



Araştırma Makalesi / Research Article

**DİJİTALLEŞME SÜRECİNDE OECD ÜLKELERİNİN LOJİSTİK PERFORMANS
ENDEKSİNİN (LPI) ÇOK BOYUTLU ÖLÇEKLEME ANALİZİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ***

Özlem KUVAT¹

Öz

Ülkelerin uluslararası ticaret, e-ticaret, dijital lojistik, tedarik zinciri ve ulaştırma alanlarındaki performanslarının ve birbirlerine göre konumlarının analiz edilmesi dijitalleşme sürecinin önemli bir parçasıdır. Bu analizler özellikle ticari ilişkilerin geliştirilmesinde ve rekabet avantajı elde etmede önemli bir katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada ülkelerin dijital dönüşümlerinin ve teknoloji kullanımlarının yarattığı benzerlik veya farklılaşmanın Lojistik sektöründe önemli göstergelerden biri olan Lojistik Performans Endeksi'nin (LPI) kullanımıyla incelenmesi amaçlanmıştır. LPI Dünya Bankası tarafından geliştirilip yayınlanan farklı performans göstergelerine göre sıralamaları içermektedir. Bu çalışmada, 2007-2023 arasındaki yıllara ait verileri mevcut olan OECD ülkelerinin lojistik performansları, Lojistik Performans Endeksinde göre değerlendirilmiştir. Ülkeleri gruplamak ve konumlandırmak amacıyla, endeks değerlerine ve alt boyut puanlarına göre mesafeleri hesaplayan, farklı alanlarda yaygın olarak kullanılan çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan çok boyutlu ölçekleme (ÇBÖ) analizi yapılmıştır. Analizlerde gümrük işlemleri, altyapı, uluslararası gönderiler, lojistik kalitesi ve yeterliliği, izleme ve takip, zamanında teslimat ve genel LPI puanı alt boyutları dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlar, koordinat değerleri birbirine yakın olan ülkelerin benzer özelliklerini ve potansiyel farklılıklarını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çok boyutlu ölçekleme analizi, Lojistik performans endeksi, OECD ülkeleri.

JEL Kodları: F13, C38

**EVALUATION OF THE LOGISTICS PERFORMANCE INDEX (LPI) OF OECD
COUNTRIES IN THE DIGITALIZATION PROCESS WITH MULTIDIMENSIONAL
SCALING ANALYSIS**

Abstract

Analyzing the performance and relative positions of countries in international trade, e-commerce, digital logistics, supply chains, and transportation is a crucial part of the digitalization process. These analyses are particularly beneficial in improving trade relations and gaining a competitive advantage. This study aims to examine the similarities or differences arising from countries' digital transformation and use of technology by utilizing the Logistics Performance Index (LPI). LPI, a key indicator in the logistics sector, is developed and published by the World Bank and comprises rankings based on various performance dimensions. In this study, the logistics performance of OECD countries, for which data are available between 2007 and 2023, was evaluated according to the Logistics Performance Index. To group and position countries, Multidimensional Scaling Analysis (MDSA)—one of the multivariate statistical methods widely used in various fields—was conducted to calculate distances based on index values and sub-dimension scores. The analyses considered the following sub-dimensions: customs procedures, infrastructure, international shipments, logistics quality and competence, tracking and tracing, timeliness, and the overall LPI score. The findings indicate that countries with proximate coordinate values exhibit similar characteristics and highlight potential differences in their logistics performance.

Keywords: Multidimensional scaling analysis, Logistics performance index, OECD countries.

JEL Codes: F13, C38

*Bu makale 14. ULTZK 2025 14. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri kongresinde (22-24 Mayıs 2025, Kütahya/Türkiye) sözlü bildiri olarak sunulan çalışmanın geliştirilmiş halidir.

¹ Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, ohasgul@balikesir.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7017-4557.

Başvuru Tarihi (Received): 01.11.2025 **Kabul Tarihi** (Accepted): 06.03.2026

Giriş

Lojistik, yaşanan küreselleşme ve rekabet artışı ile birlikte ülkeler için kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle ülkeler açısından lojistik faaliyetlerin hem verimli hem de etkin bir şekilde sürdürülebilmesi ve yüksek düzeyde lojistik performans göstermek önemli bir rekabet avantajı sağlamaktadır. Bir ülkenin lojistik performansının iyileştirilmesi de ulaşım yolları ile ticaret süreçlerinin iyi yönetilmesi, e-ticaretin artışı, entegrasyonun sağlanması, dijital dönüşümün gerçekleştirilmesi, teknolojik imkanlardan ve iktisadi serbestleşmeden yararlanılması, uluslararası pazarlara en uygun biçimde erişilmesi ile gerçekleştirilmektedir (Kale ve Tilki, 2024, s. 14).

Dijital ekonomi, küresel ekonomik süreçlerdeki dönüşümsel değişimlerin temel kaynağı niteliğindedir. Bu mekanizma, lojistikten uluslararası ticarete kadar her alanda inovasyon artışını sağlamaktadır. Dijital platformlar ve süreç otomasyonu, lojistik operasyonlarının verimliliğini ve memnuniyeti artırmaktadır. Lojistik prosedürlerinin dijitalleştirilmesi aynı zamanda tedarik zinciri yönetiminin daha iyi optimize edilmesini ve maliyetlerde de azalmayı sağlamaktadır. Blockchain, lojistik 4.0, yapay zeka ve büyük veri sayesinde lojistik zinciri katılımcıları arasında gelişmiş koordinasyon, azaltılmış riskler ve hızlandırılmış uluslararası ticaretin sağlanması beklenmektedir (Ptashchenko, Zyma, Kazak, Naumenko ve Puzrakov, 2025).

Yaşanan dijitalleşme süreci, düşük gelirli ülkelerde lojistiği geliştirme potansiyeline sahip olsa da, altyapı, finansman ve politika gibi zorluklar nedeniyle sınırlı bir düzeyde benimsenebilmektedir. Bu nedenle gelişmekte olan ülkelerde dijital lojistik pazarının performansı büyük ölçüde teknolojiye bağlı kalmaktadır. Bu bağlamda, lojistik verimliliğini ve rekabetçiliğini artırmak için teknolojiye yatırım ve dijital dönüşüm için bir yenilik stratejisi geliştirebilmek büyük önem taşımaktadır (Yıldırım Özmütlu ve Arun, 2025).

Lojistik performans ölçümü, organizasyonları yönetmek için önemli bir araçtır ve lojistik süreçlerinin izlenmesi ve değerlendirilmesinde kilit rol oynar. Bu ölçümlerin sonuçları, yöneticiler için önemli bir gösterge işlevi görerek süreçleri etkili bir şekilde uyarlamalarını ve lojistik sistemlerinin performansını iyileştirmelerini sağlar. Performans izlemenin amacı, iyileştirme alanlarını belirlemek ve önlemler uygulandıktan sonra, yerleşik göstergeleri kullanarak sonuçlarını güvence altına almak ve izlemektir (Jonasíková, Konečný, Zuzaniak, 2025). Lojistik performansını analiz etmek ve önde gelen ülkelerin başarı sebeplerini anlamak; yaşanan dijitalleşme, e-ticaretin yarattığı değişim, farklı lojistik çözüm araçları arayışları, kullanılan yapay zeka uygulamalarındaki yenilikler, Covid-19 salgını ve Rusya-Ukrayna savaşından bu yana küresel pazardaki önemli değişiklikler nedeniyle her zamankinden daha önemli hale gelmiştir (Özekenci, 2025). El Niño ve Güney Salınımı (ENSO) gibi şiddetli iklim olaylarının etkisiyle Gatun Gölü'nü etkileyen şiddetli kuraklık koşulları Panama Kanalı'nda su seviyesinin düşmesine sebep olmakta ve operasyonel zorlukları daha da artırmaktadır (Fuentes ve Munim, 2025). 23 Mart 2021'de Ever Given adlı geminin kaza yapması nedeniyle Süveyş Kanalı'nın tıkanması gibi son yıllarda yaşanan gelişmeler de özellikle küresel pazarlarda yer alan işletmeler için lojistik faaliyetlerin önemini ortaya koymuştur (Özkanlısoy ve Akkartal, 2022; Keleş ve Kahveci, 2025).

Dünya Bankası'nın 2007 yılı itibarıyla Lojistik Performans Endeksi'ni (*Logistics Performance Index*, LPI) yayınlaması ile ülkelerin lojistik faaliyetleri etkinliğinin karşılaştırılması daha işlevsel bir hale gelmiştir. LPI ile ülkelerin lojistik performansının çok boyutlu yapısı 1'den 5'e doğru bir puan ile değerlendirilmektedir. 5 en yüksek değeri göstermektedir. LPI, ülkelerin lojistik sektörlerinin işleyişine ilişkin önemli bilgiler sunmaktadır. Bu endeks, ülkelerin lojistik maliyetleri, gümrük düzenlemeleri ile kara, deniz ve hava taşımacılığında kullandığı altyapı durumu ile ilgili yol gösterici bir perspektif sağlamaktadır (Acar, 2021; Çatuk, 2022).

LPI lojistik sektöründe hem ulusal hem de uluslararası alanda bir performans değerlendirme aracı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu endeks, ülkelerin ve organizasyonların lojistik kapasitelerine kapsamlı bir bakış açısı sunarak, iyileştirme potansiyeli yüksek alanların

karşılaştırılmasına ve belirlenmesine olanak tanır. LPI'nin uygulanması, yöneticilerin ve kuruluşların kendi lojistik süreçlerini daha derinlemesine anlamalarına ve diğer kaynaklardan en iyi uygulamaları belirlemelerine olanak tanır. Lojistik sistem performansının etkili bir şekilde ölçülmesi, rekabet gücü ve sürdürülebilir kalkınmanın anahtarıdır. LPI gibi araçları kullanarak yöneticiler, zayıflıkları ve iyileştirme fırsatlarını daha doğru bir şekilde belirleyebilir, bu da kaynakların daha verimli kullanılmasını ve kuruluşların genel verimliliğinin artırılmasını sağlar (Jonasíková, Konečný ve Zuzaniak, 2025). Lojistik performansının etkileri bölge ve ülkelere göre farklılık gösterebildiği gibi özellikle gelişmiş altyapı ve yüksek hizmet kalitesinin sunulduğu ileri teknolojik kapasitenin ön planda olduğu gelişmiş ekonomilerde daha büyük bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda lojistik performansın belirlenmesi ve artırılması politika yapıcı ve uygulayıcılar için stratejik bir karara dönüşmektedir (Genç ve Mohamed, 2025).

Lojistik Performans Endeksi dünya genelinde mal taşımacılığı ve uluslararası ticaretin kolaylaştırılmasından sorumlu firmalar üzerinde gerçekleştirilen küresel bir anket temelinde oluşturulmuştur. Bu endeks, sektörün farklı faaliyet alanlarında görev yapan 800'den fazla uzmanın katkılarıyla geliştirilmiştir. Anket katılımcılarından, uluslararası düzeyde en fazla ticaret yaptıkları sekiz ülkeye ilişkin verileri sağlamaları istenmiştir (Martí, Martín ve Puertas, 2017).

Toplam endeks, altı ana bileşenin analiz edilmesi yoluyla hesaplanmaktadır: Bu bileşenler; gümrük işlemleri, altyapı, uluslararası gönderiler, lojistik hizmet kalitesi ve yeterliliği, izleme ve takip sistemleri ile zamanında teslimattır. Bu göstergelerin hiçbirisi tek başına yüksek bir lojistik performans seviyesi garanti etmemektedir. Bu nedenle, göstergelerin dahil edilmesi; uluslararası taşımacılık uzmanlarıyla gerçekleştirilen ampirik çalışmalar ve kapsamlı mülakatlar temelinde belirlenmiştir. Tüm göstergeler bir araya getirilmiş ve uygun biçimde ağırlıklandırılmıştır. Puanlama 1 ile 5 arasında değişmekte olup, 5 en yüksek lojistik performansı temsil etmektedir. Her bir bileşen şu şekilde tanımlanmaktadır (Martí, Martín ve Puertas, 2017):

- Gümrük işlemleri (GI): Gümrük kontrol birimleri tarafından yürütülen işlemlerin hız, basitlik ve öngörülebilirlik açısından değerlendirilmesini ifade eder.
- Altyapı (A): Kara, deniz, hava ve demir yolu taşımacılığına ilişkin altyapının kalitesini değerlendirir. Katılımcıların bu altyapıya yönelik algıları, taşımacılık türlerinin yanı sıra depolama ve mal hareketliliği açısından ölçülmektedir.
- Uluslararası gönderiler (UG): Rekabetçi fiyatlarla uluslararası gönderi yapabilme kolaylığını ölçer.
- Lojistik hizmet kalitesi ve yeterliliği (LHK): Taşımacılık operatörleri veya gümrük müşavirleri gibi lojistik hizmet sağlayıcılarının kalitesini gösterir.
- İzleme ve takip (İT): Gönderilerin izlenmesi ve konumlarının belirlenmesini ifade eder. Malların nihai müşteriye teslimine kadar geçen süreçteki rota ve konum bilgilerinin doğruluğu bu kapsamda değerlendirilir. Bu süreç, tedarik zincirindeki tüm aktörlerin katılımını gerektirir ve dolayısıyla izlenebilirlik, küresel bir iş birliğinin sonucudur.
- Zamanında teslimat (ZT): Gönderilerin belirlenen zaman diliminde teslim edilme durumunu ifade eder. Rekabetin oldukça yoğun olduğu günümüz koşullarında, teslimat sürelerine uyulmaması kabul edilemez bir durumdur (Martí, Martín ve Puertas, 2017).

Bu çalışmada dijitalleşmede öncülük eden ve verisi elde edilebilen Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD, *Organisation for Economic Co-operation and Development*) ülkelerinin lojistik başarısının değerlendirilmesinde bu alt boyutların ve genel verinin (GV) değerlendirilmesiyle performansa göre konumlandırma yapmak amaçlanmıştır. Bu nedenle dijital dönüşümlerin yaşandığı 7 farklı yıl birlikte değerlendirilerek birbirine benzeyen ve farklı olan ülkeleri görme olanağı sağlanmıştır. Çalışma, LPE verilerine göre OECD ülkelerinin konumunu göstermesi ve karşılaştırmaya olanak sağlaması açısından önem taşımaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde LPI hakkında literatür taraması yapılmış, ikinci bölümünde çok boyutlu ölçekleme analizi yöntemi tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde uygulama çalışması yer alırken son bölümde sonuçlar değerlendirilmiştir.

1. Literatür Taraması

Lojistik Performans Endeksi ile ilgili ulusal ve uluslararası birçok çalışma literatürde önemli bir yer edinmiştir. Yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda sıralama, gruplama yapılmış ya da etkinlik ölçümü sağlanmıştır. Yılların birlikte değerlendirildiği çalışma sayısı daha az olup çoğunlukla her yılın LPI verisi ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Acar (2021) çalışmasında 2007-2018 yılları arasında Türkiye'nin lojistik etkinliğini araştırmayı amaçlamıştır. 2007 yılından itibaren LPI verileri değerlendirilmiş ve Veri Zarflama Analizi yapmıştır. Türkiye ile OECD üye ülkeleri arasında karşılaştırma yapmıştır.

Akdamar'ın (2022) çalışmasında 160 ülkenin lojistik verimliliği, Lojistik LPI altı alt göstergesi kullanılarak Veri Zarflama Analizi ile ölçülmüştür. Ayrıca ülkelerin lojistik verimliliğinin insani gelişme sınıfları ve göstergelerinden nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Bu amaçla Kruskal Wallis H testi ve Çoklu Doğrusal Regresyon analizi yapılmıştır. Sonuçlara göre çok yüksek insani gelişme sınıfındaki ülkelerin diğer ülkelere göre daha yüksek verimlilik puanlarına sahip olduğunu belirlenmiştir.

Altıntaş (2022) çalışmasında 2018 yılı için LPI raporunda yer alan 160 ülkenin LPI bileşenlerine ait değerler üzerinden K-ortalamlar kümeleme analizi ile gruplama yapmıştır.

Saputri ve Widodo (2023) çalışmalarında 2010-2018 döneminde Asya-Pasifik Ekonomik İşbirliği (APEC) üyesi 18 ülke için lojistik performansının imalat sanayi ihracatı üzerindeki etkisini analiz etmeyi amaçlamışlardır. Lojistik performansı, Bu çalışma, genel LPI'nin, LPI'nin her bir bileşeninin, kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın toplam nüfusun ve reel döviz kurunun imalat sanayi ihracatı üzerindeki etkilerini görmek için panel veri regresyon yöntemini kullanmışlardır.

Avşar (2023) çalışmasında 120 ülkenin 2007, 2010, 2012, 2014, 2016 ve 2018 yıllarına ait LPI verilerini K-ortalamlar algoritması kullanarak kümelemiştir. Türkiye; Bahreyn, Çekya, Güney Afrika, Katar, Macaristan, Malezya, Portekiz, Slovenya, Suudi Arabistan, Şili ve Tayland, ülkeleriyle birlikte kümelenmiştir.

Kale ve Tilki (2024) çalışmalarında Entropi Ağırlıklı TOPSIS yöntemini kullanarak 139 ülkenin lojistik performanslarını değerlendirmiş, lojistik performans sıralamalarını belirlemişlerdir. Elde edilen lojistik performans sıralamaları ve LPI sıralamaları ile karşılaştırmalı bir analiz yapmışlardır.

Şişman ve Nebati (2024) çalışmalarında Entropi tabanlı CoCoSo yöntemi ile Türkiye ve Avrupa Birliği (AB) ülkeleri için lojistik performansı değerlendirmişlerdir. Öncelikle kriterlerin ağırlıkları Entropi yöntemi ile belirlenmiştir ve en önemli kriter altyapı olarak belirlenmiştir. Daha sonra CoCoSo yöntemi ile Türkiye ve AB ülkelerinin lojistik performans sıraları ortaya konmuştur. İlk sırada Finlandiya yer alırken, Macaristan son sırada yer almaktadır.

Jonasíková, Konečný ve Zuzaniak, (2025) çalışmalarında, LPI'nin 2007 ve 2022 yılları arasındaki gelişimini değerlendirmek için zaman serisi ve kümeleme analizi kullanmışlardır. Zaman serisi analizi ile lojistik performansındaki uzun vadeli eğilimleri ve dalgalanmaları belirlemişler, kümeleme analizi ile bölgesel farklılıklar hakkında fikir vermişler ve ülkeleri performanslarına göre sınıflandırmışlardır.

Özekenci'nin (2025) çalışmasında, OECD ülkelerinin 2023 yılı LPI'si hibrit çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Bu araştırma için, OECD ülkelerinin

LPI'sini değerlendirmek amacıyla SD, CRITIC, LOPCOW, MEREC ve CRADIS yöntemlerini içeren yeni bir model önerilmiştir. Çeşitli ağırlıklandırma yöntemleriyle elde edilen sonuçlar, her yöntemden farklı bir sıralama elde edildiğini göstermiştir. Kriter ağırlıklarının genel sonuçları, takip ve izleme, uluslararası sevkiyatlar ve gümrüklerin en önemli kriterler olduğunu, lojistik yeterlilik, kalite, altyapı ve zamanında teslimatın ise sırasıyla en az önemli kriterler olduğunu göstermiştir. CRADIS yöntemine göre yapılan sıralamada Finlandiya, İsviçre, Almanya, Danimarka, Kanada, Belçika, Hollanda, İsveç, Avusturya ve Japonya ilk onda yer almıştır.

Qazi, Al-Mhdawi ve Simsekler (2025) çalışmalarında LPI girdi göstergelerini (gümrük işlemleri, altyapı ve lojistik hizmet kalitesi ve yeterliliği) sonuç göstergelerine (maliyeti, zamanında teslimatı temsil eden uluslararası gönderiler ve güvenilirliği temsil eden izleme ve takip) eşleyerek işler hale getirirken, altı LPI göstergesi arasındaki zamansal bağımlılıkları incelemiştir. Çalışmada olasılıksal bir aę ortamında değişkenler arasındaki zamansal bağımlılıkları etkili bir şekilde eşlemek için Bayes İnanç ağları (*Bayesian Belief Network*, BBN) tabanlı bir yöntem kullanılmıştır.

Khadim, Batool, Akbar, Zidova, Vasudevan ve Zhang, (2025) çalışmalarında, gelişmekte olan ekonomilerde lojistik performansını bir üretim faktörü olarak inceleyerek Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna bir faktör olarak LPI eklentisi yapmışlardır. Diğer kontrol değişkenleri sermaye stoku, istihdam edilen iş gücü ve finansal gelişme şeklindedir. Çalışmada gözlemlenemeyen heterojenliği azaltmak için Genelleştirilmiş Moment Yöntemleri (*Generalized Methods of Moments*, GMM) kullanılmıştır. Bulgular, LPI'nin gelişmekte olan ekonomilerin genel ekonomik büyümesine önemli ölçüde katkıda bulunduğunu göstermektedir. Daha ileri analizler, LPI bileşenlerinin, gümrük prosedürlerinin ve altyapının büyüme sürecine en önemli katkıda bulunan faktörler olduğunu ortaya koymuştur.

Yılmaz (2025) çalışmasında, LPI'da yer alan ilk 25 ülkenin dijitalleşme seviyelerini 2023 verilerine göre analiz etmiştir. Bu amaçla, kriterlerin ağırlıklandırılması için CRITIC alternatiflerin sıralanması için ise TOPSIS yöntemi kullanılarak dijitalleşme endeksleri ile ilgili ülkelerin lojistik performansı arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Analiz, bazı dijitalleşme endekslerinde veri bulunmaması nedeniyle Hong Kong ve Tayvan hariç tutularak, LPI'deki ilk 25 ülkeye odaklanmış ve çalışmada alternatif olarak değerlendirilen 23 ülkenin nihai analiziyle sonuçlanmıştır. LPI'de önde gelen ülkelerin dijitalleşme seviyelerine göre TOPSIS yöntemiyle yapılan sıralamadaysa dijitalleşme seviyesi en yüksek ülkelerin sırasıyla Singapur, ABD ve Hollanda olduğu belirlenmiştir.

Keleş ve Kahveci (2025) çalışmalarında, AB aday ve üye ülkelerinin lojistik performanslarını ÇKKV yöntemlerini kullanarak değerlendirmeyi amaçlamışlardır. 8 AB adayı ve 27 AB üyesi değerlendirilmiştir. Çalışmada ağırlıklandırma, *Weights by ENvelope and SLOpe* (WENSLO) ile ve sıralama *Alternative Ranking Technique based on Adaptive Standardized Intervals* (ARTASI) yöntemi ile yapılmıştır. Kuzey Avrupa'da yüksek gelirli bir ekonomi olan Finlandiya ilk sırada yer almıştır. LPI'de AB aday ülkeleri arasında ilk sırada yer alan Türkiye, bazı AB ülkelerinden daha iyi bir durumdadır.

Bu çalışmada literatürdeki çalışmalardan farklı olarak çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinden çok boyutlu ölçekleme yöntemi kullanılarak OECD ülkelerinin LPI boyutlarına göre birbirleriyle olan benzerlikleri ve farklılıkları değerlendirilmiştir. Çalışmada 7 farklı yılın birlikte değerlendirilmesi de avantaj oluşturmaktadır. Literatürde ÇKKV ve kümeleme analizleri ile yılların birlikte değerlendirildiği çalışmalar yapılmış olsa da bu çalışma çok boyutlu ölçekleme ile hem gruplandırma, hem sınıflandırma açısından yeni bir öneri sunmaktadır. Çok boyutlu ölçekleme analizi ayrıca koordinat bilgilerini de sunduğu için analizlerde sıralama yapılmasına ilişkin bir alternatif ve karşılaştırma imkanı oluşturmaktadır.

2. Yöntem

Çok Boyutlu Ölçekleme benzerlik ve farklılık yargılarını nicel olarak ifade etmeye yarayan bir araçtır. Girdi olarak, bir grup öge arasındaki benzerlik tahminlerini ele alır. Bu tahminler açık puanlamalar olabileceği gibi, çeşitli dolaylı ölçümler de girdi verisi olabilir. Çıktısı, ögeler arasındaki ilişkileri mekansal olarak gösteren bir haritadır. Bu haritada, benzer ögeler birbirine yakın konumlandırılırken, birbirinden farklı ögeler orantılı olarak daha uzak yerleştirilmektedir. Bu haritadan, veri kümesinin altında yatan boyutlar çıkarılabilir, veya daha önceden oluşturulmuş hipotezler doğrulanabilir. Yorumlamalar da haritanın yapısının öznel olarak incelenmesiyle yapılır (Hout, Papesh ve Goldinger, 2013).

ÇBÖ analizinin en öne çıkan uygulama nedenlerinden birisi, karmaşık bir dizi içindeki farklılıkları gösterilmek istendiğinde kullanıcıya kolay hazırlanan bir görselleştirme imkanı sunmasıdır (Çelik, 2015). ÇBÖ'nin kullanım avantajları aşağıda verildiği şekilde özetlenebilir (Borg ve Groenen, 2005):

- ÇBÖ, benzerlik (*similarity*) veya farklılık (*dissimilarity*, benzersizlik, benzer olmama) verilerini düşük boyutlu bir uzaydaki uzaklıklar olarak temsil eden ve bu verileri görsel inceleme ve keşfe açık hale getiren bir yöntemdir.
- ÇBÖ ilgi duyulan farklı nesneler arasında ayrım yapmaya yarayan belirli ölçütlerin, bu nesnelerin karşılık gelen ampirik farklılıklarına nasıl yansıdığını test etmeyi sağlayan bir tekniktir.
- ÇBÖ benzerlik ve farklılık yargılarına temel oluşturan boyutları keşfetmeye olanak sağlayan bir veri analiz yaklaşımıdır.
- ÇBÖ farklılık yargılarını, belirli bir uzaklık fonksiyonu türünü taklit eden bir kurala göre açıklayan bir model olarak kullanılabilir.

ÇBÖ'ye yönelik en erken yaklaşımlardan biri, Torgerson-Gower ölçekleme olarak bilinen yöntemdir. Bu araştırmacılar, düşük boyutlu bir çözümün özdeğer ayrıştırması (*eigendecomposition*) yoluyla elde edilebileceğini göstermiştir. Klasik ölçekleme, temel bileşen analizi (*principal component analysis*) ile yakından ilişkilidir ve tarafından temel koordinat analizi (*principal coordinate analysis*) olarak da adlandırılmıştır. MDS modelinin parametrelerinin hesaplanmasında önemli bir dönüm noktası ise Kruskal'ın çalışmalarıyla gerçekleşmiştir (Groenen ve van de Velden, 2016).

ÇBÖ türetilen yakınlık ölçütlerine dayanarak değişkenler arasındaki ilişkilerin modellenmesi amacıyla kullanılabilir. Buna alternatif olarak, eğer analiz odağı nesnelerin kendisiyse, değişkenler boyutsal eksenler olarak kabul edilerek nesneler arasındaki Öklidyen uzaklıklar hesaplanabilir. Bu yaklaşımda, yüksek boyutlu uzayda elde edilen Öklidyen uzaklıklar bir farklılık ölçütü olarak değerlendirilir ve MDS, bu uzaklıkların daha düşük boyutlu bir uzayda temsil edilmesini sağlamak amacıyla uygulanır. Çok Boyutlu Ölçekleme yöntemini biçimsel olarak tanımlayabilmek için bazı gösterimlere ihtiyaç vardır. Öncelikle, n farklı nesnelerin sayısını göstermekte ve i ile j numaralı nesneler arasındaki benzersizlik, farklılık δ_{ij} ile ifade edilmektedir. δ_{ij} gerçek farklılık, uzaklık değeridir. Nesnelerin koordinatları, $(n \times p)$ boyutlarında bir X matrisi içerisinde toplanır; burada p , çözümün boyut sayısını ifade eder ve kullanıcı tarafından önceden belirlenmesi gerekir. Bu durumda, $d_{ij}(X)$, X matrisinde i . ve j . nesnenin Öklid uzaklığını vermektedir. Öklid uzaklığı $d_{ij}(X)$ 'nin hesaplanması Denklem 1' de verilmektedir (Groenen ve van de Velden, 2004):

$$d_{ij}(X) = (\sum_{s=1}^p (x_{is} - x_{js})^2)^{1/2} \quad (1)$$

ÇBÖ'nin amacı, $d_{ij}(X)$ değerlerinin δ_{ij} değerleriyle mümkün olduğunca iyi eşleştiği bir X matrisi bulmaktır. Bu amaç çeşitli şekillerde ifade edilebilir, ancak literatürde ham stres (raw-Stress)

tanımı kullanılmaktadır. Hesaplanışı Denklem 2’de verilmektedir (Kruskal, 1964a; Groenen ve van de Velden, 2004):

$$\sigma^2(X) = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} w_{ij} (\delta_{ij} - d_{ij}(x))^2 \quad (2)$$

Burada w_{ij} çifti için isteğe bağlı verilen pozitif bir ağırlıktır. $\sigma^2(X)$ ne kadar küçükse, yerleştirme o kadar başarılıdır. Bu ölçüt, ilk kez Kruskal tarafından önerilmiş olup Stres olarak adlandırılmaktadır. Benzersizliklerin ve mesafelerin simetrik olması nedeniyle, toplam yalnızca $i > j$ olan ikililer üzerinden alınır. Stres fonksiyonunun minimizasyonu oldukça karmaşık bir problemdir ve kapalı formda çözülemez. Bu nedenle, ÇBÖ uygulamaları, stresi minimize eden bir X matrisi bulmak için iteratif yinelemeli algoritmalar kullanır (Groenen ve van de Velden, 2004).

Bu algoritmalar yakınlık (benzerlik) verilerini kendine özgü, ince farklılıklarla işler. Amaç verilere geometrik bir temsil kazandırmak, yani her bir öge çifti arasındaki mesafelerin, mümkün olduğunca, verilen yakınlık verilerini yansıtmalarını sağlamaktır. Haritada çıktı uzayındaki noktalar, her bir öge çifti arasındaki derecelendirilmiş benzerliği doğru bir şekilde yansıtmalıdır (Hout, Papesh ve Goldinger, 2013).

Stres değeri her zaman pozitifdir ve bu değerin küçük olması uyuma ilişkin iyi bir sonucu göstermektedir. Tablo 1’de farklı stres yüzdelere ilişkin uyum karşılıkları verilmektedir (Kruskal, 1964b).

Tablo 1: Stres Ve Uyumluluk Düzeyleri

Stress Yüzdesi	Uyumluluk İfadesi
(% 20)	(Uyumsuz)
(% 10)	(Düşük Uyumlu)
(% 5)	(İyi Uyumlu)
(% 2,5)	(Mükemmel Uyumlu)
(% 0)	(Tam Uyumlu)

Bu değerler dikkate alınarak modellerin verileri temsil etme düzeyleri yorumlanmaktadır.

3. Uygulama ve Bulgular

3.1. OECD Ülkeleri LPI Verileri

Çalışmada analiz edilen veri seti, Dünya Bankası tarafından yayınlanan Lojistik Performans Endeksi (LPI) verileridir (The World Bank, Reports). Her bir lojistik performans göstergesi için özellikle küresel ölçekte dijitalleşmenin etkisinin görülebileceği 2007, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 ve 2023 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. Bu şekilde OECD ülkelerinin konumu benzerlik ve farklılıklarına göre grafiklerin ve koordinatların ele alınmasıyla analiz edilmiştir.

Bu çalışmada aynı zamanda yılların etkisi de dikkate alınarak ülkelerin konumları üzerinden dijital dönüşüm ve teknoloji kullanımına bağlı farklılıklar incelenmiştir. Uygulamada SPSS programı içinde yer alan Prefscal algoritması kullanılarak analiz yapılmıştır. Araştırmada ülkelere ilişkin göstergeler ayrı ayrı değerlendirilerek 7 yıl için ($p=7$) 7 boyutlu veri boyut1 (Dimension 1, x eksen) ve boyut 2 (Dimension 2, y eksen) olarak 2 boyuta ($k=2$) indirgenmiştir. İzlanda, İsrail ve Güney Kore verilerinde eksiklikler bulunduğu için analize dahil edilmemişlerdir.

Verileri dikkate alınan ülkeler ve altboyut ve genel veriler için 7 yıl aritmetik ortalama bilgileri aşağıda Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2: *Lojistik Performans Endeksi Ortalama Değerleri*

KOD	Ülke	Gİ	A	UG	LHK	İT	ZT	GV
AUS	Avustralya	3.89	3.88	3.49	3.79	3.89	3.99	3.77
AUT	Avusturya	4.05	3.94	3.75	3.97	4.05	4.18	3.93
BEL	Belçika	4.09	4.05	3.76	4.08	4.09	4.31	4.00
CAN	Kanada	3.97	4.03	3.51	3.95	3.97	4.16	3.88
CHL	Şili	3.25	3.01	3.06	3.08	3.25	3.59	3.19
COL	Kolombiya	2.76	2.58	2.77	2.77	2.76	3.20	2.75
CRI	Kosta Rika	2.96	2.64	2.87	2.83	2.96	3.30	2.88
CZE	Çek Cumhuriyeti	3.54	3.26	3.38	3.48	3.54	3.84	3.46
DNK	Danimarka	3.77	3.81	3.57	3.83	3.77	4.13	3.82
EST	Estonya	3.34	3.21	3.17	3.29	3.34	3.75	3.32
FIN	Finlandiya	3.99	3.96	3.61	3.94	3.99	4.11	3.91
FRA	Fransa	4.00	3.99	3.65	3.88	4.00	4.19	3.90
DEU	Almanya	3.94	4.04	3.58	3.94	3.94	4.13	3.89
GRC	Yunanistan	3.36	3.18	3.10	3.11	3.36	3.69	3.21
HUN	Macaristan	3.38	3.20	3.19	3.16	3.38	3.71	3.26
IRL	İrlanda	3.87	3.61	3.59	3.74	3.87	4.01	3.73
ITA	İtalya	3.81	3.74	3.49	3.69	3.81	4.02	3.68
JPN	Japonya	4.04	4.16	3.58	4.03	4.04	4.22	3.96
LVA	Letonya	3.27	2.93	3.14	3.06	3.27	3.58	3.15
LTU	Litvanya	3.10	2.94	3.13	3.07	3.10	3.72	3.16
LUX	Lüksemburg	3.76	3.87	3.63	3.74	3.76	4.24	3.82
MEX	Meksika	3.15	2.89	2.99	3.02	3.15	3.50	3.02
NLD	Hollanda	4.12	4.23	3.78	4.15	4.12	4.28	4.09
NZL	Yeni Zelanda	3.65	3.65	3.35	3.59	3.65	3.95	3.62
NOR	Norveç	3.77	3.95	3.42	3.80	3.77	4.11	3.79
POL	Polonya	3.46	3.10	3.36	3.38	3.46	3.99	3.42
PRT	Portekiz	3.53	3.29	3.33	3.45	3.53	3.90	3.46
SVK	Slovakya	3.10	3.06	3.11	3.15	3.10	3.59	3.16
SVN	Slovenya	3.19	3.22	3.15	3.19	3.19	3.53	3.21
ESP	İspanya	3.79	3.71	3.56	3.73	3.79	4.05	3.72
SWE	İsveç	4.07	4.15	3.74	4.08	4.07	4.32	4.03
CHE	İsviçre	4.04	4.13	3.55	4.00	4.04	4.20	3.95
TUR	Türkiye	3.40	3.32	3.24	3.36	3.40	3.69	3.34
GBR	Birleşik Krallık	4.08	4.01	3.67	3.96	4.08	4.22	3.95
USA	Amerika Birleşik Devletleri	4.13	4.09	3.48	3.93	4.13	4.11	3.89

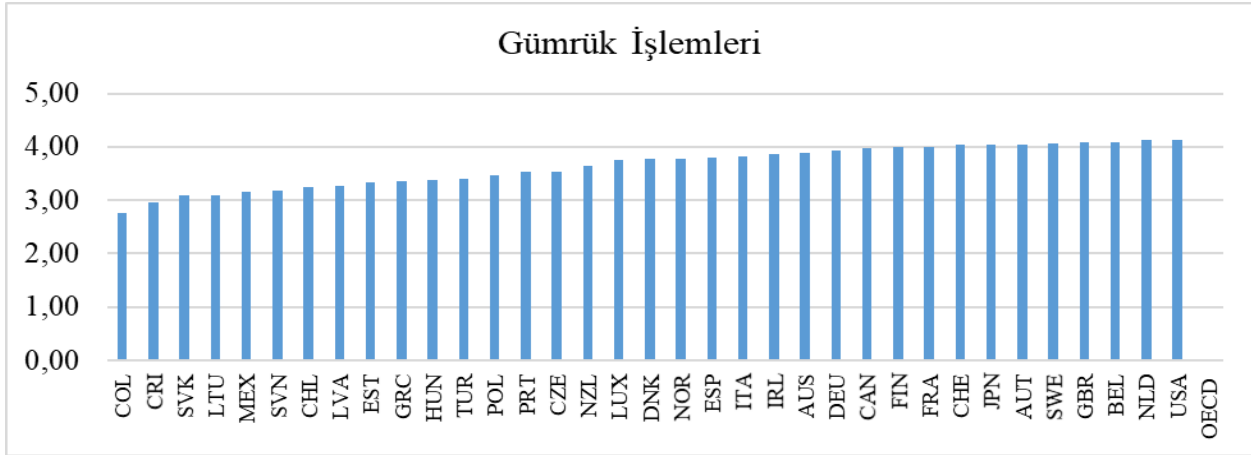
Çalışmada analiz aşamasında öncelikle bileşenlerin yıllara ilişkin ortalama verileri dikkate alınarak genel bir değerlendirme yapılmıştır. Tanımlayıcı analiz sonrasında çok boyutlu ölçekleme analizi ile her yılın verisinin birlikte değerlendirilmesi sonucu benzerlik ve farklılıkların da ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Elde edilen koordinat bilgileri ve görsel grafikler ile konumlar için değerlendirmeler yapılmıştır. Her bir bileşen için elde edilen koordinatlar EK1’de verilmektedir.

3.2. Gümrük İşlemleri İçin Konumlandırma

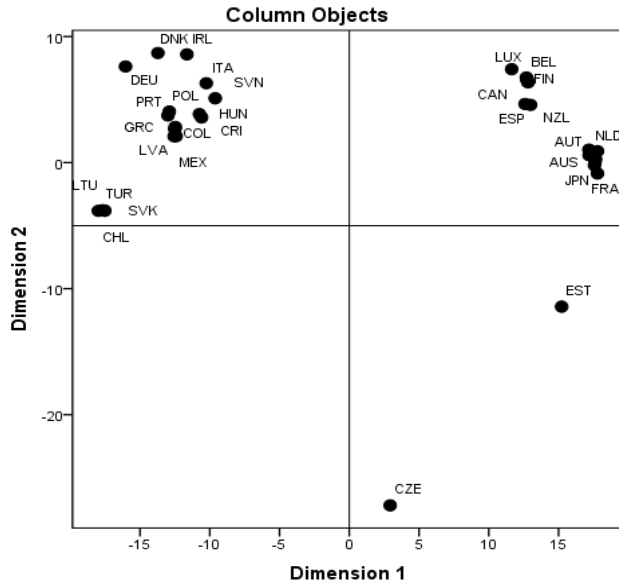
Gümrük işlemleri için tüm yılların ortalama verisi dikkate alındığında özellikle USA, NLD, BEL, GBR, SWE, AUT, JPN, CHE, FRA, FIN ülkelerinin öne çıktığı görülmektedir. OECD ülkeleri gümrük işlemlerindeki performansla ilişkin elde edilen görünüm Şekil 1’de verilmektedir.

Şekil 1: Gümrük İşlemleri Performansı Ortalama Grafiği



ÇBÖ analizi ile elde edilen koordinat bilgileri ve grafik görünümüne göre gümrük işlemleri performansına göre ülkeler arasında benzerlik ve farklılıklar bazı ülkelerde yakın konumlanmalara neden olmuştur. Gümrük işlemleri çok boyutlu ölçekleme analizi sonrası elde edilen Kruskal's Stress-I değeri 0,0201521 olduğu için, elde edilen görselleştirmenin gerçek durumla uyumlu olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu değer, Tablo 1'de verilen genel kabul gören sınırlara göre mükemmel uyum kategorisine girmektedir. Dolayısıyla modelin, gözlenen benzerlik matrisi ile çözüm düzlemindeki mesafeleri yeterli düzeyde yansıttığı sonucuna varılmıştır. Elde edilen harita Şekil 2'de verilmektedir.

Şekil 2: Gümrük İşlemleri Verisi Koordinatları



Gümrük işlemleri verisine ilişkin koordinatlar ve o koordinatların uzay görünümü harita üzerinde incelendiğinde CZE ve EST ülkelerinin diğerlerinden oldukça farklılaştığı göze çarpmaktadır. Bu konum gümrük faaliyetlerinin özellikleri ve ülkelerin coğrafi konumlarıyla ilişkili bir farklılaşma olarak değerlendirilebilir.

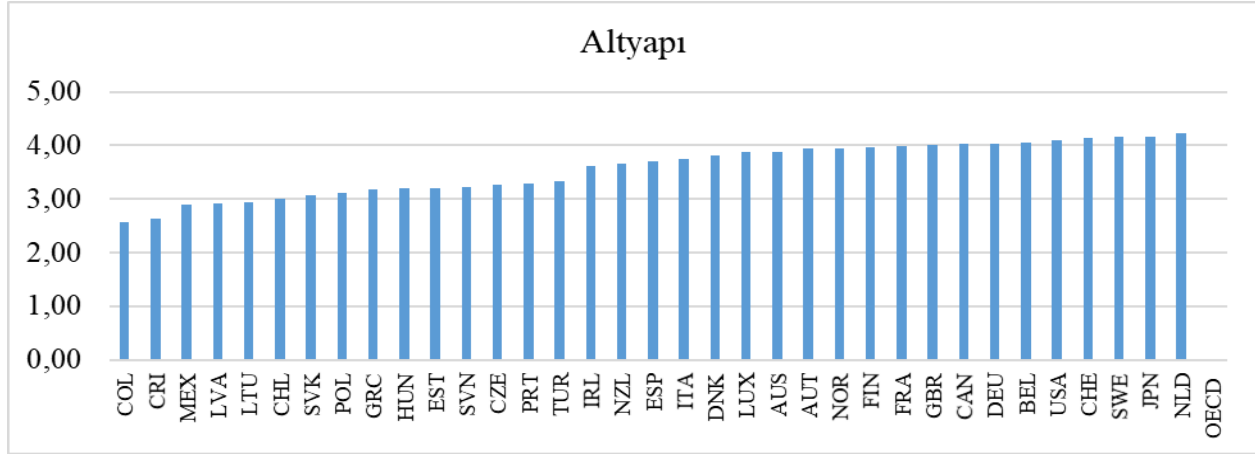
CHL, TUR, LTU ve SVK kendi içlerinde çok benzer özellikler göstermişlerdir. Bunların yanında DEU, DNK, PRT, POL, MEX, LVA, GRC, COL, IRL, HUN, CRI, ITA ve SVN bir grup oluşturmuşlardır.

Diğer grup NOR, NZL, CHE, FIN, BEL, CAN, LUX, ESP, EST, GBR, AUT, USA, AUS, JPN, SWE, FRA, NLD ülkelerinden oluşmuştur ve çoğunluğunun yüksek performans gösterdiği söylenebilir. Özellikle gümrük işlemleri verimliliği konusunda üst sıralarda yer alan ve ortalama puanları yüksek ülkelerdir.

3.3. Altyapı İçin Konumlandırma

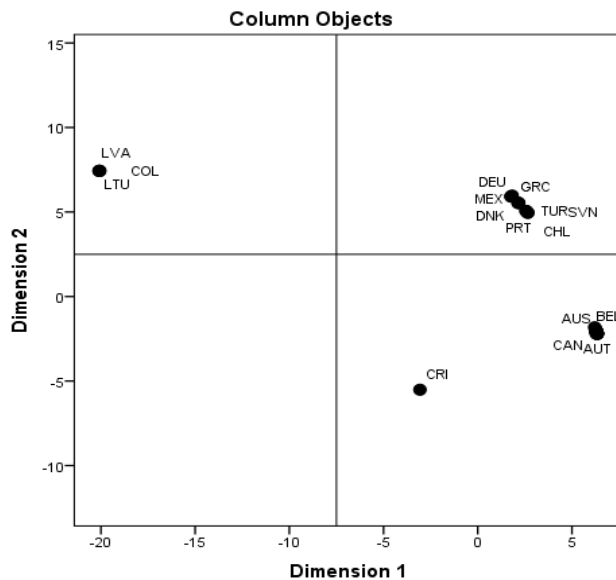
Altyapı bileşeni için ortalama verisi dikkate alındığında özellikle NLD, JPN, SWE, CHE, USA ülkelerinin öne çıktığı görülmektedir. OECD ülkeleri altyapı performansına ilişkin elde edilen görünüm Şekil 3'te verilmektedir.

Şekil 3: Altyapı Performansı Ortalama Grafiği



Altyapı bileşeni için çok boyutlu ölçekleme analizinden elde edilen Kruskal's Stress-I değeri 0,000397 olarak gerçekleşmiştir. Bu değer, 0.0 ile 0.025 aralığında yer almakta olup, analiz sonucunun veriyi mükemmel uyumlu bir şekilde temsil ettiğini göstermektedir. Benzerliklerin ve farklılaşmanın görüldüğü harita Şekil 4'te verilmektedir.

Şekil 4: Altyapı Verisi Koordinatları



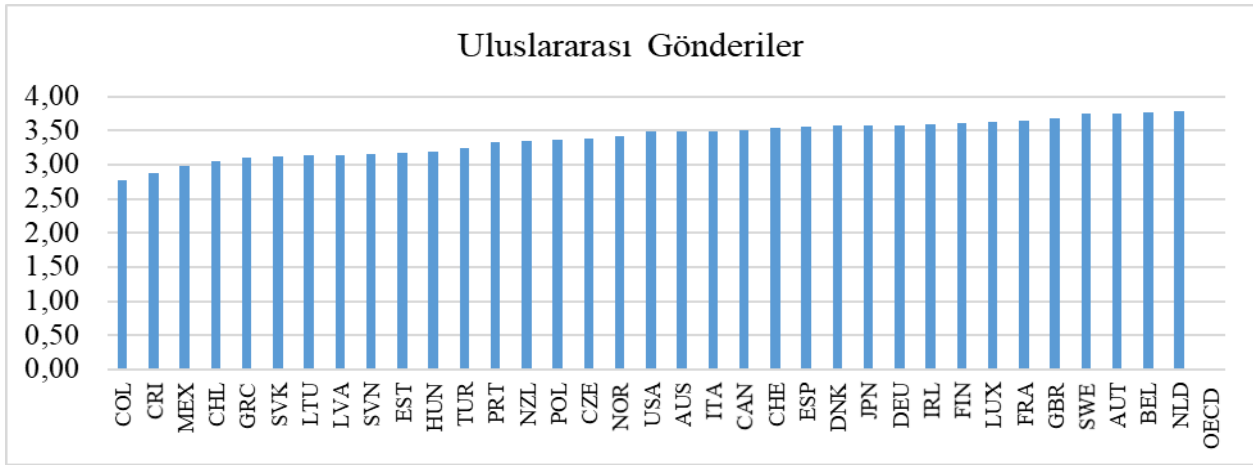
Altyapı verisi için koordinatlar incelendiğinde CRI'nın diğer ülkelerden uzaklaştığı ve diğer ülkelerin üç ayrı küme şeklinde yerleşim gösterdiği belirlenmiştir. LVA, COL ve LTU belirgin bir farklılaşma göstermişlerdir. FRA, EST, SWE, JPN, NLD, AUT, GBR, USA, CHE, CZE, NZL, FIN, AUS, BEL, ESP, ITA, NOR, CAN, LUX, IRL, HUN birlikte gruplanmışlardır. Bunların

birçoğu altyapı açısından öne çıkan ülkelerdir. Diğer grup SVN, PRT, CHL, TUR, POL, GRC, DNK, MEX, SVK, DEU birlikte gruplanmışlardır. Bu ayrışmalar ülkelerin altyapılarının özelliklerinin bazıları için benzerlikler bazıları için farklılıklar gösterdiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

3.4. Uluslararası Gönderiler İçin Konumlandırma

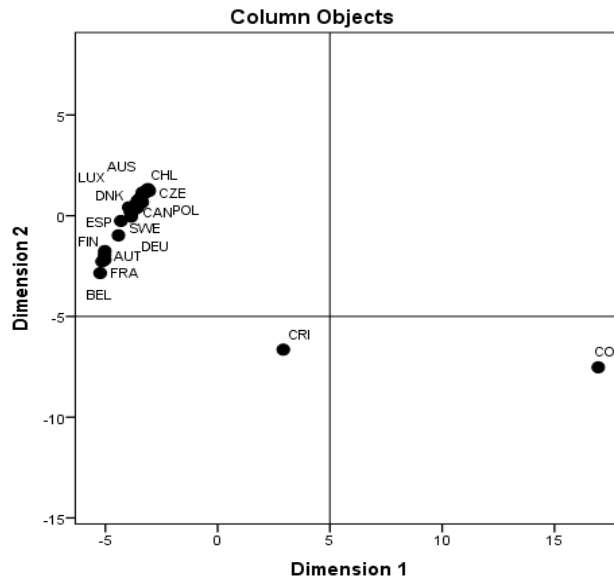
Uluslararası gönderiler alt boyutu için ortalama değerleri ile sıralama yapıldığında özellikle NLD, BEL, AUT, SWE, GBR ülkelerinin öne çıktığı görülmektedir. OECD ülkeleri uluslararası gönderiler performansına ilişkin elde edilen görünüm Şekil 5'te verilmektedir.

Şekil 5: Uluslararası Gönderiler Performansı Ortalama Grafiği



Uluslararası gönderiler alt boyutu için çok boyutlu ölçekleme analizi sonucunda elde edilen Kruskal Stress değeri 0,020485 olarak gerçekleşmiştir. Bu değer görselleştirmenin oldukça iyi bir uyuma sahip olduğu anlamına gelmektedir. Elde edilen koordinatlara ilişkin oluşan harita Şekil 6'da verilmektedir.

Şekil 6: Uluslararası Gönderiler Verisi Koordinatları



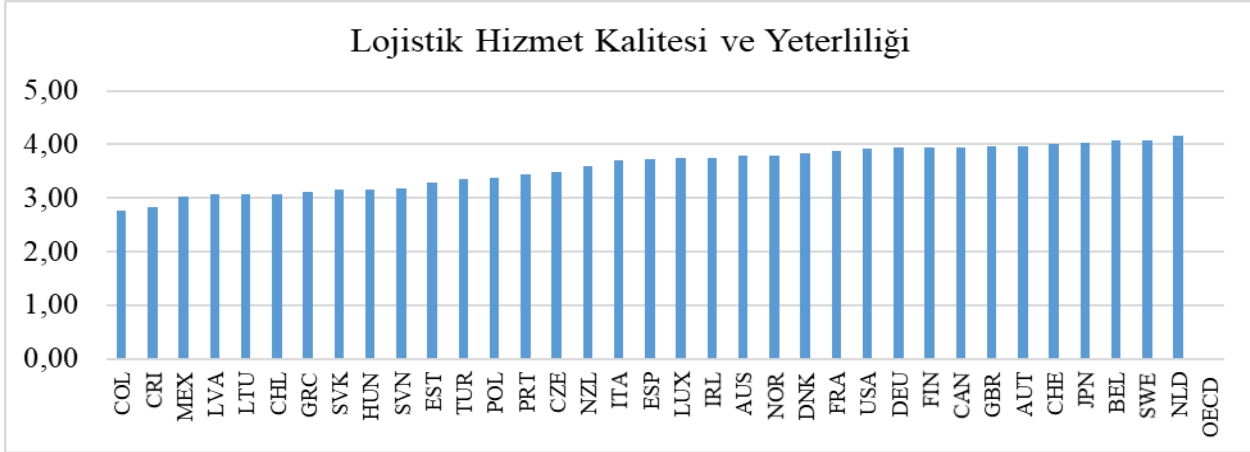
Elde edilen koordinatlara göre CRI haritanın merkezine yakın bir konumdayken, COL bütün ülkelerden uzaklaşmıştır ve sağ alt bölgede yer almaktadır. Diğer ülkelerin ise sol alt bölgede bir

yay şeklinde sıralandıkları göze çarpmaktadır. Yayın bir ucunda BEL, AUT, FRA, FIN yer alırken diğer ucunda SVK, MEX, LVA, NZL, CHL konumlanmıştır.

3.5. Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği İçin Konumlandırma

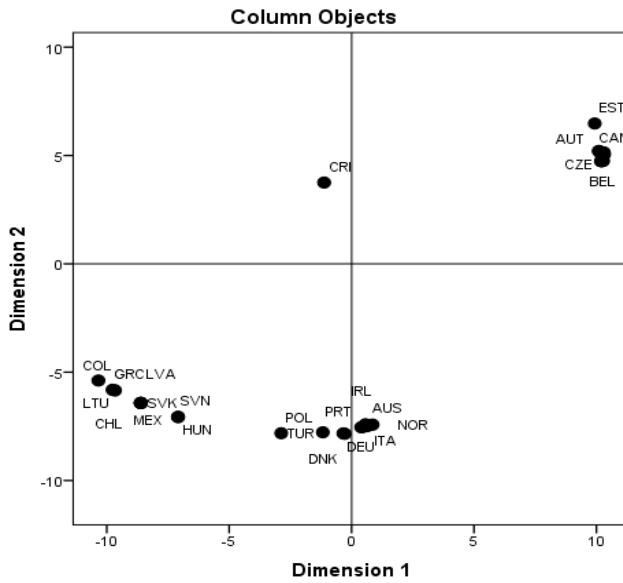
Lojistik hizmet kalitesi ve yeterliliği alt boyutu için ortalama değerleri ile elde edilen sıralamada NLD, SWE, BEL, JPN, CHE, AUT, GBR, CAN ülkelerinin öne çıktığı görülmektedir. OECD ülkeleri lojistik hizmet kalitesi ve yeterliliği performansına ilişkin elde edilen görünüm Şekil 7’de verilmektedir.

Şekil 7: Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği Performansı Ortalama Grafiği



Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği altboyutu için elde edilen Kruskal's Stress-I değeri 0,007055 olarak gerçekleşmiştir. Modelin verileri oldukça iyi temsil ettiğini gösteren harita Şekil 8’de verilmektedir.

Şekil 8: Lojistik Hizmet Kalitesi Ve Yeterliliği

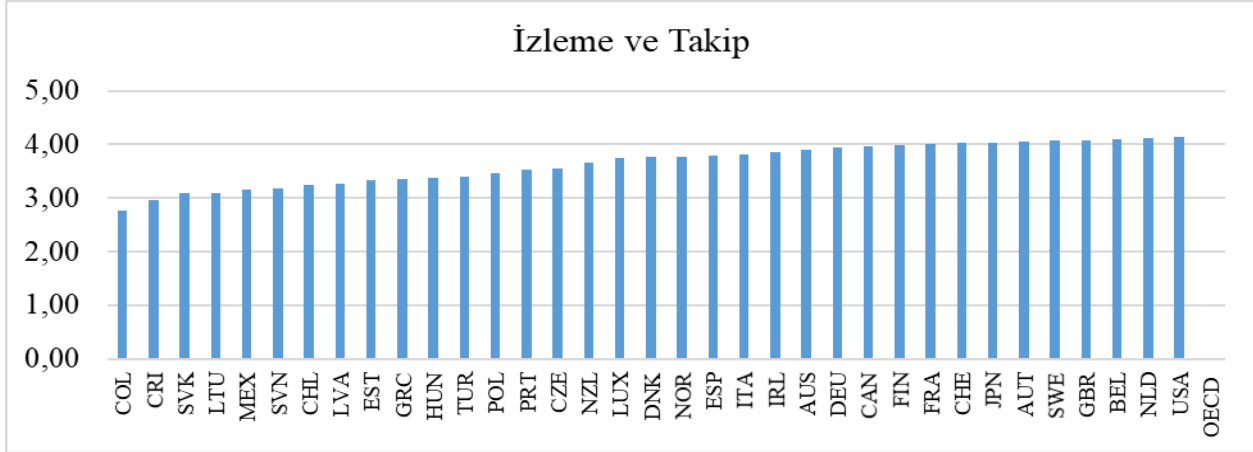


Elde edilen haritaya göre ESP, LUX, USA, FIN, CHE, FRA, GBR, SWE, NLD, CAN, JPN, BEL, AUT, NZL, CZE, EST kendi içlerinde kümelenmişlerdir ve haritanın sağında gruplanmışlardır. Haritanın solunda yer alan ülkeler bir yay şeklinde sıralanma gösterirken CRI bunlardan ayrılan bir konuma sahip olmuştur ve farklı bir performansa sahiptir. Yay şeklinde sıralanan ülkelerde yayın bir ucunda COL, GRC, LTU yer alırken diğer ucunda DEU, DNK, POL bulunmaktadır. Birbirinden uzaklaşan ülkeler arasında açık lojistik farkların bulunduğu söylenebilir.

3.6. İzleme ve Takip İçin Konumlandırma

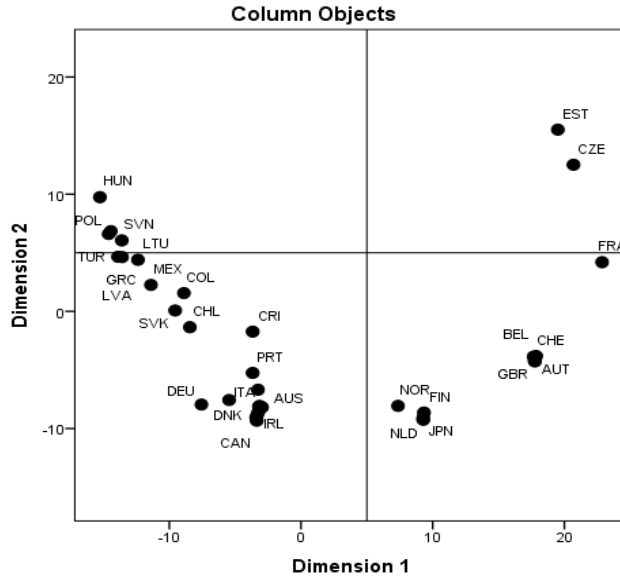
İzleme ve takip alt boyutu için ortalama değerleri ile elde edilen sıralamaya göre USA, NLD, BEL, GBR, SWE, AUT, JPN, CHE, FRA, FIN ülkelerinin öne çıktığı görülmektedir. OECD ülkeleri izleme ve takip performansına ilişkin elde edilen görünüm Şekil 9’da verilmektedir.

Şekil 9: İzleme ve Takip Performansı Ortalama Grafiği



İzleme ve takip alt boyutu için Kruskal's Stress-I değeri 0,023883 olduğundan elde edilen iki boyutlu yapı yorumlanabilir niteliktedir ve gruplar arası benzerlik ve farklılık ilişkileri güvenle değerlendirilebilir durumdadır. Elde edilen yapı, gözlenen benzerlik yapısını harita üzerinde doğru biçimde yansıtmaktadır. Konumları gösteren harita Şekil 10’da verilmektedir.

Şekil 10: İzleme Ve Takip Verisi Koordinatları

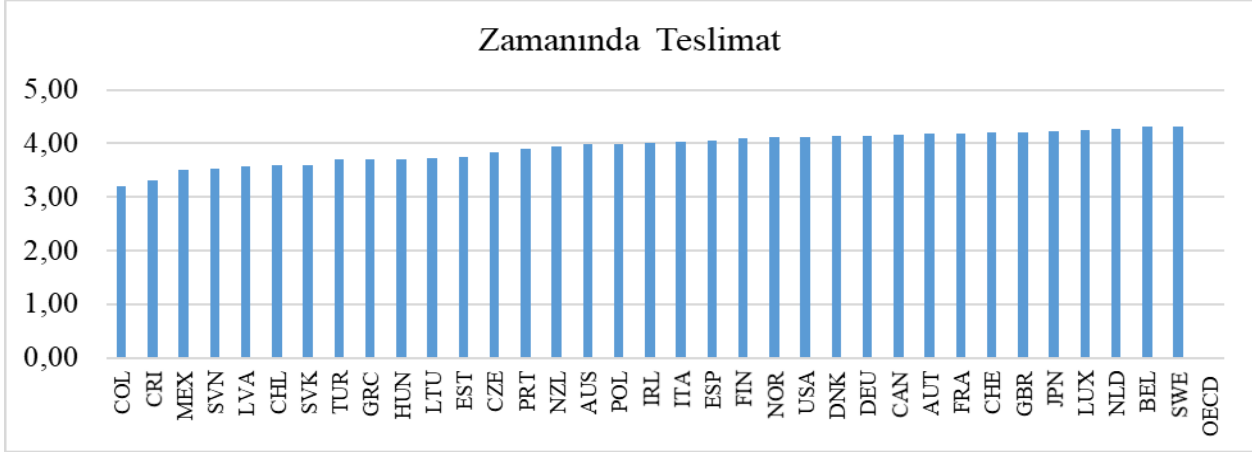


Elde edilen haritaya ve konumlara göre EST, CZE ve FRA ülkeleri için belirgin bir izleme takip düzeyi farklılığı göze çarpmaktadır. Bunlar yüksek bir izleme ve takip potansiyeline sahip ülkelerdir. AUT, BEL, USA, GBR ve CHE oldukça yakın bir kümeyi oluştururken, NOR, FIN, NLD ve JPN ise diğer ülkelere göre görece yakın konumlanmış farklı bir gruba aittir. Diğer ülkeler bir ucu HUN, POL, TUR ve diğer ucu LUX, ITA, ESP olan bir yol şeklinde sıralanmışlardır.

3.7. Zamanında Teslimat İçin Konumlandırma

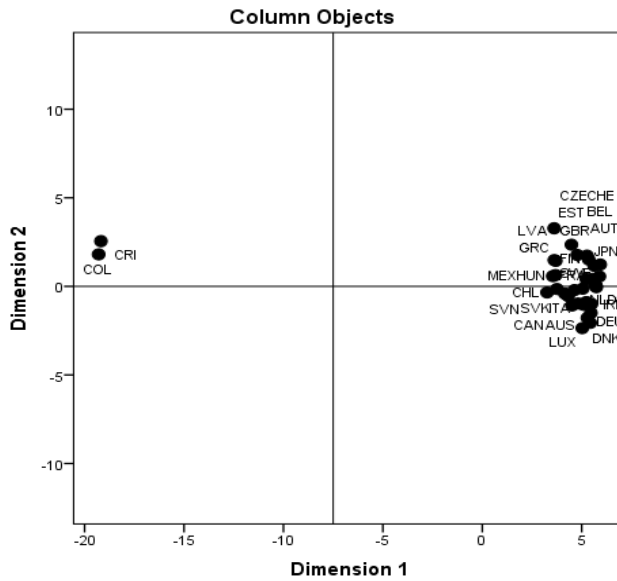
Zamanında teslimat alt boyutu için ortalama değerleri ile elde edilen sıralamaya göre USA, NLD, BEL, GBR, SWE, AUT, JPN, CHE, FRA, FIN ülkelerinin öne çıktığı görülmektedir. OECD ülkeleri zamanında teslimat performansına ilişkin elde edilen görünüm Şekil 11’de verilmektedir.

Şekil 11: Zamanında Teslimat Performansı Ortalama Grafiği



Zamanında teslimat alt boyutu için Kruskal's Stress-I değeri 0,0166497 olarak elde edilmiştir. Bu nedenle modelin, gözlenen benzerlik matrisi ile elde edilen düzlemin üzerindeki uzaklıkları uygun şekilde yansıttığı söylenebilmektedir. Elde edilen harita Şekil 12’de verilmektedir.

Şekil 12: Zamanında Teslimat Verisi Koordinatları



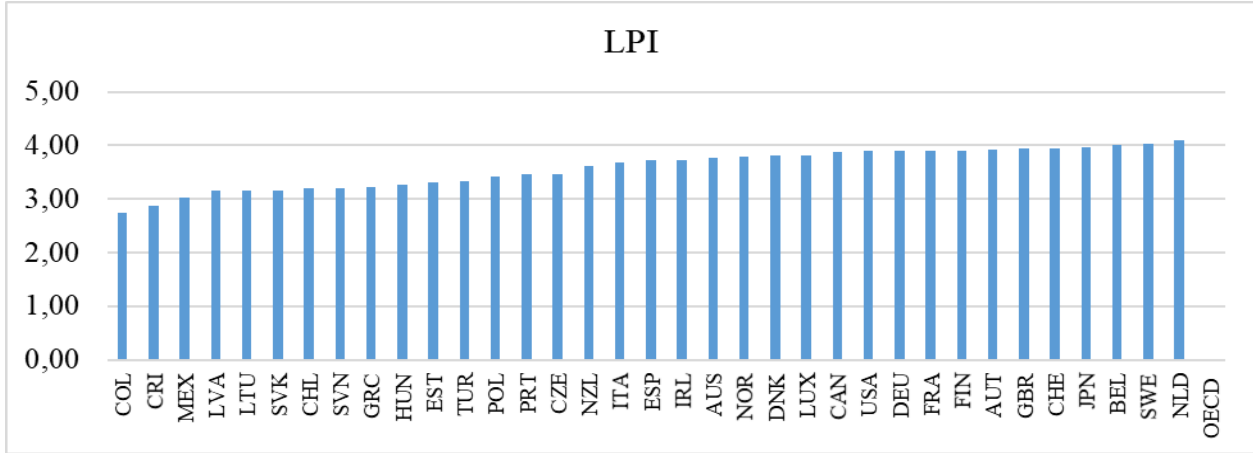
Koordinat grafiğine göre CRI ve COL birbirine yakın konumlanma eğilimindedirler ve benzer zamanında teslimat performansına sahiptirler. Bu ülkelerin zamanında teslimat ortalamaları düşük düzeydedir ve teslimat süreleri ile sınır geçişleri konusunda performanslarının artırılması önerilebilir. Diğer ülkeler başka bir bölgede toplanmıştır ve grup halinde bu ülkelerden uzaklaşmışlardır.

3.8. LPI İçin Konumlandırma

LPI genel verisi için ortalama değerleri ile elde edilen sıralamaya göre NLD, SWE, BEL, JPN, CHE, GBR, AUT, FIN, FRA, DEU, USA ve CAN ülkelerinin öne çıktığı görülmektedir. Bu ülkeleri sırayla; LUX, DNK, NOR, AUS, IRL, ESP, ITA, NZL, CZE, PRT, POL, TUR, EST,

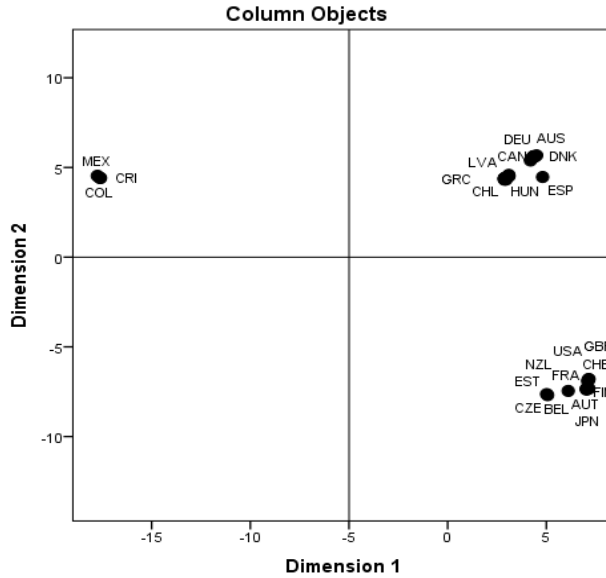
HUN, GRC, SVN, CHL, SVK, LVA izlemektedir. COL, CRI ve MEX son sıralarda yer almaktadır. OECD ülkeleri LPI için elde edilen görünüm Şekil 13’de verilmektedir.

Şekil 13: LPI Ortalama Grafiği



Çalışmanın bu bölümünde tüm bileşenlerin dikkate alınarak oluşturulan LPI genel verisi dikkate alınmıştır. Genel veri için Kruskal's Stress-I değeri 0,006905 olduğundan model verileri çok yüksek düzeyde başarıyla temsil etmektedir ve temel deseni oldukça iyi bir şekilde yansıtmaktadır. Konumlara ilişkin elde edilen görünüm Şekil 14’te verilmektedir.

Şekil 14: LPI Genel Veri Koordinatları



Elde edilen boyutlara göre MEX, COL, CRI kendi içlerinde bir bütünlük sergilemektedir. Bu ülkelerde Altyapı çalışmaları ve reform politikaları geliştirilebilir ve doğru politikalarla üst kümeye geçme potansiyeli taşıyor olabilirler. CZE, EST, NZL, AUT, SWE, JPN, FRA, BEL, NLD, FIN, GBR, CHE ve USA bir grubu oluşturmaktadır. LTU, GRC, SVN, HUN, SVK, CHL, LVA, ESP, TUR, POL, PRT, ITA, LUX, NOR, CAN, AUS, IRL, DNK, DEU diğer grubu oluşturmaktadır.

4. Sonuç

Ülkelerin taşımacılık ağlarına teknolojik entegrasyonu, lojistikte dijitalleşmenin sağlanması ve lojistik 4.0 uygulamaları, e-ticaret altyapısı, lojistik koridorlarında güçlü çok modlu altyapıya

sahip olması, bağlantı yoğunlukları, hizmet kalitesi gibi kriterler için gösterdiği gelişim lojistik performansını büyük ölçüde etkilemektedir. Ülkelerin lojistik performansının ortaya konmasında 6 farklı bileşenin birlikte ele alınmasıyla belirlenen LPI’da ülkelerin kıyaslanmasında büyük katkı sunmaktadır. Ülkelerin lojistik performans ölçümü yapılarak performanslarına göre değerlendirilmesi; iyileştirme noktalarının belirlenmesini ve buna yönelik politikaların geliştirilmesini sağlayabilmektedir. Yapılacak gruplama ve konumlama çalışmaları sayesinde hangi ülkelerin lojistik performanslarının birbirleriyle ortak ve farklı özellikler taşıdığını belirlemek örnek alınmasının yada ortak stratejiler geliştirilmesinin de yolunu açabilmektedir. Özellikle teknolojik eşitsizliklerin bulunduğu ülkeler için bu sonuçlar daha da önem kazanabilmektedir. Bu çalışma ile ülkelerin lojistik performanslarını artırabilmesi için öncelikle konumlandırılması ve yakınlıklarına göre benzer olanların gruplanması amacıyla, LPI endeks değerleri ve alt boyut puanlarına göre çok boyutlu ölçekleme analizi yapılmıştır.

Gümrük işlemleri bileşeni için yapılan analize göre, tüm yılların ortalama verisi ve ÇBÖ bulguları dikkate alındığında özellikle NOR, NZL, CHE, FIN, BEL, CAN, LUX, ESP, EST, GBR, AUT, USA, AUS, JPN, SWE, FRA, NLD ülkelerinden oluşan grubun gümrük işlemleri lojistik kapasitesinin ve etkili gümrük süreçlerinin diğer ülkelere göre öne çıktığı ve yapısal bir bütünlük gösterdikleri ortaya konmuştur. CZE ve EST ülkelerinin ÇBÖ analizine göre diğerlerinden oldukça farklılaştığı ve CHL, TUR, LTU ve SVK ülkelerinin kendi içlerinde çok benzer özelliklere sahip olduğu söylenebilmektedir. Düzensiz gümrük süreçleri bazı ülkelerde lojistik sorunlar yaşanmasına neden olabilmektedir. ÇBÖ analizine göre DEU, DNK, PRT, POL, MEX, LVA, GRC, COL, IRL, HUN, CRI, ITA ve SVN ayrı bir grup oluşturmuşlardır. Bu ülkelerin birçoğu lojistik bileşenlerini ve gümrük işlemlerini geliştirme aşamasındadır ve belli başlı sorunlara rağmen orta düzeyde performans göstermektedirler.

Altyapı bileşeni için ortalama verilerinde NLD, JPN, SWE, CHE, USA ülkelerinin öne çıktığı görülmektedir. Altyapı, dijitalleşme ve teknolojik gelişmişlik düzeyi bu ülkelerin konumlarını ciddi düzeyde etkilemektedir. Benzer olarak Adıgüzel (2021)’in çalışmasında belirttiği gibi özellikle USA dijital lojistik çalışmaların en yoğun görüldüğü ülkelerdendir. Dijital firmaların lojistik firmalarıyla birleşmeleriyle büyük rekabet avantajı elde eden şirketler bulunmaktadır. Koordinatlar incelendiğinde ise CRI’da farklılaşma olduğu görülmektedir. Bir grupta yer alan LVA, COL ve LTU ülkelerinin lojistik altyapı konusunda iyileşme potansiyelinin mevcut olduğu söylenebilir. Altyapı gelişmişliği açısından öne çıkan ve güçlü altyapılarıyla benzer desene sahip ülkeler FRA, EST, SWE, JPN, NLD, AUT, GBR, USA, CHE, CZE, NZL, FIN, AUS, BEL, ESP, ITA, NOR, CAN, LUX, IRL, HUN olarak gruplanmışlardır.

Uluslararası gönderiler alt boyutu için ortalama değerleri ile sıralama yapıldığında özellikle NLD, BEL, AUT, SWE, GBR ülkelerinin küresel ticaretin merkezi konumunda yer alarak ve uzak bölgeleri kapsama özellikleriyle öne çıktığı ve uluslararası sevkiyatlarda kolaylıklar sağladığı görülmektedir. Burada CRI haritanın merkezine yakın bir konumdayken, COL ise bütün ülkelerden uzaklaşmıştır.

Lojistik hizmet kalitesi ve yeterliliği alt boyutu için ortalama değerleri ile elde edilen sıralamada NLD, SWE, BEL, JPN, CHE, AUT, GBR, CAN ülkelerinin lojistik süreçlerinde yarattıkları kolaylıklar ve hizmet çeşitlilikleri nedeniyle öne çıktığı önce çıktığı görülmektedir. ÇBÖ haritasına göre ESP, LUX, USA, FIN, CHE, FRA, GBR, SWE, NLD, CAN, JPN, BEL, AUT, NZL, CZE, EST ülkeleri de kendi içlerinde gruplanmışlardır.

İzleme ve takip alt boyutu için ortalama değerleri ile elde edilen sıralamaya göre USA, NLD, BEL, GBR, SWE, AUT, JPN, CHE, FRA, FIN ülkelerinin dijital takip sistemlerinin etkisiyle öne çıktığı görülmektedir. Elde edilen haritaya ve konumlara göre EST, CZE ve FRA ülkeleri için belirgin bir izleme takip düzeyi farklılığı oluşmuştur. Bunlar yüksek gönderi takibi potansiyeline sahip

ülkelerdir. AUT, BEL, USA, GBR ve CHE oldukça yakın bir kümeyi oluştururken, NOR, FIN, NLD ve JPN ise diğer ülkelere göre görece yakın konumlanmış farklı bir gruba aittir.

Zamanında teslimat alt boyutu için ortalama değerleri ile elde edilen sıralamaya göre USA, NLD, BEL, GBR, SWE, AUT, JPN, CHE, FRA, FIN ülkelerinin öne çıktığı görülmektedir. Teslimat sürelerinin kısaltılması ve zamanında teslimat sağlanması açısından yine dijitalleşmenin bu ülkeler için etki gösterdiği söylenebilmektedir. CRI ve COL birbirine yakın konumlanma eğilimindedirler ve benzer zamanında teslimat performansına sahiptirler. Bu ülkelerin zamanında teslimat ortalamaları düşük düzeydedir ve teslimat süreleri ile sınır geçişleri konusunda performanslarının artırılması önerilebilir.

LPI genel verisi için ortalama değerleri ile elde edilen sıralamaya göre NLD, SWE, BEL, JPN, CHE, GBR, AUT, FIN, FRA, DEU, USA ve CAN ülkelerinin öne çıktığı görülmektedir. Bu ülkeler genellikle LPI'nın tüm boyutlarında yüksek skorlara sahip ülkelerdir. Bu ülkelerin aynı zamanda güvenilir ve verimli hizmet sunmada dijitalleşme, e-ticaret boyutunda da merkez konumunda anahtar rol oynadıkları söylenebilir. Bu ülkeleri sırayla; LUX, DNK, NOR, AUS, IRL, ESP, ITA, NZL, CZE, PRT, POL, TUR, EST, HUN, GRC, SVN, CHL, SVK, LVA izlemektedir. Bunlar yükselen lojistik pazarlara sahip potansiyel olarak gelişme olanağına sahip ülkelerdir. COL, CRI ve MEX son sıralarda yer almaktadır ve bunlar için de dijitalleşme süreçlerinin işletilmesi ve verimi artırma stratejilerinin geliştirilmesi etkili sonuçlar sunacaktır. Elde edilen boyutlara göre MEX, COL, CRI kendi içlerinde bir bütünlük sergilemektedir. Bu ülkelerde Altyapı çalışmaları ve reform politikaları geliştirilebilir ve doğru politikalarla üst kümeye geçme potansiyeli taşıyor olabilirler. CZE, EST, NZL, AUT, SWE, JPN, FRA, BEL, NLD, FIN, GBR, CHE ve USA bir grubu oluşturmaktadır. LTU, GRC, SVN, HUN, SVK, CHL, LVA, ESP, TUR, POL, PRT, ITA, LUX, NOR, CAN, AUS, IRL, DNK, DEU diğer grubu oluşturmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile farklı OECD ülkelerinin LPI genel verisi ve altboyut verilerinin değerlendirilmesiyle benzerlik ve farklılıkları ile gruplanmaları ortaya konmuştur. Çalışma kapsamında yapılan değerlendirmeler sonucunda elde edilen bilgiler incelenen literatür ile benzerlikler göstermekle birlikte uygulanan yöntem açısından yeni bir yaklaşım önerilmesini sağlamıştır. Çok boyutlu ölçekleme analizinin LPI verilerinin analizi ve farklı endeks verilerinin analizinde kullanımına uygunluğu ortaya konulmuştur. Çalışmanın bir diğer katkısı dijitalleşen dünyada lojistik performansının artırılması için hangi ülkelerin örnek alınacağı ve hangi özelliklerin geliştirilmesi gerektiği konusunda bir perspektif sağlamasıdır. Bu sonuçlar; sektör temsilcileri ve politika geliştiren kişilere lojistik yatırımı yapılacak ülkelerin belirlenmesi, uluslararası taşımacılık planlaması, karar vericilere yol haritası oluşturması gibi konularda yol gösterici olarak kullanılabilir.

Kaynakça

- Acar, M. F. (2021). Lojistik etkinlik: Türkiye ve OECD. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 23, 512-517.
- Adıgüzel, S. (2021). OECD ve Avrupa Birliği ülkelerinde akıllı lojistik uygulamalarının ekonomiye katkıları. *Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(4), 95-112.
- Akdamar, E. (2022). The effect of human development on the logistics efficiency of the countries. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, 9(2), 871-896.
- Altıntaş, F. F. (2022). Lojistik performans endeksi kapsamında ülkelerin k-ortalamlar kümeleme analizi ile incelenmesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 17(68), 878-891. doi:10.19168/jyasar.955205

- Avşar, İ. İ. (2023). Lojistik performans endeksine göre seçilmiş ülkelerin k-ortalamalar yöntemi ile kümelenmesi: Türkiye'nin durumu. *Karadeniz Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 44-61.
- Borg, I., & Groenen, P. J. (2005). The four purposes of multidimensional scaling. *Modern Multidimensional Scaling: theory and applications*, Springer Series in Statistics içinde (ss. 3-18). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-28981-X_1
- Çatuk, C. (2022). Evaluation of Turkey's Logistics Performance Index with its competitors in international trade. *Turkish Studies-Economics, Finance, Politics*, 17(1), 31-41.
- Çelik, Ş. (2015). Çok boyutlu ölçekleme analizi ile hayvancılık açısından Türkiye'de illerin sınıflandırılması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 31(4), 159-167.
- Fuentes, G., & Munim, Z. H. (2025). Climate influence on Panama Canal operations: Predicting canal water times with integrated environmental and operational data. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 203, 104319.
- Genç, E. ve Mohamed, M. H. (2025). Lojistik performansın ölçümü, belirleyicileri ve ekonomik yansımaları: lojistik performans indeksi (LPI) temelli sistematik bir değerlendirme. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 9(1), 76-102.
- Groenen, P. J., & van de Velden, M. (2016). Multidimensional scaling by majorization: A review. *Journal of Statistical Software*, 73, 1-26.
- Groenen, P., & van de Velden, M. (2004). *Multidimensional scaling* (Report No. EI 2004-15). Econometric Institute, Erasmus University Rotterdam. Erişim adresi: <http://hdl.handle.net/1765/1274>
- Hout, M. C., Papesh, M. H., & Goldinger, S. D. (2013). Multidimensional scaling. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 4(1), 93-103.
- Jonasíková, D., Konečný, V., & Zuzaniak, M. (2025). Evolution of logistics performance index and their structure in selected countries. *Transportation Research Procedia*, 87, 217-231.
- Kale, M. V. ve Tilki, İ. (2024). Dünya ülkelerinin lojistik performanslarının çok kriterli karar verme yöntemi ile değerlendirilmesi: 2023 Yılı dünya bankası raporu ile karşılaştırmalı analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 80, 13-30.
- Keleş, N., & Kahveci, A. (2025). Evaluating the logistics performance of the EU candidate and member countries using the WENSLO and ARTASI methods. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 68, 43-66. <https://doi.org/10.30794/pausbed.1594714>
- Khadim, Z., Batool, I., Akbar, M., Zidova, V., Vasudevan, A., & Zhang, J. (2025). Defining the logistics performance as factor of production: an evidence based analysis from developing countries. *Cogent Economics & Finance*, 13(1), 2515498, 1-17. <https://doi.org/10.1080/23322039.2025.2515498>
- Kruskal, J. B. (1964a). Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, 29(1), 1-27.
- Kruskal, J. B. (1964 b). Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika*, 29(2), 115-129.
- Martí, L., Martín, J. C., & Puertas, R. (2017). A DEA-logistics performance index. *Journal of applied economics*, 20(1), 169-192.

- Ptashchenko, O., Zyma, O., Kazak, O., Naumenko, M., & Puzrakov, A. (2025). Digital Transformation in Logistics: Driving Sustainable Growth in International Commerce. *European Journal of Sustainable Development*, 14(2), 980-980.
- Özekenci, E. K. (2025). Evaluation of the logistics performance index of OECD countries based on hybrid mcdm methods. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 47(1), 47-76. doi:10.14780/muiibd.1469898.
- Özkanlısoy, Ö., & Akkartal, E. (2022). The effect of Suez Canal blockage on supply chains. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 14(1), 51-79.
- Qazi, A., Al-Mhdawi, M. K. S., & Simsekler, M. C. E. (2025). Exploring temporal dependencies among country-level logistics performance indicators. *Benchmarking: An International Journal*, 32(5), 1825-1856.
- Saputri, E. G., & Widodo, W. (2023). The effect of logistics performance on manufacturing exports: a case study of Asia Pacific Economic Cooperation (APEC) countries 2010-2018. *J Ilmu Ekon Terap*, 8(1), 116-128.
- Statistical Package for the Social Sciences, SPSS, Erişim adresi: <https://www.ibm.com/products/spss-statistics>
- The World Bank, Reports, Full LPI [Dataset: 2007, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2023]. Erişim adresi: <https://lpi.worldbank.org/report> Erişim Tarihi: 23.10.2023.
- Türkiye Cumhuriyeti Dış İşleri Bakanlığı, Uluslararası Kuruluşlar ve İlişkilerimiz, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD), Erişim adresi: https://www.mfa.gov.tr/iktisadi-isbirligi_ve-gelisme-teskilati_oecd_tr.mfa
- Yıldırım Özmütlu, S., & Arun, K. (2025). Proactive or reactive resilience: does it matter on logistics performance index with the digitalization effect. *IIMBG Journal of Sustainable Business and Innovation* 3(1), 109-128.
- Yılmaz, B. (2025). Determining the digitalization levels of leading countries in logistics performance index: an application with CRITIC-TOPSIS approach. *Verimlilik Dergisi*, 59(2), 431-450.

Ek 1: OECD Ülkelerinin LPI Alt Boyutlarına İlişkin Koordinatları

	Gİ		A		UG		LHK		İT		ZT		GV	
Boyut	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
AUS	17,61	0,05	6,31	-2,11	-3,36	1,15	0,63	-7,49	-3,31	-8,78	4,81	-0,97	4,37	5,61
AUT	17,19	0,58	6,33	-2,18	-5,15	-2,27	10,30	5,14	17,85	-3,81	5,26	1,73	7,03	-7,38
BEL	12,72	6,65	6,31	-2,11	-5,23	-2,85	10,29	5,07	17,78	-4,07	5,93	1,23	7,04	-7,33
CAN	12,78	6,44	6,31	-2,09	-3,56	0,71	10,27	5,07	-3,40	-9,06	5,46	-1,50	4,40	5,60
CHL	-17,98	-3,83	2,57	5,06	-3,14	1,22	-8,61	-6,42	-8,44	-1,35	3,26	-0,34	2,88	4,40
COL	-12,42	2,09	-20,06	7,44	16,95	-7,53	-10,34	-5,38	-8,89	1,56	-19,29	1,81	-17,62	4,42
CRI	-10,59	3,58	-3,07	-5,51	2,92	-6,64	-1,12	3,75	-3,67	-1,73	-19,18	2,55	-17,59	4,41
CZE	2,93	-27,19	6,28	-2,13	-3,30	1,09	10,09	5,21	20,69	12,52	4,48	2,35	5,06	-7,69
DNK	-13,72	8,70	2,17	5,54	-3,88	0,36	-0,33	-7,83	-5,46	-7,57	5,29	-1,78	4,42	5,62
EST	15,22	-11,43	6,30	-2,20	-3,36	0,67	9,93	6,48	19,50	15,50	3,61	3,28	5,02	-7,63
FIN	12,72	6,65	6,31	-2,11	-5,03	-1,95	10,28	4,75	9,34	-8,64	5,35	1,51	7,09	-6,91
FRA	17,79	-0,86	6,34	-2,20	-5,03	-2,18	10,20	5,05	22,86	4,20	5,53	0,42	7,02	-7,33
DEU	-16,04	7,62	1,82	5,97	-4,31	-0,26	-0,28	-7,85	-7,56	-7,96	5,43	-2,06	4,50	5,68
GRC	-12,48	2,83	2,15	5,53	-3,85	-0,05	-9,77	-5,81	-13,59	4,63	3,70	1,44	2,96	4,33
HUN	-10,75	3,85	6,21	-1,82	-3,20	1,18	-7,08	-7,06	-15,27	9,75	3,69	0,64	2,92	4,39
IRL	-11,65	8,59	6,25	-1,92	-3,57	0,74	0,46	-7,53	-3,21	-8,49	5,10	-1,05	4,34	5,62
ITA	-10,25	6,30	6,30	-2,09	-3,44	0,90	0,39	-7,54	-3,15	-8,07	5,05	-0,13	4,20	5,39
JPN	17,64	0,28	6,34	-2,20	-3,65	0,53	10,29	5,07	9,28	-9,10	5,74	-0,04	7,06	-7,34
LVA	-12,51	2,64	-20,08	7,43	-3,15	1,28	-8,62	-6,42	-13,90	4,65	3,62	1,48	2,90	4,40
LTU	-17,55	-3,81	-20,09	7,43	-3,20	1,19	-9,66	-5,84	-12,38	4,40	4,32	-0,55	2,88	4,32
LUX	12,81	6,36	6,28	-2,03	-3,96	0,42	10,20	4,74	-2,95	-8,19	5,03	-2,36	4,29	5,55
MEX	-12,55	2,09	1,77	5,92	-3,09	1,29	-8,61	-6,42	-11,39	2,26	3,54	0,58	-17,75	4,53
NLD	17,79	0,91	6,34	-2,20	-5,03	-1,75	10,31	5,05	9,28	-9,25	5,69	0,08	7,16	-7,32
NZL	12,59	4,65	6,31	-2,11	-3,04	1,24	10,11	5,20	-3,26	-6,69	4,78	1,77	6,11	-7,46
NOR	11,64	7,41	6,31	-2,09	-3,35	1,03	0,86	-7,42	7,37	-8,07	5,27	-0,90	4,35	5,59
POL	-12,90	4,05	2,15	5,53	-3,58	0,40	-2,87	-7,82	-14,60	6,60	5,21	-0,90	3,11	4,51
PRT	-13,00	3,73	2,65	4,97	-3,53	0,50	0,56	-7,40	-3,67	-5,25	4,64	-0,21	3,10	4,59
SVK	-17,54	-3,82	1,77	5,92	-3,10	1,32	-8,61	-6,42	-9,56	0,08	4,15	-0,41	2,88	4,40
SVN	-9,61	5,10	2,66	4,96	-3,19	1,18	-7,09	-7,07	-13,61	6,05	3,75	-0,15	2,86	4,37
ESP	12,99	4,58	6,30	-2,09	-4,42	-0,98	10,19	4,74	-3,19	-8,13	5,23	0,40	4,81	4,47
SWE	17,64	0,28	6,34	-2,20	-3,82	0,14	10,29	5,05	-3,36	-9,33	5,89	0,56	7,10	-7,34
CHE	12,69	6,74	6,34	-2,18	-3,56	0,72	10,27	5,05	17,66	-3,86	5,62	1,17	7,16	-6,80
TUR	-17,70	-3,78	2,57	5,06	-3,20	1,18	-1,17	-7,78	-14,44	6,84	4,51	-1,08	3,03	4,51
GBR	17,18	1,03	6,33	-2,18	-3,89	0,19	10,23	5,05	17,74	-4,22	5,72	0,00	7,13	-6,85
USA	17,58	-0,21	6,33	-2,18	-3,43	0,88	10,24	4,75	17,76	-4,27	5,49	-1,00	7,13	-6,80