LOJİSTİK PERFORMANS ENDEKSİNE GÖRE AVRUPA BİRLİĞİNE ÜYE VE ADAY ÜLKELERİN KÜMELENMESİ

CLUSTERING OF EUROPEAN UNION MEMBER AND CANDIDATE COUNTRIES ACCORDING TO THE LOGISTICS PERFORMANCE INDEX

Neslihan AKIN ÖZDEMİR

68

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
Yıl: 2025 Cilt: 34 No: 2 Sayfa: 1169-1182
https://dergipark.org.tr/tr/pub/cusosbil

DOI: 10.35379/cusosbil.1609231

Geliş Recieved: **21.07.2024**
Kabul Accepted **09.06.2025**

LOJİSTİK PERFORMANS ENDEKSİNE GÖRE AVRUPA BİRLİĞİNE ÜYE VE ADAY ÜLKELERİN KÜMELENMESİ

CLUSTERING OF EUROPEAN UNION MEMBER AND CANDIDATE COUNTRIES ACCORDING TO THE LOGISTICS PERFORMANCE INDEX

Neslihan AKIN ÖZDEMİR [1]

Anahtar Kelimeler:
Lojistik Performans Endeksi,
Kümeleme Analizi,
K- Kırpılmış Ortalamalar.

Keywords:
Logistics Performance Index,
Cluster Analysis,
Trimmed K-Means

ÖZ

Lojistik ve taşımacılık, uluslararası ticari ilişkilerde giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Avrupa Birliği dünyanın en dışa dönük ekonomilerinden biri olmasının yanında dünyanın en büyük tek pazar alanıdır. Üyeleri arasındaki serbest ticaret, AB'nin kuruluş ilkelerinden biridir ve aynı zamanda dünya ticaretine de açıktır. Dünya Bankası, ülkelerin lojistik performanslarını etkileyen değişkenleri, güçlü ve zayıf yönlerini belirlemelerine yardımcı olmak amacıyla ilk kez 2007 yılında Lojistik Performans Endeksi'ni (LPI) yayınlamıştır. Bu çalışmada Dünya Bankası'nın 2023 yılında yayınlamış olduğu Lojistik Performans Endeksi'nin altı kriteri (uluslararası sevkiyat, takip ve izleme, gümrükler, hizmet kalitesi, altyapı ve zamanlama) kullanılarak Avrupa Birliğine üye 27 ülke ve 8 aday ülkenin lojistik performansları açısından benzer ülkelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Benzer ülkelerin belirlenmesi için kümeleme yöntemlerinden aykırı gözlemlere karşı dirençli olan k kırpılmış ortalamalar yöntemi kullanılmıştır ve yöntem R Studio'da uygulanmıştır. K-kırpılmış ortalamalar analiz sonucuna göre küme sayısı 3 olarak belirlenmiş ve kümelerde sırasıyla 18, 11 ve 5 ülke yer almıştır. Arnavutluk aykırı gözlem olarak belirlenmiştir.

ABSTRACT

Logistics and transportation play an increasingly important role in international trade relations. The European Union is one of the world's most outward oriented economies, as well as the world's largest single market area. Free trade among its members is one of the founding principles of the EU and it is also open to global trade. The World Bank first published the Logistics Performance Index (LPI) in 2007 to help countries determine the variables, that affect their logistics performance as well as their strengths and weaknesses. In this study, it is purposed to adjust similar countries in terms of logistics performance among 27 EU member countries and 8 candidate countries using the six criteria of the Logistics Performance Index (customs, infrastructure, international shipments, service quality, tracking and tracing and timeliness) published by the World Bank in 2023. To determine similar countries, the k-trimmed means method, which is robust to outlier observations among clustering methods, was used and the method was applied in R Studio. In proportion to the K-trimmed means analysis result, the number of clusters was found to be 3, with the countries distributed across the clusters as 18, 11 and 5, respectively. Albania was identified as an outlier.

[1] Öğr. Gör. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Alaplı Meslek Yüksekokulu, neslihan.aozdemir@beun.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6577-2525.

Alıntılamak için/Cite as: Akın Özdemir N. (2025) Lojistik Performans Endeksine Göre Avrupa Birliğine Üye Ve Aday Ülkelerin Kümelenmesi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 34 (2), 1169-1182

GİRİŞ

Küreselleşme, teknolojik gelişmeler, internet kullanımının yaygınlaşması, değişen tüketim alışkanlıkları, şehirleşme gibi faktörler ülkeler arasındaki rekabetin artmasına neden olmuştur. Günümüzde küresel alanda artan rekabetin bir sonucu olarak, ülkelerin uluslararası ticarette ön plana çıkabilmeleri rekabet avantajına bağlıdır (Işık, Aydın ve Koşaroğlu, 2020, s. 549). Ülkelerin küresel entegrasyon yoluyla küresel ekonomik rekabet gücüne erişmek istemeleri; ürünlerin mobilitesini kolaylaştıran, güvenlik ve teslimat hızlarını garantileyen, ülkeler arası uluslararası ticaretin arttığı dönemlerde maliyetlerin azaltılmasını sağlayan lojistiğin öneminin artmasına neden olmuştur (Marti ve diğerleri, 2017, s. 170).

Lojistik performansında yeterli düzeyde rekabet gücü, hem bir işletmenin iş sonuçları hem de işletmenin faaliyet gösterdiği ülkenin genel lojistik verimliliği üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Lojistik verimliliğini artırmak, en son teknolojilerin (IoT, sensörler vb.) kullanılması, ulaşım altyapısının iyileştirilmesi, yasalara ve düzenlemelere uyum yeteneğinin artırılması ve ulaşım ağının genişletilmesi gibi çeşitli etkenlere bağlıdır. Ülkeler kamu kaynakları ile birçok lojistik altyapı projesi finanse ederek kamu refahını ve gayri safi yurtiçi hasılalarını artırmayı hedeflemektedir (Ju ve diğerleri, 2024, s. 1; Bayraktar ve diğerleri, 2024, s. 2). Bu bağlamda, ticareti ve taşımacılığı kolaylaştırmak, ekonomik kalkınmayı teşvik etmenin temelinde yer aldığından, birçok ülke kapsamlı ulusal lojistik stratejileri geliştirmeye başlamıştır (Arvis ve diğerleri, 2018, s. 4).

Ülke ekonomilerinin temel itici güçlerinden biri haline gelen lojistiğin, performansının hesaplanması ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Ülkelerin ve şirketlerin lojistik performansı farklı ölçütlerle değerlendirilebilir (Mercangoz ve diğerleri, 2020, s. 239). Dünya Bankası, ülkelerin ticaret lojistiği alanında karşılaştıkları zorlukları ve fırsatları ve bu bağlamda verimliliklerini arttırmak için neler yapabileceklerini belirlemelerine yardımcı olmak amacıyla 2007 yılında Lojistik Performans Endeksi'ni (LPI) yayınlamıştır (Aboul-Dahab ve İbrahim, 2020, s. 2). Ülkeler arasında karşılaştırma yapılmasına olanak tanıyan LPI; verileri altı bileşene dayalı olarak analiz eder (Liu ve diğerleri, 2018, s. 283):

1. Rekabetçi fiyatlara sahip sevkiyatlar düzenleme kolaylığı (Uluslararası sevkiyat);
2. Sevkiyatları takip etme ve izleme yeteneği (Takip ve izleme);
3. Gümrük ve sınır yönetiminin etkinliği (Gümrük yönetimi);
4. Lojistik hizmetlerinin yeterliliği ve kalitesi (Hizmet kalitesi ve yeterliliği);
5. Ticaret ve ulaştırma altyapısının kalitesi (Altyapı) ve
6. Sevkiyatların alıcılara planlanan veya beklenen teslimat süreleri içinde ulaşma sıklığı (Zamanlama).

Bir ülke için, zaman içinde ve ülkeler arasında ticaret ve ulaştırmayı kolaylaştırma politikası çabalarını daha iyi değerlendirmek ve hedeflemek için lojistik performansını anlamak gerekir. Lojistik performansı açısından rekabet avantajı, bir ülkenin uluslararası ticaret potansiyelini artırmasına, yeni pazarlara ulaşmasına ve ticareti teşvik etmesine yardımcı olabilir (Kabak ve diğerleri, 2018, s. 69). LPI, ülkelerin mevcut konumlarını anlamalarına ve dünya çapındaki ticaretteki performanslarını iyileştirmeye yönelik strateji ve politikalar geliştirmelerine yardımcı olur (Göçer ve diğerleri, 2022, s. 21).

Avrupa Birliği dünyanın en dışa dönük ekonomilerinden biri olmasının yanında dünyanın en büyük tek pazar alanıdır. Üyeleri arasındaki serbest ticaret, AB'nin kuruluş ilkelerinden biridir ve aynı zamanda dünya ticaretine de açıktır. AB, ülkelerle ticaret anlaşmaları müzakere etmek için aktif olarak çalışmaktadır. Bu anlaşmalar hem AB'nin hem de ilgili ülkelerin pazarlarına karşılıklı yarar sağlayan erişim sağlar. Üye devletlerdeki şirketler işlerini büyütebilir ve üretim için kullandıkları hammaddeleri daha kolay ithal edebilirler (European Union). AB ticaretinin sorunsuz işleyebilmesi için etkin bir lojistiğe ihtiyaç olduğu açıktır. Dolayısıyla; i) AB'ne üye ülkeler ve Türkiye'nin de içinde yer aldığı aday ülkelerin LPI yönünden benzer ve farklı olan ülkelerin belirlenmesi ve Türkiye'nin diğer ülkelere göre kendi durumunu mukayese edebilmesi, ii) Türkiye'nin lojistik performansının zayıf ve güçlü yönlerinin tespit edilmesi, iii) Türkiye'nin tespit edilen zayıf yönlerinin geliştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı mevcut çalışmada, Avrupa Birliğine üye 27 ülke (Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, İrlanda, İsveç, İtalya, Kıbrıs, Slovenya, Macaristan, , Lüksemburg, , Letonya, Litvanya, Malta, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Yunanistan, İspanya) ve 8 aday ülkeden (Türkiye, Kuzey Makedonya, Sırbistan, Arnavutluk, Karadağ, Moldova, Ukrayna ve Bosna Hersek) lojistik performanslarına göre benzer ülkelerin belirlenmesi amaçlanmış ve Lojistik Performans Endeksi kullanılmıştır. İlgili veride uluslararası sevkiyat, takip ve izleme, gümrükler, hizmet kalitesi, altyapı ve zamanlama olmak üzere Lojistik Performans Endeksi'nin altı kriteri yer almaktadır. Benzer ülkelerin belirlenmesi için kümeleme yöntemlerinden aykırı gözlemlere karşı dirençli olan k kırpılmış ortalamalar yöntemi RStudio'da NbClust (Charrad vd., 2014) ve factoextra (Kassambara ve Mundt, 2017) paketleri kullanılarak uygulanmıştır.

Çalışmanın devamı şu şekilde düzenlenmiştir; 1.bölümde konuyla ilgili literatüre değinilmiştir. 2. bölümde k kırpılmış ortalama yönteminden bahsedilmiştir. 3. bölümde analiz sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

LİTERATÜR TARAMASI

Lojistik performans endeksine yönelik olarak yerli ve yabancı literatürde kümeleme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Farklı ülke grupları için yapılan uygulamalı çalışmaların bir kısmına aşağıda yer verilmiştir.

Faria ve diğerleri, (2015), Brezilya ve 39 ülkeyi kapsayan çalışmalarında kümeleme analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanmışlardır. Çalışmada Kümeleme analizi ile Brezilya'nın ABD, Almanya, Japonya ve Kanada gibi ana rakiplerine henüz ulaşamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca Brezilya'nın kendi kümelerindeki ülkelerle karşılaştırıldığında Çin, Hindistan, Meksika, Şili gibi rakiplerinin gerisinde kaldığı tespit edilmiştir. Brezilya'nın zamanlama kriteri açısından yüksek lojistik performans grubuna çok yakın, gümrük kriteri açısından ise düşük lojistik performans grubuna çok yakın olduğu belirtilmiştir.

Danacı ve Nacar (2017), Türkiye ve AB üyesi ülkeler için hiyerarşik kümeleme analizini kullandığı çalışmada analiz sonucunda ülkeler beş kümeye ayrılmıştır. Türkiye'nin Portekiz, Macaristan, Polonya, Letonya, Çek Cumhuriyeti ve Slovenya'nın bulunduğu dış ticaret performansı açısından orta seviyede olan ülkeler kümesinde yer aldığı tespit edilmiştir.

Roy ve diğerleri, (2018), 129 ülke için k- ortalamalar ve çok değişkenli uyarlanabilir regresyon eğrileri yöntemini (MARS) kullandıkları çalışmada; LPI veri seti, ülkelerin kişi başına GSYH ve genel LPI skoru temelinde kümelendirilmiş ve 5 küme elde edilmiştir. İkinci aşamada ise LPI boyutları ile kişi başına GSYİH arasındaki karmaşık ilişkiyi anlamaya yönelik olarak MARS modelleri geliştirilmiştir.

Orhan (2019) Türkiye ile Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının ENTROPİ ağırlıklı EDAS yöntemiyle kıyaslandığı çalışmada örneklemdeki LPI sırası ile EDAS yöntemiyle yapılan analizler sonucunda tespit edilen sıralamalar kıyaslandığında 5 ülkenin (Hollanda, Türkiye, Litvanya, Danimarka ve Lüksemburg) daha üst sıraya çıktığı, 6 ülkenin ise (Slovakya , Belçika, Portekiz, Bulgaristan, Kıbrıs ve Avusturya) daha aşağı sıraya düştüğü ve 19 ülkenin ise (Birleşik Krallık, İsveç, Almanya Finlandiya, İtalya, İspanya, , Norveç, Fransa, Macaristan, Çekya, Polonya, Estonya, İrlanda, Slovenya, Yunanistan, Letonya, Malta ve Hırvatistan) sırasını koruduğu tespit edilmiştir. Türkiye'nin sırası LPI'ye göre örneklemde 23. sırada yer alırken analiz sonucunda 22. sıraya yükseldiği görülmüştür.

Aboul-Dahab ve İbrahim (2020), 22 Arap ülkesini dikkate aldıkları çalışmada k- ortalamalar ve MARS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada ülkelerin lojistik performans endeks skorlarına göre ve kişi başına GSYH temelinde beş kümeye ayrıldığı belirlenmiştir. LPI boyutlarının ülke nominal GSYİH'si açısından öneminin ülke gelir grubuna göre değiştiği tespit edilen diğer bir bulgudur.

Bazani ve diğerleri, (2020), Brezilya ve 41 ülkeyi dahil ettiği çalışmada kümeleme analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanmıştır. Brezilya'nın diğer ülkelerle karşılaştırıldığında orta düzeyde bir lojistik performansına sahip olduğunu; en kötü performansı gümrük boyutunda,

en iyi performansı ise zamanlama konusunda gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca gelişmiş ülkelerin çoğunlukla lojistik performansı yüksek olan kümelenmede gruplandığı belirtilmiştir.

Yıldız ve diğerleri, (2020), dış ticaret hacmi en yüksek 90 ülkeyi dikkate aldıkları çalışmada hiyerarşik kümeleme analizi kullanmışlardır. Türkiye'nin lojistik performansı açısından Katar, Portekiz, Çin, Polonya, Macaristan, Malezya, Çekya ve Güney Afrika Cumhuriyeti ile aynı kümede yer aldığı tespit edilmiştir. Türkiye, yer aldığı kümede altyapı değişkeni açısından aynı kümede yer alan ülkelere göre daha iyi performans gösterdiği; lojistik hizmet kalitesi, gümrük, uluslararası sevkiyat, ve dakiklik değişkenleri açısından ise aynı kümede yer alan ülkelerin performansının altında kaldığı ve izleme değişkeninde ise grup ortalaması seviyesinde performans gösterdiği belirlenmiştir.

Acar (2021) Türkiye ile Avrupa Birliği üye ülkeleri arasında lojistik etkinlik kıyaslaması yaptığı çalışmasında 2007 yılından beri yayınlanan altı farklı LPİ'ye göre, Türkiye ile AB ülkeleri için Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist yöntemi ile etkinlik analizi gerçekleştirmiştir. Türkiye, AB'ne üye ülkeler ile karşılaştırıldığında Türkiye'nin etkinlik değerinin yıllar itibariyle dalgalandığı sonucuna ulaşılmıştır. Türkiye'nin, LPI'nin tüm alt boyutlarını iyileştirme adına gerekli teknik ve hukuki düzenlemeleri yapması önerilmiştir.

Eren ve Ömürbek (2021), OECD ülkeleri için kümeleme analizi (Canopy algoritması) kullandığı çalışmada ülkelerin lojistik performans krtiterleri açısından dört kümeye ayrıldığı tespit edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen kümelerin lojistik performans endeksi kriterleri açısından anlamlı farklılıklar gösterip göstermediğinin tespiti için Kruskal-Wallis Testi kullanılmıştır. Uygulanan test sonucunda tüm değişkenler açısından kümelerin, anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir.

Ulkhaq (2023), 160 ülke için üç farklı kümeleme algoritmasını (k-ortalamalar, k-medoids ve CLARA) kullandığı çalışmasında; dirsek yöntemine göre k-ortalamalar, k-medoids ve CLARA algoritmaları için küme sayısı üç olarak belirlenmiştir. Birinci kümede yer alan ülkeler lojistik performansı açısından en iyi performansı sergileyen ülkeler olarak kabul edilirken, üçüncü kümede yer alan ülkeler ise en kötü performansı sergileyen ülkeler olarak değerlendirilmiştir.

Avşar (2023), 120 ülke için k-ortalamalar yöntemini kullandığı çalışmasında Türkiye'nin; Bahreyn, Çekya, Portekiz, Tayland, Güney Afrika, Şili, Katar, Slovenya, Macaristan Suudi Arabistan ve Malezya ülkeleriyle aynı kümede yer aldığı tespit edilmiştir. 7. Kümenin diğer kümelere göre daha iyi performans gösteren ülkelerden oluştuğu belirlenmiştir. Türkiye'nin 7. kümede yer alabilmesi için lojistik performans endeksi göstergeleri açısından çabalaması gerektiği belirtilmiştir.

Arman ve Organ (2023) AB'ye üye 27 ülke ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu 8 aday ülkenin lojistik performansını MEREC ve CoCoSo yöntemleri ile analiz etmişlerdir. CoCoSo yöntemi uygulama sonuçlarına göre, 2023 yılı için en yüksek LPI gösteren ilk beş ülke içerisinde Finlandiya, Almanya, Danimarka, Hollanda'nın yer aldığı tespit edilmiştir. AB'ye aday ülkeler içerisinde, Türkiye en yüksek, Arnavutluk ise en düşük lojistik performansına sahip ülke olarak bulunmuştur. Ayrıca, Türkiye'nin 2023 yılı için AB'ye üye olan 9 ülkeden daha yüksek lojistik performans gösterdiği saptanmıştır.

Bayraktar ve diğerleri, (2024), LPI panel verilerine dayanarak, ülkelerin lojistik verimliliğini değerlendirmek için çıktı odaklı bir VZA modeli geliştirilen çalışmada 145 ülke dikkate alınmıştır. Öncelikle, ülkeler lojistik performanslarına göre kümelenmiş ve düşük, orta ve yüksek performans gösteren ülkeler olarak gruplandırılmıştır. Daha sonra, VZA modeli oluşturulmuştur. Son on yıldaki uluslararası sevkiyat uygulamalarının yanı sıra son zamanlardaki takip ve izlemenin iyileştirme potansiyellerine rağmen artık ülkelerin rekabet gücüne katkıda bulunmadığını ifade etmişlerdir.

Ju ve diğerleri, (2024), Avrupa Birliği üye ülkelerinin lojistik performanslarını CRITIC, MEREC, Entropy ve Bulanık ROV yöntemlerinden oluşan çok kriterli karar verme yaklaşımını kullanarak incelemişlerdir. LPI'nın altı faktörünün ağırlık katsayıları ilk üç yöntemle net biçimde elde edilmiş, böylece Üçgensel Bulanık Sayıya dönüştürülmüştür. Geliştirilen modelin sonuçları ve

uygulanan adımlar, Dünya Bankası raporuna kıyasla sıralamalarda belirli farklılıklar olduğunu ancak en iyi sırada yer alan ülkelerin konumlarını koruduğunu göstermiştir. Ayrıca, orijinal olarak elde edilen sonuçların doğrulama testleri oluşturulmuş, değerlendirme parametre değerlerinin önemi ve LPI sıralamasına olan etkisi vurgulanmıştır.

Pehlivan ve diğerleri, (2024), G20 ülkelerinin 2023 yılı performans sıralamalarını ve kümeleme analizlerini yaparak elde ettikleri sonuçları Dünya Bankası tarafından yayınlanan LPI puanlarıyla karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Her iki analiz sonucunda da elde edilen bulguların, Dünya Bankası tarafından sunulan LPI sıralamasına büyük ölçüde benzediği saptanmıştır.

Yu ve Rakshit (2025) LPI'yı oluşturan kategorilerin ve alt göstergelerin nesnel önemini araştırmak ve bu LPI göstergelerinden hangisinin en büyük öneme sahip olduğunu belirlemek amacıyla ağırlık kısıtlı hiyerarşik veri zarflama analizini kullanmışlardır. 160 ülkenin dikkate alındığı çalışmada, önerilen yöntem sonucunda elde edilen sıralamalar ile Dünya Bankası'nın sıralamaları arasında önemli bir fark olmadığı belirtilmiştir. Hizmet sunum performansının LPI için politika düzenlemelerinden daha hayati olduğu bulunmuştur. Global ağırlıklandırma açısından, altı alt göstergeden zamanlama en önemli gösterge olarak bulunmuştur.

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı ülke ya da ülke gruplarına, Türkiye ve AB'ne üye ülkelere yönelik olarak LPI kapsamında farklı kümeleme yöntemlerinin ve farklı çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalara rastlanılmıştır. Ancak literatürde AB'ne üye ülkeler ve Türkiye'nin de içinde yer aldığı aday ülkelere yönelik olarak yapılmış sadece 1 çalışmaya rastlanmıştır. Ancak AB'ne üye ve aday ülkelerin LPI'ne göre değerlendirilmesinde k kırmış ortalamalar yönteminin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Mevcut çalışmanın bu yönleri ile literatürdeki boşluğu doldurması ve literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

YÖNTEM

Mevcut çalışmada, Avrupa Birliğine üye 27 ülke ve 8 aday ülkeden lojistik performanslarına göre benzer ülkelerin belirlenmesi amaçlanmış ve Lojistik Performans Endeksi kullanılmıştır. İlgili veride uluslararası sevkiyat, takip ve izleme, gümrükler, hizmet kalitesi, altyapı ve zamanlama olmak üzere Lojistik Performans Endeksi'nin altı kriteri yer almaktadır. Benzer ülkelerin belirlenmesi amacıyla kümeleme yöntemlerinden aykırı gözlemlere karşı dirençli olan k kırpılmış ortalamalar yöntemi kullanılmıştır ve analiz R programlama dili kullanılarak uygulanmıştır.

Kümeleme yöntemleri, eğitim, sağlık, sosyoloji, biyoloji, finans ve benzeri diğer birçok alanda veri analizinde kullanılan oldukça popüler araçlardır. Bu yöntemde çok sayıda ve karmaşık yapıda veri içeren bir alandaki veriler gruplandırılır ve oluşan gruplar karşılaştırılır. Kümelemenin amacı, küme içi benzerliği en üst düzeye çıkarma ve kümeler arası benzerliği ise en aza indirgeme ilkesine göre nesneleri gruplamaktır. Kümeleme analizi veri setindeki belirli bir tür doğal yapıyı ortaya çıkarırken genellikle belirli bir benzerlik veya farklılık ölçüsünden yararlanır (Tekin, 2018: s. 403-404; Tekin, 2015: s. 392; Phanich ve diğerleri, 2010, s. 2; Wierzchoń ve Kłopotek, 2018, s. 9).

Kümeleme literatüründe, iki veri noktasının veya iki kümenin benzerliğini veya farklılığını nicel olarak tanımlamak için benzerlik ölçüleri, benzerlik katsayıları, farklılık ölçüleri veya uzaklıklar kullanılır.. Nesnelerinin farklılığını açıklamak için Öklid uzaklığı, Manhattan uzaklığı ve Minkowski uzaklığı gibi uzaklık türleri kullanılabilir. Yaygın olarak kullanılan ise Öklid uzaklığıdır. Öklid uzaklığı aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$d(i,j) = \sqrt{|x_{i1} - x_{j1}|^2 + |x_{i2} - x_{j2}|^2 + \cdots |x_{ip} - x_{jp}|^2}$$

burada i ve j veri kümesindeki farklı veri nesneleridir (Gan ve diğerleri, 2007, s. 5; Li, 2010, s. 459).

Kümeleme yöntemleri hiyerarşik kümeleme ve hiyerarşik olmayan kümeleme şeklinde 2 sınıfa ayrılabilir (Kalaycı, 2016, s. 358).

Hiyerarşik kümelemede veriler, tek bir adımda belirli sayıda sınıfa veya kümeye bölünmez. Bunun yerine kümeleme tüm nesneleri içeren tek bir kümeden her biri tek bir nesne içeren n kümeye kadar çalışabilen bir dizi

bölümlemeden oluşur. Hiyerarşik kümeleme algoritmasının sonucu dendrogram adı verilen grafiksel bir ağaç şeklinde görüntülenir (Everitt ve diğerleri, 2011, s.71; Tekin, 2020: s. 339).

Hiyerarşik olmayan kümeleme algoritmalarındaki temel felsefe ise, n farklı veri noktasından k farklı küme oluşturmaktır. Şöyleki her bir veri noktası, kümelerden en az biri ile tanımlanır ve her bir küme, en az bir veri noktası içerir (boş değil) ve başka bir kümeyle örtüşmez. En bilinen hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemi k-ortalamalar yöntemidir (Saxena ve diğerleri, 2015, s. 30).

K-ortalama, varyans analizi temeline dayanan basit bir algoritmadır. Bu yöntemde, bir dizi veri önceden belirlenmiş kümeye sayısına göre kümelenir. İstenilen kümeler için rastgele merkezlerin belirlenmesi, önceden belirlenmiş bir uzaklık ölçüsü kullanılarak örneklerin kümelerle ilişkilendirilmesi, kümelerin merkezinin yinelemeli olarak değiştirilmesi ve ardından örneklerin yeniden ilişkilendirilmesi esasına dayanır. Yeniden atama prosedürü bir yakınsama kriteri (örneğin, yineleme sayısı veya belirli bir yineleme sayısından sonra küme sonuçlarında değişiklik olmaması) dikkate alınarak sonlandırılır (Armano ve Farmani, 2014, s. 142; Gelbard ve diğerleri, 2007, s. 158).

Hiyerarşik olmayan kümelemede bir veri kümesindeki optimal küme sayısının belirlenmesi temel bir konudur. Optimal küme sayısı benzerlikleri ölçmek için kullanılan yönteme ve bölümleme için kullanılan parametrelere bağlıdır. Hiyerarşik kümeleme kullanılarak üretilen dendrogramın incelenmesi basit ve popüler bir çözümdür. Bu yaklaşım aynı zamanda özneldir. Optimal küme sayısının belirlenmesine yönelik olarak, Dirsek yöntemi, Silhouette Yöntemi ve Gap istatistiğinden yararlanılabilir (Kassambara, 2017, s. 128).

Aykırı gözlem(ler), verilerin geri kalan kısmından büyük ölçüde farklı olan bir değer(ler)dir. Aykırı gözlemler, veri toplama sırasında ölçüm hataları, veri işleme hataları, örnekleme hataları vb. nedenlerle ortaya çıkabilirler. Birçok klasik istatistiksel teknik aykırı değerlere karşı dirençli değildir ve bu nedenle aykırı gözlemlerin varlığında güvenilir olmayan sonuçlar verir. Klasik kümeleme yöntemleri veri setinde aykırı gözlemlerin varlığı halinde, aralarında büyük heterojenlik bulunan homojen grupları oluşturmada yetersiz kalmaktadır. Örneğin, heterojen yapıya sahip birçok grup yapay olarak tek bir kümeyi oluşturuyormuş gibi görünebilir veya yalnızca aykırı gözlemlerden oluşan bazı sahte kümeler tespit edilebilir (García-Escudero ve diğerleri, 2010, s. 93; Dash ve diğerleri, 2023, s. 100163; Croux ve diğerleri, 2007, s. 151). Bahsedilen bu nedenlerle robust kümeleme algoritmaları geliştirilmiştir. Literatürde en çok kullanılan robust kümeleme yöntemi kırpılmış k-ortalamalar yöntemidir (Garcia-Escudero ve Gordaliza, 1999; Cuesta-Albertosa ve Fraiman, 2007; Jedi ve Adnan, 2012; Fritz, García-Escudero ve Mayo-Iscar, 2012; Giray, Yorulmaz ve Ergüt, 2016; Georgogiannis 2016; Gubu ve Rosadi, 2021; Dorabiala ve diğerleri, 2022; Insolia ve Perrotta, 2024; García-Escudero ve Mayo-Iscar, 2024; Rafflesia ve diğerleri, 2025). Mevcut çalışmada da bu yöntem tercih edilmiştir.

Kırpılmış k-ortalamalar yöntemi k-ortalamaların kullanımına dayanıklı bir alternatif olarak geliştirilmiştir. K-ortalamalar yönteminin en büyük dezavantajı aykırı gözlemlere karşı duyarlı olmasıdır. K-ortalamalar yönteminin kırılma noktası 0'a eşittir. Başka bir ifadeyle, tek bir aykırı gözlem dahi, k-ortalamalar yöntemini tamamen bozabilir. Ayrıca, olasılık ölçümleri uzayında tanımlanan fonksiyoneller olarak, k-ortalama merkezleri tahmin edicileri sınırsız etki fonksiyonlarına sahiptir. K-kırpılmış ortalamalar yöntemi

$$\underset{Y}{\operatorname{argmin}} \min_{m_1,\ldots,m_k} \sum_{x_i \in Y} \min_{j=1,\ldots,k} \left\| x_i - m_j \right\|^2 \qquad (1)$$

Denklem 1'de verilen minimizasyon problemini çözmeye çalışır. Burada Y; örneklem () içindeki n(1-α) adet gözlem grubunu ifade etmektedir (García-Escudero ve diğerleri, 2010, s. 93,95).

ARAŞTIRMA BULGULARI

Mevcut çalışmada, Avrupa Birliğine üye 27 ülke ve 8 aday ülkenin lojistik performanslarına göre benzer ülkelerin belirlenmesi amaçlanmış ve Lojistik Performans Endeksi kullanılmıştır. İlgili veri Dünya Bankası'ndan sağlanmış olup 2023 yılını içermektedir. İlgili veride uluslararası sevkiyat, takip ve izleme, gümrükler, hizmet kalitesi, altyapı ve zamanlama olmak üzere Lojistik Performans Endeksi'nin altı kriteri yer almaktadır. Tablo 1'de, çalışmada kullanılan veri setine yer verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Veri Seti

Ülkeler	Gümrük Skoru	Altyapı Skoru	Sevkiyat Skoru	Hizmet Kalitesi Skoru	Zamanlama Skoru	Takip ve İzleme Skoru
Finlandiya	4,0	4,2	4,1	4,2	4,3	4,2
Danimarka	4,1	4,1	3,6	4,1	4,1	4,3
Almanya	3,9	4,3	3,7	4,2	4,1	4,2
Hollanda	3,9	4,2	3,7	4,2	4,0	4,2
Avusturya	3,7	3,9	3,8	4,0	4,3	4,2
Belçika	3,9	4,1	3,8	4,2	4,2	4,0
İsveç	4,0	4,2	3,4	4,2	4,2	4,1
Fransa	3,7	3,8	3,7	3,8	4,1	4,0
İspanya	3,6	3,8	3,7	3,9	4,2	4,1
Yunanistan	3,2	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9
İtalya	3,4	3,8	3,4	3,8	3,9	3,9
Estonya	3,2	3,5	3,4	3,7	4,1	3,8
İrlanda	3,4	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7
Lüksemburg	3,6	3,6	3,6	3,9	3,5	3,5
Polonya	3,4	3,5	3,3	3,6	3,9	3,8
Letonya	3,3	3,3	3,2	3,7	4,0	3,6
Litvanya	3,2	3,5	3,4	3,6	3,6	3,1
Portekiz	3,2	3,6	3,1	3,6	3,6	3,2
Türkiye	3,0	3,4	3,4	3,5	3,6	3,5
Hırvatistan	3,0	3,0	3,6	3,4	3,2	3,4
Çek Cumhuriyeti	3,0	3,0	3,4	3,6	3,7	3,2
Malta	3,4	3,7	3,0	3,4	3,2	3,4
Slovak cumhuriyeti	3,2	3,3	3,0	3,4	3,5	3,3
Slovenya	3,4	3,6	3,4	3,3	3,3	3,0
Bulgaristan	3,1	3,1	3,0	3,3	3,5	3,3
Kıbrıs	2,9	2,8	3,1	3,2	3,5	3,4
Macaristan	2,7	3,1	3,4	3,1	3,6	3,4
Romanya	2,7	2,9	3,4	3,3	3,6	3,5
Kuzey Makedonya	3,1	3,0	2,8	3,2	3,5	3,2
Bosna Hersek	2,7	2,6	3,1	2,9	3,2	3,2
Karadağ	2,6	2,5	2,8	2,8	3,2	3,2
Sırbistan	2,2	2,4	2,9	2,7	3,4	2,9
Arnavutluk	2,4	2,7	2,8	2,3	2,5	2,3
Moldova	1,9	1,9	2,7	2,8	3,0	2,8
Ukrayna	2,4	2,4	2,8	2,6	3,1	2,6

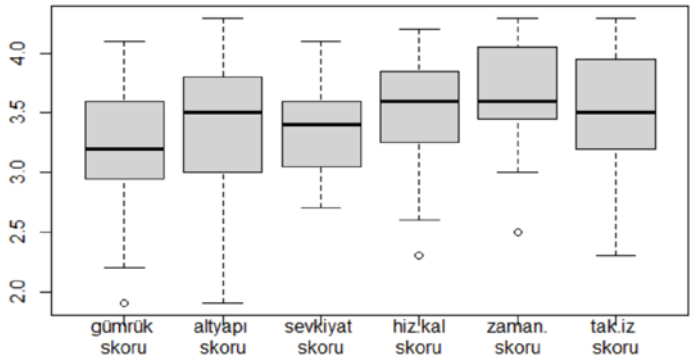
Tablo 1'de, gümrük kriteri açısından Danimarka; altyapı kriteri açısından Almanya; sevkiyat kriteri açısından Finlandiya; hizmet kalitesi kriteri açısından Finlandiya, Almanya, Hollanda, Belçika, İsveç; zamanlama kriteri açısından Finlandiya ve Avusturya ve takip ve izleme kriteri açısından ise Danimarka en yüksek skorlara sahip ülkelerdir. Finlandiya, Danimarka ve Almanya'nın birçok LPI alt kriteri açısından en iyi skora sahip ülkeler oldukları söylenebilir. Bununla birlikte Moldova gümrük, altyapı ve sevkiyat kriterleri açısından en düşük skora sahip ülke olurken; Arnavutluk ise hizmet, zamanlama, takip ve izleme kriterleri açısından en düşük skora sahip ülke olarak tespit edilmiştir.

AB'ne üye ve aday ülkeler lojistik performansını oluşturan her bir kriter için büyükten küçüğe doğru sıralandığında

- Türkiye gümrük skoru açısından Hırvatistan ve Çek Cumhuriyeti ile aynı skora (3.0) sahiptir. Aynı skora sahip olan bu ülkeler en kötü 10. ülke konumunu paylaşmaktadır.
- Türkiye altyapı skoru (3.4) ve hizmet kalitesi skoru (3.5) ile 20. ülke konumundadır.
- Türkiye sevkiyat skoru açısından İsveç, İtalya, Estonya, Litvanya, Çek Cumhuriyeti, Slovenya, Macaristan ve Romanya ile aynı skora (3.4) sahiptir. Bu ülkeler 13. ülke konumunu paylaşmaktadır.
- Türkiye zamanlama skoru açısından Litvanya, Portekiz, Macaristan ve Romanya ile aynı skora (3.6) sahiptir. Bu ülkeler 17. ülke konumunu paylaşmaktadır.
- Türkiye takip ve izleme skoru açısından Lüksemburg ve Romanya ile aynı skora (3.5) sahiptirler. Bu ülkeler 16. ülke konumunu paylaşmaktadır.

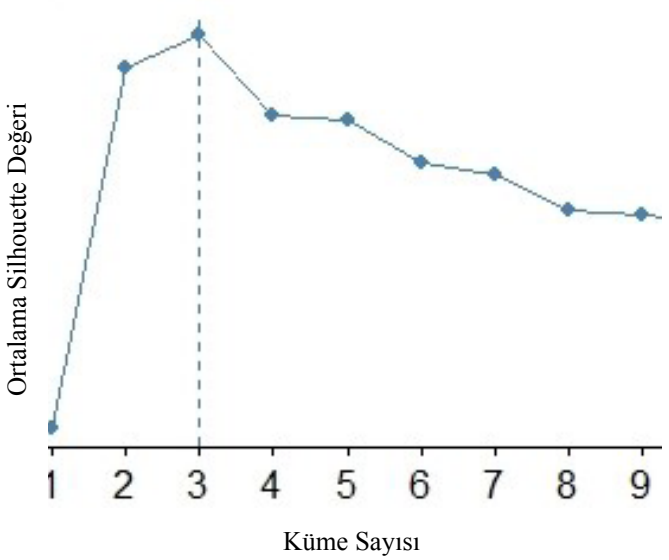
Türkiye'nin lojistik performası kendi özelinde değerlendirildiğinde ise gümrük kriteri açısından en düşük skora ve zamanlama kriteri açısından ise en yüksek skora sahip olduğu görülmüştür.

Veri seti oluşturulduktan sonra veri setinde aykırı gözlem olup olmadığı araştırılmıştır. Bunun için Lojistik Performans Endeksi'nin altı kriteri verilerine ilişkin Kutu-Bıyık diyagramları çizilmiş ve Şekil 1'de görülen grafik elde edilmiştir.

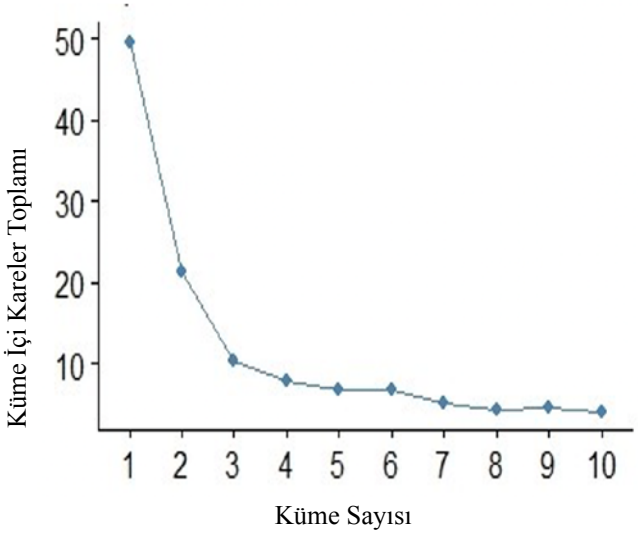


Şekil 1. Kutu Diyagramı

Şekil 1 incelendiğinde, gümrük, hizmet kalitesi ve zamanlama kriterlerinin Kutu diyagramında "o" simgesi görülmektedir. Bu, veriler arasında aykırı gözlem ya da gözlemler olduğuna işaret etmektedir. Bu nedenle klasik kümeleme yöntemlerinin veri setinde aykırı gözlemlerin bulunması halinde aralarında büyük heterojenlik bulunan homojen grupları oluşturmada yetersiz kaldıkları için benzer ülkelerin belirlenmesi amacıyla aykırı gözlemlere karşı dirençli olan k kırpılmış ortalamalar yöntemi kullanılmıştır. Kümeleme analizine yönelik olarak küme sayısını belirmek için Elbow (Dirsek) ve Silhoutte yöntemlerinden yararlanılmış ve elde edilen sonuçlara Şekil 2 ve Şekil 3'de yer verilmiştir.

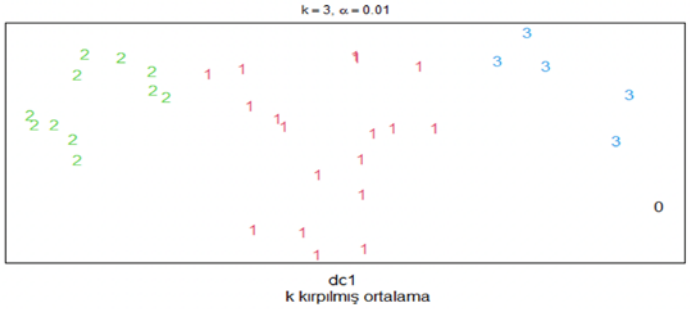


Şekil 2. Elbow Yöntemi Sonucu Optimum Küme Sayısı



Şekil 3. Silhoutte İndeksi Sonucu Optimum Küme Sayısı

Hem Elbow (Dirsek) yöntemi hem de Silhoutte indeksi sonuçlarına göre küme sayısı 3 olarak belirlenmiştir. Küme sayısı 3 olarak dikkate alınarak veri setine k-kırpılmış ortalamalar yöntemi uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucunda elde edilen sonuçlara aşağıda yer verilmiştir.



Şekil 4. K Kırpılmış Ortalama Yöntemine Göre Belirlenen Kümeler

Şekil 4'de "1" küme 1'de yer alan ülkeleri "2" küme 2'de yer alan ülkeleri, "3" küme 3'de yer alan ülkeleri ve "0" ise aykırı gözlem olan Arnavutluk'u göstermektedir.

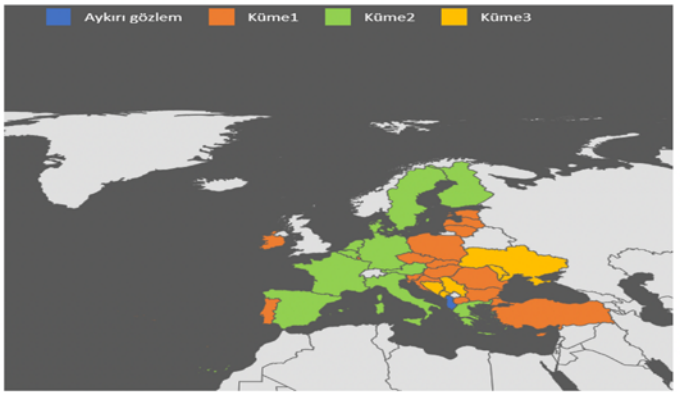
K kırpılmış ortalamalar yöntemi ile yapılan kümeleme analizi sonucunda oluşan kümeler Tablo 2' de yer almaktadır.

Tablo 2. Ülkelerin Kümeleme Sonuçları

Küme	Ülkeler
Küme 1	Estonya, İrlanda, Lüksemburg, Polonya, Letonya, Litvanya, Portekiz, Türkiye, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, Malta, Slovakya, Slovenya, Bulgaristan, Kıbrıs, Macaristan, Romanya, Kuzey Makedonya
Küme 2	Finlandiya, Danimarka, Almanya, Hollanda, Avusturya, Belçika, İsveç, Fransa, İspanya, Yunanistan, İtalya
Küme 3	Bosna Hersek, Karadağ, Sırbistan, Moldova, Ukrayna

Küme üyeliklerine ilişkin bilgiler değerlendirildiğinde kümelerde sırasıyla 18, 11 ve 5 ülke yer almıştır. Arnavutluk'un herhangi bir kümeye atanmadığı görülmektedir. Küme 2'de Almanya, İtalya, Fransa gibi gelişmiş ülkeler yer almaktadır. Bu kümede Hollanda dışında yer alan diğer ülkeler yüksek gelirli ülkelerdir. Ayrıca bu kümede yer alan ülkelerin tamamı Avrupa Birliği'ne üye ülkelerdir. Avrupa Birliği'ne aday 8 ülken 5'i ise Küme 3'ü oluşturmaktadır. Türkiye'nin yer aldığı Küme 1'de Avrupa Birliği'ne aday sadece 2 ülke yer almaktadır. Bunlar Türkiye ve Kuzey Makedonya'dır. Bu kümedeki diğer küme üyeleri Avrupa Birliği'ne üye ülkelerdir.

Kümeleme analizi sonucunda ülkeler ait oldukları kümedeki ülkelerle aynı, diğer kümelerdeki ülkelerle farklı renkte gösterildiğinde; genel olarak aynı kümedeki ülkelerin coğrafi olarak da birbirlerine yakın oldukları görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Elde Edilen Kümelerin Haritada Gösterimi

Analiz sonucunda elde edilen kümelerde yer alan ülkelerin Lojistik Performans Endeksi'nin altı kriterine ilişkin skorlarının ortalamaları Tablo 3'de yer almaktadır.

Tablo 3. K Kırpılmış Ortalamalar Yöntemi Kullanılarak Elde Edilen Küme Merkezleri

	C1	C2	C3
Gümrük	3.155556	3.763636	2.36
Altyapı	3.300000	4.009091	2.36
Uluslararası sevkiyat	3.283333	3.700000	2.86
Lojistik hizmet kalitesi	3.466667	4.036364	2.76
Zamanlama	3.588889	4.118182	3.18
Takip ve izleme	3.405556	4.100000	2.94

Tablo 3' de yer alan bulgular değerlendirildiğinde; Küme 2'nin (C2) Lojistik Performans Endeksinin altı kriteri olan uluslararası sevkiyat, takip ve izleme, gümrükler, hizmet kalitesi, altyapı ve zamanlama açısından diğer iki kümeye göre daha iyi olduğu görülmektedir. Küme 2'yi oluşturan ülkelerin LPI 2023 değerlerinde genellikle üst sıralarda yer alan ülkeler olduğu görülmüştür. Özellikle Finlandiya, Danimarka ve Almanya'nın birçok LPI alt kriteri açısından en iyi skora sahip ülkeler oldukları söylenebilir. Tablo 1'den elde edilen bu bulgular bu gruplandırmayı desteklemektedir. Küme ortalamaları değerlendirildiğinde Türkiye'nin yer aldığı Küme 1 (C1) bahsi geçen altı kiter açısından Küme' 2nin gerisinde kalmıştır. Küme 1 kendi içerisinde değerlendirildiğinde altı kriter içerisinde en düşük ortalamaya gümrük skoru sahiptir. Küme 3 ise altı kriter için diğer kümelerin küme ortalamalarından daha düşük performans göstermiştir. Bu kümeyi oluşturan ülkelerin LPI 2023 değerlerinde genellikle alt sıralarda yer alan ülkeler olduğu görülmüştür. Özellikle Moldova'nın birçok LPI alt kriteri açısından en kötü skora sahip ülke olduğu söylenebilir. Küme 3'ü oluşturan ülkeler Tablo 1'den elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Türkiye'nin de içinde yer aldığı Küme 1, 5 Avrupa Birliği'ne aday ülkeden oluşan Küme 3'ten bu altı kriter açısından daha iyi durumdadır.

Türkiye'nin, gümrük kriteri açısından aynı kümede yer alan ülkelerin performansının altında kaldığı; zamanlama kriteri açısından küme ortalaması seviyesinde performans gösterdiği ve sevkiyat, takip ve izleme, hizmet kalitesi ve altyapı kriterleri açısından ise aynı kümede yer alan ülkelere göre daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir.

SONUÇ

Uluslararası ticaret açısından önemli bir rekabet avantajı elde edilmesini sağlayan lojistik sektörünün performansının belirlenmesi önemli bir konudur. Lojistik performansının doğru ölçülmesi ve karşılaştırılması, ülkelerin performanslarını iyileştirmeye yönelik strateji ve politikalar geliştirmelerine yardımcı olur. Dolayısıyla mevcut çalışmada, Avrupa Birliğine üye 27 ülke ve 8 aday ülkeden lojistik performanslarına göre benzer ülkelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı ülke ya da ülke gruplarına, OECD'ye üye ülkelere, Türkiye ve AB'ne üye ülkelere yönelik olarak LPI kapsamında farklı kümeleme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalara rastlanılmıştır. Ancak literatürde AB'ne üye ülkeler ve Türkiye'nin de içinde yer aldığı aday ülkelere yönelik olarak yapılmış sadece 1 çalışmaya rastlanmıştır. Ancak AB'ne üye ve aday ülkelerin LPI'ne göre değerlendirilmesinde k kırmış ortalamalar yönteminin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Mevcut çalışmanın bu yönleri ile literatürdeki boşluğu doldurması ve literatüre katkı yapması beklenmektedir.

Mevcut çalışmada Dünya Bankası'nın 2023 yılında yayınlamış olduğu Lojistik Performans Endeksi'nin altı kriteri (uluslararası sevkiyat, takip ve izleme, gümrükler, hizmet kalitesi, altyapı ve zamanlama) kullanılarak Avrupa Birliğine üye 27 ülke ve 8 aday ülke için kümeleme işlemi yapılmıştır. Benzer ülkelerin belirlenmesi için kümeleme yöntemlerinden aykırı gözlemlere karşı dirençli olan k kırpılmış ortalamalar yöntemi kullanılmıştır. Küme üyeliklerine ilişkin bilgiler değerlendirildiğinde Küme 1'de 18, Küme 2'de 11 ve Küme 3'te ise 5 ülke yer almıştır. Arnavutluk'un ise herhangi bir kümeye atanmadığı görülmüş ve aykırı gözlem olarak tespit edilmiştir. Oluşan kümelerin Lojistik Performans Endeksinin altı kriteri olan uluslararası sevkiyat, takip ve izleme, gümrükler, hizmet kalitesi, altyapı ve zamanlama açısından küme ortalamaları kıyaslandığında Küme 2'nin her bir kriter açısından diğer

kümelere göre küme ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca bu kümede yer alan ülkelerin tamamı Avrupa Birliği'ne üye ülkelerdir. Avrupa Birliği'ne aday 8 ülken 5'i ise Küme 3'ü oluşturmaktadır. Küme 3, altı kriter için diğer kümelerin küme ortalamalarından daha düşük performans göstermiştir. Bu kümeyi oluşturan ülkelerin LPI 2023 değerlerinde genellikle alt sıralarda yer alan ülkeler olduğu görülmüştür. Özellikle Moldova'nın birçok LPI alt kriteri açısından en kötü skora sahip ülke olduğu söylenebilir

Türkiye'nin içinde yer aldığı Küme 1'in en iyi 2. küme olduğu görülmektedir. Bu küme Estonya, İrlanda, Lüksemburg, Polonya, Letonya, Litvanya, Portekiz, Türkiye, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, Malta, Slovakya, Slovenya, Bulgaristan, Kıbrıs, Macaristan, Romanya, Kuzey Makedonya olarak şekillenmiştir. Küme 1'de Avrupa Birliği'ne aday sadece 2 ülke yer almaktadır. Bunlardan biri Türkiye iken diğeri ise Kuzey Makedonya'dır. Bu kümedeki diğer küme üyeleri Avrupa Birliği'ne üye ülkelerdir. Bu durum Türkiye'nin küme 3'de yer alan AB'ne aday ülkelerden lojistik performası açısından daha iyi durumda olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin, sevkiyat, takip ve izleme, hizmet kalitesi ve altyapı kriterleri açısından ise aynı kümede yer alan ülkelere göre daha iyi performans gösterdiği; zamanlama kriteri açısından küme ortalaması seviyesinde performans gösterdiği ve gümrük kriteri açısından aynı kümede yer alan ülkelerin performansının altında kaldığı belirlenmiştir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Küme 1 ülkeleri; LPI puanının hesaplandığı alt başlıklar içinde gümrük skoru açısından en düşük ortalamaya sahiptir. Türkiye'nin lojistik performansı kendi özelinde değerlendirildiğinde de gümrük kriteri açısından en düşük skora sahip olduğu görülmüştür. Bu bağlamda, hem Türkiye hem de Küme 1'de yer alan diğer ülkelerin gümrük işlemlerini daha etkin hale getirmesi gerekmektedir. Gümrük işlemleri süreci üzerinde yapılan detaylı bir araştırma, bu süreçteki en büyük engellerin fiziksel inceleme nedeniyle gümrük işlemleri süresinin uzunluğu, ithalat ve ihracat için çok sayıda acente varlığı ve ithalat ve ihracat izni için gereken çok sayıda belge gibi bürokratik sorunların olduğu göstermiştir (Faria, Souza ve Vieira, 2015, s. 231). Dolayısıyla gümrük süreciyle ilgili yukarıda bahsedilen sorunlara çözümler üretilerek gümrük işlemlerini daha etkin hale getirilebilir. Ayrıca gümrük işlemlerini daha etkin hale getirecek projelere yatırım yapılmasının yanında da diğer alt başlıklara da yatırım yapılarak Küme 2 ülkelerinin seviyesine erişilmeye çalışılmalıdır.

Elde edilen sonuçları Türkiye'nin üyesi olduğu kümeyi oluşturan ülkeler açısından değerlendirdiğimizde Danacı ve Nacar (2017); Yıldız ve diğerleri, (2020) ve Eren ve Ömürbek (2021)'in çalışmalarından elde ettikleri sonuçlarla benzer oldukları söylenebilir.

Mevcut çalışmada kullanılan veri yatay kesit verileridir. Yapılan kümeleme analizi 2023 yılı verileri ile gerçekleştiği için, çalışma 2023 yılına ait mevcut durumu göstermektedir. Aynı veri setinde yer alan ülkelerin LPI'leri son 5 yıl baz alınarak araştırılabilir. Gelecek çalışmalara yönelik olarak araştırmacılar veri setini ülkelerin dış ticaret hacimlerini ya da gelir seviyelerini baz alarak oluşturabilirler.

KAYNAKLAR

Aboul-Dahab, K. M. (2020). Logistics performance index (LPI) and insights on the logistics performance improvement in the Arabian region. *The International Journal of Business Management and Technology*, *4*(2), 1-15.

Acar, M. F. (2021). Lojistik performans indeks: Türkiye-Avrupa Birliği karşılaştırması. *International journal of advances in engineering and pure sciences*, *33*(3), 422-428.

Arman, K., & Organ, A. (2023). AB'ye üye ve aday ülkelerin lojistik performanslarının Merec ve Cocoso yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, *7*(2), 36-46.

Arvis, J. F., Ojala, L., Wiederer, C., Shepherd, B., Raj, A., Dairabayeva, K., & Kiiski, T. (2018). Connecting to compete 2018: Trade logistics in the global economy.

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.

Bazani, C.L., Pereira, J.M. & Leal, E.A. (2020). Logistics performance index: What is Brazil's logistics performance in the international market. *Int. J. Logistics Systems and Management*, *37*(1), 38–54. doi: https://doi.org/10.1504/IJLSM.2020.109658

Bayraktar, E., Eryarsoy, E., Kosanoglu, F., Acar, M. F., & Zaim, S. (2024). Unveiling the drivers of global logistics efficiency: insights from cross-country analysis. *Sustainability*, *16*(7), 2683.

Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V. & Niknafs, A. (2014). NbClust: an R package for determining the relevant number of clusters in a data set, *Journal of Statistical Software*, *61*, 1-36.

Croux, C., Gallopoulos, E., Van Aelst, S., & Zha, H. (2007). Machine Learning and Robust Data Mining. *Computational Statistics & Data Analysis, 52(1), 151–154.*

Cuesta-Albertos, J. A., & Fraiman, R. (2007). Impartial trimmed k-means for functional data. *Computational Statistics & Data Analysis*, *51*(10), 4864-4877.

Danacı, T. & Nacar, R. (2017). Comparing the foreign trade and logistic performance of Turkey and EU members with cluster analysis. *PressAcademia Procedia* (PAP), *3*, 31-36. doi: https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2017.389

Döring, C., Lesot, M. J., & Kruse, R. (2006). Data analysis with fuzzy clustering methods. *Computational Statistics & Data Analysis*, *51*(1), 192-214. doi: https://doi.org/10.1016/j.csda.2006.04.030

Dash, C. S. K., Behera, A. K., Dehuri, S., & Ghosh, A. (2023). An outliers detection and elimination framework in classification task of data mining. *Decision Analytics Journal*, *6*, 100164.

Dorabiala, O., Kutz, J. N., & Aravkin, A. Y. (2022). Robust trimmed k-means. *Pattern Recognition Letters*, *161*, 9-16.

Eren, H. & Ömürbek, N. (2021). OECD ülkelerinin lojistik performansları açısından kümelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *26*(2), 153-166.

European Union. "Towards open and fair world-wide trade". Erişim: 15 Nisan 2024. https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/actions-topic/trade_en.

Faria, R. N. D., Souza, C. S. D., & Vieira, J. G. V. (2015). Evaluation of logistic performance indexes of Brazil in the international trade. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, *16*, 213-235.

Fritz, H., García-Escudero, L. A., & Mayo-Iscar, A. (2012). tclust: An R package for a trimming approach to cluster analysis. *Journal of Statistical Software*, *47*, 1-26.

Garcia-Escudero, L. A., & Gordaliza, A. (1999). Robustness properties of k means and trimmed k means. *Journal of the American Statistical Association*, *94*(447), 956-969.

García-Escudero, L. A., Gordaliza, A., Matrán, C., & Mayo-Iscar, A. (2010). A review of robust clustering methods. *Advances in Data Analysis and Classification*, *4*(2), 89-109. doi: 10.1007/s11634-010-0064-5.

García-Escudero, L. A., & Mayo-Iscar, A. (2024). Robust clustering based on trimming. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, *16*(4), e1658.

Giray, S., Yorulmaz, Ö., & Ergüt, Ö. (2016). Ülkelerin Gini Katsayısı, Göç, Suç Ve Mutluluk Değişkenleri Açısından Bulanik ve Dayanıklı Kümeleme Metotlari İle Sınıflandırılması. *Journal Of Awareness*, *1*(2), 1-16.

Georgogiannis, A. (2016). Robust k-means: a theoretical revisit. *Advances in Neural Information Processing Systems*, *29*.

Gelbard, R., Goldman, O., & Spiegler, I. (2007). Investigating diversity of clustering methods: An empirical comparison. *Data & Knowledge Engineering*, *63*(1), 155-166. doi: https://doi.org/10.1016/j.datak.2007.01.002

Göçer, A., Özpeynirci, Ö., & Semiz, M. (2022). Logistics performance index-driven policy development: An application to Turkey. *Transport policy*, *124*, 20-32. doi: https://doi.or-

g/10.1016/j.tranpol.2021.03.007.

Gubu, L., & Rosadi, D. (2021). A new approach for robust mean-variance portfolio selection using trimmed k-means clustering. *Industrial Engineering & Management Systems*, *20*(4), 782-794.

Işik, Ö., Aydin, Y., & Koşarolu, S. (2020). The Assessment of the logistics performance index of CEE countries with the new combination of SV and MABAC methods. *LogForum*, *16*(4), 549-559. doi: http://doi.org/10.17270/J.LOG.2020.504.

Insolia, L., & Perrotta, D. (2024). Fast and robust clustering of general-shaped structures with tk-merge. *International Journal of Approximate Reasoning*, *168*, 109152.

Ju, M., Mirović, I., Petrović, V., Erceg, Ž., & Stević, Ž. (2024). A Novel Approach for the Assessment of Logistics Performance Index of EU Countries. *Economics*, *18*(1), 20220074.

Kabak, Ö., Ülengin, F., & Ekici, Ş. Ö. (2018). Connecting logistics performance to export: A scenario-based approach. *Research in Transportation Economics*, *70,* 69-82. doi: https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.05.007

Kassambara, A., & Mundt, F. (2017). "Package 'factoextra'", Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses, 76.

Liu, J., Yuan, C., Hafeez, M., & Yuan, Q. (2018). The Relationship between environment and logistics performance: Evidence from Asian countries. *Journal of Cleaner Production*, *204*, 282-291. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.310

Martí, L., Martín, J. C., & Puertas, R. (2017). A DEA-Logistics performance index. *Journal of Applied Economics, 20*(1), 169–192. doi: 10.1016/s1514-0326(17)30008-9

Mercangöz, A. B., Yıldırım, B. F., & Kuzu Yıldırım, S. (2020). Time period based COPRAS-G method: Application on the logistics performance index. *LogForum*, *16*(2), 239-250. doi: http://doi.org/10.17270/J.LOG.2020.432.

Orhan, M. (2019). Türkiye ile Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının Entropi ağırlıklı EDAS yöntemiyle karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1222-1238.

Pehlivan, P., Aslan, A. I., David, S., & Bacalum, S. (2024). Determination of Logistics Performance of G20 Countries Using Quantitative Decision-Making Techniques. *Sustainability*, *16*(5), 1852.

Rafflesia, U., Rosadi, D., Sari, D. P., & Novianti, P. (2025). Analysis of Seismic Data in Sumatra using Robust K-Means Clustering. *Journal of Applied Data Sciences*, *6*(1), 391-404.

Roy, V., Mitra, S. K., Chattopadhyay, M., & Sahay, B. S. (2018). Facilitating the extraction of extended insights on logistics performance from the logistics performance index dataset: A two-stage methodological framework and its application. *Research in Transportation Business & Management*, *28*, 23-32. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.10.001

Tayal, M. A., & Raghuwanshi, M. M. (2010). Review on various clustering methods for the image data. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, *2*, 34-38.

Tekin, B. (2015). Temel Sağlık Göstergeleri Açısından Türkiye'deki İllerin Gruplandırılması: Bir Kümeleme Analizi Uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *5*(2), 389-416.

Tekin, B. (2018). Ward, K-Ortalamalar ve İki Adımlı Kümeleme Analizi Yöntemleri ile Finansal Göstergeler Temelinde Hisse Senedi Tercihi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *21*(40), 401-436.

Tekin, B. (2020). Covıd-19 Pandemisi Döneminde Ülkelerin Covıd-19, Sağlık ve Finansal Göstergeler Bağlamında Sınıflandırılması: Hiyerarşik Kümeleme Analizi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *5*(2), 336-349.

Ulkhaq, M. M. (2023). Clustering countries according to the logistics performance index. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, *10*(1), 1010-1018. doi: https://doi.org/10.35957/jatisi.v10i1.4755

Yıldız, A., Aydoğan, K., & Kartum, G. (2020). Türkiye'nin uluslararası lojistik performans endeksindeki konumunun kümeleme analizi ile araştırılması. *Turkish Studies-Social*, *15*(3), 1659-1679.

Yorulmaz, Ö. (2016). *Dayanıklı istatistiksel y*öntemler ve R *uygulamaları*. 1. Baskı, Beta Yayınları.

Yuan, J., Li, J., & Hao, J. (2023). A dynamic clustering ensemble learning approach for crude oil price forecasting. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *123*, 106408.

Yu, M. M., & Rakshit, I. (2025). An alternative assessment approach to global logistics performance evaluation: Common weight H-DEA approach. *International Transactions in Operational Research*, *32*(2), 839-862.