(j) - x_{0b}(j)} \quad (13)$$

Eşitlik 12'de $x_{0b}(j)$, belirlenen optimum değeri olup j. kriterin hedef değeridir ve $\max_j x_j(j) \geq x_{0b}(j) \geq \min_j x_j(j)$ aralığında yer almaktadır. Söz konusu işlemlerden sonra Eşitlik 9 ile gösterilen karar matrisi Eşitlik 14'de gösterilen normalize karar matrisine dönüştürülür.

$$X_i^* = \begin{bmatrix} x_1^*(1) & x_1^*(2) & x_1^*(n) \\ x_2^*(1) & x_2^*(2) & x_2^*(n) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_m^*(1) & x_m^*(2) & x_m^*(n) \end{bmatrix} \quad (14)$$

4. Adım: Mutlak Değer Tablosunun Oluşturulması

x_0^* ile x_1^* arasındaki mutlak değer farkı $\Delta_{0i}(j)$ Eşitlik 15 ile sağlanır.

$$\Delta_{0i}(j) = |x_0^* - x_1^*(j)|, i=1,2,\dots,m \text{ ve } j=1,2,\dots,n \quad (15)$$

Eşitlik 14 kullanılarak Eşitlik 16 ile gösterilen mutlak değer matrisi oluşturulur.

$$\Delta_{0i}(j) = \begin{bmatrix} \Delta_{01}(1) & \Delta_{01}(2) & \Delta_{01}(n) \\ \Delta_{02}(1) & \Delta_{02}(2) & \Delta_{02}(n) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \Delta_{0m}(1) & \Delta_{0m}(2) & \Delta_{0m}(n) \end{bmatrix} \quad (16)$$

5. Adım: Gri ilişki katsayısı matrisinin oluşturulması

$$\gamma_{0i}(j) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(j) + \zeta \Delta_{\max}} \quad (17)$$

$$\Delta_{\max} = \max_i \max_j \Delta_{0i}(j) \text{ ve } \Delta_{\min} = \min_i \min_j \Delta_{0i}(j) \quad (18)$$

Eşitlik 17'de bulunan ζ parametresi ayırıcı katsayı olarak tanımlanır ve 0 ile 1 değeri arasındadır. ζ parametresi kullanılma nedeni, Δ_{0i} ile Δ_{\max} arasındaki farkın düzenlenmesinin gerekliliğinden kaynaklanmaktadır. Bu kapsamda ζ parametresi Δ_{\max} veri dizisindeki en uç değer olma olasılığını ortadan kaldırmaktadır. Literatürde ζ parametresi genel olarak 0,5 değeri aldığı gözlenmiştir.

6. Adım: Gri İlişki Derecelerinin Tespit Edilmesi

Kriterlerin önem derecelerinin eşit olduğu durumlarda gri ilişki derecesi Eşitlik 19, farklı olduğu durumlarda ise Eşitlik 20 ile ölçülür.

$$\Gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \gamma_{0i}(j), \quad i=1, \dots, m \quad (19)$$

$$\Gamma_{0i} = \sum_{j=1}^n [w_j(j) \gamma_{0i}(j)], \quad i=1, \dots, m \quad (20)$$

Eşitlik 19'da ve Eşitlik 20'de Γ_{0i} gri ilişki derecesini, w_j ise i. kriterin önem derecesini göstermektedir.

3. Bulgular

Bulgulara istinaden ilk olarak CRITIC yöntemi ile GII bileşenlerinin önemlilik dereceleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda CRITIC yönteminin birinci adımında belirtilen eşitlik 1 ile karar matrisi oluşturulmuştur. Yöntemin ikinci adımında ise kriterler (bileşenler) fayda yönlü (maksimizasyon) oldukları eşitlik 2 ile karar matrisi değerlerinin normalizasyon değerleri hesaplanmıştır. Buna göre CRITIC yöntemi kapsamında karar matrisi ve karar matrisinin normalize değerleri Tablo 4'de açıklanmıştır.

Karar Matrisi							
Ülkeler	KEİG1	KEİG2	KEİG3	KEİG4	KEİG5	KEİÇ1	KEİÇ2
Kriter Yönleri	Mak.	Mak.	Mak.	Mak.	Mak.	Mak.	Mak.
Arnavutluk	66	20,3	40,9	46,8	24,1	9,7	19,5
Azerbaycan	65	21,8	36,1	52,2	20,6	10	20,5
Bulgaristan	69,1	31	53,2	42,2	34,3	34,5	33,5
Ermenistan	64,3	20,5	34,4	46,9	24,6	28,5	25,8
Gürcistan	75,1	31,6	37,4	51,8	23,5	19	20,3
Moldova	59,1	27,9	35,4	51,5	22	26,3	27,3
Romanya	68	27,7	51,9	44,9	29,6	34,6	20,3
Rusya	61,5	45,6	42,4	49,7	34	26,4	22,8
Sırbistan	69,4	31,7	48,6	41,6	25,8	30	20,5
Türkiye	55,4	38,4	45	54,7	28,2	23,2	27,7
Ukrayna	55,6	40,5	33,1	42,1	29,5	35,1	29,9
Yunanistan	68	49,9	49,9	46	26,4	27,3	23,8
Karar Matrisinin Normalizasyonu (rij)							
Arnavutluk	0,461929	1	0,61194	0,603053	0,744526	1	1
Azerbaycan	0,51269	0,949324	0,850746	0,19084	1	0,98818898	0,9285714
Bulgaristan	0,304569	0,638514	0	0,954198	0	0,02362205	0
Ermenistan	0,548223	0,993243	0,935323	0,59542	0,708029	0,25984252	0,55
Gürcistan	0	0,618243	0,78607	0,221374	0,788321	0,63385827	0,9428571
Moldova	0,812183	0,743243	0,885572	0,244275	0,89781	0,34645669	0,4428571

Romanya	0,360406	0,75	0,064677	0,748092	0,343066	0,01968504	0,9428571
Rusya	0,690355	0,14527	0,537313	0,381679	0,021898	0,34251969	0,7642857
Sırbistan	0,28934	0,614865	0,228856	1	0,620438	0,2007874	0,9285714
Türkiye	1	0,388514	0,40796	0	0,445255	0,46850394	0,4142857
Ukrayna	0,989848	0,317568	1	0,961832	0,350365	0	0,2571429
Yunanistan	0,360406	0	0,164179	0,664122	0,576642	0,30708661	0,6928571

Tablo 4. Karar ve Normalize Karar Matrisi

CRITIC yönteminin üçüncü adımında eşitlik 4 ile ilişki katsayısı matrisi oluşturulur. Yöntemin devamı olarak dördüncü adımında standart sapma değerleri ise eşitlik 5, C_j değerleri ise eşitlik 6 ile belirlenmiştir. En son aşamada ise bileşenlerin önemlilik dereceleri eşitlik 7 ile ölçülmüştür. Buna ilişkin olarak ilişki katsayısı matrisi, 1-p matrisi, C_j , standart sapma (σ) ve bileşenlerin önemlilik dereceleri (w_j) Tablo 5’de gösterilmiştir.

p Değerleri							
Kriterler	KEİG1	KEİG2	KEİG3	KEİG4	KEİG5	KEİÇ1	KEİÇ2
KEİG1	1	-,217	,383	-0,230875	-,128	-0,1252099	-0,4636491
KEİG2	-,217	1	0,290118	-,063	0,52499	0,40129446	0,2412214
KEİG3	,383	0,290118	1	-,381	,540	,368	,025
KEİG4	-0,230875	-,063	-,381	1	-,416	-,605	-,204
KEİG5	-,128	0,52499	,540	-,416	1	0,639	,472
KEİÇ1	-0,12521	0,401294	,368	-,605	0,639	1	,558
KEİÇ2	-0,463649	0,241221	,025	-,204	,472	,558	1
1-p Değerleri							
Kriterler	KEİG1	KEİG2	KEİG3	KEİG4	KEİG5	KEİÇ1	KEİÇ2
KEİG1	,000	1,217	,617	1,231	1,128	1,125	1,464
KEİG2	1,217	,000	,710	1,063	,475	,599	,759
KEİG3	,617	,710	,000	1,381	,460	,632	,975
KEİG4	1,231	1,063	1,381	,000	1,416	1,605	1,204
KEİG5	1,128	,475	,460	1,416	,000	,361	,528
KEİÇ1	1,125	,599	,632	1,605	,361	,000	,442
KEİÇ2	1,464	,759	,975	1,204	,528	,442	,000
Standart Sapmalar (σ)	0,300008	9,665351	7,228411	4,422737	4,377179	8,67167105	4,5249058
C_j	2,03456	46,60662	34,5213	34,93778	19,11868	41,3116816	24,305676
w_j	0,01003	0,22978	0,17019	0,17224	0,09426	0,20367	0,11982
Sıralama	7	1	4	3	6	2	5

Tablo 5. İlişki Matrisi (p), 1-p, Standart Sapmalar, C_j ve Önemlilik Dereceleri

Tablo 5’e göre bileşenlerin önemlilik dereceleri KEİG2 ($w_{KEİG2}=0,22978$), KEİG1 ($w_{KEİG1}=0,01003$), KEİG4 ($w_{KEİG4}=0,17224$), KEİG3 ($w_{KEİG3}=0,17019$), KEİÇ2 ($w_{KEİÇ2}=0,11982$), KEİG5 ($w_{KEİG5}=0,09426$) ve KEİG1 ($w_{KEİG1}=0,01003$) olarak sıralanmıştır. Tablo 5 incelendiğinde, KEİG2 bileşeninin önemlilik derecesinin fazla olması kapsamında KEİG2 bileşeninin diğer bileşenler arasında belirgin farklılıkları bulunmaktadır. Yine Tablo 5’e göre, KEİG3 ve KEİG4 bileşenlerinin önemlilik dereceleri arasında belirgin farklılıklara rastlanılmamıştır. Fakat Tablo 5 değerlendirildiğinde, KEİG1 bileşeninin önemlilik derecesinin az olması kapsamında diğer bileşenler arasında belirgin farklılıklar mevcuttur.

GİA yönteminde ilk adım da eşitlik 8 ve eşitlik 9’dan faydalanılarak karar matrisi oluşturulur. Söz konusu karar matrisi öncesinde Tablo 4’de gösterilmiştir. İkinci adımda Tablo 3’de belirtilen karar matrisindeki bileşen değerleri üzerinden maksimum ve minimum değerler tespit edilerek bileşenlerin yönlerine göre eşitlik 10 ile referans serisi ve karşılaştırma matrisi oluşturulur. Bu kapsamda tespit edilen referans serisi ve karşılaştırma matrisi değerleri Tablo 6’da gösterilmiştir.

Bileşenler	KEİG1	KEİG2	KEİG3	KEİG4	KEİG5	KEİÇ1	KEİÇ2
Yön	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks
Min	55,4	20,3	33,1	41,6	20,6	9,7	19,5
Mak	75,1	49,9	53,2	54,7	34,3	35,1	33,5
Referans Serisi	75,1	49,9	53,2	54,7	34,3	35,1	33,5

Tablo 6. Bileşenlerin Referans Serisi ve Karşılaştırma Matrisi

Üçüncü adımda bileşenlerin karar alternatiflerine (ülkelere) göre eşitlik 11 ve eşitlik 14 ile normalize değerler tespit edilmiştir. Tespit edilen normalize değerler Tablo 7'de belirtilmiştir.

Bileşenler	KEİG1	KEİG2	KEİG3	KEİG4	KEİG5	KEİÇ1	KEİÇ2
Yön	mak	mak	mak	mak	mak	mak	mak
Referans Serisi	1	0,8547	1	1	1	1	1
Arnavutluk	0,5381	0	0,3881	0,3969	0,2555	0	0
Azerbaycan	0,4873	0,0507	0,1493	0,8092	0	0,0118	0,0714
Bulgaristan	0,6954	0,3615	1	0,0458	1	0,9764	1
Ermenistan	0,4518	0,0068	0,0647	0,4046	0,292	0,7402	0,45
Gürcistan	1	0,3818	0,2139	0,7786	0,2117	0,3661	0,0571
Moldova	0,1878	0,2568	0,1144	0,7557	0,1022	0,6535	0,5571
Romanya	0,6396	0,25	0,9353	0,2519	0,6569	0,9803	0,0571
Rusya	0,3096	0,8547	0,4627	0,6183	0,9781	0,6575	0,2357
Sırbistan	0,7107	0,3851	0,7711	0	0,3796	0,7992	0,0714
Türkiye	0	0,6115	0,592	1	0,5547	0,5315	0,5857
Ukrayna	0,0102	0,6824	0	0,0382	0,6496	1	0,7429
Yunanistan	0,6396	1	0,8358	0,3359	0,4234	0,6929	0,3071

Tablo 7. GİA Kapsamında Normalize Değerler

Dördüncü adımda ise eşitlik 15 ve eşitlik 16 ile mutlak değer matrisi oluşturulmuştur. Buna göre söz konusu mutlak değer matrisi değerleri Tablo 8'de sunulmuştur.

Bileşenler	KEİG1	KEİG2	KEİG3	KEİG4	KEİG5	KEİÇ1	KEİÇ2
Yön	mak	mak	mak	mak	mak	mak	mak
Arnavutluk	0,4619	0,8547	0,6119	0,6031	0,7445	1	1
Azerbaycan	0,5127	0,8041	0,8507	0,1908	1	0,9882	0,9286
Bulgaristan	0,3046	0,4932	0	0,9542	0	0,0236	0
Ermenistan	0,5482	0,848	0,9353	0,5954	0,708	0,2598	0,55
Gürcistan	0	0,473	0,7861	0,2214	0,7883	0,6339	0,9429
Moldova	0,8122	0,598	0,8856	0,2443	0,8978	0,3465	0,4429
Romanya	0,3604	0,6047	0,0647	0,7481	0,3431	0,0197	0,9429
Rusya	0,6904	0	0,5373	0,3817	0,0219	0,3425	0,7643
Sırbistan	0,2893	0,4696	0,2289	1	0,6204	0,2008	0,9286
Türkiye	1	0,2432	0,408	0	0,4453	0,4685	0,4143
Ukrayna	0,9898	0,1723	1	0,9618	0,3504	0	0,2571
Yunanistan	0,3604	0,1453	0,1642	0,6641	0,5766	0,3071	0,6929

Tablo 8. Mutlak Değer Matris Değerleri

Beşinci adımda gri ilişkisel katsayı matris değerlerinin eşitlik 17 ve eşitlik 18 ile hesaplanması gerekmektedir. Fakat bunun öncesinde ilk olarak Tablo 8'de belirtilen mutlak değerler tablosundan bulunan değerleri minimum ve maksimum değerleri ile ayırıcı katsayısı değeri (ζ) belirlenir. Tespit edilen değerler Tablo 9'da gösterilmiştir.

Kriterler	Değerler
Maksimum	1
Minimum	0
Ayırıcı Katsayı (ζ)	0,5

Tablo 9. Mutlak Değer Maksimum, Minimum Değerleri ile ζ Değeri

Tablo 9'a göre, ayırıcı katsayı (ζ) değeri 0,5 olarak hesaplanmıştır. Beşinci adım kapsamında eşitlik 17 ve eşitlik 18 ile ölçülen gri ilişki katsayı matrisi Tablo 10'da belirtilmiştir.

Yön	mak	mak	mak	mak	mak	mak	mak
Bileşenler	KEİG1	KEİG2	KEİG3	KEİG4	KEİG5	KEİÇ1	KEİÇ2
W	0,01	0,2298	0,17	0,172	0,094	0,2037	0,12
Arnavutluk	0,52	0,3691	0,45	0,453	0,402	0,3333	0,333
Azerbaycan	0,494	0,3834	0,37	0,724	0,333	0,336	0,35
Bulgaristan	0,621	0,5034	1	0,344	1	0,9549	1
Ermenistan	0,477	0,3709	0,348	0,456	0,414	0,658	0,476
Gürcistan	1	0,5139	0,389	0,693	0,388	0,441	0,347
Moldova	0,381	0,4554	0,361	0,672	0,358	0,5907	0,53
Romanya	0,581	0,4526	0,885	0,401	0,593	0,9621	0,347
Rusya	0,42	1	0,482	0,567	0,958	0,5935	0,395
Sırbistan	0,633	0,5157	0,686	0,333	0,446	0,7135	0,35
Türkiye	0,333	0,6727	0,551	1	0,529	0,5163	0,547
Ukrayna	0,336	0,7437	0,333	0,342	0,588	1	0,66
Yunanistan	0,581	0,7749	0,753	0,43	0,464	0,6195	0,419

Tablo 10. Gri İlişki Katsayı Matrisi

GİA yönteminin son adımında ülkelerin gri ilişki dereceleri (Γ) eşitlik 20 ile ölçülür. Gri ilişki dereceleri, ülkelerin inovasyon performanslarını belirtmektedir. Dolayısıyla ülkelerin Γ veya inovasyon performans değerleri Tablo 11'de gösterilmiştir.

Yön	mak	mak	mak	mak	mak	mak	mak	Γ	Sıralama
Bileşenler	KEİG1	KEİG2	KEİG3	KEİG4	KEİG5	KEİÇ1	KEİÇ2		
Arnavutluk	0,0052	0,0848	0,0765	0,0781	0,0379	0,0679	0,0399	0,3903	12
Azerbaycan	0,005	0,0881	0,063	0,1247	0,0314	0,0684	0,0419	0,4225	11
Bulgaristan	0,0062	0,1157	0,1702	0,0592	0,0943	0,1945	0,1198	0,7599	1
Ermenistan	0,0048	0,0852	0,0593	0,0786	0,039	0,134	0,0571	0,4580	10
Gürcistan	0,01	0,1181	0,0662	0,1194	0,0366	0,0898	0,0415	0,4816	9
Moldova	0,0038	0,1046	0,0614	0,1157	0,0337	0,1203	0,0635	0,5032	8
Romanya	0,0058	0,104	0,1507	0,069	0,0559	0,196	0,0415	0,6229	5
Rusya	0,0042	0,2298	0,082	0,0977	0,0903	0,1209	0,0474	0,6723	2
Sırbistan	0,0064	0,1185	0,1168	0,0574	0,0421	0,1453	0,0419	0,5283	7
Türkiye	0,0033	0,1546	0,0937	0,1722	0,0499	0,1051	0,0655	0,6444	3
Ukrayna	0,0034	0,1709	0,0567	0,0589	0,0554	0,2037	0,0791	0,6281	4
Yunanistan	0,0058	0,178	0,1281	0,074	0,0438	0,1262	0,0502	0,6062	6
Ortalama								0,5598	

Tablo 11. Ülkelerin İnovasyon Performans Değerleri

Tablo 11 incelendiğinde, GİA yöntemine göre ülkelerin inovasyon performans değerleri Bulgaristan ($\Gamma_{\text{Bulgaristan}}=0,7599$), Rusya ($\Gamma_{\text{Rusya}}=0,6723$), Türkiye ($\Gamma_{\text{Rusya}}=0,6444$), Ukrayna ($\Gamma_{\text{Ukrayna}}=0,6281$), Romanya ($\Gamma_{\text{Romanya}}=0,6229$), Yunanistan ($\Gamma_{\text{Yunanistan}}=0,6062$), Sırbistan ($\Gamma_{\text{Sırbistan}}=0,5283$), Moldova ($\Gamma_{\text{Moldova}}=0,5032$), Gürcistan ($\Gamma_{\text{Gürcistan}}=0,4816$), Ermenistan ($\Gamma_{\text{Ermenistan}}=0,4580$), Azerbaycan ($\Gamma_{\text{Azerbaycan}}=0,4225$) ve Arnavutluk ($\Gamma_{\text{Arnavutluk}}=0,3903$) olarak sıralanmıştır. Bu kapsamda ortalamanın üstünde inovasyon performansı sergileyen ülkeler Bulgaristan, Rusya, Türkiye, Ukrayna, Romanya ve Yunanistan ülkeleri olmuştur.

Yöntemler		1	2	3	4	5	6
GII	Değer	32,47143	32,31429	42,54286	35	36,95714	35,64285714
	Sıralama	11	12	1	10	8	9
GİA	Değer	0,390327	0,422504	0,759887	0,458018	0,481584	0,503157084
	Sıralama	12	11	1	10	9	8
ARAS	Değer	0,557013	0,56153	0,864007	0,675342	0,676109	0,714573144
	Sıralama	12	11	1	10	9	8
BTA	Değer	26,9323	27,23117	38,41307	30,50323	31,81903	32,60052641
	Sıralama	12	11	2	10	9	8
COPRAS	Değer	0,062268	0,062758	0,096702	0,075521	0,075806	0,079957823
	Sıralama	12	11	2	10	9	8
EDAS	Değer	0,021142	0,044953	0,94661	0,34677	0,341741	0,450761941
	Sıralama	12	11	1	9	10	8
MAUT	Değer	-0,40505	-0,394602	-0,310357	-0,395462	-0,363386	-0,371594235
	Sıralama	12	10	3	11	8	9
ROV	Değer	0,081947	0,096137	0,340531	0,159485	0,184822	0,210013428
	Sıralama	12	11	1	10	9	8
TOPSIS	Değer	0,181336	0,213767	0,465174	0,110618	0,391357	0,294544523
	Sıralama	11	10	5	12	8	9
WASPAS	Değer	0,5492	0,554311	0,861338	0,674041	0,679655	0,716778838
	Sıralama	12	11	1	10	9	8
1: Arnavutluk, 2: Azerbaycan, 3: Bulgaristan, 4: Ermenistan, 5: Gürcistan, 6: Moldova							
Yöntemler		7	8	9	10	11	12
GII	Değer	39,57143	40,34286	38,22857	38,94286	37,97143	41,61428571
	Sıralama	4	3	6	5	7	2
GİA	Değer	0,622909	0,672265	0,52833	0,644424	0,628123	0,606155337
	Sıralama	5	2	7	3	4	6
ARAS	Değer	0,787551	0,836871	0,781231	0,813706	0,804936	0,769588534
	Sıralama	5	2	6	3	4	7
BTA	Değer	35,88321	38,18513	34,41521	37,16203	36,2608	39,46427899
	Sıralama	6	3	7	4	5	1
COPRAS	Değer	0,088382	0,094027	0,084571	0,090229	0,09293	0,096849859
	Sıralama	6	3	7	5	4	1
EDAS	Değer	0,707324	0,846257	0,575667	0,733735	0,849395	0,93746116
	Sıralama	6	4	7	5	3	2
MAUT	Değer	-0,330172	-0,308884	-0,355025	-0,312038	-0,3559	-0,278888084
	Sıralama	5	2	6	4	7	1
ROV	Değer	0,267432	0,319549	0,216988	0,322118	0,2587	0,327064566
	Sıralama	5	4	7	3	6	2
TOPSIS	Değer	0,405602	0,732232	0,435806	0,63216	0,502546	0,822398244
	Sıralama	7	2	6	3	4	1
WASPAS	Değer	0,788145	0,835717	0,755896	0,80814	0,819468	0,856393181
	Sıralama	6	3	7	5	4	2
7: Romanya, 8: Rusya, 9: Sırbistan, 10: Türkiye, 11: Ukrayna, 12: Yunanistan							

Tablo 12. Yöntemlere Göre Hesaplanan Ülkelerin İnovasyon Performansları ve Performans Sıralamaları

Tablo 12'de yöntemlere göre ülkelerin inovasyon performans değerleri, performans değerleri sıralaması ve ülkelerin yöntemlere normalize değerler açıklanmıştır. Tablo 12 incelendiğinde GII ve GİA yöntemlerinin birbirleri ve diğer yöntemlere göre ülkelerin inovasyon performans sıralamalarının birbirleriyle farklı olduğu gözlenmiştir.

Yöntemler	GII	GİA	ARAS	BTA	COPRAS	EDAS	MAUT	ROV	TOPSIS	WASPAS
GII	1									
GİA	,920**	1								
ARAS	,919**	,940**	1							
BTA	,966**	,923**	,945**	1						
COPRAS	,953**	,928**	,962**	,991**	1					
EDAS	,951**	,936**	,954**	,988**	,998**	1				
MAUT	,933**	,850**	,812**	,942**	,893**	,892**	1			
ROV	,957**	,947**	,944**	,987**	,973**	,968**	,944**	1		
TOPSIS	,805**	,722**	,717**	,872**	,816**	,814**	,926**	,846**	1	
WASPAS	,955**	,927**	,968**	,991**	,999**	,995**	,891**	,976**	,809**	1

**p<.01, *p<.05

Tablo 13. Yöntemler Arası Pearson İlişki Değerleri

Tablo 13’de yöntemlere göre ülkelerin inovasyon performans değerleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde GII TOPSIS hariç tüm yöntemler ile anlamlı, pozitif yönde ve çok yüksek seviyede ilişkileri olduğu tespit edilmiştir. Tablo 13 değerlendirildiğinde, GII CRITIC tabanlı TOPSIS yöntemi ile anlamlı, pozitif yönde ve orta düzeyde ilişkisi olduğu gözlenmiştir. Tüm bu değerlere istinaden, GII’nın Tablo 13’de belirtilen CRITIC tabanlı ÇKKV yöntemlerine göre genel anlamda açıklanabileceğini göstermektedir. Bunun yanında CRITIC tabanlı TOPSIS yönteminin diğer yöntemler ile olan ilişki değerleri diğer yöntemlerin birbirleri ile olan ilişkilerine kıyasla az seviyededir. Bu durum TOPSIS yönteminin diğer yöntemler içinde en farklı olan ÇKKV tekniği olduğunu göstermektedir.

Tartışma ve Sonuç

Ülkeler inovasyon performanslarının farkında olmalarıyla mevcut veya sonraki dönemler için inovasyon performanslarını artırmaları için çeşitli stratejiler, planlar, yöntemler ve faaliyetler gerçekleştirebilmektedirler. Ayrıca ülkeler birbirlerinin inovasyon performanslarını takip ederek inovasyon performanslarını artırmaları için gerekli girişimlerde bulunabilmektedirler. Bu kapsamda ülkelerin inovasyon performanslarının çok yönlü olarak ölçülmesi büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda araştırmada ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümü konusunda birçok ülkeye sınırı olan ve dünyanın hemen hemen merkezinde yer alan ve dünya ticaretini ve ekonomisine yön verebilen Karadeniz havzasına yakın olan Karadeniz Ekonomik İşbirliği Örgütü grubu ülkelerinin akademik araştırmalarda sıklıkla kullanılan 2020 yılı için GII bileşenlerine ait değerler üzerinden CRITIC tabanlı GİA yöntemi ile ölçülmüştür.

Bulgulara göre, ülkelere istinaden CRITIC yöntemi kapsamında önemlilik derecesi en fazla olan GII bileşeninin KEİG2, en az olan ise KEİG1 olduğu tespit edilmiştir. Bu durum KEİG2 açısından ülkelerin KEİG2 kapsamında yapılan faaliyetlerin diğer bileşenleri sağlamalarının, diğer bileşenlerinin birbirlerini sağlamasına göre yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Başka bir bulguya göre, ülkelerin CRITIC tabanlı GİA yöntemine göre inovasyon performansları Bulgaristan, Rusya, Türkiye, Ukrayna, Romanya, Yunanistan, Sırbistan, Moldova, Gürcistan, Ermenistan, Azerbaycan ve Arnavutluk olarak sıralanmıştır. CRITIC tabanlı GİA yöntemine göre ülkelerin ortalama inovasyon performans değerini aşan ülkelerin Bulgaristan, Rusya, Türkiye, Ukrayna, Romanya ve Yunanistan, ülkelerinin olduğu belirlenmiştir. Buna karşın söz konusu ortalamanın aşağısında kalan ülkelerin ise Sırbistan, Moldova, Gürcistan, Ermenistan, Azerbaycan ve Arnavutluk olduğu gözlenmiştir.

Yöntem kapsamında CRITIC tabanlı GII, GİA ve bazı ÇKKV yöntemleri arasında sıralama açısından karşılaştırılmıştır. Bulgulara göre, GII’nın CRITIC tabanlı GİA’nın tüm yöntemler ile sıralamalarının birbirlerinde farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bulgulara göre, GII’nın CRITIC tabanlı TOPSIS yöntemi ile anlamlı, pozitif yönlü ve yüksek, diğer

ÇKKV yöntemleri olan CRITIC tabanlı ARAS, BTA, COPRAS, EDAS, MAUT, ROV ve WASPAS ile ise yine anlamlı, pozitif yönlü ve çok yüksek seviyede ilişki olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla bu bulgulardan GII'nın ve CRITIC tabanlı GİA'nın diğer yöntemler ile uyumlu olduğu ve söz konusu yöntemler ile açıklanabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca TOPSIS yönteminin diğer yöntemler ile olan ilişki değerleri, diğer yöntemlerin birbirleri olan ilişki değerlerinden düşük seviyede olduğu gözlenmiştir. Bu sonuca göre, CRITIC tabanlı TOPSIS yönteminin diğer yöntemler içinde en farklı özelliğe sahip ÇKKV tekniği olduğu değerlendirilmiştir.

Literatür incelendiğinde, KEİ grubu ülkelerin inovasyon performanslarını herhangi bir ÇKKV yöntemi ile ölçen bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Fakat Genç vd. (2017) araştırması ile bu araştırmanın konu açısından ilişkili olduğu değerlendirilmiştir. Çünkü Genç vd., (2017)'nin çalışmasında 2010-2016 yılları arasında KEİ grubu ülkelerin makro ekonomik göstergelerine göre ekonomik etkinlik performanslarını ÇKKV (TOPSIS, ARAS, MOORA) yöntemleri ile ölçmüştür. Bu çalışmada ise KEİ grubu ülkelerin ekonomi ile doğrudan ilişkili bulunan inovasyon performansları ÇKKV yöntemleri ile hesaplanmıştır. Bu kapsamda Genç vd. (2017)'nin çalışmasında en fazla ekonomik etkinlik performansı sağlayan ülkelerin Rusya, Azerbaycan ve Romanya olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise en fazla inovasyon performansı sergileyen ilk üç ülkenin CRITIC tabanlı GİA yöntemine göre Bulgaristan, Rusya ve Türkiye olduğu belirlenmiştir. Yöntem açısından ise bu araştırma Kuo vd. (2008) araştırmasına karar alternatiflerinin performanslarının GİA yönteminin TOPSIS ve BTA kıyaslamasına istinaden benzerlik göstermektedir. Kuo vd. (2008) araştırmasında GİA yöntemi ile tespit edilen karar alternatiflerinin performans sıralamasının TOPSIS yöntemine göre BTA ile daha çok tutarlı olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada da CRITIC tabanlı GİA yöntemi kapsamında ülkelerin inovasyon performans değerleri CRITIC tabanlı TOPSIS yöntemine kıyasla CRITIC tabanlı BTA ile daha tutarlı oldukları tespit edilmiştir.

Araştırmanın sınırlılığı çerçevesinde çalışmada sadece KEİ grubu ülkelerin inovasyon verileri ile işlem sağlanmıştır. Gelecek çalışmalarda sadece KEİ grubu ülkeler değil, Karadeniz havzasına yakın olan ve KEİ ile ekonomik ve ticari işbirliği sağlayan ülkelerde araştırmaya dâhil edilebilir. Öneriler kapsamında ise öncelikli olarak CRITIC tabanlı GİA yöntemi kapsamında inovasyon ortalama değerinin altında performans sergileyen Sırbistan, Moldova, Gürcistan, Ermenistan, Azerbaycan ve Arnavutluk ülkelerinin önemlilik derecesi fazla olan KEİG2 bileşenine daha fazla önem vererek diğer bileşenleri ilgilendiren, oluşturan, ilişkisi olan ve sağlayan faaliyetler gerçekleştirerek inovasyon performanslarını artırabilirler. Böylelikle ülkeler, GII ortalama değerini aşan ülkeler seviyesine gelerek söz konusu ülkeler ile daha iyi ve sağlıklı olarak inovasyon konusunda uyum oluşturabilirler. Bu durum ise ülkelerin ekonomik anlamda birbirlerinin tamamlamalarının daha iyi olmasını ve inovasyonun ekonomik iyileşme üzerinde onarıcı etkisinin daha anlamlı olmasını sağlayabilir. Gelecek çalışmalarda ülkelerin inovasyon performansları sadece GII bileşen bazında değil, değişkenler ve alt değişkenler bazında da incelenebilir. Bunun yanında kriterlerin önemlilik derecelerini açıklayan daha çok ÇKKV yöntemi uygulanarak karar alternatiflerinin performansı çok boyutlu olarak değerlendirilebilir. Bunların dışında ülkelerin inovasyon performanslarını GII haricinde diğer ölççekler veya endeksler ile ölçülerek ülkelerin inovasyon performans değerleri söz konusu ölççekler veya endekslere göre karşılaştırılabilir. Ayrıca ülkelerin GII alt değişken, değişken ve bileşen sayısı artırılabilir ya da her ülkeye özgür GII alt değişkenler, değişkenler ve bileşenler oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

- ABDEL-BASSET, M. - R. MOHAMED (2020). "A Novel Plithogenic TOPSIS-CRITIC Model for Sustainable Supply Chain Risk Management". *Journal of Cleaner Production*. 247: 1-10.
- AKBULUT, O. Y. (2019). "CRITIC VE EDAS Yöntemleri ile İş Bankası'nın 2009-2018 Yılları Arasındaki Performansının Analizi". *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*. IV/2: 249-263.
- ALTINTAŞ, F. F. (2020). "İnovasyonun Ekonomik Büyümeyi Etkilemesine Yönelik Bir Yapısal Eşitlik Modeli Uygulaması: G20 Grubu Ülkeleri". *BMIJ*. VIII/4: 723-763.
- ARAS, G. vd. (2014). *Firmaların Ar-ge ve İnovasyon Performansının Stratejik Analizi*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Özkaracan Matbaacılık.
- ARSLAN, R. (2020). "Critic Yöntemi". *Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Kriter Ağırlıklandırma Yöntemleri*. (ed. Hüdaverdi Bircan). Ankara: Nobel Yayıncılık: 120-122.
- ATAN, M. - Ş. ALTAN (2020). *Örnek Uygulamalarla Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Ankara: Gazi Kitapevi.
- AY TÜRKMEN, M. - Y. AYNAOĞLU (2017). "Küresel Rekabet Endeksi Göstergelerin Küresel İnovasyon Üzerine Etkisi". *Business & Management Studies: An International Journal*. V/4: 257-282.
- AYÇİN, E. (2019). *Çok Kriterli Karar Verme*. Ankara: Nobel Yayın.
- AYDIN, Y. (2019). "Türkiye'de Hayat/Emeklilik Sigorta Sektörünün Finansal Performans Analizi". *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. IV/1: 107-118.
- BAŞDAR, C. (2019). *Finansal Performans ve Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri*. Bursa: Ekin Yayınevi.
- BELKE, M. (2020). CRITIC ve MAIRCA Yöntemleriyle G7 Ülkelerinin Makroekonomik Performansının Değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. Prof. Dr. Sabri ORMAN Özel Sayısı: 120-139.
- BİRCAN, H. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Kriter Ağırlıklandırma Yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- CORNELL UNIVERSITY, INSEAD - WIPO. (2020). *The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation?*. Geneva: World Intellectual Property Organization (WIPO).
- CRESPO, N. F. - C. F. CRESPO (2016). "Global Innovation Index: Moving Beyond The Absolute Value of Ranking with A Fuzzy-Set Analysis". *Journal of Business Research*. 69: 5265-5271.
- ÇEMREK, F. vd. (2017). "Karadeniz Ekonomik İşbirliği Ülkelerinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin İncelenmesi". *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*. IV/2: 41-54.
- DAUGHERTY, P. J. vd. (2011). "Organizational Structure and Logistics Service Innovation". *The International Journal of Logistics Management*. XXII/1: 26-51.
- DEMİR, G. vd. (2020). "Bireysel Emeklilik Sistemindeki Şirketlerin Performanslarının Gri İlişkisel Analizle Ölçülmesi ve Bir Uygulama". *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. XVIII/2: 155-170.

- DIAKOULAKI, D. vd. (1995). "Determining Objective Weights in Multiple Criteria Promlems: The Critic Method". *Computers & Operations Research*. XXII/7: 763-770.
- DİNÇER, S. E. (2019). *Çok Kriterli Karar Alma*. Ankara: Gece Akademi.
- DRUCKER, P. F. (1998). *The Discipline of Innovation*. Massachusetts: Harvard Business Review.
- ECER, F. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- ELÇİ, Ş. - İ. KARATAYLI (2008). *İnovasyon Rehberi: Kârlılık ve Rekabetin Elkitabı*.
- ERDAL, H. - S. KORUCUK (2018). "Lojistik Sektöründe İnovasyon Önceliklerinin Belirlenmesi: Karşılaştırmalı Bir Analiz". *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. XXVI: 1-24.
- ERKAN, B. - Ş. BATBAYLI (2017). "Karadeniz Ekonomik İşbirliği Örgütü (KEİ) Üyesi Ülkelerin Küresel Pazarlardaki Karşılaştırmalı Üstünlükleri". *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*. V/Özel Sayı: 31-49.
- ERSOY, N. (2020). "Finansal Performansın Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi: Borsa İstanbul Ulaştırma Endeksi'ndeki Şirketler Üzerine Bir Araştırma". *Muhasebe ve Finansman Dergisi*. 86: 223-246.
- GENÇ, A. vd. (2017). "Karadeniz Ekonomik İşbirliği Üye Ülkelerine İlişkin Etkinlik Analizi: TOPSIS, ARAS ve MOORA Yöntemleriyle Bir Uygulama". *Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies*. IV/2:15-40.
- GIUNCHIGLIA, F. (2013). *Innovatione Sociale La Fuora Frontiora*. Department Information Engineering and Computer Science. DISI - Via Sommarive 5 - 38123 Povo. Trento: University of Trento.
- GÜLÇİÇEK TOLUN, B. - A. TÜMTÜRK (2020). "AHP ile Bütünleşik Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Makine Seçimi: Tarım Makinaları Üretim İşletmesinde Bir Uygulama". *Manisa Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F.* XXVII/1: 21-34.
- HANCIOĞLU, Y. (2016). "Küresel İnovasyon Endeksini Oluşturan İnovasyon Girdi ve Çıktı Göstergeleri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon ile İncelenmesi: OECD Örneği". *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. XVI/4: 131-157.
- HERMAN, E. (2018). "Innovation and Entrepreneurship for Competitiveness in the EU: An Empirical Analysis". *Proceedings of the International Conference on Business Excellence - Sciendo*. XI/1: 425-435.
- IGHRAVWE, D. E., - M. O. BABATUNDE (2018). "Selection of A Mini-Grid Business Model for Developing Countries Using CRITIC-TOPSIS with Interval Type-2 Fuzzy Sets". *Decision Science Letters*. 7: 427-442.
- IŞIK, Ö. (2019). "Türkiye'de Hayat Dışı Sigorta Sektörünün Finansal Performansının CRITIC Tabanlı TOPSIS ve MULTIMOORA Yöntemiyle Değerlendirilmesi". *BMIJ*. VII/1: 542-562.
- JAHAN, M. A. vd. (2012). "A Framework for Weighting of Criteria in Ranking Stage of Material Selection Process". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. LVIII/1: 411-420.
- KHEDHAOURIA, A. - T. ROY (2017). "Configurational Conditions of National Innovation Capability: A fuzzy Set Analysis Approach". *Technological Forecasting and Social Change*. CXX: 48-58.

- KIJEK, A. - T. KIJEK (2010). "The Analysis of Innovation Input-Output Relationships". *Comparative Economic*. XIII/1: 93-106.
- KILIÇ, F. (2018). *Açık İnovasyon Kavramı ve Etkileri Üzerine Bir Uygulama*. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
- KİRACI, K. - M. BAKIR (2018). "Critic Temelli Edas Yöntemi ile Havayolu İşletmelerinde Performans Ölçümü Uygulaması". *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 35: 157-174.
- KOÇ, S. - M. EMİKÖNEL (2019). "GDP VE CO2 Emisyonu Arasındaki Nedensellik İlişkisi". *European Congress on Economic Issues*. Bakü: 21-31.
- KOFLER, I. vd. (2018). *Rafforzare le Reti d'innovazione Regionali: Prospettive per un Alto Adige Competitivo*. Bozen: Eurac Research.
- KORUCUK, S. (2018). "Soğuk Zincir Taşımacılığı Yapan İşletmelerde 3PL Firma Seçimi: İstanbul Örneği". *İğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. XVI: 341-366.
- KORUCUK, S. (2021). "Ordu ve Giresun İllerinde Kentsel Lojistik Performans Unsurlarına Yönelik Karşılaştırmalı Bir Analiz". *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. XIII/26: 141-155.
- KÖSE, E. - G. CANBULUT (2020). "Gri İlişkisel Analiz ile Toplu Taşıma Aracı Seçimi". *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri MS Excel Çözümlü Uygulamalar* (ed. Mehmet Kabak-Yetkin Çınar). Ankara: Nobel Yayıncılık: 237-239.
- KUO, Y. vd. (2008). "The Use of Grey Relational Analysis in Solving Multiple Attribute Decision-Making Problems". *Computers & Industrial Engineering*. 55: 80-93.
- Lİ, J. vd. (2019). "Properties and Components of Recycled Engine Oil Bottom Rejuvenated Asphalt and Its Grey Relationship Analysis". *Hindawi Advances in Materials Science and Engineering*. 1-11.
- MURAT, D. (2020). "The Measurement of Innovation Performance in OECD Countries". *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*. XVIII/4: 209-226.
- NGUYEN, D. vd. (2021). "Applying Fuzzy Grey Relationship Analysis and Taguchi Method in Polishing Surfaces of Magnetic Materials by Using Magnetorheological Fluid". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. CXII: 1675-1689.
- OECD - EUROSTAT (2005). *Oslo Klavuzu: Yenilik Verilerinin Toplanması ve Yorumlanması İçin İlkeler*. Ankara: TÜBİTAK.
- ÖZARI, Ç. - Ö. EREN (2019). *Sosyal Bilimlerde Uygulamalı İstatistik ve Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi Yayınları.
- ÖZBEK, A. (2019). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü Kavram-Teori-Uygulama*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- ÖZDEMİR, A. İ. (2009). "Hizmet Sektörü Etkinliğinin Makro Düzeyde İncelenmesi: Karadeniz Ekonomik İşbirliği Teşkilatı Üyesi Ülkelerin Sağlık Sektörü Üzerine Bir Analiz". *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. XXXIII: 189-205.
- ÖZKAN, T. (2020). "TOPSIS ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri ile BIST Çimento Sektörü Şirketlerinin Finansal Etkinliklerinin Değerlendirilmesi". *Oltu Beşeri ve Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi*. I/1: 69-85.

- ÖZTEL, A. - İ. ALP (2020). *Çok Kriterli Karar Verme Seçiminde Yeni Bir Yaklaşım*. İstanbul: Kriter Yayıncılık.
- PORTER, M. - C. VAN DER LINDE (1995). "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship". *Journal of Economic Perspectives*. VIII/4: 97-118.
- ROSTAMZADEH, R. vd. (2018). "Evaluation of Sustainable Supply Chain Risk Management Using An Integrated Fuzzy TOPSIS- CRITIC Approach". *Journal of Cleaner Production*. 175: 651-669.
- RUIJING, C. vd. (2020). "Data-Driven Approach with Artificial Neural Network for Global Innovation Index Re-evaluation". *6th International Conference on Big Data and Information Analytics (BigDIA)*. Schenzhen: 83-93.
- SCHUMPETER, J. (1934). "The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle". *Harvard Economic Studies*. 46.
- SHUKLA, S. (2017). "Innovation and Economic Growth: A Case of India". *Humanities & Social Science Review*. V/2: 64-70.
- SLEBI-ACEVEDO, C. J. vd. (2020). "Multiple-Response Optimization of Open Graded Friction Course Reinforced with fibers through CRITIC-WASPAS Based on Taguchi Methodology". *Construction and Building Materials*. 233: 1-14.
- SOBA, M. - E. ERDİN KARADUMAN (2018). *Hastane Personeli Seçimin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Karşılaştırmalı Analizi*. İstanbul: Kriter Yayıncılık.
- SÖYLEMEZ, Y. (2020). "Finansal Performans Değerlendirmesinde TOPSIS ve GRİ İlişkisel Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması". *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*. 18: 61-79.
- ŞAHİN, M. (2011). "Karadeniz Ekonomik İşbirliği ve Şanghai İşbirliği Ekonomik Entegrasyon Bağlamında Karşılaştırılması". *TÜBAV Bilim*. IV/2: 143-150.
- TAŞ, S. (2017). "İnovasyon, Eğitim ve Küresel İnovasyon Endeksi". *Bilge Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*. I/1: 99-123.
- TOKTAŞ, Y. - Y. B. KESKİN (2017). "Reel Efektif Döviz kuru ile Türkiye'nin Karadeniz Ekonomik İşbirliği Örgütüne Yaptığı İthalat ve İhracat Arasındaki İlişkinin Analizi". *International Journal of Academic Value Studies*. III/12: 381-390.
- TÜRE, H. (2019). "OECD Ülkeleri İçin Refah Ölçümü: Gri İlişkisel Analiz Uygulaması". *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. XXI/2: 310-327.
- ULUDAĞ, A. S. - H. DOĞAN (2021). *Üretim Yönetiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- ULUTAŞ, A. - A. TOPAL (2020). *Bütünleştirilmiş Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Üretim Sektörü Uygulamaları*. Ankara: Akademisyen Kitapevi.
- XIAO-CONG, X. vd. (2012). "Grey Relational Analysis on Factors of the Quality of Web Service". *Physics Procedia*. 33: 1992-1998.
- YALÇIN, E. - S. P. GÜREL (2018). "Türkiye ile Karadeniz Ekonomik İşbirliği Örgütü Arasındaki Endüstri İçi Ticaretin Analizi". *Business, Economics and Management Research Journal - BEMAREJ*. I/2: 81-92.
- YALÇINKAYA, A. (2017). "Kuruluşundan Günümüze Karadeniz Ekonomik İşbirliği Örgütü". *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*. 5/Özel sayı: 1-16.

ZHANG, L. vd. (2021). "Environmental Performance Indicators of China's Coal Mining Industry: A Bootstrapping Malmquist Index Analysis". *Resources Policy*. 71: 1-9.