



TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNİN DEMİRYOLU HAT UZUNLUĞUNA GÖRE KÜMELENMESİ

İlker İbrahim AVŞAR¹

■Özet

Lojistik gerek uluslararası ticaret gerekse ekonomik gelişme açısından önemli bir konudur. Lojistik sektörü deniz, hava, demiryolu gibi birden fazla moda sahiptir ve bu modlar arasında demiryolları sahip olduğu özellikler açısından ve diğer modlarla birlikte çalışabilmesi noktasında dikkat çekmektedir. Demiryolu uzun süredir kullanılan bir teknolojiyi ifade etmektedir. Bu teknoloji her geçen gün gelişmektedir ve toplumları dönüştürmektedir. Günümüz dünyasında temiz enerji ve temiz toplum gerekliliği bakış açılarından ele alındığında demiryolu sektörü adından söz ettirmektedir. Ayrıca demiryolları ülkelerin ekonomik gelişmişlikleriyle de ilgilidir. Aynı zamanda rekabetçi dış ticaret için de önem arz etmektedir. Çalışmada, demiryolu gibi önemli bir alanın değerlendirilmesinde kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Analizde Canopy kümeleme algoritması tercih edilmiştir. Literatür göz önüne alınarak ülkeler 4 küme olarak ayrılmıştır. Analiz sonunda birinci küme 2, ikinci küme 20, üçüncü küme 2 ve dördüncü küme 9 elemanlı olarak şekillenmiştir. Dördüncü kümede Türkiye; Birleşik Krallık, Macaristan, Polonya, Romanya, İspanya, Çekya, İsveç ve İtalya ile yer almaktadır. Bu kümeleme çalışması, demiryolu hat uzunluğu olarak birbirine benzeyen ülkeleri ortaya koyması açısından önem taşımaktadır. Bahsi geçen öneme sahip çalışma 2016-2020 yılları arası verileri kapsamaktadır ve bu zaman dilimi genişletilerek çalışmanın yenilenme olanağı bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lojistik, Demiryolu, Canopy, Kümeleme, Avrupa Birliği.

Clustering of Türkiye and European Union Countries by Length of Railroad Lines

■Abstract

Logistics is an important issue for both international trade and economic development. The logistics sector includes several modes of transport such as maritime, air and rail. Among these modes, rail transport is of particular interest because of its characteristics and its ability to cooperate with other modes. The term "railroad" refers to a technology that has been used for a long time. This technology is evolving day by day and changing society. In today's world, railroads have made a name for themselves through the need for clean energy and a clean society. Railroads are associated with the economic development of countries. It is also important for competitive foreign trade. The cluster method was applied to evaluate such an important sector as railroads. Canopy cluster algorithm was preferred in the study. Considering the literature, the countries are divided into 4 clusters. The first cluster consists of 2 elements, the second cluster consists of 20 elements, the third cluster consists of 2 elements and the fourth cluster consists of 9 elements. Türkiye is in the fourth cluster, along with the United Kingdom, Hungary, Poland, Romania, Spain, Czech Republic, Sweden, and Italy. This cluster study is important to identify the countries that are similar in terms of length of railroad lines. The study includes data from 2016-2020, and there is a possibility to renew the study by extending this period.

Keywords: Logistics, Railroad, Canopy, Clustering, European Union.

¹ Dr.Öğr. Üyesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Bahçe MYO, Lojistik Programı, iibrahimavsar@osmaniye.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-2991-380X



GİRİŞ

Demiryolu eski ulaşım yöntemleri arasındadır. Zaman içerisinde gelişim göstermekte olan demiryollarında hem raylar hem de taşıma araçları yeni teknolojilerle güçlenmektedir. Bu durum bir açıdan bakıldığında toplumun gelişimiyle de ilgilidir. Demiryolları değerlerin, ihtiyaçların ve nesillerin gelişimine katkı sağlamaktadır. Günümüzde bu katkıyı birazda temiz enerji ve temiz çevre noktasında değerlendirmek gerekmektedir (Maskeliünaité, 2021: 374).

Demiryolu konusunu ele alan araştırmacıların çalışmalarını; ülkenin lojistik gücünün artırılması, ürünlerin son tüketiciye hızlı ulaşması ve işletmelerin lojistik maliyetlerinin düşürülmesi noktasında yürüttükleri görülmektedir (Keskin ve Özcan, 2023: 90). Bahsi geçen konular ancak gelişmiş bir demiryolu ağıyla olabileceğinden ötürü yeni hatların işletmeye alınması konusu ulusal bir gereklilik olarak ele alınmalıdır.

Demiryolu ilk kurulum maliyeti yüksek olmasına karşın taşımacılıkta bazı avantajlara sahiptir. Demiryollarıyla hacimli ve ağır yükleri düşük maliyetlerle taşımak olanaklar içerisindedir. Eşya ve yolcu taşımacılığındaki avantajlarının yanında tehlikeli madde taşımacılığında sunduğu avantajları da göz ardı etmek mümkün değildir. Geniş açıyla bakıldığında demiryollarının ülkelerin lojistik sektörleri için iyi bir alternatif olduğu görülmektedir (Kara ve Yalçın, 2023: 103). Buna karşın Türk demiryolu sektörünün rekabet gücü açısından tereddütler bulunmaktadır (Aktaş vd., 2022: 71).

Türkiye son zamanlarda ihracat merkezli bir ekonomi politikası izlemektedir. Bu politikanın gereği olarak taşımacılık işlemlerinde maliyetlerin düşürülmesi için liman-hinterlant konusuna önem vermesi gerekmektedir. Sürdürülebilir lojistik için karayolu yerine demiryolu odaklı taşımacılığa geçilmesi ülkenin yararına olacaktır. Güncel durumda liman-hinterlant taşımacılığında karayolları öne çıksa da değişen şartlar ve artan yük miktarı demiryoluna doğru yönelimi gerekli kılmaktadır (Zeybek, 2021: 60-61).

Ulaşım alanındaki gelişmeler ekonomiyi olumlu yönde etkilemektedir. Bir ülkede ulaşım altyapısına yapılan yatırımın karşılığı ekonomik ilerleme olarak alınmaktadır. Ulaşımın önemli bir aracı olan demiryolları diğer modlarla karşılaştırıldığında çevreye duyarlı olması ve düşük maliyetlerle çalışabilmesiyle öne çıkmaktadır. Bu durum bir ülkenin sürdürülebilir kalkınma çabaları için çok önemlidir. Bunun farkında olan ekonomik olarak gelişmiş ülkeler demiryollarının kullanımını önemsemekte ve sektöre ciddi yatırımlar yapmaktan geri kalmamaktadırlar (Koç, 2021: 84).

Literatürün gelişmiş ülkelerin demiryollarına yatırım yaptığı vurgusundan hareketle çalışma, Türkiye ve Avrupa Birliği (AB) üye/aday ülkelerin demiryolu hat uzunluğuna odaklanmaktadır. Verilerine ulaşamayan bazı ülkeler çalışmaya dahil edilmemiştir. Bunlar: Güney Kıbrıs, Malta, İzlanda, Lihtenştayn ve İsviçre olarak sıralanamamaktadır. Çalışma AB ülkelerinin demiryolu hat uzunluğuna göre kümelenmesi modeline dayanmaktadır. Bu şekilde 2016-2020 yılları arasında demiryolu hat kapasitesi bağlamında benzerlik gösteren AB ülkeleri ve aday ülkeler gruplanabilecektir.

Çalışmanın birinci bölümü literatür araştırmasını, ikinci bölümü araştırmanın yöntemine yönelik anlatımları, üçüncü bölüm bulguları içermektedir. Sonuç bölümünde demiryolları hat uzunluklarına göre çalışmaya dahil edilen ülkelerin durumları yorumlanmıştır.

1.LİTERATÜR TARAMASI

Demiryolları coğrafi bölgelerin gelişimiyle ilgilidir (Petrosyan ve Kilina, 2018: 974) ve ülkeler ekonomik olarak kalkınabilme için demiryollarını önemli ticaret yollarıyla bütünleştirme çabası içerisindeyler (Nežerenko ve Koppel, 2018: 9; Zhang vd., 2020: 144). Çünkü demiryolları uluslararası ticaretin önemli unsurları arasındadır (Lavrikova ve Averina, 2015: 97). Bu önemli unsura yönelik Rahmanov vd., (2022) tarafından yapılan çalışmada da olduğu gibi ülkelerin taşımacılık sektörünün değerlendirilmesinde kümeleme yöntemi kullanılabilir. Demiryolu gibi ülkelerin ekonomileri ve taşıma altyapıları açısından kritik bir konunun araştırmanın yöntemi olan kümelemeyle incelenmesine yönelik literatürde çalışmalar bulunmaktadır:

Mitwallyova vd. (2015) kaliteli bir demiryolu altyapısının bir ülkenin yaşam kalitesine etkisine yönelik bir çalışma yürütmüşlerdir. Kümeleme analizi hipotezleri kanıtlamak veya çürütmek için kullanılmıştır. Avrupa ülkeleri arasındaki farkların gösterilebilmesi için son yıllardaki demiryolu kullanım ve modernizasyon çalışmalarına yönelik veriler incelenmiştir. Ayrıca kümeleme analizi demiryolu ve istihdam ilişkisi göstergesi olarak da kullanılmıştır. Sonuç bölümü Avrupa'da demiryolu kullanımı ve modernizasyonu çalışmaları hakkında tavsiyeler içermektedir.

Stoilova (2018) AB ülkeleri demiryolu yolcu taşımacılığındaki gelişimini ülkelerin ekonomik gelişmişlik seviyesi ve taşımacılık sektörü gelişimiyle ilişkilendirerek incelemiştir. Araştırmada çok kriterli karar verme ve kümeleme modellerini beraber kullanılmıştır. Analiz sonucunda demiryolu yolcu taşımacılığı açısından ele alındığında en iyi seviyede olan ülkelerin Almanya, İngiltere ve Fransa olduğu görülmektedir. Çalışma AB ülkelerinin demiryolu taşımacılığını 5 elemanlı kümeleme analiziyle karşılaştırmıştır.

Eren ve Aksoy (2021) ülkelerin lojistik performans değerlendirmesini demiryolu istatistiklerine göre yapmışlardır. TCDD istatistik yıllığında yer alan ülkeler araştırmaya dahil edilmiştir ve ülkelerin verileri 2016-2020 yılları arasını kapsamaktadır. Weka yazılımı beklenti en iyilemesi algoritması sonucuna göre ülkeler 4 kümeye ayrılmıştır. PSI modeliyle ülkelerin sıralaması yapılmıştır ve sıralamada ilk 5'te yer alan ülkelere 3 tanesinin aynı kümede olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar kümeleme ve çok kriterli karar verme modellerinin benzer çıktılar üretebildiğini göstermektedir.

2.METOT

Bu bölümde araştırmanın yöntemini oluşturan Canopy kümeleme algoritması, kümelemede mesafe/uzaklık ölçümünde kullanılan yaklaşımlar ve kümeleme yönteminin temel özelliklerine yönelik açıklamalar bulunmaktadır.

2.1.Canopy Kümeleme Algoritması

Canopy, küme sayısı önceden bilinmeden elde edilen veri setini kullanarak küme sayısını ve merkezlerin yaklaşık konumlarını tahmin etmek için kullanılabilen verimli bir kümeleme algoritmasıdır (Hai vd., 2018: 130). Literatürde kümeleme yöntemiyle ülkelerin durumunun belirlenmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır. 37 adet OECD ülkesinin lojistik performansları bakımından kümelmesi işleminde Canopy algoritması kullanılmıştır ve kümeleme işleminde Weka yazılımı tercih edilmiştir. Çalışmada 37 ülke 4 küme altında gruplanmıştır (Eren ve Ömürbek, 2021: 158). Bu örnekte hareketle AB ülkeleri ve aday ülkelerin 2016-2020 yılları arası demiryolu hat uzunluğuna göre kümelendiğinde Canopy algoritması kullanılmıştır. Canopy algoritması aşağıda 2 başlıkta verilen temel özellikleri içermektedir (Li vd., 2019: 120618; Sagheer ve Yousif, 2021: 2; Wu vd., 2022: 7; Zhang vd., 2022: 8-9):

1. Tüm Canopy alt kümeleri arasındaki mesafeyi hesaplamak için öncelikle T1 ve T2 değerlerini seçmek gerekmektedir. T1 içindeki mesafelere sahip örnekleri bu Canopy alt kümesinde sınıflandırılmaktadır. Sonrasında örnekleri T2 içinde olan gözlemler veri kümesinden kaldırılmaktadır. Algoritma veri kümesi boşalana ve kümeleme tamamlanana kadar bu iki adımı yapmaya devam etmektedir. Diğer bir deyişle veri seti için Canopy başlangıç merkez noktası ve bölge yarıçapı T1 belirlenmektedir. Tüm nesnelerin Canopy kapsama alanı içinde kalması için veri kümesini birkaç örtüşen alt kümeyle verimli şekilde bölünmektedir. Aynı alana yerleşen nesneler için orta nokta yeniden hesaplanmaktadır ve nesnenin ait olduğu alan nesne ile yeni merkez noktası arasındaki mesafeye göre yeniden bölünmektedir. Canopy merkezini hesaplama işlemi k merkez noktalarının konumları artık değişmeyene kadar döngüsel olarak tekrarlanmaktadır.

2. Canopy kümeleme algoritması önce girilen değer setini veri blokları halinde kümelemektedir. Sonrasında veri bloklarını, daha sonra eş zamanlı olarak işlenen veri düğümlerine dağıtacaktır. Kümeleme sonuçlarını birleştirme işlemlerini azalttıktan sonra gruplama sonuçlarını elde etmek için mesafe haritası kullanılmaktadır.

Bazen Canopy algoritması başka bir kümeleme işlemi için başlangıç noktasını bulmak için de kullanılır. Canopy, T1 ve T2 mesafe noktalarına bağlı modelde çalışmaktadır. T1 gevşek mesafe noktası, T2 dar mesafe noktası olarak kabul edilir. T1, veri noktalarını kanopilere tahsis edecek olan T2'den büyük olmalıdır. İlk noktaya kalan noktaların mesafesi T1'in mesafesinden azsa, bu değer yeni kanopiye atanacaktır. Bu noktaların mesafesi de T2 değerinden azsa, onlardan noktalar çıkarılacaktır. Küme oluşturmak için tek veri noktası kalana kadar bu adımları tekrarlandıktan sonra Canopy algoritması, bu merkezlere dayalı verimli şekilde kümeler oluşturmak için başka kümeleme algoritmaları için ağırlık merkezi grubunu oluşturabilmektedir. Burada Canopy algoritmasının verimli şekilde ağırlık merkezi bulma gücünden yararlanılmaktadır (Shahroz vd., 2022: 26311; Sharma, vd., 2014: 507). Her ne amaçla kullanılırsa kullanılsın Canopy kümeleme algoritmasının işlem süreci aşağıdaki örnekle açıklanabilir (Qi vd., 2019: 94524; Li vd., 2020: 4-6):

1.Öncelikle Eşitlik 1'deki gibi bir değer matrisi tanımlanmalıdır. Sonrasında Eşitlik 2'de gösterildiği gibi C küme merkezli vektör tanımı yapılır.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1m} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{n1} & v_{n2} & \cdots & v_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

2.Eşitlik 3'teki gibi bir örnek setini ele alalım. Bu örnek set, C merkezli bir Canopy seti olarak tanımlanır.

$$V = \{v_j | i = 1, 2, \dots, n\}, \forall x_j \in \quad (3)$$

3. x_j Canopy Eşitlik 4'te gösterildiği gibi hesaplanır. Burada C_j merkez noktasıdır ve r_1 Canopy setinin yarıçapıdır.

$$\{C_j | \exists \|x_i - C_j\| \leq r_1, C_j \subseteq V, \quad i \neq j\}, \quad (4)$$

4. x_i 'ye göre $\forall x_i \in Canopy$ durumu Eşitlik 5'te verilmiştir. Burada r_2 Canopy merkez noktasının yarı çapına eşittir ve bu gruba C_j merkez kümesi denmektedir.

$$\{C_m | \exists \|x_i - C_m\| \leq r_2, r_2 < r_1, C_m \subseteq V, i \neq m\} \quad (5)$$

5. x_i Canopy merkez noktası olarak rasgele seçilir. Bu seçimden sonra hem veri kümesinden merkez nokta hem de ona karşılık gelen merkez küme kaldırılır. Bu işlem V veri kümesi boşalana kadar tekrarlanır. Bu şekilde her gözlem noktası bir ve tek Canopy merkez kümesinde kendisine yer bulur. Eğer gerekiyorsa Canopy merkez kümesi daha sonra kategorilere ayrılabilir ve merkez küme sayısı kategori sayısını temsil eder.

2.2.Kümelemede Uzaklık Ölçümü

Kümeleme analizi; benzer örneklerin gruplandırılmasını amaçlamasından dolayı, değerlendirmeye alınan herhangi iki nesnenin birbirine benzer mi yoksa benzemez mi olduğunu belirleyebilecek bir tür ölçüm yöntemine ihtiyaç duymaktadır. Bu ilişkiyi tahmin etmek için mesafe ölçüleri ve benzerlik ölçüleri olarak ifade edilen iki ana ölçü türü bulunmaktadır. Kullanılmakta olan birçok kümeleme yöntemi, karşılaştırılan herhangi bir nesne çifti arasındaki benzerliği veya farklılığı belirlemek için mesafe ölçülerini kullanır. İki boyutlu nesnelere yönelik kullanılan 3 ölçüm yöntemi aşağıda verilmektedir (Kumar vd., 2014: 24-25):

1. Öklid mesafesi ölçümü Eşitlik 6'da verilmektedir.
2. Manhattan mesafesi ölçümü Eşitlik 7'de verilmektedir.
3. Minkowski mesafesi ölçümü Eşitlik 8'da verilmektedir.

$$d(i, j) = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + (x_{in} - x_{jn})^2} \quad (6)$$

$$d(i, j) = |x_{i1} - x_{j1}| + |x_{i2} - x_{j2}| + \dots + |x_{in} - x_{jn}| \quad (7)$$

$$d(i, j) = (|x_{i1} - x_{j1}|^p + |x_{i2} - x_{j2}|^p + \dots + |x_{in} - x_{jn}|^p)^{1/p} \quad (8)$$

2.3. Kümeleme Nedir?

Geleneksel olarak verinin bilgiye dönüşümü süreci yorumlama ve çözümleme adımlarına dayanmaktadır. Günümüz dünyasında birçok sektörde veri hızlı şekilde çoğalmaktadır ve bu durum verinin işlenip bilgiye dönüşüm sürecinin hızlı yapılması zorunluluğunu getirmektedir. Ancak bu yapıldığı zaman iş dünyasındaki hızlı veri üreten sektörlerinin talepleri karşılanabilecektir. Veri madenciliği bu zorunluluktan hareketle uygun teknikler aracılığıyla verinin bilgiye dönüşümünü sağlamaktadır ve kullandığı tekniklerden bir tanesi de kümelemedir (Koltan Yılmaz ve Patır, 2011: 110).

Çok değişkenli istatistikî yöntemler, çok sayıda gözlemden oluşan veriyi daha basit yapıya dönüştürerek bir problemin çözümüne yardımcı olabilmektedir (Sağlam, 2013: 13). Çok değişkenli istatistikî yöntemleri arasında yer alan kümeleme birçok alanda kullanılabilir. Kullanım alanlarına Türkiye'deki illerin sağlık göstergelerine göre gruplaması (Eren ve Ömürbek, 2019), ülkelerin yenilik göstergelerine göre gruplaması (Eren ve Gelmez, 2022) ve kırsallık kriterlerine göre illerin gruplaması (Özlu vd., 2020) örnek olarak verilebilir. Bunun gibi uygulamalarda kullanılan kümeleme analizi gerek hipotez oluşturmada gerekse önceden oluşturulan hipotezi test etmede kullanılabilir (Çakmak vd., 2015: 4).

Küme analizinde öncelikle problem tanımlanmaktadır. İkinci adımda uzaklık/benzerlik ölçüsünün ne olacağı seçilmelidir. Üçüncü adımda kümeleme yöntemi seçilmelidir. Dördüncü adımda eğer gerekiyorsa küme sayısı belirlenmelidir. Küme sayısının belirlenmesinde farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri de $k = \sqrt{n/2}$ eşitliğidir ve burada n birim sayısını ifade etmektedir. Beşinci adımda elde edilen küme yorumlanmaktadır. Altıncı adımda istenirse küme analizi başka analizlerle karşılaştırılabilir (Ertekin ve Aktürk, 2022: 43). Verilen adımlar izlenerek yapılan kümeleme işleminde amaç; benzer örneklerin aynı küme içerisinde toplanmasını sağlamaktır (Demircioğlu ve Eşiyok, 2020: 370). Bu süreçte bazı kümeleme uygulamalarında dördüncü adıma gerek duyulmamaktadır (Avşar ve Serin, 2020).

3. BULGULAR

Çalışmada kullanılan Weka programı akademik çalışmalarda kümeleme analizi için kullanılabilen bir yazılımdır (Sel, 2020: 172; Urmak Akçakaya ve Ömürbek, 2021: 1379). Weka Canopy kümeleme özellikleri "Class Canopy" dokümanında açıklandığı gibidir (Class Canopy).

Tablo 1. AB Ülkeleri ve Aday Ülkelerin Demiryolu Uzunlukları Değer Matrisi

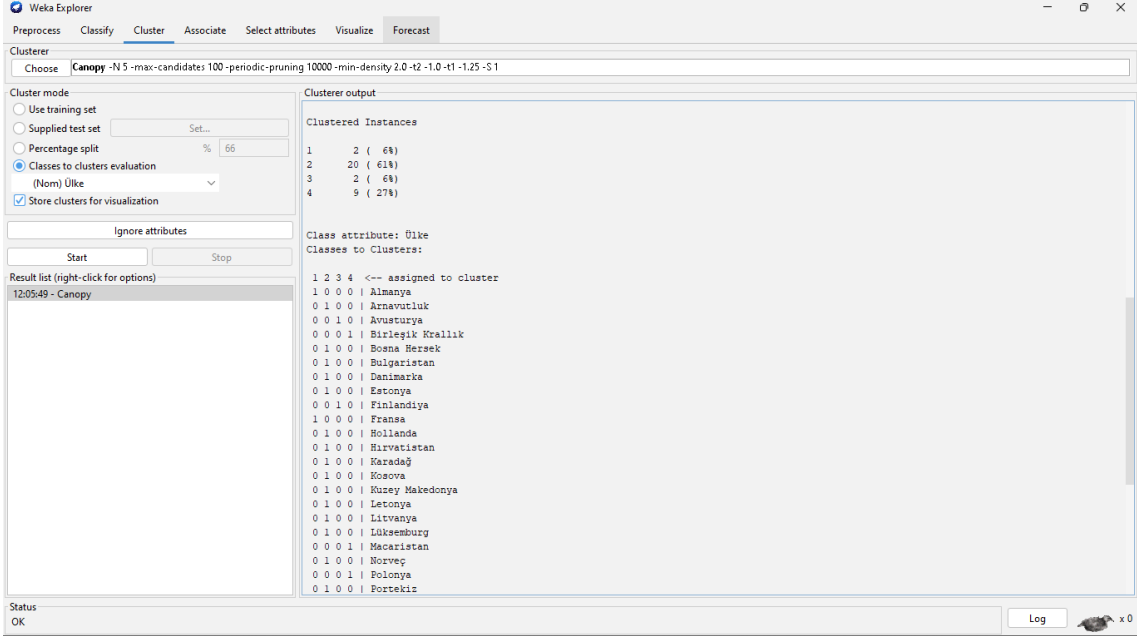
Ülke	2016	2017	2018	2019	2020
Bulgaristan	4029	4030	4030	4030	4029
Çekya	9564	9567	9572	9562	9542
Danimarka	2045	1987	1987	2042	1998
Almanya	38623	38594	38416	38394	38394
Estonya	1161	1161	1161	1167	1167
İrlanda	1931	1931	2045	2045	2045
Yunanistan	2240	2240	2293	2280	2345
İspanya	16167	15949	15449	16006	16135
Fransa	27005	27638	26932	26932	26837
Hırvatistan	2604	2604	2604	2617	2617
İtalya	16788	16787	16781	16779	16782
Letonya	1859	1859	1859	1859	1859
Litvanya	1911	1911	1910	1910	1910
Lüksemburg	275	271	271	271	271
Macaristan	7811	7918	7732	7743	7787
Hollanda	3058	3055	3220	3220	3041
Avusturya	5491	5527	5526	5615	5607
Polonya	19132	19209	19235	19398	19383
Portekiz	2546	2545	2545	2526	2526
Romanya	10774	10774	10765	10759	10769
Slovenya	1209	1209	1209	1209	1209
Slovakya	3626	3626	3627	3629	3627
Finlandiya	5926	5926	5926	5923	5918
İsveç	10882	10874	10906	10899	10909
Norveç	3895	3895	3887	3890	3851
Birleşik Krallık	16253	16320	16289	16346	16377
Karadağ	250	250	250	250	250
Kuzey Makedonya	683	683	683	683	683
Arnavutluk	334	334	334	169	224
Sırbistan	3766	3764	3764	3763	3354
Türkiye	10131	10207	10315	10378	10378
Bosna Hersek	1018	1018	1018	1018	1018
Kosova	343	343	343	343	343

Kaynak: Eurostat

Tablo 1’de verilen değer matrisi kullanılarak yapılan analizde verilerine ulaşılabilen AB ülkelerinin ve aday ülkelerin demiryolu hat uzunluğuna göre kümelemesi yapılmıştır. Verilerine ulaşılamayan Güney Kıbrıs, Malta, İzlanda, Lihtenştayn ve İsviçre değerlendirmeye alınmamıştır. Veriler 2016-2020 yılları arasını kapsamaktadır. Verilerde virgülden sonrası işleme alınmamıştır ve bir yılda veri eksikliği olması durumunda bir yılın verisiyle tamamlanmıştır. Tablo 1’de kümelemeye kullanılan değer matrisi verilmektedir. Tablo 1’değer matrisi Eşitlik 1’de gösterilen özelliklere

uymaktadır ve Eşitlik 2-6'da gösterildiği gibi kümelenecektir. Eşitlik 6-8 arasında ayrıntıları verilen mesafe ölçüm yaklaşımlarından Öklid algoritması kullanılmıştır.

AB odaklı 33 ülkenin demiryolu hat uzunluğunun 2016-2020 yıllarına ait göstergelerine göre yapılan Canopy kümeleme işleminde gözlemler 4 kümede ayrılmıştır. Ülkelerin sırasıyla 2, 20, 2 ve 9 elemanlı kümeler oluşturduğu görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Weka Canopy Küme Sonuç Ekranı

Tablo 2 ülkelerin hangi küme içerisinde yer aldıklarını göstermektedir. Birinci küme (Küme 0) Almanya ve Fransa'dan oluşmaktadır. Bu iki ülkenin 2020 yılı hat uzunluk ortalaması en yüksek grup olduğu görülmektedir. İlk gruba ait ortalama hat uzunluğu 42,615 km'dir. İkinci kümede (Küme 1) 20 ülke bulunmaktadır ve bu küme hat uzunluğu ortalaması en kötü olan gruptur. Bu kümeye dahil olan ülkelerin 2020 yılı itibarıyla demiryolu hat uzunluklarının ortalaması 1918 km'dir. Üçüncü küme (Küme 2) 2 elemandan oluşmaktadır. Bu kümede kendisine yer bulan ülkelerin ortalama hat uzunluğu 5,762 km'dir. Dördüncü küme (Küme 3) 9 elemandan oluşmaktadır ve 13.118 km demiryolu hat uzunluğuna sahiptir. Türkiye'de bu kümede kendisine Birleşik Krallık, Macaristan, Polonya, Romanya, İspanya, Çekya, İsveç ve İtalya ülkeleriyle birlikte yer bulmuştur. Türkiye bu gruba girerek en iyi grup olarak değerlendirilebilecek Küme 0'da yer alamamıştır ama en iyi grubu izleyen ikinci grupta yer alabilmiştir. Yine de Türkiye'nin sektöre olan yatırımını devam ettirip Almanya ve Fransa seviyesine gelmesi ülkenin taşımacılık sektörü dolayısıyla uluslararası ticareti açısından olumlu sonuçlar üretebilir. Bu durum sonuç olarak ülkenin ekonomisini de olumlu yönde etkileme potansiyeli taşımaktadır. Konu nüfus olarak ele alındığında Türkiye'nin demiryolu hat uzunluğu açısından yaklaşık nüfusa sahip olduğu Almanya'yı yakalaması gerektiği söylenebilir (Tablo 4). Türkiye, Fransa ile karşılaştırıldığında nüfusu kendisinden yaklaşık 16 milyon eksik olan Fransa'dan geri olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Ükelere Göre Kümeleme Sonucu

SN	Küme 0	Küme 1	Küme 2	Küme 3
1	Almanya	Arnavutluk	Avusturya	Birleşik Krallık
2	Fransa	Bosna Hersek	Finlandiya	Macaristan
3		Bulgaristan		Polonya
4		Danimarka		Romanya
5		Estonya		Türkiye
6		Hollanda		İspanya
7		Hırvatistan		Çekya
8		Karadağ		İsveç
9		Kosova		İtalya
10		K. Makedonya		
11		Letonya		
12		Litvanya		
13		Lüksemburg		
14		Norveç		
15		Portekiz		
16		Slovakya		
17		Slovenya		
18		Sırbistan		
19		Yunanistan		
20		İrlanda		

Tablo 3'te kümelerin 2020 yılı hat uzunluklarının ortalaması verilmiştir. İlk küme 32,615 km hat uzunluğuna göre en iyi değere sahiptir.

Tablo 3. Grupların 2020 Yılı Ortalama Hat Uzunlukları

Küme Numarası	Hat Uzunluğu (2020 Yılı Km Olarak)
0	32, 615
1	1,918
2	5,762
3	13,118

Tablo 4'te araştırmaya konu olan ülkelerin ekonomik ve demografik göstergeleri verilmektedir. Göstergeler Dünya Bankası kaynağından alınmıştır ve yüzölçümleri 2020, diğer göstergelerse 2021 yılına aittir. Birleşik Krallık 2016-2020 yılları arasında AB üyesi olduğu için listede kendisine yer bulmaktadır.

Tablo 4 incelendiğinde Türkiye'nin yüz ölçümü olarak kendisinden düşük olan Almanya ve Fransa ile aynı oranda demiryolu yatırımı yapmayarak bu ülkelerin gerisinde kaldığı görülmektedir. Nüfus açısından da benzer bir durum bulunmaktadır.

Türkiye, Almanya ve Fransa karşılaştırması GSYH açısından ele alındığında; demiryolu hattı yatırımında bu ülkelerin gerisinde bulunan Türkiye'nin GSYH kriteri açısından da bu ülkelerin gerisinde olduğu görülmektedir.

Mal ihracatı noktasında bir karşılaştırma yapıldığında; Almanya'nın 2021 yılı itibariyle 1,617,030,055,573 ABD doları ihracat yaptığı görülmektedir. Fransa'nın ihracatıysa 620,185,222,764 ABD doları seviyesindedir. Türkiye'nin aynı dönem ihracatı 224,686,000,000 ABD doları olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin ihracat noktasında Almanya ve Fransa'nın gerisinde kaldığı

görülmektedir. Bu noktada Koç (2021) tarafından vurgulanan gelişmiş bir taşımacılık sektörünün dış ticarete olumlu etkisi ve dolayısıyla ekonomiye pozitif ivme kazandırabilme gücü göz önüne alınmalıdır. Dolayısıyla Türkiye'nin ekonomik gelişmişlik seviyesinin yükseltilmesi çabasında demiryolları göz ardı edilmemelidir. Benzer konuları dile getiren Oğuz ve Oğuz (2020) ülkelerin gelişmişlik seviyesini arttırabilmeleri için lojistik sektörüne yapılacak yatırımın önemine vurgu yapmaktadırlar. Ayrıca Türkiye'nin coğrafi konumu gereği lojistik sektörü için avantajlı bir durumda olduğu vurgulanmaktadır ve Türkiye'nin kara, hava ve demiryolu taşımacılığında taşıdığı fırsatların altı çizilmektedir.

Tablo 4. AB Ülkeleri ve Aday Ülkelerin Demografik ve Ekonomik Göstergeleri

	Yüzölçümü (Km2)	Nüfus	GSYH (\$)	Mal İhracatı (\$)
Bulgaristan	111,000	6,877,743	84,056,312,734	40,647,310,000
Çekya	78,871	10,505,772	281,777,887,121	175,126,572,751
Danimarka	42,920	5,856,733	398,303,272,764	141,598,654,946
Almanya	357,590	83,196,078	4,259,934,911,822	1,617,030,055,573
Estonya	45,340	1,330,932	37,191,166,152	19,325,714,949
İrlanda	70,280	5,033,165	504,182,603,276	330,347,459,158
Yunanistan	131,960	10,641,221	214,873,879,834	46,237,172,636
İspanya	505,970	47,415,750	1,427,380,681,295	379,192,144,982
Fransa	549,087	67,749,632	2,957,879,759,264	620,185,222,764
Hırvatistan	88,070	3,899,000	68,955,083,280	18,426,316,864
İtalya	302,068	59,109,668	2,107,702,842,670	584,922,418,641
Letonya	64,590	1,884,490	39,853,501,580	19,120,123,101
Litvanya	65,290	2,800,839	66,445,256,585	37,365,119,551
Lüksemburg	2,590	640,064	85,506,243,834	29,409,175,505
Macaristan	93,030	9,709,891	181,848,022,234	122,121,026,875
Hollanda	41,540	17,533,044	1,012,846,760,977	647,945,034,105
Avusturya	83,879	8,955,797	480,368,403,893	198,599,243,013
Polonya	312,710	37,747,124	679,444,832,854	331,168,000,000
Portekiz	92,230	10,325,147	253,663,144,586	73,533,555,256
Romanya	238,400	19,119,880	284,087,563,696	82,964,854,563
Slovenya	20,480	2,108,079	61,748,586,535	41,669,995,433
Slovakya	49,030	5,447,247	116,527,101,098	96,119,191,702
Finlandiya	338,460	5,541,017	297,301,883,523	83,621,219,199
İsveç	528,861	10,415,811	635,663,801,202	209,356,419,250
Norveç	624,499	5,408,320	482,174,854,482	158,772,924,858
Birleşik Krallık	243,610	67,326,569	3,131,377,762,926	444,558,093,934
Karadağ	13,810	619,211	5,861,268,039	620,771,462
Kuzey Makedonya	25,710	2,065,092	13,825,049,832	7,096,975,574
Arnavutluk	28,750	2,811,666	18,255,787,479	1,494,341,013
Sırbistan	84,990	6,834,326	63,082,047,650	24,518,860,012
Türkiye	785,350	84,775,404	819,035,182,930	224,686,000,000
Bosna Hersek	51,210	3,270,943	23,365,361,635	7,673,020,643
Kosova	..	1,786,038	9,412,034,299	889,021,107

Kaynak: World Bank

4. SONUÇ

Literatürde de dile getirildiği gibi demiryolu taşımacılığı ülkelerin gerek ekonomileri gerekse toplumların yaşam kaliteleri açısından hayati öneme sahiptir. Denizyolu veya karayolu gibi taşıma modlarının demiryollarıyla birlikte kullanılması ülkelere taşımacılıkta fırsatlar sunmaktadır. Bu fırsatlar ülkeler açısından göz ardı edilecek olursa diğer ülkeler karşısında rekabet avantajı açısından geri kalınması olası bir durumdur. Hudak vd., (2023) gibi araştırmacılar sektörün öneminden hareketle demiryollarının gelişim sürecine kayıtsız kalamamışlardır. Buradan hareketle çalışma AB merkezli ülkelerin demiryolu hat uzunluklarına göre kümelenmesine yoğunlaşmaktadır ve inceleme 2016-2020 döneminde demiryolu kapasitesine göre ülkelerin durumunu ortaya koymayı amaç edinmiştir. Araştırmayla Türkiye'nin demiryolu varlığı bakımından AB ülkeleri içerisindeki konumunun belirlenmesi hedeflenmektedir.

Analiz sonucunda en iyi konumda olan kümede Almanya ve Fransa'nın bulunduğu görülmektedir. Bu küme 32,615 km ortalama hat uzunluğuna sahiptir. Ekonomik olarak Türkiye; coğrafi konumu, nüfusu ve yüz ölçümü açısından bu ülkelerden geride değildir ve normal şartlarda bahsi geçen ülkeler seviyesine demiryolu hattına sahip olması beklenmektedir. En iyi grupta yer alamayan Türkiye, kendisine Birleşik Krallık, Macaristan, Polonya, Romanya, İspanya, Çekya, İsveç ve İtalya ile küme 3'te yer bulmuştur. Bu küme ortalama 13,118 km demiryolu hat uzunluğuna sahiptir. Bu sonuçla Türkiye'nin yüz ölçümü olarak kendisinden daha küçük olan Birleşik Krallık vd. ile aynı kümede olması üzerinde durulması gereken bir tablodur. Türkiye, Tablo 4'te örneklendirilen yüzölçümü ve nüfus gibi konularda taşıdığı potansiyeller açısından bu ülkeleri geride bırakacak güce sahiptir ama bu potansiyelin demiryolu taşımacılığı alanına yansımadağı görülmektedir.

Çalışma, Türkiye'nin demiryolu hat uzunluğu açısından AB ülkeleri ile arasında kıyaslama yapılmasına olanak tanınması açısından önem taşımaktadır. Araştırma, ilgili ülkeleri daha fazla kriter çerçevesinde değerlendirerek genişletilme olanağına sahiptir.

KAYNAKÇA

- Aktaş, A., Akbayır Ö. ve Aksay K. (2022). Türkiye Demiryolu Araçları, Tramvaylar ve Komponentleri Sektörünün Uluslararası Rekabet Gücü Analizi. *Demiryolu Mühendisliği*, 15, ss. 60-74. doi:10.47072/demiryolu.944301.
- Avşar İ. İ. ve Serin Z. V. (2020). Seçili Kripto Paralarda Kümeleme Analizi. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 5(1), ss. 41-52.
- Class Canopy, *Cluster data using the capopy clustering algorithm*. <https://weka.sourceforge.io/doc.dev/weka/clustering/Canopy.html>. Erişim Tarihi: 30.01.2023
- Çakmak, Z. Uzgören N. ve Keçek G., (2015). Kümeleme Analizi Teknikleri ile İllerin Kültürel Yapılarına Göre Sınıflandırılması ve Değişimlerinin İncelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12.
- Demircioğlu, M. ve Eşiyok, S. (2020). Covid-19 Salgını ile Mücadelede Kümeleme Analizi ile Ülkelerin Sınıflandırılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Bahar (Covid19-Özel Ek)*, 369-389.
- Eren, H. ve Aksoy, E. (2021). Ülkelerin Lojistik Performanslarına Göre Uluslararası Demiryolları İstatistikleri Açısından Kümelenmesi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 13(2), ss. 111-137.

- Eren, H. ve Gelmez, E. (2022). Ülkelerin İnovasyon Performansına Göre Kümelenmesi; Entropi, Copras ve Aras Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 12 (3), 1546-1565. doi: 10.30783/nevsosbilen.1153211.
- Eren, H. ve Ömürbek, N. (2019). Türkiye'nin Sağlık Göstergeleri Açısından Kümelenmesi ve Performans Analizi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(29), 421-452. doi: 10.20875/makusobed.586081.
- Eren, H. ve Ömürbek, N. (2021). OECD Ülkelerinin Lojistik Performansları Açısından Kümelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(2), 153-166.
- Ertekin, Ş. ve Aktürk H.E. (2022). Türkiye'de İllerin Kamu Harcamaları ve Kamu Gelirleri Açısından Kümeleme Analizi Yöntemi ile Sınıflandırılması. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (63), 39-47. doi: 10.18070/erciyesiibd.1200844.
- Eurostat, *Eurostat Data Browser, online data code: TTR00003: Total length of railway lines.* <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ttr00003/default/table?lang=en>. Erişim Tarihi: 29.01.2023
- Hai, M., Zhang, Y. ve Li, H. (2018). A Performance Comparison of Big Data Processing Platform Based on Parallel Clustering Algorithms. *Procedia Computer Science*, 139, 127-135. doi: 10.1016/j.procs.2018.10.228.
- Hudak, S.C.A., Brezina, T., Kehrer, J. ve Schopf, J.M. (2023). Tracing rail transformation: the case of passenger services in Slovenia from 1975 to 2015. *Public Transport*, 1-22. 10.1007/s12469-022-00316-1.
- Kara K. ve Yalçın, G. C. (2023). Assessing Railway Transportation Performance of European Countries with CRITIC and ROV Techniques. *Demiryolu Mühendisliği*, 17, ss. 93-106. doi:10.47072/demiryolu.1175529.
- Keskin B. ve Özcan E. (2023)., En Kısa Yol Optimizasyonlarında Floyd-Warshall Algoritması: Lojistik Merkezler Örneği. *Demiryolu Mühendisliği*, 17, ss. 82-92. doi:10.47072/demiryolu.1187884.
- Koç, P. (2021). Demiryolu Yatırımlarının Kişi Başına Düşen Gelir Üzerindeki Etkisinin Analizi: Türkiye Üzerine Bir Araştırma. *Demiryolu Mühendisliği*, 14, ss. 77-86.
- Koltan Yılmaz, Ş. ve Patır, S. (2011). Kümeleme Analizi ve Pazarlamada Kullanımı. *Akademik Yaklaşım Dergisi*, 2(1), 91-113.
- Kumar, A., Ingle, Y.S., Pande, A. ve Dhule, P. (2014). Canopy Clustering: A Review on Pre-Clustering Approach to K-Means Clustering. *International Journal of Innovations & Advancement in Computer Science*, 3(5), 22-29.
- Lavrikova, Y.G. ve Averina, L.M. (2015). Strategic Framework for Implementing the Potential of Import Substitution on the Example of Railway Engineering. *Economic and Social Changes-Facts Trends Forecast*, 39(3), pp.85-99.
- Li M. et al., (2019). Community Detection and Visualization in Complex Network by the Density-Canopy-Kmeans Algorithm and MDS Embedding. *IEEE Access*, 7, pp. 120616-120625, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2936248.
- Li, F., Bai, X. ve Li, Y. (2020). A Crop Canopy Localization Method Based on Ultrasonic Ranging and Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique Algorithm. *Sensors*, 20(3), p. 818. doi: 10.3390/s20030818.
- Maskeliūnaitė, L. (2021). Railways in Lithuania: from Tsarist Russia to Rail Baltica, *Transport*, 36(4), pp. 364-375.
- Mitwallyova, H., Vukica J., Bozena K. ve Klara C. (2015). The Impact of Investments into the Railway Infrastructure in the European Economics. *European Transport-Trasporti Europei*, 58(6).
- Nežerenko, O. ve Koppel O. (2018). The Baltic Sea Macro-Regional Transport Cluster as an Element of the Silk Road Economic Belt. *Croatian International Relations Review*, 23(78), pp. 77-95. 10.1515/cirr-2017-0008.
- Oğuz, İ. H. & Oğuz, D. (2020). Türkiye Ekonomisinde Lojistik. *International Journal of Business and Economic Studies*, 1(2), 65-74.
- Özlu, S., Dedeoğlu Özkan S. ve Beyazlı, D. (2020). Kırsallık Göstergeleri Bağlamında Türkiye İllerinin Kümelenmesi ve Devinimi. *Coğrafya Dergisi*, 40, ss. 231-245. doi:10.26650/JGEOG2020-0019.
- Petrosyan, E. ve Kilina, E. (2018). Development of urban areas of the Russian Federation on the Trans-Siberian Railway: town-planning a railroad role in the city of Krasnoyarsk. *24th Isuf International Conference: City And Territory In The Globalization Age*, pp.965-974. 10.4995/ISUF2017.2017.6065.
- Qi, B., Zhang, P., Rong, Z., Wang, J. Li, C. ve Chen, J. (2019). Rapid Transformer Health State Recognition Through Canopy Cluster-Merging of Dissolved Gas Data in High-Dimensional Space. *IEEE Access*, 7, pp. 94520-94532. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2928628.
- Rahmanov, F., Neymatova, L., Aliyeva, R., ve Hashimova, A (2022). Management of the Transport Infrastructure of Global Logistics: Cross-Country Analysis. *Marketing and Management of Innovations*, 4, pp.65-75. 10.21272/mmi.2022.4-07.

- Sagheer N. S. ve Yousif, S. A. (2021). Canopy with k-means clustering algorithm for big data analytics. *AIP Conference Proceedings*, 2334(1). doi: 10.1063/5.0042398.
- Sağlam, M. (2013). Grouping of Soil Properties using Multivariate Statistical Methods. *Toprak Su Dergisi*, 2(1), ss. 7-14.
- Sel, A. (2020). Veri Madenciliği Kümeleme Yöntemleri Kullanarak Karbon Emisyonu Göstergeleri Açısından OECD Ülkelerinin Sınıflandırılması. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, (46), 169-187. doi: 10.17498/kdeniz.679555.
- Shahroz, M., Mushtaq, M. F., Majeed, R., Samad, A. Mushtaq Z. ve Akram, U. (2022). Feature Discrimination of News Based on Canopy and KMGC-Search Clustering. *IEEE Access*, 10, pp. 26307-26319. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3152159.
- Sharma, S., Tiwari, R. Shukla, A. ve Yadav, J. (2014). Canopy Clustering Based Multi Robot Area Exploration. *IFAC Proceedings Volumes*, 47(1), 505-510, doi: 10.3182/20140313-3-IN-3024.00253.
- Stoilova, S. (2018). Study of Railway Passenger Transport in the European Union. *Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette*, 25(2), pp.587-595. 10.17559/TV-20160926152630.
- Urmak Akçakaya, E. D. ve Ömürbek, N. (2021). OECD Ülkelerinin Demokrasi Kalitesi Göstergeleri Açısından Kümelenmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, Yönetim ve Organizasyon Özel Sayısı, 1365-1393.
- World Bank, *World Bank Data World Development Indicators*. <https://databank.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG/1ff4a498/Popular-Indicators#>. Erişim Tarihi: 29.01.2023
- Wu, M., Li, Z., Chen, J., Min, Q. ve Lu, T. (2022). A Dual Cluster-Head Energy-Efficient Routing Algorithm Based on Canopy Optimization and K-Means for WSN. *Sensors*, 22(24), p. 9731. doi: 10.3390/s22249731.
- Zeybek, H. (2021). Demiryollarının Konteyner Limanı-Hinterlant Bağlantılarındaki Önemi: Mersin Limanı Örneği. *Demiryolu Mühendisliği*, 14, ss. 49-64. doi:10.47072/demiryolu.840401.
- Zhang, X., Zhang, W., Lee, P.T.W. (2020). Importance rankings of nodes in the China Railway Express network under the Belt and Road Initiative. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 139, pp.134-147. 10.1016/j.tra.2020.07.003.
- Zhang, Y., Ruan, P. ve Zhao, J. (2022). Design of digital economy consumer psychology prediction model based on canopy clustering algorithm. *Front. Psychol.* 13, 939283. doi: 10.3389/fpsyg.2022.939283.