

BRICS+ ÜLKELERİNDE DİJİTALLEŞME VE LOJİSTİK PERFORMANSININ ANALİZİ: CRITIC-VIKOR YAKLAŞIMI

ANALYSIS OF DIGITALIZATION AND LOGISTICS PERFORMANCE IN BRICS+ COUNTRIES: THE CRITIC-VIKOR APPROACH

Okan KEKÜL

Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane/Türkiye

okankekul@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0517-6577>

ÖZET

Bu çalışmada BRICS+ ülkelerine ait 2023 yılı verileri kullanılarak dijitalleşme ve lojistik performanslarının karşılaştırmalı analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV) arasında yer alan CRITIC ve VIKOR yaklaşımları benimsenmiştir. İlk olarak CRITIC yöntemi aracılığı ile kriter ağırlıkları nesnel olarak belirlenmiştir. Kriter ağırlıklarına bakıldığında, BRICS+ ülkelerinde dijitalleşme kriterleri arasında E-devlet Gelişmişlik Endeksinin ön plana çıktığı gözlemlenmiştir. Kriterler ağırlıklarının belirlenmesinin ardından VIKOR yöntemine geçilmiştir. VIKOR yöntemi bulguları incelendiğinde dijitalleşme performansı kapsamında tek bir ülkenin lider olmadığı gözlemlenmiştir. Bu kapsamda uzlaşık çözüm kümesi oluşturulmuş; BAE ve Çin'in bu kümede yer almıştır. Böylelikle BRICS+ ülkelerinde dijitalleşme performans liderliğini iki ülkenin paylaştığı tespit edilmiştir. Lider ülkeleri; Rusya, Brezilya, Güney Afrika ve Hindistan izlemiştir. İran ve Mısır ise listenin son sıralarında yer aldığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda elde edilen dijitalleşme performans sıralaması ile Lojistik Performans Endeksi (LPI) sıralaması karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgularda BAE, Çin, Brezilya ve İran'ın dijitalleşme kapasitesi ile lojistik performans sıralamasının birbirine eşleştiği yapılan karşılaştırmada gözlemlenmiştir. Bu kapsamda genel bir tablo ortaya koymak adına sıralama setleri arasında bulunan ilişkiyi belirlemek amacıyla Spearman korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak sıralama setleri arasında pozitif ($r_s = 0.577$) yönlü ve istatistiksel olarak orta-güçlü bir korelasyonun bulunduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, ülkelerin geleneksel lojistik yatırımlarını inovasyonlar ve dijitalleşme ile desteklemesinin gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme, Lojistik Performans Endeksi, Çok Kriterli Karar Verme, CRITIC, VIKOR.

ABSTRACT

This study conducts a comparative analysis of digitalization and logistics performance in BRICS+ countries using 2023 data. The study employs the CRITIC and VIKOR approaches, which are part of Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods. First, criterion weights were objectively determined using the CRITIC method. Upon examining the criterion weights, it was observed that the E-Government Development Index stood out among the digitalization criteria in BRICS+ countries. Following the determination of criterion weights, the VIKOR method was applied. An analysis of the VIKOR findings revealed that no single country leads in terms of digitalization performance. In this context, a consensus solution set was formed, with the UAE and China included in this set. Thus, it was determined that the two countries share the leadership in digitalization performance among BRICS+ countries. The leading countries were followed by Russia, Brazil, South Africa, and India. Iran and Egypt, however, were observed to be at the bottom of the list. In line with the study's objective, the digitalization performance ranking obtained was compared with the Logistics Performance Index (LPI) ranking. The findings revealed that in the comparison, the

digitalization capacity and logistics performance rankings of the UAE, China, Brazil, and Iran were found to align perfectly. To provide an overall picture in this context, a Spearman correlation analysis was conducted to determine the relationship between the ranking sets. As a result, a positive ($r_s = 0.577$) and statistically moderate-to-strong correlation was found between the ranking sets. The findings underscore the need for countries to support their traditional logistics investments with innovation and digitalization.

Keywords: Digitalization, Logistics Performance Index, Multi-Criteria Decision Making, CRITIC, VIKOR.

1.GİRİŞ

Günümüzde küreselleşme ve rekabet düzeyi her geçen gün artmaktadır. Bu ortamda yer alan lojistik sektörü, yalnızca malların taşınması ve depolaması ile kısıtlı kalmamak aynı zamanda işletmelere ve ülkelere stratejik güç sağlayan önemli bir faktör olarak ön plana çıkmaktadır (Burinskienė ve Daškevič, 2024). Nitekim Dünya’da birçok gelişme yaşanmakta özellikle Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) ile meydana gelen yenilikler, lojistik sektöründe önemli düzeyde değişimler yaşanmıştır. Bu gelişmeler geleneksel lojistik ve tedarik zinciri uygulamalarında dijital dönüşümü zorunlu kılarak birçok yeniliğin meydana gelmesine zemin hazırlamıştır (Efthymiou ve Ponis, 2021). Büyük veri, nesnelere interneti, yapay zekâ üretkenliği, sanal gerçeklik vb. teknolojik gelişmelerin lojistik sektörüne entegrasyonu ile taşımacılık faaliyetlerinin artan operasyonel otonom ile gerçekleşmesine olanak sağlamıştır (Kumar, Singh, Mishra ve Wamba 2022; Roshid, Waaje, Meem ve Sarkar, 2024). “Lojistik 4.0” olarak adlandırılan bu dönemde, ürün maliyetlerinde herhangi bir artışa yol açmadan kişiselleştirilmiş müşteri taleplerinin ve beklentilerinin sürdürülebilir bir şekilde karşılanmasını sağlayan ve dijital dönüşümün getirdiği yeniliklerden yararlanarak sanayi ve ticaretteki bu gelişmeyi destekleyen bir lojistik sistemi ortaya çıkmıştır. Böylelikle operasyonel verimlilik ve üretkenlik artışı, maliyet tasarrufu, esneklik ve çeviklik, şeffaflık ve gerçek zamanlı izlenebilirlik, karar destek ve tahminleme, hata ve israfın önlenmesi şeklinde birçok hususta önemli faydalar elde edilmiştir (Winkelhaus ve Grosse, 2020: 5).

Dijitalleşme, iş süreçlerini revize etmek adına bilişim ve dijital teknolojilerin nasıl kullanılabileceğini tanımlayan bir kavramdır. Dijitalleşme, süreçler arasında yer alan koordinasyonun verimli bir şekilde gerçekleşmesini sağlayarak mevcut faaliyetlerin optimize olmasına imkân sağlamaktadır. Dolayısıyla yalnızca maliyet tasarrufuna odaklanmamakta aynı zamanda süreç iyileştirmelerini de içermektedir (Verhoef ve diğerleri, 2021). Böylesine etkili bir dönüşüm lojistik sektörü için de oldukça önemlidir. Nitekim dijitalleşme, lojistiği verimli hale getirmek adına kullanılan en etkili yollardan biri olarak ön plana çıkmıştır. Lojistikte ya da tedarik zincirlerinde dijital dönüşümün gerçekleşmesiyle birlikte bilgi iletişim teknolojileri (BİT) kullanılarak erişilebilir lojistik kanallarının oluşması adına yenilikçi bir model meydana gelmiştir (Xu ve diğerleri, 2023). Ayrıca dijital teknolojilerde oluşan söz konusu hızlı gelişmeler, lojistik sektöründe rekabet seviyesinin yükselmesine sebep olmuştur. Bu nedenle süreç, yerleşik lojistik faaliyeti gösteren işletmeleri dijitalleşmeye zorlamıştır (Cichosz, Wallenburg ve Knemeyer, 2020).

Dijitalleşme, ülkelere ve işletmelere önemli faydalar sunmasına rağmen geçiş sürecinde ve sonrasında dijitalleşmenin önünde birçok zorluk ve engel bulunmaktadır. Örneğin, dijitalleşme süreci yüksek maliyet (yazılım, donanım, altyapı vb.) içermektedir. Bunun yanı sıra nitelikli personelin bulunmayışı süreci zedeleyen önemli bir problem olarak ifade edilmektedir. Diğer bir husus insanlar, iş kaybı ya da yeni teknolojileri kabul etmeme nedenleriyle değişime karşı direnç gösterebilmekte ve dijitalleşme sürecinin önünde önemli bir engel yaratabilmektedir. Lojistik sektörü iç ve dış çevre (nakliyeciler, taşeronlar,

müşteriler vb.) olarak oldukça karmaşık bir sisteme sahiptir. Söz konusu unsurlar arasında koordinasyonun sağlanmaması dijitalleşme sürecinin gerçekleşmesini zorlaştırmaktadır. Dijitalleşme, nesnelerin interneti ya da bulut sistemi şeklinde yenilikler sunmakta fakat bu yenilikler siber saldırılar ile karşı karşıya kalabilmektedir. Kişisel verilerin korunması bağlamında dijitalleşmenin bu tarz bir tehdit ile karşı karşıya kalması süreci aksatmaktadır. Dijitalleşme için en önemli unsurlardan biri de altyapının yeterli düzeyde olmasıdır. Örneğin yüksek düzeyde internet bağlantısının bulunmaması dijitalleşme sürecinin aksamasına neden olacaktır. Son olarak dijitalleşme kapsamında yasal düzenlemelerin gerçekleştirilmemesi, dijital yeniliklerin uygulanmasında gecikmeler yaşatmaktadır (Baimukhanbetova, Tazhiyev, Sandykbayeva ve Jussibaliyeva, 2023; Cichosz ve diğerleri, 2020; Barykin ve diğerleri, 2021; Roshid ve diğerleri, 2024; Manners-Bell, 2019). Bu hususlar göz önünde bulundurulduğunda her ülke için aynı düzeyde dijital dönüşümün gerçekleşmesi pek mümkün görünmemektedir. Çünkü dijital dönüşümün meydana gelmesi için ciddi anlamda bir yatırımın gerçekleşmesi gerekmektedir. Fakat her ülkenin gelir düzeyi ve alt yapısı aynı seviyede bulunmamaktadır. Dolayısıyla ülkelerin iç dinamikleri ve ekonomik gelişimleri bu süreçte belirleyici bir niteliktedir. BRICS+ bu kapsamda ön plana çıkan bir iş birliği örgütüdür. Ross'a (2023) göre 2009 yılında Brezilya, Rusya, Çin ile kurulan BRICS+ iş birliği grubuna 2010 yılında Güney Afrika dahil olmuştur. 2024 yılında Mısır, Etiyopya, İran, Suudi Arabistan ve Birleşik Arap Emirliği birliğe katılarak blok genişlemiştir. Ülkelere bakıldığında farklı düzeyde gelir düzeylerinin bulunduğu gözlemlenmektedir. Örneğin BRICS+ ülkelerinde, yüksek gelir düzeyine sahip Birleşik Arap Emirliği yer alırken aynı zamanda gelişmekte olan Mısır, İran gibi ülkeler de bu birlikte yer almaktadır. Sonuç olarak, BRICS+ ülkelerinin heterojen bir yapıda olduğu gözlemlenmektedir.

Yürütülen bu çalışmada BRICS+ bağlı ülkelerin dijitalleşme ve lojistik performansının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Lojistik 4.0 için gerekli olan ağ hazırlığı (NRI), yapay zeka hazırbuluşluğu (GAIRI) ve e-devlet entegrasyonu (EGDI) gibi unsurların lojistik çıktıları ile kıyaslandığı çalışmaların literatürde sınırlı sayıda olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda lojistik kapsamında yürütülen çalışmalarda çok kriterli karar verme yöntemlerinin genellikle uzman görüşü temelli yöntemler (AHP, SWARA vb.) ile gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada farklı olarak kullanılan verinin içsel niteliğini ve standart sapmasını esas alan objektif ağırlıklandırma yöntemleri arasında yer alan CRITIC yöntemi ve uzlaşık sıralama belirleme imkanı sağlayan VIKOR yöntemi bir arada kullanılmıştır. Böylelikle ağırlıklandırma aşamasında insan müdahalesi olmadan lojistiğe ve dijitalleşmeye ait endeksler kullanılarak rasyonel bir çözümün ortaya çıkartılması hedeflenmiştir. Ayrıca literatürde BRICS+ ülkelerinin 2023 dönemine ait Lojistik Performans Endeksi (LPI) verileri ile dijitalleşme parametrelerinin senkronize bir şekilde analiz edildiği nicel bir çalışmanın bulunmadığı belirlenmiştir. Bu değerlendirmeler neticesinde gerçekleştirilen bu çalışmanın oldukça özgün bir niteliğe sahip olduğu ve bu sebeple literatüre önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Lojistik sektörü, ülkelerin ve işletmelerin ürettiği ürünlerden; kar, pazarda tutunma vb. çıktılar elde edebilmesi adına oldukça önemli bir konumda yer almaktadır. Bu nedenle lojistik performansının beklenen düzeyde olması gerekmektedir. Gürler, Özçalıcı ve Pamucar (2024)'a göre Lojistik Performans Endeksi (LPI), ülkelerin lojistik performanslarını değerlendirmek için kullanılan en kritik ölçüt olarak ifade edilmektedir. Ülkelere ait LPI değerlerini etkileyen birçok faktör bulunmakta; dijitalleşmenin de bu süreçte etkin bir rol oynadığı düşünülmektedir. Bu bağlamda LPI ve dijitalleşme kavramları çerçevesinde kapsamlı bir literatür araştırması gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda elde edilen bilgiler, özet görünümü ile Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Literatür Özeti

Yazarlar	Uygulama Alanı	Yöntem	Kriter / Değişken	Sonuç
Yılmaz (2025)	23 Ülke	CRITIC TOPSIS	Dijitalleşme Endeksleri, LPI	LPI değeri yüksek olan ülkelerin dijitalleşmede de üst sıralarda yer aldığı gözlemlenmiştir.
Alkan ve Kahraman (2023)	Tedarik Zinciri Yöneticileri ve Karar Verici Uzmanlar	Aralık Değerli Fermatean Bulanık AHP (IVFF-AHP)	Dijital Yetkinlik (İnovasyon, Otomasyon vb.), Organizasyonel ve Yönetimsel Faktörler	Tedarik zincirinde dijital dönüşümün başarıya ulaşması için "Talebe Dayalı Stratejiler" en yüksek değere sahip olduğu gözlemlenmiştir.
Kuvat (2026)	OECD	Çok Boyutlu Ölçekleme (ÇBÖ) Analizi	Dijitalleşme Düzeyleri, LPI	Dijital dönüşüm ve teknoloji kullanımının, uluslararası lojistik ağlarındaki performansı doğrudan etkilediği belirlenmiştir.
Çelebi, Bülbül, Aksoy ve Sert (2025)	325 Ülke	Rastgele Orman / Random Forest	Yüksek teknoloji ihracatı, internet kullanan bireylerin yüzdesi, e-devlet geliştirme hizmeti, LPI	Çalışmada kullanılan kriterlerin LPI'deki değişimlerin büyük bir bölümünü açıkladığı tespit edilmiştir.
AbdelAziz ve Soliman (2025)	IoT, Yapay Zeka Destekli Kestirimci Bakım, Blok zincir, Dijital İkizler	Entropi ve Nötrosofik EDAS (N-EDAS)	Teknik, Çevresel ve ekonomik kriterler	Tedarik zinciri optimizasyonunda ve dijital dönüşümde en etkili teknolojinin blok zincir olduğu tespit edilmiştir.
Moldabekova, Philipp, Reimers ve Alikozhayev (2021)	Avrupa Birliği (23 Ülke)	Korelasyon ve Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi	Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (DESI) ve 5 alt boyutu, LPI	Dijitalleşme düzeyi ile lojistik performans arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü bir ilişki olduğu kanıtlanmıştır.
Ebinger ve Omondi (2020)	Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi (SSCM) kapsamında şirket ve tedarikçi ağları	Sezgisel ve kavramsal araştırma	Yönetişim, İş Birliği ve Ortak Seçimi, İzlenebilirlik/Takip, Stratejik ve Operasyonel Sürdürülebilirlik Yönetimi	Dijital teknolojilerin tedarik zinciri çerçevesinde şeffaflık sağlayarak sürdürülebilirlik performansını arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca dijitalleşme, karmaşık tedarik ağlarında standartlar arasındaki uyuma olanak sağlamaktadır.
Karia (2018)	Malezya (129 lojistik hizmet sağlayıcısı)	PLS-SEM	Bilgi kaynakları, teknolojik kaynaklar ve rekabet avantajı	Bilgi ve teknoloji kaynaklarının lojistik hizmet sağlayıcılarına rekabet üstünlüğü sağladığı tespit edilmiştir.
Çetiner ve Bayat (2023)	Avrupa Birliği	Korelasyon ve Regresyon Analizi	LPI, DESI ve Küresel İnovasyon Endeksi	Elde edilen sonuçlar, lojistik performansı ile dijitalleşme arasında güçlü pozitif ilişki tespit edilmiştir.

Chauhan, Bangwal ve Kumar (2023)	Hindistan	YEM	Nakliye ve Depo optimizasyonu, nakliye ve depo dijitalleşmesi, lojistik dağıtım performansı	Dijitalleşmenin, lojistik dağıtım performansını pozitif yönde etkilediği gözlemlenmiştir.
Turgut ve Canitez (2024)	Türkiye (Uluslararası Yük ve Eşya Taşımacılığı İşletmesi)	Korelasyon ve Regresyon Analizi	Dijital teknolojileri kullanmaya teşvik eden faktörler, hız ve güvenlik, kalite, maliyet, esneklik, lojistik performans, dijitalleşme düzeyi, iş gücünde dijitalleşme, dijital olgunluk düzeyi	Dijitalleşme, uluslararası ticarete lojistik performansını pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olarak etkilemekte olduğu belirlenmiştir.

Literatür araştırması ile elde edilen bulgular incelendiğinde çoğu çalışmada dijitalleşmeye ait alt unsurlar ile lojistik performansı arasındaki ilişkinin analiz edildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmalarda, sıklıkla regresyon / korelasyon ve yapısal eşitlik modeline yer verildiği tespit edilmiştir. Literatür özetinde BRICS+ ülkeleri kapsamında gerçekleştirilen herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada heterojen bir yapıya sahip olan BRICS+ ülkelerinin dijitalleşme düzeyi ile lojistik performansı CRITIC ve VIKOR modelleri ile analiz edilmektedir. Böylelikle BRICS+ ülkelerinin çok boyutlu kriterleri çerçevesinde karşılaştırmalı performans analizi gerçekleştirilerek nesnel bir sıralama meydana getirilmektedir. Sonuç olarak bu çalışma, literatürde ilk kez BRICS+ bloğunun lojistik ve dijitalleşme performansının, CRITIC ve VIKOR modellerini birleştiren karma bir model kullanılarak makro düzeyde analiz edildiği bir araştırma niteliğindedir. Bu niteliklerle birlikte yürütülen bu çalışma geçmişte gerçekleştirilen diğer çalışmalardan farklılaşmakta; literatürde bulunan bölgesel ve metodolojik boşluğu doldurarak önemli bir katkı sunmaktadır.

3. VERİ SETİ VE YÖNTEM

3.1. Veri Seti

Çok kriterli karar verme yöntemlerinde ilk olarak alternatif ve kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada 2023 yılı verileri kullanılarak BRICS+ ülkeleri alternatif olarak belirlenmiştir. Çalışmanın kriterleri ise Yılmaz (2025) tarafından yürütülen çalışmadan faydalanılarak oluşturulmuş fakat bazı noktalarda farklılıklara gidilmiştir. Bu çalışma gelişmekte olan BRICS+ ülkelerinin lojistik dinamikleri dikkate alınarak E-Devlet Gelişmişlik Endeksi (EGDI) ve Sınır Teknolojilerine Hazırbulunuşluk Endeksi (UNCTAD) çalışmaya dahil edilmiştir. Böylelikle dijitalleşmenin özel sektörde rekabet unsuru olarak değerlendirilmesinin yanı sıra kamunun dijitalleşme altyapısı ve işlevselliği de araştırma kapsamına alınmıştır. Bu doğrultuda çalışmanın alternatifleri ve karar kriterleri Tablo 2'de belirtilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Alternatifler ve Karar Kriterleri

Alternatifler	Kriter / Gösterge	Tam Adı	Modeldeki Rolü	Veri Kaynağı
Çin BAE Hindistan Brezilya Rusya Güney Afrika İran Mısır	C1 / GII	Küresel İnovasyon Endeksi	Karar Kriteri	WIPO
	C2 / NRI	Ağ Hazırlığı Endeksi	Karar Kriteri	Portulans
	C3 / EGDI	E-devlet Gelişmişlik Endeksi	Karar Kriteri	BM (UN DESA)
	C4 / GAIRI	Devletlerin Yapay Zekâya Hazırbulunuşluk Endeksi	Karar Kriteri	Oxford Insights
	C5 / UNCTAD	Sınır Teknolojilerine Hazırbulunuşluk Endeksi	Karar Kriteri	UNCTAD
	LPI	Lojistik Performans Endeksi	Referans Sıralama Göstergesi	WDI

Tablo 2’de görüldüğü üzere araştırmaya ülkelerin teknolojik ve dijital yeterliliklerini ölçen toplam beş (GII, NRI, EGDI, GAIRI ve UNCTAD) endeks dahil edilmiştir. Birleşmiş Milletler EGDI endeksi iki yılda bir yayınlanmaktadır. Bu çalışmada referans yılı 2023 olarak belirlenmiş fakat ilgili kriterin referans yılına ait verilerine doğrudan erişilememiştir. Ülkelerin ulusal boyuttaki dijitalleşme göstergeleri kısa vadede genellikle ani yükseliş ve düşüş eğilimi göstermemektedir. Bu sebeple, 2023 verileri literatürde yaygın olarak kullanılan Doğrusal İnterpolasyon (linear interpolation) yöntemiyle hesaplanarak karar matrisine dahil edilmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinde kriterlerin, maliyet ya da fayda şeklinde nitelendirilmesi gerekmektedir. Söz konusu kriterlerin tamamı ülkelerin gelişmişlik düzeyini ifade etmesi sebebiyle fayda yönlü olarak değerlendirilmiştir. Son olarak LPI çalışmaya dahil edilmiş ve böylelikle ülkelerin lojistik performansı ile dijitalleşme düzeyleri karşılaştırılmasına olanak sağlanmıştır.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için CRITIC yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca BRICS+ ülkelerinin dijitalleşme performanslarının sıralamasını elde etmek adına Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) kapsamında yer alan VIKOR yönteminden faydalanılmıştır.

3.2.1 CRITIC Yöntemi

ÇKKV problemlerinde ağırlıkların ilişkilendirilmesi, tüm karar verme sürecinde yer alan önemli bir aşama olarak ön plana çıkmaktadır. Litteratürde kriterlerin karşıtlık yoğunluğu ve çelişkili karakterlerin nicelleştirilmesini esas alan nesnel ağırlıklandırma yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada Diakoulaki ve diğerleri (1995) tarafından geliştirilen CRITIC yöntemi kullanılmıştır. CRITIC yöntemi, önemli bir özelliği nedeniyle diğer kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden farklılaşmaktadır. CRITIC yönteminde, uzman görüşü alınarak öznel bir sonuç ortaya çıkartmak yerine kriterlere ait standart sapmaları ve kriterler arasında bulunan korelasyonun bir arada kullanılması ile objektif bir ağırlıklandırma süreci gerçekleştirilmektedir. Yöntemin uygulanması aşamasında aşağıda yer alan adımlar izlenmektedir (Ayçin, 2023:76-78):

1. Adım: İlk olarak karar matrisi oluşturulmaktadır. x_{ij} değerlerinden meydana gelen ve X olarak ifade edilen karar matrisi Eşitlik 1’de belirtilmiştir.

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

2. Adım: Bu adımda karar probleminde bulunan farklı birimlere sahip kriterlere ilişkin değerler, normalizasyon işlemi ile $[0,1]$ aralığında değerler alarak standart bir hale gelmektedir. Fayda yönlü kriterler için Eşitlik 2'den; maliyet yönlü kriterler için Eşitlik 3'den yararlanılmaktadır.

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

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

3. Adım: Normalizasyon işlemi sonrasında kriterler arasında yer alan ilişkinin düzeyini belirlemek üzere ilişki katsayı matrisi oluşturulmaktadır. Bu işlemin formüle edilmiş görünümü Eşitlik 4'de ifade edilmiştir.

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

4. Adım: Bu yöntemde bilgi iki boyuttan elde edilmektedir. İlki değerlendirme kriterlerindeki zıtlık yoğunluğundan meydana gelirken ikinci boyut kriterlerde bulunan çelişiklerden elde edilmektedir. Bu doğrultuda her iki boyutu bir araya getiren ve j . kriterinde yer alan toplam bilgiyi temsil eden C_j değerini elde etmek için Eşitlik 5 ve Eşitlik 6 kullanılmaktadır.

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

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

5. Adım: CRITIC yönteminin son adımında araştırmaya dahil edilen her kriterlerin C_j değeri, tüm kriterlerin C_j değerlerinin toplamına oranlanmaktadır. Böylelikle kriterlerin ağırlıkları hesaplanmaktadır. Bu adım Eşitlik 7'de belirtilen formül kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

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

3.2.2. VIKOR Yöntemi

ÇKKV yöntemleri arasında yer alan VIKOR, birbiriyle çelişen değerlendirme kriterlerinin bulunması durumunda karar seçeneklerinin belirlenmesine ve uzlaşık bir çözüm seçilmesine imkan sağlamaktadır (Mateusz, Danuta, Małgorzata, Mariusz ve Kesra, 2018). Opricovic ve Tzeng (2004) tarafından geliştirilen yöntem uzlaşık sıralama listesini ve uzlaşık çözümü belirlemekte ve bunun yanı sıra başlangıçta yer alan ağırlıklar altında elde edilen uzlaşık çözümün tercih istikrarını değerlendirmek üzere ağırlık istikrar aralıkları sunmaktadır. VIKOR yönteminin uygulanması aşamasında aşağıdaki adımlar izlenmelidir (Opricovic ve Tzeng, 2004):

1. Adım: Bu adımda tüm kriter fonksiyonlarının en iyi f_i^* ve en kötü f_i^- değerleri belirlenmektedir. Kriter fayda yönlü ise Eşitlik 8, eğer maliyet yönlü ise Eşitlik 9 kullanılmalıdır.

$$f_i^* = \max_j f_{ij} \quad (8)$$

$$f_i^- = \min_j f_{ij} \quad (9)$$

2. Adım: Karar matrisinde yer alan alternatiflerin ortalama S_j ve en kötü skor değeri R_j hesaplanmaktadır. w_i kriterlerin ağırlık değerini temsil etmektedir. Söz konusu hesaplamaların gerçekleştirilmesi için Eşitlik 10 ve Eşitlik 11'de belirtilen formüllerden faydalanılmalıdır.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (10)$$

$$R_j = \max_i [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)] \quad (11)$$

3. Adım: Bu adımda uzlaşık endeks değeri elde edilmektedir. Q_j alternatiflerin nihai değerlendirme puanını ifade etmektedir. Eşitlik 12'de söz konusu değerin elde edilmesinde kullanılan S^* ideal grup faydasını, S^- en kötü grup faydasını, R^* ideal bireysel pişmanlık değerini, R^- ise en kötü bireysel pişmanlık değerini tanımlamaktadır. Bu değerlerin elde edilmesinde yararlanılan formüller Eşitlik 13'de belirtilmiştir.

$$Q_j = \frac{v(S_j - S^*)}{(S^- - S^*)} + \frac{(1 - v)(R_j - R^*)}{(R^- - R^*)} \quad (12)$$

$$S^* = \min_j S_j$$

$$S^- = \max_j S_j$$

(13)

$$R^* = \min_j R_j$$

$$R^- = \max_j R_j$$

Eşitlik 13'de bulunan v parametresi kriterlerin çoğunluğu ya da maksimum grup faydası stratejisinin ağırlığı olarak ifade edilmektedir. $1 - v$ ise karşıt görüşlerin minimum pişmanlığını ifade etmektedir. $v > 0.5$ durumunda çoğunluk oyu; $v = 0,5$ durumunda konsensüs; $v < 0,5$ olması halinde veto durumu sağlanabilmektedir (Ayçin, 2023).

Adım 4: Yöntemin bu aşamasında S_j , R_j , Q_j değerleri kapsamında küçükten büyüğe doğru bir sıralama gerçekleştirilmektedir. Böylelikle karar alternatifleri arasında üç adet sıralama listesi meydana gelmektedir. Gerçekleştirilen bu sıralamanın doğruluğu, Q_j değerinin küçükten büyüğe doğru sıralanması sırasında en küçük Q_j değerine sahip karar alternatifinin aşağıda belirtilen koşulları yerine getirip getirmediğine bakılarak sınanmaktadır (Ayçin, 2023: 373):

1. Koşul: Bu koşul kabul edilebilir avantaj koşulunu tanımlamaktadır. Q_j değerleri küçükten büyüğe sıralandığında en iyi kriter alternatifi A_1 ; ikinci sırada bulunan kriter alternatifi ise A_2 şeklinde gösterilmektedir. Kabul edilebilir avantaj koşulu Eşitlik 14 sağlandığında gerçekleşmektedir.

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq DQ \quad (14)$$

Eşitlik 14'te yer alan DQ parametresi, karar alternatif sayısına (j) bağlıdır ve hesaplanması Eşitlik 15'te yer alan formülde belirtilmiştir.

$$DQ = \frac{1}{j-1} \quad (15)$$

2. Koşul: Kabul edilebilir istikrar şeklinde belirlenen koşuldur. A_1 , S ve/veya R değerlerine göre gerçekleştirilen sıralamada en düşük değere sahip ise en iyi karar alternatifi olarak kabul edilmektedir. Eğer koşul 1 ve koşul 2 gerçekleşmez ise uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde olacaktır:

- Eğer 1. koşul sağlanmıyorsa karar alternatiflerinin tamamı uzlaşık en iyi çözüm kümesi olarak değerlendirilmektedir. Eğer 2. koşul gerçekleşmiyorsa A_1 ve A_2 karar alternatiflerinin ikisi de en iyi uzlaşık çözüm kümesinde bulunmaktadır.

4.BULGULAR

Bu bölümde CRITIC ve VIKOR yaklaşımının uygulanması ile elde edilen bulgulara değinilmiştir. İlk olarak Tablo 4'de araştırmaya dâhil edilen BRICS+ ülkelerinin verileri ile oluşturulmuş karar matrisine yer verilmiştir.

Tablo 4. Karar Matrisi

Alternatifler	C1	C2	C3	C4	C5
Çin	55.30	67.31	0.841	70.94	0.74
BAE	43.20	62.43	0.927	70.42	0.74
Hindistan	38.10	57.27	0.628	62.58	0.66
Brezilya	33.60	54.67	0.815	63.7	0.71
Rusya	33.30	49.93	0.834	62.92	0.76
Güney Afrika	30.40	45.85	0.798	47.28	0.61
İran	30.10	44.07	0.649	42.07	0.53
Mısır	24.20	42.83	0.629	52.69	0.49

Karar matrisi oluşturulduktan sonra kriterlerin yönü (fayda / maliyet) hesaba katılarak normalize edilme işlemine geçilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada tüm kriterler fayda yönlü olarak değerlendirilmiş ve karar matrisinin normalize edilmiş görünümü Tablo 5'de belirtilmiştir.

Tablo 5. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Alternatifler	C1	C2	C3	C4	C5
Çin	1.00	1.00	0.71	1.00	0.93
BAE	0.61	0.80	1.00	0.98	0.93
Hindistan	0.45	0.59	0.00	0.71	0.63
Brezilya	0.30	0.48	0.63	0.75	0.81
Rusya	0.29	0.29	0.69	0.72	1.00
Güney Afrika	0.20	0.12	0.57	0.18	0.44
İran	0.19	0.05	0.07	0.00	0.15
Mısır	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00

Değerlendirme kriterleri arasında bulunan doğrusal korelasyonu ve örtüşme derecesini ortaya koymak adına ilişki katsayısı matrisi oluşturulmuştur. Tablo 6'da elde edilen matrisin ait bilgilere yer verilmiştir. Bu bilgilere göre en güçlü korelasyonun C1 ve C2 kriterleri arasında bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu durum BRICS+ ülkelerinin Küresel İnovasyon Endeksi ile ağ hazırlığı endeks düzeylerinin birbirini yüksek oranla desteklediği belirlenmiştir. Öte yandan en düşük korelasyonun C1 ve C3 kriterleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ülkelerin e-devlet gelişmişlik endeksinin karar matrisinde en özgün bilgiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Tablo 6. İlişki Katsayısı Matrisi

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1.00	0.95	0.54	0.75	0.69
C2	0.95	1.00	0.57	0.89	0.77
C3	0.54	0.57	1.00	0.62	0.79
C4	0.75	0.89	0.62	1.00	0.84
C5	0.69	0.77	0.79	0.84	1.00

İlişki katsayısı matrisinin belirlenmesinin ardından araştırmada kullanılan CRITIC yöntemi ile belirlenen standart sapma (σ_j), içerilen bilgi miktarı (C_j) ve nesnel kriter ağırlıkları (w_j) Tablo 7'de belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriterin E-devlet Gelişmişlik Endeksi (C3) olduğu tespit edilmiştir. Bu durum korelasyon matrisinde ortaya çıkan durumu desteklemiş; C3 kriterlerinin diğer kriterlere nazaran ayırt edici bir özelliğinin bulunduğu kanıtlanmıştır.

Tablo 7. CRITIC Yöntemi ile Elde Edilen Nesnel Kriter Ağırlıkları

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5
σ_j	0.3091	0.3648	0.3815	0.3672	0.3792
C_j	0.3288	0.2997	0.5637	0.3327	0.3433
w_j	0.1760	0.1604	0.3017	0.1780	0.1837

Tablo 8'de VIKOR yönteminin önemli bir aşamasını meydana getiren pozitif (f_j^+) ideal ve negatif (f_j^-) ideal çözüm değerlerine yer verilmiştir. Çalışmada tüm kriterler "fayda" yönlü olarak kullanılmıştır. Bu bağlamda her bir kritere temsil eden sütunun en yüksek değeri pozitif ideal çözümü temsil ederken en düşük değeri negatif ideal çözüm kümesini ifade etmektedir. Tablo 8'de belirtilen değere bakıldığında en yüksek ağırlığa sahip olan C3 kriteri ön plana çıkmış ve BRICS+ ülkelerinde en iyi performans ortaya koyan alternatifin 0.93 değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 8. En İyi ve En Kötü Kriter Değerleri

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5
f_j^+	55.30	67.31	0.93	70.94	0.76
f_j^-	24.20	42.83	0.63	42.07	0.49

En iyi ve en kötü kriter değerinin tespit edilmesinin ardından araştırmaya alternatifler için ortalama grup ve en kötü grup değerinin belirlenmesi ile devam edilmiştir. Tablo 9’da maksimum grup fayda (S_j) ve minimum pişmanlık (R_j) değerleri verilmiştir. Elde edilen verilere bakıldığında Çin, $S_j = 0.10$ değerine sahip olması ile maksimum grup faydası bakımından grubun en iyi alternatifi olarak ön plana çıkmıştır. BAE ise $R_j = 0.07$ değerine sahip olduğu gözlemlenmiş ve minimum bireysel pişmanlık yönünden en iyi konuma sahip ülke olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca İran ve Mısır’ın S_j değerleri incelendiğinde BRICS+ ülkelerinin ideal referans noktalarından ayrıştığı gözlemlenmiştir.

Tablo 9. Alternatifler İçin Ortalama Grup ve En Kötü Grup Değerleri

Alternatifler	S_j	R_j
Çin	0,10	0,09
BAE	0.12	0.07
Hindistan	0.58	0.30
Brezilya	0.40	0.12
Rusya	0.38	0.12
Güney Afrika	0.66	0.15
İran	0.91	0.28
Mısır	0.93	0.30

VIKOR yönteminin son aşamasında farklı stratejik ağırlıklara göre VIKOR endeks değerleri ve alternatif sıralaması gerçekleştirilmiş elde edilen değerlere Tablo 10’da yer verilmiştir.

Tablo 10. Farklı Stratejik Ağırlıklara Göre VIKOR Endeks Değerleri (v) ve Alternatif Sıralamaları

Alternatifler	S_j	R_j	$v = 0.00$	$v = 0.25$	$v = 0.50$	$v = 0.75$	$v = 1.00$
Çin	1	2	0.0785 (2)	0.0588 (2)	0.0392 (2)	0.0196 (2)	0.0000 (1)
BAE	2	1	0.0000 (1)	0.0051 (1)	0.0101 (1)	0.0152 (1)	0.0203 (2)
Hindistan	5	8	1.0000 (8)	0.8953 (6)	0.7905 (6)	0.6858 (6)	0.5811 (5)
Brezilya	4	3	0.2330 (3)	0.2638 (3)	0.2947 (4)	0.3256 (4)	0.3565 (4)
Rusya	3	4	0.2402 (4)	0.2646 (4)	0.2890 (3)	0.3134 (3)	0.3377 (3)
Güney Afrika	6	5	0.3321 (5)	0.4170 (5)	0.5018 (5)	0.5866 (5)	0.6715 (6)
İran	7	6	0.9091 (6)	0.9248 (7)	0.9405 (7)	0.9562 (7)	0.9719 (7)
Mısır	8	7	0.9957 (7)	0.9968 (8)	0.9978 (8)	0.9989 (8)	1.0000 (8)

Karar vericinin stratejik ağırlığını temsil eden v parametresinin farklı senaryolarında (0.00, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00) hesaplanan VIKOR endeks değerleri Tablo 10’da belirtilmiş ve alternatifler Q_i değerlerine bağlı olarak sıralanmıştır. Sıralamanın doğruluğunu test etmek üzere VIKOR yaklaşımında benimsenen 1. Koşul sınanmıştır. Fakat v senaryolarının tamamında 1. Koşul’un geçerli olmadığı gözlemlenmiştir. Bu aşamanın ardından 2. Koşul kapsamında ülkelerin R_j ve S_j sıralamaları ile Q_i sıralamaları karşılaştırılmıştır. BAE’nin ve Çin’in sırasıyla $v = 1.00$ dışında tüm senaryolarda 1. ve 2. sırada yer aldığı gözlemlenmiştir.

VIKOR yaklaşımında koşullardan birinin gerçekleşmemesi halinde uzlaşık çözüm kümesinin oluşturulması gerekmektedir. Bu doğrultuda BAE ve Çin uzlaşık çözüm kümesinde yer almıştır.

Yürütülen bu araştırmada BRICS+ ülkelerinin dijitalleşme ve lojistik performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Opricovic ve Tzeng (2004)'e göre grup faydası ile bireysel pişmanlık riskleri eşit düzeyde tutulmak istenildiğinde uzlaşma stratejisini temsil eden $v = 0.50$ parametresinin esas alınması gerekmektedir (Opricovic ve Tzeng, 2004: 448). Bu doğrultuda ülkelerin dijitalleşme düzeyini ifade eden nihai sıralama $v = 0.50$ bölümünde yer alan Q_i değerleriyle şekillenmiştir. Bu bağlamda dijitalleşme ve lojistik kapsamında ülkelerin performanslarına ait karşılaştırma Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. Ülkelerin Dijitalleşme ve LPI Karşılaştırılması

Alternatifler	Q_i	LPI
Çin	2	2
BAE	1	1
Hindistan	6	3
Brezilya	4	4
Rusya	3	6
Güney Afrika	5	2
İran	7	7
Mısır	8	5

Tablo 11'de gerçekleştirilen sıralamada, gerçekleştirilen ÇKKV modelinin saha verileri ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. BAE, Çin, Brezilya ve İran'ın dijitalleşme modelindeki sıralaması ile LPI sıralamasının birebir uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. İki sıralama seti arasındaki ilişkinin belirlenmesi adına Spearman korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda sıralama seti arasındaki korelasyonun 0.577 şeklinde olduğu belirlenmiştir. Buna göre sıralama seti arasında pozitif yönlü, orta-yüksek düzeyde bir korelasyonun bulunduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada lojistik alanında önemli bir rolü bulunan genişletilmiş BRICS+ ülkelerinin dijitalleşme ve inovasyon kapasiteleri, ÇKKV yöntemleri arasında yer alan CRITIC – VIKOR yaklaşımlarıyla değerlendirilerek nihai bir sıralama elde edilmiş ve bu sıralama, ülkelerin lojistik performansları ile karşılaştırılmalı olarak analiz edilmiştir.

Araştırmada ilk olarak CRITIC yöntemi kullanılarak nesnel kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Elde edilen nesnel kriter ağırlıklarına göre en belirleyici kriterin %30 önem düzeyiyle E-devlet Gelişmişlik Endeksi olduğu tespit edilmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından VIKOR yöntemi ile alternatiflerin sıralanması aşamasına geçilmiştir. VIKOR yöntemi ile elde edilen bulgulara bakıldığında dijitalleşme performansı kapsamında tek bir ülkenin lider olmadığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda VIKOR yönteminde belirtilen koşulları gereği BAE ve Çin'den oluşan uzlaşık çözüm kümesi meydana gelmiştir. Böylelikle iki ülkenin zirveyi paylaştığı belirlenmiştir. Maksimum grup faydası parametresinde Çin'in ön plana çıktığı gözlemlenmiş; teknolojik ağ ve inovasyon hacminde diğer ülkeleri geride bırakarak lider konumda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca BAE, dijital göstergelerde en dengeli görünüme sahip ülke olarak minimum bireysel pişmanlık kriterinde ilk sırada yer aldığı belirlenmiştir. Bu bulguların yanı sıra uzlaşma stratejisini temsil eden $v = 0.50$ parametresine göre BAE ve Çin'i; Rusya, Brezilya, Güney Afrika ve

Hindistan izlemiştir. İran ve Mısır ise listenin son sıralarında bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu araştırmada elde edilen diğer önemli bir bulgu; ülkelerin dijitalleşme performansı ile lojistik performansı arasında yer alan korelasyonun test edilmesi ile elde edilmiştir. Bu kapsamda Spearman korelasyon analizi gerçekleştirilmiş ve 0.557 değerinde pozitif yönlü, literatürde orta – yüksek düzey olarak kabul edilen bir ilişkinin var olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre e-devlet ve teknoloji altyapısı güçlü olan ülkelerin lojistik faaliyetlerinde de yüksek performans gösterebilecekleri istatistiksel olarak doğrulanmıştır. Nitekim BAE, Çin, Brezilya ve İran'ın dijitalleşme kapasitesi ile lojistik performans sıralamasının birebir eşleştiği yapılan karşılaştırmada gözlemlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar politika yapımcılar ve karar alıcılar için genel bir çıkarım ortaya koymuştur. Lojistik performansını arttırmayı amaçlayan ülkeler yalnızca geleneksel lojistik kaynaklarına (liman, yol vb.) değil, çağın gereğine uygun bir şekilde stratejik çerçevede dijital alanlara da yatırımın yapılması gerekmektedir. Kamusal bağlamda dijital dönüşümün meydana gelmesi ve böylelikle lojistik faaliyetlerinde bürokratik (gümrük işlemleri vb.) şekilde kâğıt üzerinden gerçekleştirilen işlemlerin azaltılması sağlanmalıdır.

Bu çalışmada birtakım sınırlılıkları bulunmaktadır. BRICS+ ülkeleri içerisinde yer alan Etiyopya'nın LPI verileri Dünya Bankası'nda bulunmaması nedeniyle araştırmaya dahil edilmemiştir. Ayrıca çalışmada yalnızca ülkelerin 2023 yılı verileri kullanılmıştır. Dolayısıyla yürütülen bu çalışma, dijitalleşme ve lojistik alanında meydana gelen gelişim ve değişim hızı göz önünde bulundurulduğunda uzun vadeli trendleri kapsamamaktadır. Bu kısıtlılıkların yanı sıra yürütülen bu çalışma, gelecekteki çalışmalarda bazı öneriler sunmaktadır. Bu çalışmada kriter ağırlıkları nesnel sonuçlar üreten CRITIC yöntemi ile belirlenmiştir. Gelecekteki çalışmalarda uzman görüşünü sürece dahil eden öznel yöntemler (AHP /SWARA) kullanılabilir ve farklı ağırlıklandırma yönteminin modelde yarattığı etki ön plana çıkartılabilir. Alternatiflerin sıralanmasında TOPSIS, EDAS vb. yöntemler kullanılarak, bu çalışmada elde edilen bulgular ile kıyaslama gerçekleştirilebilir. Son olarak bir yıllık verilerden faydalanmak yerine belirli bir dönemin verileri kullanılarak dinamik ÇKKV analizi ile derinlemesine bir analiz gerçekleştirilebilir ve bu kapsamda literatüre önemli katkılar sunulabilir.

Yazar Katkıları: Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” çerçevesinde, birinci yazarın makaleye katkı oranı %100'dür.

Çıkar Çatışması: Araştırmada yazarlar açısından çıkar çatışması teşkil edebilecek durumlar ya da ilişkiler bulunmamaktadır.

Etik Beyanı: Bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” nde belirtilen kurallara uyulduğunu ve “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” e dayalı hiçbir işlem yapmadığımızı beyan ederiz. Aynı zamanda tüm yazarların çalışmaya katkıda bulunduğu, yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışmasının bulunmadığını, tüm etik ihlallerde tüm sorumluluğun makale yazarlarına ait olduğunu beyan ederiz.

Etik Kurul İzni: Araştırmanın niteliği Etik Kurul İzni gerektirmemektedir.

Finansman: Bu araştırma herhangi bir fon almamıştır.

Veri Kullanılabilirliği Beyanı: Bu çalışma sırasında oluşturulan veya analiz edilen veriler, talep üzerine yazarlardan temin edilebilir. Varsa farklı bir açıklama yazılabilir.

Yazma Yardımı için Yapay Zekâ Kullanımı: Yazarlar, çalışmada yazım yardımı için yapay zekânın kullanılmadığını beyan eder.

KAYNAKÇA

- AbdelAziz, N. M. ve Soliman, H. (2025). A multi-criteria decision-making framework for evaluating emerging digital technologies in supply Chain Optimization. *Neutrosophic Sets & Systems*, 87, 379-433.
- Alkan, N. ve Kahraman, C. (2023). Prioritization of supply chain digital transformation strategies using multi-expert fermatean fuzzy analytic hierarchy process. *Informatica*, 34(1), 1-33.
- Ayçin, E. (2023). *Çok kriterli karar verme: Bilgisayar uygulamalı çözümler*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Baimukhanbetova, E., Tazhiyev, R., Sandykbayeva, U. ve Jussibaliyeva, A. (2023). Digital technologies in the transport and logistics industry: Barriers and implementation problems. *Eurasian journal of economic and business studies*, 67(1), 82-96.
- Barykin, S. E., Borisoglebskaya, L. N., Provotorov, V. V., Kapustina, I. V., Sergeev, S. M., De La Poza Plaza, E. ve Saychenko, L. (2021). Sustainability of management decisions in a digital logistics network. *Sustainability*, 13(16), 9289.
- Burinskienė, A. ve Daškevič, D. (2024). Digitalization in logistics for competitive excellence: Case study of Estonia. *Tehnički glasnik*, 18(3), 486-496.
- Chauhan, P., Bangwal, D. ve Kumar, R. (2023). Managing the logistics distribution performance using digitalization in the FMCG sector. *Vision*, 09722629221143261.
- Cichosz, M., Wallenburg, C. M. ve Knemeyer, A. M. (2020). Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices. *The International Journal of Logistics Management*, 31(2), 209-238.
- Çelebi, B., Bülbül, B. Y., Aksoy, M. B. ve Sert, M. F. (2025). Logistics 4.0: Analysis of the impact of countries' digitalization and innovation levels on logistics performance with machine learning. *Trends in Business and Economics*, 39(4), 571-583.
- Çetiner, B. ve Bayat, T. (2023). Dijitalleşme ve inovasyonun lojistik performans üzerindeki etkisi Avrupa Birliği ülkelerinden ampirik kanıtlar. *Lojistik Dergisi*, 20(58), 78-99.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & operations research*, 22(7), 763-770.
- Ebinger, F., & Omondi, B. (2020). Leveraging digital approaches for transparency in sustainable supply chains: A conceptual paper. *Sustainability*, 12(15), 6129.

- Efthymiou, O.K., & Ponis, S. T. (2021). Industry 4.0 technologies and their impact in contemporary logistics: A systematic literature review. *Sustainability*, 13(21), 11643.
- Gürler, H. E., Özçalıcı, M., & Pamucar, D. (2024). Determining criteria weights with genetic algorithms for multi-criteria decision making methods: The case of logistics performance index rankings of European Union countries. *Socio-Economic Planning Sciences*, 91, 1-32.
- Karia, N. (2018). Knowledge resources, technology resources and competitive advantage of logistics service providers. *Knowledge Management Research & Practice*, 16(4), 451-463.
- Kumar, D., Singh, R. K., Mishra, R., & Wamba, S. F. (2022). Applications of the internet of things for optimizing warehousing and logistics operations: A systematic literature review and future research directions. *Computers & Industrial Engineering*, 171, 108455.
- Kuvat, Ö. (2026). Dijitalleşme sürecinde OECD ülkelerinin lojistik performans endeksinin (LPI) çok boyutlu ölçekleme analizi ile değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, e-ticaret lojistiği*, 17-34.
- Manners-Bell, J. (2019). *Future of Logistics*. IDB.
- Mateusz, P., Danuta, M., Małgorzata, Ł., Mariusz, B., & Kesra, N. (2018). TOPSIS and VIKOR methods in study of sustainable development in the EU countries. *Procedia Computer Science*, 126, 1683-1692.
- Moldabekova, A., Philipp, R., Reimers, H. E., & Alikozhayev, B. (2021). Digital technologies for improving logistics performance of countries. *Transport and Telecommunication Journal*, 22(2), 207-216.
- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European journal of operational research*, 156(2), 445-455.
- Roshid, M. M., Waaje, A., Meem, T. N. & Sarkar, A. (2024). Logistics 4.0: A comprehensive literature review of technological integration, challenges, and future prospects of implementation of Industry 4.0 technologies. *International Journal of Technology, Knowledge and Society*, 20(1), 65.
- Ross, A. G. (2023). The BRICS+: Who are they, why are they important, and what do they want?. *Local Economy*, 38(8), 727-734.
- Turgut, M. ve Canitez, M. (2024). Uluslararası ticarete dijital dönüşüm ve lojistik performans: Bir model önerisi. *İktisadi ve İdari Yaklaşımlar Dergisi*, 6(2), 58-78. <https://doi.org/10.47138/jeaa.1543103>
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of business research*, 122, 889-901.

- Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International journal of production research*, 58(1), 18-43.
- Xu, A., Qian, F., Ding, H., & Zhang, X. (2023). Digitalization of logistics for transition to a resource-efficient and circular economy. *Resources Policy*, 83, 103616.
- Yılmaz, B. (2025). Lojistik performans endeksinde önde gelen ülkelerin dijitalleşme düzeylerinin belirlenmesi: CRITIC-TOPSIS yaklaşımı ile bir uygulama. *Verimlilik Dergisi*, 59(2), 433-452.