



## A Comparison of Transportation Infrastructure of APEC Countries with Cluster Analysis

Serkan Taştan<sup>1,a,\*</sup>, Kıvanç Halil Arıç<sup>2,b</sup>, Sara Moujahid<sup>3,c</sup>

<sup>1</sup> Department of Management Information Systems, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Sivas Cumhuriyet University, Sivas, Türkiye

<sup>2</sup> Department of International Trade and Logistics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Sivas Cumhuriyet University, Sivas, Türkiye

<sup>3</sup> Institute of Social Sciences, Sivas Cumhuriyet University, Sivas, Türkiye

\*Corresponding author

### Research Article

#### History

Received: 20/02/2023

Accepted: 19/06/2023

JEL Codes: C38, O18

### ABSTRACT

The transportation infrastructure, which is one of the factors that enable countries to increase their economic competitiveness at local and global levels, significantly contributes to the economic growth of countries by facilitating the flow of goods and services between countries. In this context, even though there is an ever-increasing demand for the development of infrastructure opportunities, especially in line with the economic developments experienced in APEC countries, it is inevitable that there will be differences between countries in terms of infrastructure opportunities since the countries in the region have different levels of development. It is known that APEC member countries generally make investments to develop their transportation infrastructures. However, it cannot be said that some developing APEC countries are at a sufficient level even in terms of basic transportation infrastructures. In this study, APEC countries with regard to transportation infrastructures were examined via cluster analysis in order to determine possible differences along with similarities between those countries. According to the results, APEC countries were partitioned into three and six clusters in 2008 and 2019, respectively. In both 2008 and 2019, Singapore, Hong Kong, and Japan were the countries with the best transportation infrastructure facilities. On the other hand, it was seen that Vietnam, the Philippines, and Peru had the worst transportation infrastructure facilities in both years. China, which was in the same cluster with the worst performing countries in terms of transportation infrastructures in 2008, made remarkable progress in the following years and elevated itself to the third-best cluster countries with the most improved transportation infrastructure by 2019.

**Keywords:** Transportation Infrastructure, Cluster Analysis, APEC

## APEC Ülkelerinin Ulaştırma Altyapılarının Kümeleme Analizi ile Karşılaştırılması<sup>1</sup>

#### Süreç

Geliş: 20/02/2023

Kabul: 19/06/2023

JEL Kodu: C38, O18

#### Copyright



This work is licensed under  
Creative Commons Attribution 4.0  
International License

### Öz

Ülkelerin ulusal ve uluslararası düzeyde ekonomik anlamda rekabetçiliklerini artırabilmelerini sağlayan unsurlardan biri olan ulaştırma altyapısı, ülkeler arasındaki mal ve hizmet akışını kolaylaştırarak ülkelerin ekonomik büyümelerine katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda APEC ülkelerinde yaşanan ekonomik gelişmeler doğrultusunda altyapı olanaklarının geliştirilmesine yönelik sürekli artan bir talep olsa bile bölge ülkelerinin farklı gelişmişlik düzeylerine sahip olmaları nedeniyle altyapı olanakları noktasında ülkeler arasında farklılıklar gözlenmesi kaçınılmazdır. APEC üyesi ülkelerin genel olarak ulaştırma altyapılarını geliştirmeye yönelik yatırımlar yaptıkları görülmektedir. Yine de bazı gelişmekte olan APEC ülkelerinin temel ulaşım altyapıları noktasında bile yeterli düzeyde oldukları söylenemez. Dolayısıyla bu çalışmada ulaştırma altyapıları kapsamında APEC üyesi ülkeler kümeleme analizi ile incelenmiş ve böylelikle ülkeler arasındaki benzerliklerle birlikte olası farklılıkların belirlenmesi amaçlanmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre ülkeler 2008 yılında üç kümeye ayrılırken 2019 yılında altı kümeye bölünmüşlerdir. Hem 2008 hem de 2019 yıllarında Singapur, Hong Kong ve Japonya en iyi ulaştırma altyapı imkânlarına sahip ülkeler olmuşlardır. Diğer taraftan Vietnam, Filipinler ve Peru'nun ise her iki yıl içinde en kötü ulaştırma altyapı olanaklarına sahip olan ülkeler oldukları görülmüştür. 2008 yılında ulaştırma altyapıları açısından en kötü ülkeler ile aynı kümede bulunan Çin, 2019 yılında genel olarak en iyi üçüncü küme ülkeleri arasında yer alarak bu süreçte en büyük ilerlemeyi gösteren ülke olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Ulaştırma Altyapısı, Kümeleme Analizi, APEC

<sup>a</sup> stantan@cumhuriyet.edu.tr

<sup>b</sup> https://orcid.org/0000-0002-0889-9191

<sup>c</sup> kharc@cumhuriyet.edu.tr

<sup>d</sup> https://orcid.org/0000-0002-7631-1783

<sup>e</sup> saramoujahid017@gmail.com

<sup>f</sup> https://orcid.org/0000-0003-2466-0188

**How to Cite:** Taştan S, Arıç K H, Moujahid S. (2023) A Comparison of Transportation Infrastructure of APEC Countries with Cluster Analysis, Journal of Economics and Administrative Sciences, 24(3): 393-402, 2023

<sup>1</sup> Bu makale, 23-24 Eylül 2022 tarihleri arasında düzenlenen VI. Ulaştırma ve Lojistik Ulusal Kongresi'nde sözlü olarak sunulan "APEC Ülkelerinin Ulaştırma Altyapılarının Karşılaştırılması" başlıklı bildirinin genişletilmiş halidir.

## Giriş

Ulaştırma altyapıları, ülkelerin ekonomik süreçlerinin etkin bir şekilde işleyebilmesini sağlayan faktörlerden biri olması nedeniyle politika yapıcıların ilgi alanına girmektedir. Ulaştırma altyapılarının geliştirilmesiyle birlikte; emeğin iş piyasasındaki hareketliliği, mal ve hizmetlerin firmalar arasındaki hareketliliği, mal ve hizmetlerin firmalardan hane halkına doğru hareketliliği gibi alanlarda kolaylıklar sağlanacaktır. Böylelikle doğru ürünlerin ve hizmetlerin doğru zamanda ihtiyaç duyulan yerde olması ve bireylerin ihtiyaçlarının zamanında ve etkin bir şekilde karşılanması mümkün olmaktadır. Bu durum ülkedeki toplam talebin artmasını da beraberinde getirecektir. Toplam talebin karşılanmasında yurtiçi üretimin yeterli olmaması halinde ise ülke, diğer başka ülkelerle dış ticaret yapmaya yönelerek, söz konusu talebi karşılamaya dönük planlamalar yapacaktır. Dış ticaretin kolay bir süreçte yapılabilmesi de yine ulaştırma altyapılarıyla ilişkilidir (Coventry University). Ulaştırma altyapılarının geliştirilmesiyle birlikte taşıma maliyetlerinin azalması, ürünlerin bozulması veya zarar görmesinin engellenmesi ve ürünlerin zamanında teslim edilmesi gibi koşulların sağlanması mümkün olabilecektir (Brooks, 2009: 5). Bununla birlikte, ulaştırma altyapıları ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır. Şöyle ki, gerek hükümetler gerekse özel sektör tarafından ulaştırma altyapısına yapılan yatırımlar daha fazla tüketiciye daha etkili bir şekilde ulaşmasını sağlayarak ülkedeki talebin artmasına ve buna bağlı olarak da daha fazla mal ve hizmetin üretilmesine katkı sağlayacaktır. Mal ve hizmet üretimindeki artış ise ülkenin ekonomik büyüme seviyesini yükseltecektir. Ulaştırma altyapılarındaki gelişmeyle firmaların ve bireylerin daha fazla pazara ulaşmaları sağlanabileceği gibi, azalan ulaştırma maliyetleri firmaların kârlılığını artıracaktır. Ayrıca etkin ulaştırma sistemleri, ürün fiyatlarının makul düzeyde kalmasını sağlayarak tüketicilerin refahını da olumlu yönde etkilemesi söz konusu olacaktır (Coventry University).

1989 yılında kurulan ve 21 üye ülkesi olan Asya Pasifik Ekonomik İşbirliği (APEC), bölgesel ve küresel düzeyde ekonomik büyümeyi ve kalkınmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda APEC; ekonomik ilişkileri güçlendiren, ticaret hacmini genişletecek yönde mal, hizmet ve yatırımları kolaylaştırıcı düzenlemeleri uygulamaya koyan ve ilgili süreçleri geliştirmeye dönük girişimlerde bulunan bir yapıya sahiptir (Ivanov, 2001: 42). APEC ülkelerinde ekonomik gelişmelere bağlı olarak altyapı olanaklarının geliştirilmesine yönelik talepler her geçen gün artmaktadır. Fakat bölge ülkelerinin farklı gelişmişlik düzeylerine sahip olmasına bağlı olarak altyapı olanaklarında da farklılıklar gözlenmektedir. Bölgedeki gelişmekte olan ülkeler yeni altyapı olanaklarını tahsis etmeye çalışırken, bölgenin gelişmiş ülkeleri ise yeni altyapı olanaklarını geliştirmekten daha çok mevcut altyapı olanaklarının devamlılığını sağlama ve eskimekte olan altyapı

unsurlarını yenileme eğilimi içindedirler (Kwon ve Yoo, 2013: 1). Bölge ülkelerindeki altyapı gelişmelerine paralel olarak, Asya ülkelerinin ticareti kolaylaştırıcı imkânları gelişme göstermektedir. Asya ülkelerinde faaliyet gösteren küçük ve orta ölçekli işletmelerin (Kobi), bu ülkelerin bazılarında toplam ekonomik faaliyetlerin %90'ını gerçekleştirmeleri ve işgücünün yaklaşık %60'ını istihdam etmeleri bakımından önemli ekonomik aktörler oldukları görülmektedir (Yacob ve ark., 2012: 2). Bu nedenle, ilgili ülkelerde Kobi'lerin dünya piyasaları ile olan bağlantılarının güçlendirilmesine yönelik olarak ticaret ve yatırım olanaklarının geliştirilmesi APEC ülkeleri açısından önem arz etmektedir (Yacob ve ark. 2012: 2).

APEC ülkelerinin ulaştırma altyapılarının 2000'li yıllarda gelişme gösterdiği söylenebilir. Genel olarak karayolu ağlarında ve demiryolu hatlarında geliştirmeler yapılmıştır. Buna karşın bazı gelişmekte olan APEC üyesi ülkelerde halen temel ulaşım altyapılarının yeterli olduğunu söylemek mümkün değildir. Zira bu ülkelerin başlangıçtaki altyapı olanakları oldukça düşük seviyede gerçekleşmiştir. Fakat Çin, Rusya ve Endonezya gibi yükselen ekonomiler, ekonomik gelişmelerine paralel olarak ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi bakımlarından ulaşım altyapılarını geliştirmeye yönelik yatırımlarını artırmışlardır (Kwon ve Yoo, 2013: 2). APEC ülkeleri ulaştırma altyapılarını iyileştirme çerçevesinde, "Tedarik Zinciri Bağlantı Çerçevesi Planını" (SCFAP) iki dönemde planlamışlardır. İlk dönem olarak 2010-2015 ve ikinci dönem olarak 2017-2020 dönemini ele almışlardır. Her iki planda da genel olarak bölge ülkeleri açısından zayıf yönlerin güçlendirilmesi hedeflenmiştir. İlgili zayıf yönler şu şekilde sıralanmaktadır; lojistik alanındaki düzenlemelerin şeffaf olmaması, taşımacılık altyapısındaki yetersizlikler, yerel lojistik hizmeti sağlayan firmaların yetersiz kalmaları, gümrüklerden malların çekilmesinde yaşanan aksaklıklar, gümrük süreçlerinde gereken belgelerin hazırlanmasındaki zorluklar, çoklu taşımacılık altyapısındaki yetersizlikler, ülkelerin kendi gümrüklerindeki uygulamalar arasında farklılıklar olması ve son olarak gümrük geçişlerinde bölgesel bir anlaşmanın olmaması (Zamora-Torres ve Chavez, 2020: 67). OECD'nin APEC ve ASEAN ülkelerini kapsayan raporlarında söz konusu bölgelerde altyapı yatırımlarının gerçekleştirilmesinde bazı temel engellerin olduğuna ilişkin tespitler yer almaktadır.<sup>2</sup> WEF ise gelişmekte olan ülkelerin, altyapı yatırımlarının finansmanı noktasında karşılaştıkları güçlükleri; yasalarda yapılan değişiklikler, kur riskleri ve inşaat yapım riskleri şeklinde belirtmiştir. Bu bağlamda, altyapı yatırımlarının daha etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için özel sektörü altyapı yatırımlarına yönlendirmek adına OECD'nin ve WEF'in raporlarında belirtmiş oldukları alanlarda politika düzenlemelerinin yapılmasına ihtiyaç vardır (OECD, 2017: 8). Bu ülkeler açısından belirtilen zayıf yönlerin güçlendirilmesine yönelik uygulamaya konulması gereken standart süreçlerin oluşturulması gerekmektedir.

<sup>2</sup> İlgili ülkeler açısından tespitler şu şekildedir; sınırlı piyasa fırsatları, gerçekçi olmayan politika uygulamaları ve yetersiz yasal düzenlemeler, rüşvet ve yolsuzluk, yatırımlara dönük politika uygulamalarının yetersizliği.

Ancak, APEC ülkelerinin farklı dinamiklere sahip olmaları nedeniyle ilgili ülkelerin ortaya koymaları gereken çaba ve uyguladıkları süreçler farklılaşmaktadır (Zamora-Torres ve Chavez, 2020: 67). Asya Kalkınma Bankası (ADB)'nin tahminlerine göre, Asya ülkelerinin kendi aralarındaki ekonomik ilişkilerinin geliştirilmesi için 2010-2020 döneminde bölge içinde yıllık ortalama 800 milyar doların altyapı yatırımlarına harcanması gerekmektedir. ADB'ye göre bu tutarın %68'i yeni altyapı yatırımlarının yapılmasında ve %32'si mevcut altyapı yatırımlarının sürdürülmesinde kullanılmalıdır. Şunu da belirtmek gerekir ki bölge içerisindeki altyapı yatırımlarına yönelik talebin yarısı Çin'den gelmektedir (Kwon ve Yoo, 2013: 2).

Ülkeler arasındaki dış ticaret ağının gelişmesi noktasında, ülkelerin gerek üretim gerekse ulaşım alanlarında hız, esneklik ve bilgi gibi altyapılarını güçlendirmeleri gerekliliği öne çıkmaktadır. Bu bakımdan ulaşım kolaylığı sağlayan fiziksel altyapı yatırımlarıyla beraber bu altyapı yatırımlarını tamamlayıcı nitelikteki yazılım veya bilgi teknolojileri de lojistik süreçlerine eklenmelidir. Örneğin iki şeritli bir yol inşa edilmesi ticareti kolaylaştırabilir, fakat gümrük işlemlerini kolaylaştırıcı süreçlerin tahsis edilmesi dış ticarete söz konusu iki şeritli yol inşasından çok daha fazla katkı sağlayabilir (Brooks ve Stone, 2010: 156). APEC ülkelerindeki lojistik faaliyetlerin etkinliği noktasında teknolojik yeniliklerin ilgili alanda uygulanması da önemlidir. Teknolojik yenilikler açısından dijital taşımacılık uygulamaları, akıllı araçların kullanımı, akıllı altyapıya sahip tesislerin oluşturulması ve lojistik alanında blok zincir kontrol sistemlerinin kullanılması örnek olarak verilebilir. Söz konusu teknolojik yenilik uygulamaları olmadan sadece fiziki alandaki taşımacılık altyapısının geliştirilmesi, ülkelerin uluslararası rekabetçiliğine çok fazla katkıda bulunamayacaktır (Nekhoroshkov ve ark., 2022: 123).

APEC ülkeleri, 2017 yılı verilerine göre dünya toplam milli gelirinin %59'unu ve küresel ticaretin %50'sini gerçekleştirmeleri bakımından ekonomik anlamda oldukça önemli bir konuma sahiptirler. Dünya nüfusunun yarısını oluşturan APEC ülkeleri, genç ve dinamik işgücüne bağlı olarak altyapı taleplerinin ve gereksinimlerinin yüksek olduğu ülkelerdir (OECD, 2017: 7). Bu nedenle ilgili ülkelerde ulaştırma altyapıları noktasında zaman içinde yaşanan değişimin incelenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada, APEC ülkelerinin ulaştırma altyapılarını ve lojistik performanslarını inceleyen çalışmaların genelinden farklı olarak, APEC ülkelerinin ulaştırma ve lojistik verileri kümeleme analiziyle incelenmiştir. Böylelikle, APEC ülkelerinin ilgili alanlardaki benzerliklerinin ve farklılıklarının ortaya konulması suretiyle literatüre katkı sağlanmasına çalışılmıştır. Bu çalışmada, APEC üyesi ülkelerin ulaştırma altyapılarındaki değişim 2008 ve 2019 yılları için k-ortalama yöntemleriyle belirlenmiştir. İlgili yılların seçilmesinde, APEC ülkelerinin yukarıda belirtilen SCFAP planı çerçevesinde belirlemiş olduğu iki dönem etkili olmuştur. Ayrıca k-ortalama; sayısal, denetimsiz, deterministik olmayan, iteratif bir yöntemdir (Na ve ark., 2010: 63). Bununla birlikte, en eski ve en yaygın kullanılan kümeleme yöntemlerinden biri olmasının (Wu, 2012: 7)

yanı sıra birçok pratik uygulama ile iyi kümeleme sonuçları sağlama noktasındaki etkinliği kanıtlandığından (Na ve ark., 2010: 63), kolay ve hızlı bir şekilde uygulanabilen bu yöntem analizlerde tercih edilmiştir. Çalışmada ülkeler karayolu kalitesi, demiryolu altyapı kalitesi, liman altyapı kalitesi, havayolu altyapı kalitesi ve lojistik performans endeksi bağlamında değerlendirilmiştir. Kümeleme analiziyle her ülkenin iki farklı yıldaki ulaşım altyapı benzerlikleri ve farklılıkları ortaya konulmuştur. Ayrıca her iki yıl için APEC ülkelerinin ulaştırma altyapı göstergeleri bakımından karşılıklı kıyaslamaları yapılmıştır. Böylelikle hangi ülkelerin ilgili göstergeler bakımından altyapılarını geliştirip geliştiremedikleri tespit edilmiştir.

## Literatür

APEC ülkelerinin ulaştırma altyapılarına ilişkin literatürde yer alan bazı çalışmalar ve sonuçları bu kısımda ele alınmıştır. Kimura ve ark. (2007) yapmış oldukları çalışmada makine parçaları ticareti ile ülkelerin birbirlerine olan mesafeleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre Doğu Asya ülkeleri arasındaki makine parçaları ticaretinde, ülkelerin arasındaki mesafeler Avrupa ülkelerine kıyasla daha az etkili olmaktadır. Bu sonuca göre Doğu Asya ülkelerinin lojistik alanında sunmuş oldukları hizmet ağı, Avrupa ülkelerine kıyasla daha düşük maliyetlerle firmaların uluslararası üretim ağlarına katılmalarına imkân verebilmektedir. Zamora-Torres ve Chavez (2020) tarafından yapılan çalışmaya göre 2017 yılında APEC ülkeleri arasında ithalat açısından en iyi durumda olan ülkeler Güney Kore, ABD, Hong Kong ve Singapur'dur. İlgili ülkelerdeki ithalat hacminin yüksek olması, bu ülkelerdeki doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının fazla olmasıyla ilişkilidir. APEC ülkelerinde 2017 yılı için ithalat ve ihracat etkinlik düzeylerine bakıldığında Kanada, Çin, Güney Kore, ABD, Hong Kong, Yeni Zelanda, Japonya ve Avustralya iyi durumda olan ülkeler arasında yer almaktadırlar. İthalat ve ihracat değerleri bakımından en düşük seviyedeki APEC ülkeleri ise Şili, Filipinler, Endonezya, Malezya, Meksika, Papua Yeni Gine, Peru, Singapur, Tayland ve Vietnam'dır. Cantos ve ark. (2011) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, 2001-2008 dönemi içerisinde APEC ülkelerinde demiryolu verimliliğinin uluslararası düzeyde karşılaştırmasını yapmışlardır. Ulaşmış oldukları sonuçlara göre APEC ülkelerinin demiryolu hizmetlerine yönelik verimlilik, etkinlik ve teknik dönüşümler, APEC üyesi olmayan ülkelere kıyasla az da olsa daha düşük bir seviyede gerçekleşmiştir. Özellikle APEC ülkelerinde demiryolu verimliliğindeki artış oranı yıllık %3,5 düzeyinde iken, diğer ülkelerdeki artış oranı %4,8 düzeyinde gerçekleşmiştir. Clark ve ark. (2002) limanların etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında liman altyapısının kalitesi, liman yönetiminin etkinliği ve liman gümrük işlemlerinin kolaylığı unsurlarını ele almışlardır. Çalışmanın sonucunda, Hong Kong ve Singapur'un liman hizmetlerinin oldukça verimli olduğunu ve düşük maliyetlerle taşımacılık imkânları sunabildiklerini tespit etmişlerdir. Brooks (2009)'un çalışmasındaki bulgulara göre, girdileri düşük

fiyatlı olan ülkelerden almanın önem kazanması ve üretim süreçlerinin coğrafik olarak dağınık bir hal almaya başlamasıyla birlikte üretim açısından zamanında teslimat önemli bir konu haline gelmiştir. Zamanında teslimat noktasında fiziksel ve kurumsal hizmetlerin geliştirilmesi gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Bu bakımdan Doğu Asya ve Pasifik ülkelerinin performansı, diğer gelişmekte olan bölgelere kıyasla oldukça iyidir. De (2009), Güney Asya ülkeleri üzerine yapmış olduğu çalışmada, bölge ülkelerinde taşıma maliyetlerinin oldukça yüksek olduğunu ve bu maliyetlerin ürün gruplarına ve ülkelere göre farklılıklar gösterdiğini belirtmiştir. Taşıma maliyetleri özellikle denize kıyısı olmayan ülkelerde daha yüksektir. Ayrıca bölgenin kıyı şeridindeki kesimlerin oldukça kalabalık oluşu, bu şerit üzerindeki teslimat gecikmelerinin azaltılması ve transfer maliyetlerinin düşürülmesi için özel politikaların geliştirilmesi gerekliliğini beraberinde getirmektedir. Ma ve Zhang (2009)'ın tespitlerine göre Çin'in ihracatı önceleyen ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarını ülkesine çekmeye dönük ekonomi politikaları, ülkenin özellikle dış ticareti kolay şekilde yapabileceği sahil şehirlerinin altyapılarını geliştirmesine yol açmıştır. Sahil şehirlerinde yoğunlaşan yabancı yatırımlar belirli bir yatırım seviyesinden sonra yüksek maliyetli hale gelmeye başlamıştır. Bu maliyet artışlarından kaçınmanın bir yolu olarak, Çin'in iç bölgelerindeki şehirlere yatırımların yapılmasının önünü açacak şekilde ulaştırma altyapı yatırımları yapılmaya başlanmıştır. Böylelikle Çin'in iç kesimlerde gerçekleştirilen üretimin, liman şehirlerine taşınmasının kolay ve düşük maliyetlerle geliştirilmesine çalışılmaktadır.

Literatürde Asya Pasifik ülkelerinde lojistik performansına ilişkin yapılmış olan çalışmalarda, Panennungi (2013) lojistik performans endeksindeki gelişmelerin APEC ülkelerinin ihracat performanslarını artırdığı yönünde bir sonuca ulaşmıştır. Kumari ve Bharti (2021), Güney Asya ülkeleri ile APEC ülkelerindeki bürokratik uygulamaların, lojistik performansları üzerine olan etkilerini incelemiştir. Ulaştıkları sonuçlara göre bürokratik süreçlerdeki aksaklıkların ilgili ülkelerde lojistik performansını olumsuz etkileyerek bölge içerisindeki ticaret maliyetlerini azaltma bakımından katkı sağlamadığını tespit etmişlerdir. Le ve ark. (2022) çalışmalarında, APEC ülkelerinde yeşil lojistik faaliyetlerindeki gelişmelerin ilgili ülkelerin ihracat ve ithalatlarının artırılmasına katkıda bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

## Yöntem

Kümeleme analizi ile bir veri seti alt gruplara ya da kümelere ayrılır. Bu sayede, veride var olabilecek gizli örüntülerin belirlenmesi bir başka ifadeyle veri setindeki değerli bilgilerin açığa çıkarılması hedeflenir (Na ve ark., 2010: 63). Bu hedef doğrultusunda ortak özelliklere sahip, kavramsal olarak anlamlı nesne gruplarının otomatik olarak bulunması için kullanılan kümeleme analizi, araştırmacıların bu gruplarda saklı olan değerli bilgileri analiz etmelerine, tanımlamalarına ve kullanmalarına yardımcı

olmada önemli bir rol oynar (Wu, 2012: 2). Kümeleme analizinde, aynı küme içinde en büyük benzerliğe ve farklı kümeler arasında en büyük farklılığa sahip küme yapısı belirlenir (Sinaga ve Yang, 2020: 80716). İlk olarak 1967 yılında MacQueen (1967) tarafından önerilen k-ortalamlar yöntemi, bir veri setindeki her bir gözlemi uzayda konumu olan bir nesne olarak ele alır ve her küme içindeki nesnelerin birbirine mümkün olduğunca yakın ve diğer kümelerdeki nesnelere mümkün olduğunca uzak olacağı şekilde gözlemleri k kümeye böler (Lletí ve ark., 2004: 88).

Bu yöntem iki aşamalı bir süreç takip edilerek uygulanır. İlk aşamada rastgele seçilen k adet gözlem başlangıç küme merkezleri olarak belirlenir. Devamında tüm gözlemler en yakın küme merkezi dikkate alınarak kümelere dağıtılır. Gözlemlerin tamamı bir kümeye dahil edildiği zaman ilk aşama tamamlanır. İkinci aşamada ilk olarak küme merkezleri aşağıdaki gibi tekrar hesaplanır:

$$m_k = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} x_i \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de  $m_j$  ve  $n_j$  sırasıyla j. küme merkezi ve j. kümedeki gözlem sayısıdır,  $x_i$  ise ilgili kümedeki gözlemleri göstermektedir. Sonrasında her bir gözlem hesaplanan yeni küme merkezlerine göre yeniden en yakın olduğu kümeye atanır. İkinci aşamayı oluşturan bu iki adım gözlemlerin küme atamaları değişmeyene kadar tekrar edilir.

Gözlemler ve küme merkezleri arasındaki mesafeyi belirlemek adına genellikle öklidyen uzaklık kullanılır. k-ortalamlar yönteminde toplam küme içi değişkenliğin en küçüklenmesi amaçlanır. Bu doğrultuda öklidyen uzaklıklar yardımıyla  $x_i$  gözlemler,  $C_i$  kümeler ve  $m_j$  küme merkezleri olmak üzere takip eden eşitlik kullanılarak toplam küme içi değişkenlik hesaplanır:

$$E = \sum_{j=1}^k \sum_{i \in C_i} \|x_i - m_j\|^2 \quad (2)$$

Her ne kadar k-ortalamlar basit, hızlı ve etkin bir yöntem olsa da yöntem uygulanmadan önce önsel olarak k değerinin yani küme sayısının belirlenmesinin gerekmesi ve ulaşılan küme yapılarının büyük ölçüde başlangıç küme atamalarından etkilenmesi yöntemin zayıf yönleridir (Yang ve ark., 2020: 507). Başlangıç küme atamalarının ulaşılan sonuçlar üzerindeki etkisini azaltmak ve en iyi küme yapısını belirlemek adına yöntem farklı başlangıç küme merkezleri ile uygulandıktan sonra Eşitlik (2)'in en küçük değerini sağlayan kümeleme tercih edilmelidir (James ve ark., 2013).

Diğer taraftan gerçek küme sayısı genellikle önceden bilinmemektedir. Kümeleme analizindeki en büyük zorluk optimal küme sayısının belirlenmesidir (Tibshirani ve ark., 2001: 411). Bu zorluğun üstesinden gelebilmek için farklı yaklaşımlar izlenmektedir. Literatürde, kümeleme yönteminden bağımsız olarak küme sayısının belirlenmesine yönelik geliştirilen çok sayıda kriter, bu

amaç doğrultusunda yaygın olarak kullanılmaktadır (Sinaga ve Yang, 2020: 80716).

Calinski ve Harabasz (1974) aşağıda verilen kriterin en büyük değerini veren  $k$  değerinin küme sayısı olarak kullanılmasını önermişlerdir:

$$CH(k) = \frac{iz(B)}{k-1} / \frac{iz(W)}{n-k} \quad (3)$$

Marriot (1971) takip eden eşitlikte yer alan kriter için en küçük değeri sağlayan  $k$  değerinin küme sayısı olarak alınmasını tavsiye etmektedir:

$$M(k) = k^2|W| \quad (4)$$

Krzanowski ve Lai (1988) tarafından önerilen kriterde ise temel fikir,  $DIFF_k = (k-1)^{2/p} iz(W_{k-1}) - k^{2/p} iz(W_k)$  olmak üzere aşağıdaki niceliğin en büyük değerinin elde edildiği  $k$  değerinin küme sayısı olarak seçilmesidir:

$$KL(k) = \left| \frac{DIFF_k}{DIFF_{k+1}} \right| \quad (5)$$

Söz konusu üç kriterin değerinin hesaplanması için gerekli olan  $B$  ve  $W$  matrisleri yani küme içi ve kümeler arası dağılım matrisleri, takip eden eşitlikler kullanılarak bulunur (Charrad ve ark., 2014):

$$B = \sum_{j=1}^k n_j (m_j - m)(m_j - m)^T \quad (6)$$

$$W = \sum_{j=1}^k \sum_{i \in C_j} (x_i - m_j)(x_i - m_j)^T \quad (7)$$

Eşitlik (6) ve Eşitlik (7)'de;  $m$  ve  $n_j$  sırasıyla veri matrisinin merkezi ve  $j$ . kümedeki gözlem sayısıdır. Bu kriterler dışında küme sayısı, küme içi kareler toplamı ile küme sayısı arasında çizilen grafikten hareketle de belirlenebilir. Söz konusu grafikte dirseğin olduğu nokta

uygun küme sayısının belirlenmesi için kullanılabilir (Tibshirani ve ark., 2001: 411). Ayrıca, silüet değerlerinin ortalaması kullanılan yöntemin önemi olmaksızın kümeleme iyiliğinin bir ölçüsü olarak kullanılabilir (Lletí ve ark., 2004: 87). Bir gözlem için silüet değeri şu şekilde bulunur (Rousseeuw, 1987):

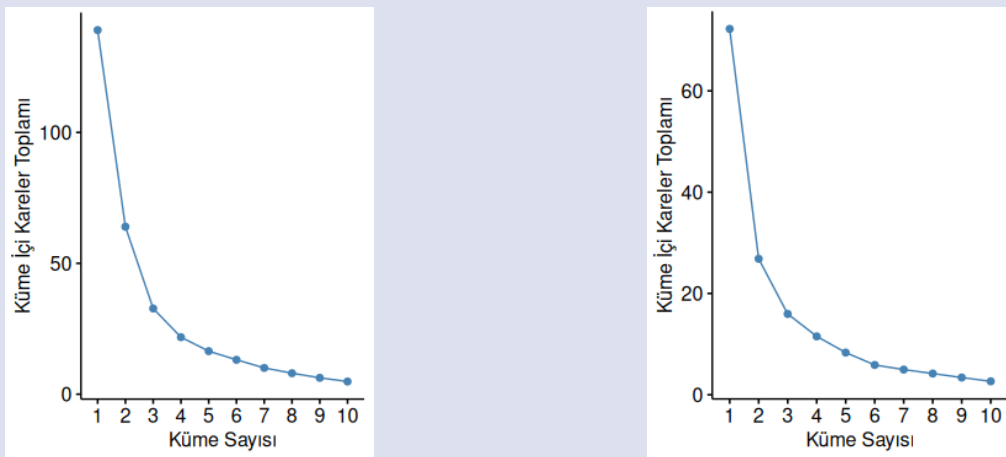
$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))} \quad (8)$$

Eşitlikte,  $a(i)$  ve  $b(i)$  sırasıyla bir kümedeki  $i$ . gözlemle diğer gözlemler arasındaki ortalama uzaklık ve  $i$ . gözlemin ait olduğu küme dışında kalan diğer kümelerdeki gözlemler ile bu gözlem arasındaki ortalama uzaklıkların en küçüğüdür. Ortalama silüet değerine göre elde edilen küme yapısı şu şekilde yorumlanabilir. Bu değer; 0,71 ve 1,00 arasında ise güçlü, 0,51 ve 0,70 arasında ise makul, 0,26 ve 0,50 arasında ise zayıf, 0,25 ve daha küçükse önemli olmayan bir küme yapısına ulaşıldığı söylenebilir (Kaufman ve Rousseeuw, 1990: 88).

### Veri Seti ve Bulgular

Bu çalışmada, APEC üyesi 19 ülkenin; karayolu kalitesi, demiryolu altyapı kalitesi, liman altyapı kalitesi, havayolu altyapı kalitesi ve lojistik performans endeksi değişkenlerine ait veriler kullanılmıştır. İlk dört değişkene ilişkin veriler 2008 ve 2019 yılları için Dünya Ekonomik Forumu'nun raporlarından derlenmiştir. Lojistik performans endeksi değişkenine ilişkin veriler ise 2007 ve 2018 yılları için Dünya Bankası veri tabanından alınmıştır.

APEC ülkeleri,  $k$ -ortalamar yöntemi kullanılarak 2008 ve 2019 yılları için ayrı ayrı kümelere bölünmüştür.  $k$ -ortalamar yöntemi yardımıyla kümeleme analizi gerçekleştirilirken ilk olarak küme sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle öncelikle her iki yıl için, Şekil 1'de verilen küme içi kareler toplamı ile küme sayısı arasındaki grafikler çizilmiştir. Bununla beraber Calinski ve Harabasz, Marriot ve Krzanowski ve Lai kriterleri kullanılmıştır. Kriterlere göre uygun küme sayıları Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. 2008 (sol) ve 2019 (sağ) yılları için küme içi kareler toplamının küme sayısına karşı grafikleri  
Figure 1. Plots of within-cluster sum of squares versus cluster number for 2008 (left) and 2019 (right)



Çizelge 1. Kriterlere göre küme sayıları

Table 1. Number of clusters according to criteria

Yıl	Calinski ve Harabasz	Marriot	Krzanowski ve Lai
2008	3	3	8
2019	6	4	6

Çizelge 2. 2008 yılı için ülkelerin kümelere göre dağılımları

Table 2. Distribution of countries by clusters for 2008

Küme 1	Küme 2	Küme 3
Çin, Endonezya, Filipinler, Meksika, Peru, Rusya, Vietnam	Avustralya, Güney Kore, Şili, Tayvan, Tayland, Yeni Zelanda	ABD, Hong Kong, Japonya, Kanada, Malezya, Singapur

Çizelge 3. 2019 yılı için ülkelerin kümelere göre dağılımları

Table 3. Distribution of countries by clusters for 2019

Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	Küme 5	Küme 6
Filipinler, Peru, Vietnam	ABD, Güney Kore, Malezya, Tayvan	Hong Kong, Japonya, Singapur	Meksika, Şili, Tayland	Endonezya, Rusya	Avustralya, Çin, Kanada, Yeni Zelanda

Çizelge 4. 2008 yılı için küme merkezleri

Table 4. Cluster centers for 2008

Değişken	Küme 1	Küme 2	Küme 3
Lojistik performans endeksi	2,85	3,54	3,91
Karayolu kalitesi	2,94	5,18	6,08
Demiryolu altyapı kalitesi	3,53	2,90	5,80
Liman altyapı kalitesi	3,23	5,02	6,00
Havayolu altyapı kalitesi	4,27	5,88	6,18

Çizelge 1’de görüldüğü üzere analizlerin gerçekleştirildiği yıllar için üç kriterden elde edilen uygun küme sayıları farklılık göstermektedir. 2008 yılı verileri için ilk iki kritere göre uygun küme sayısı üç, son kritere göre ise sekizdir. 2019 yılı verileri için uygun küme sayısı birinci ve üçüncü kriterlere göre altı iken Marriot kriterine göre dördür. Şekil 1 uygun küme sayısı bağlamında değerlendirildiğinde; 2008 yılı için uygun küme sayısının Calinski ve Harabasz ile Marriot kriterlerini destekler nitelikte üç, 2019 yılı için üç veya Calinski ve Harabasz ile Krzanowski ve Lai kriterleriyle aynı doğrultuda altı olarak görülmektedir. Dolayısıyla, hem Çizelge 1’de sunulan sonuçlar hem de Şekil 1 için yapılan değerlendirmeler birlikte ele alındığında, k-ortalama yöntemini için k değerlerinin 2008 ve 2019 yılları için sırasıyla üç ve altı olmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Bu doğrultuda ilgili k değerleri kullanılarak, 100 farklı başlangıç küme merkezleri ile k-ortalama yöntemini uygulanmıştır. 2008 ve 2019 yılları için hesaplanan ortalama silüet değerleri sırasıyla 0,65 ve 0,61’dir. Bu değerler doğrultusunda her iki yıl için bulunan küme yapıları makul düzeydedir. Dolayısıyla, APEC ülkelerinin ulaştırma altyapılarını karşılaştırmak amacıyla kullanılabilirler. Buna göre elde edilen küme dağılımları, 2008 yılı için Çizelge 2 ve 2019 yılı için Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 2’ye bakıldığında ülkelerin 2008 yılı için kümelere dağılımının dengeli olduğu görülmektedir. Birinci küme yedi APEC ülkesinden oluşurken ikinci ve üçüncü kümede ise eşit sayıda yani altı ülke bulunmaktadır. Çizelge 3’e göre 2019 yılı küme dağılımları, 2008 yılında olduğu gibi yine ülkelerin herhangi bir kümede yoğun olarak toplanmadıkları bir yapıda ortaya çıkmıştır. Birinci, üçüncü ve dördüncü kümede üç ülke yer

alırken ikinci ve altıncı kümede dört ülke bulunmaktadır. Beşinci küme ise sadece iki ülkeden oluşmaktadır.

2008 yılında birinci kümede yer alan ülkelerin üçü, 2019 yılında yine birinci kümededir. 2008 yılında birinci kümede yer alan Rusya ve Endonezya, 2019 yılında beşinci kümeyi oluşturmuşlardır. 2008 yılında ilk kümedeki Meksika, aynı yılda ikinci kümede yer alan Tayland ve Şili ile birlikte 2019 yılında dördüncü kümeyi oluşturmuşlardır. 2008 yılı itibarıyla ilk kümede olan Çin’in, aynı yılda ikinci kümede yer alan Yeni Zelanda ve Avustralya ile üçüncü kümede yer alan Kanada ile beraber 2019 yılında altıncı kümeyi oluşturdukları görülmektedir. 2008 yılının ikinci küme ülkeleri Güney Kore ve Tayvan üçüncü küme ülkeleri ABD ve Malezya, 2019 yılında ikinci kümede yer almaktadır. 2019 yılının üçüncü kümesi, 2008 yılında üçüncü kümede bulunan Hong Kong, Japonya ve Singapur’dan meydana gelmektedir.

2008 ve 2019 yılları için küme merkezleri sırasıyla Çizelge 4 ve Çizelge 5’de sunulmuştur. Çizelge 4’de verilen 2008 yılı küme merkezleri incelendiğinde; Kanada, Hong Kong, Japonya, Malezya, Singapur ve ABD’den oluşan üçüncü küme ülkelerinin küme ortalamaları, analizlerde kullanılan tüm değişkenler için diğer küme ülkelerine göre daha yüksektir. İkinci küme ülkeleri, birinci küme ülkeleriyle karşılaştırıldığında dört değişken açısından daha iyi durumdadır. Özellikle, karayolu kalitesi, liman altyapı kalitesi ve havayolu altyapı kalitesi değişkenleri bakımından bu iki küme arasındaki önemli ölçüde farklılıklar gözlenmektedir. Birinci küme sadece demiryolu altyapı kalitesi bakımından ikinci kümeye göre daha iyi konumdadır.

Çizelge 5. 2019 yılı için küme merkezleri

Table 5. Cluster centers for 2019

Değişken	Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	Küme 5	Küme 6
Lojistik performans endeksi	2,95	3,58	3,98	3,26	2,96	3,74
Karayolu kalitesi	3,43	5,57	6,23	4,70	3,85	4,75
Demiryolu altyapı kalitesi	2,97	5,40	6,37	3,10	4,80	4,32
Liman altyapı kalitesi	3,77	5,35	6,20	4,43	4,50	4,82
Havayolu altyapı kalitesi	4,13	5,70	6,50	4,77	4,95	5,22

Çizelge 5'e yani 2019 yılı küme merkezlerine bakıldığında, tüm değişkenler bağlamında Singapur, Japonya ve Hong Kong'dan oluşan üçüncü küme en iyi küme iken Vietnam, Filipinler ve Peru'nun yer aldığı birinci küme en kötü kümedir. ABD, Tayvan, Malezya ve Güney Kore'nin bulunduğu ikinci küme lojistik performans endeksi için altıncı küme dışında, diğer dört kümeden tüm değişkenler açısından daha başarılıdır. Altıncı küme ise demiryolu altyapı kalitesi için beşinci küme hariç geriye kalan diğer değişkenler bağlamında dördüncü ve beşinci kümeden daha iyi konumdadır. Son olarak dördüncü küme lojistik performans endeksi ve karayolu kalitesi açısından beşinci kümeden, beşinci küme ise diğer üç değişken açısından dördüncü kümeden daha yüksek ortalama değerlere sahiptir.

### Sonuç

APEC ülkeleri gerek coğrafi olarak kapsadıkları alan gerekse de ekonomik anlamda dünyada büyük bir paya sahip olmaları bakımından önemli bir ekonomik işbirliği örgütlenmesidir. Bu nedenle APEC ülkelerindeki ekonomik gelişmelerin dünya ekonomisine yansımalarının hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştiği söylenebilir. Farklı ekonomik gelişme düzeylerine sahip ülkelerden oluşan APEC ülkeleri bölgesel ve küresel düzeyde ticaret hacimlerini artırabilmek adına çeşitli alanlarda yatırım yapmaktadırlar. Bu alanlardan bir tanesi de ülkeler arasında mal ve hizmet akışını kolaylaştıran ve ekonomik büyümeye katkı sağlayan ulaştırma altyapısıdır.

Kümeleme analizi yöntemi kullanılarak, APEC üyesi ülkelerin ulaştırma altyapılarının 2008 ve 2019 yılları için incelendiği bu çalışmada ilgili alanda ülkeler arasındaki benzerlikler ve farklılıklar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ulaştırma altyapıları bakımından 2008 yılında en iyi durumda olan ülkeler arasında yer alan Singapur, Japonya ve Hong Kong bu avantajlı konumlarını muhafaza ederek 2019 yılında 2008 yılında aynı kümede bulunduğu Kanada, Malezya ve ABD'den ayrılmışlardır. Dolayısıyla, bu üç ülke hem 2008 hem de 2019 yıllarında ulaştırma altyapıları bağlamında istisnasız en başarılı ülkeler olmuşlardır. Singapur, Japonya ve Hong Kong'un ülke yüz ölçümlerinin ve ticaret yapılarının Kanada, Malezya ve ABD'ye kıyasla daha küçük olması bu ülkelerin ulaştırma altyapılarını koruyabilmeleri ve/veya geliştirebilmeleri adına daha fazla kolaylık sağlayarak bu ülkelerin üstünlüklerine katkıda bulunduğu söylenebilir. Çünkü yüz ölçümü büyük olan ve dış ticarete konu olan ürünlerini daha uzak mesafelere taşıması gereken ülkelerin ulaştırma altyapılarını geliştirmeye dönük daha fazla yatırım yapmaları gerekmektedir. Bu bakımdan Singapur, Japonya

ve Hong Kong'un Güney Doğu Asya bölgesindeki birçok ülkeye yakın mesafede olması bu ülkelere ulaştırma altyapıları konusunda avantajlar sağlamaktadır.

2008 yılının en iyi küme ülkelerinden Malezya ve ABD, 2019 yılında genel olarak en iyi altyapı olanaklarına sahip ikinci küme ülkeleri arasında bulunurken, Kanada ise bu iki ülkeden farklı olarak üçüncü en iyi kümede yer almıştır. 2008 yılında en dezavantajlı ülkeler arasındaki Çin, 2019 yılında genel olarak en iyi üçüncü kümeye dâhil olarak en fazla ilerleme kaydeden ülke olmuştur. Çin'in ulaştırma altyapısındaki kayda değer gelişiminde özellikle "Bir Kuşak Bir Yol Girişimi" projesi kapsamındaki yatırımları etkili olmuştur. Bu projeye Çin; liman, demir yolu ve kara yolu imkânlarıyla birçok farklı noktaya bağlantı yolları inşa etmeyi planlamıştır. Ayrıca Ma ve Zhang (2009)'ın Çin'in ulaştırma alt yapısındaki tespitlerine göre; Çin'in deniz kıyısından uzak iç kısımlarında bulunan şehirlerinde üretilen ürünlerin, liman şehirlerine ulaştırılmasını kolay hale getirmek ve düşük maliyetle gerçekleştirmek amacıyla yapılan ulaştırma altyapı yatırımları, ülkenin bu alanda gelişmesine katkı sağladığı söylenebilir. Tayvan ve Güney Kore ise her iki analiz yılında da en iyi ikinci kümede kendilerine yer bulmuşlardır.

Rusya, Endonezya ve Meksika'nın 2008 yılına göre 2019 yılında daha iyi kümelerde yer aldığı görülürken, Avustralya, Şili, Yeni Zelanda ve Tayland'ın 2019 yılında 2008 yılıyla karşılaştırıldığında genel olarak daha kötü durumdaki kümelerde bulunduğu görülmüştür. Vietnam, Filipinler ve Peru için 2008 yılında gözlenen olumsuz tablo 2019 yılında da devam etmiş, bu ülkeler her iki yılda da en kötü ulaştırma altyapısına sahip ülkelerin bulunduğu kümede yer almışlardır.

Zamora-Torres ve Chavez (2020)'in tespitleri bu çalışmada ulaşılan sonuçları desteklemektedir. Zira söz konusu çalışmada Şili, Filipinler, Endonezya, Malezya, Meksika, Papua Yeni Gine, Peru, Singapur, Tayland ve Vietnam ithalat ve ihracat değerleri bağlamında yapılan değerlendirmede durumu iyi olmayan APEC ülkeleridir. Diğer yandan Güney Kore, ABD, Hong Kong ve Singapur ithalat noktasında; Kanada, Çin, Güney Kore, ABD, Hong Kong, Yeni Zelanda, Japonya ve Avustralya ise ithalat ve ihracat etkinlik seviyeleri noktasında APEC ülkeleri içinde iyi durumda bulunan ülkelerdir. Clark ve ark. (2002)'nin çalışmalarında yer alan, Hong Kong ve Singapur'un limanlarının etkinliğine ilişkin bulgular kümeleme analizi sonuçlarını destekler niteliktedir.

Farklı gelişmişlik seviyelerine sahip olan APEC ülkeleri farklı ulaştırma altyapı olanaklarına sahiptirler. Bu ülkeler arasındaki ekonomik gelişmişlik farklılıklarının giderilmesi kısa ve orta vadede çok mümkün görülmemektedir. İlgili

ülkelerin coğrafi konum ve koşullarına ilişkin farklar dikkate alındığında, her bir ülkenin kendi ekonomik ve coğrafi koşullarına uygun politikalar geliştirerek, ulaştırma alt yapılarını bu doğrultuda planlamaları gerektiği açıkça görülmektedir. APEC ülkelerinin dünya ekonomisine daha etkin bir şekilde katkı sağlayabilmeleri bakımından en azından ulaştırma altyapıları yetersiz olan ülkelerin özellikle Vietnam, Filipinler ve Peru'nun desteklenmesine dönük politikaların geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

### Extended Abstract

Countries invest in transportation infrastructure in order to increase the volume of the trade among themselves, facilitate trade in goods and services, and contribute to the increase in their own economic growth. Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) member countries, significantly contribute to the world economy by generating nearly half of the World's total production. In this regard, transportation infrastructure investments aimed at facilitating and developing the economic activities of APEC countries appear as an area that should be examined both on a country basis and in global terms.

The aim of this study is to examine the similarities of transportation infrastructures of APEC countries for 2008 and 2019 through the cluster analysis method. Countries were evaluated in terms of road quality, railway infrastructure quality, port infrastructure quality, airline infrastructure quality, and logistics performance index. The transportation infrastructure similarities and differences of each country between two years were revealed by using cluster analysis. In addition, mutual comparisons were made in terms of transportation infrastructure indicators of APEC countries for both years. Thus, it has been determined whether the countries have developed their infrastructures in terms of relevant indicators.

Using the cluster analysis a data set is partitioned into subgroups or clusters. In 1967 MacQueen (1967) firstly proposed the k-means method, which is one of the oldest and most widely used clustering methods (Wu, 2012: 7). In this study, APEC member countries were divided into clusters separately for 2008 and 2019 by using the k-means method. The data on the variables of road quality, railway infrastructure quality, port infrastructure quality, and airline infrastructure quality used in the cluster analysis were collected from the World Economic Forum reports for the years 2008 and 2019. Indeed, the data on the logistics performance index variable were taken from the World Bank database for the years 2007 and 2018.

While performing the cluster analysis with the help of the k-means method, the number of clusters must be determined first. For this reason, firstly, graphs between the within-cluster sum of squares and the number of clusters were drawn for both years. When the proposed criteria and graphs for determining the number of clusters were evaluated together, appropriate k-values for the k-means method are three and six for 2008 and 2019,

respectively. The average silhouette values calculated for 2008 and 2019 are 0.65 and 0.61, respectively. In line with these values, it can be said that the cluster structures found for both years are at a reasonable level. Therefore, they can be used to compare the transport infrastructures of APEC countries.

In 2008, the first cluster consisted of seven APEC countries, and each of the second and third clusters included six countries. In 2019, there are three countries in each of the first, third, and fourth clusters, and four countries in each of the second and sixth clusters. The fifth cluster consists of only two countries.

Three of the countries in the first cluster in 2008 were again present in the first cluster in 2019. Russia and Indonesia, which were in the first cluster in 2008, formed the fifth cluster in 2019. Mexico, which was in the first cluster in 2008, formed the fourth cluster in 2019 with Thailand and Chile, which were in the second cluster in 2008. It is seen that China, which was in the first cluster in 2008, formed the sixth cluster in 2019 with New Zealand and Australia, which were in the second cluster in 2008, and Canada, which was in the third cluster in the same year. The second cluster countries of 2008, namely, South Korea and Taiwan, and the third cluster countries of 2008, namely, the USA and Malaysia formed the second cluster in 2019. The third cluster of 2019 consists of Hong Kong, Japan, and Singapore, which were in the third cluster in 2008.

When cluster centers of 2008 were examined, the cluster means of the third cluster consisting of Canada, Hong Kong, Japan, Malaysia, Singapore, and the USA were seen to be higher than the means of the other clusters for all variables used in the analysis. The second cluster countries outperformed the first cluster countries for four variables. Significant differences were observed between these two clusters in terms of road quality, port infrastructure quality, and airline infrastructure quality variables. The first cluster was in a better position than the second cluster only for the railway infrastructure quality.

Looking at the cluster centers of 2019, in terms of all variables, the third cluster consisting of Singapore, Japan, and Hong Kong was the best cluster, while the first cluster consisting of Vietnam, Philippines, and Peru was the worst cluster. The second cluster, which includes the USA, Taiwan, Malaysia, and South Korea, outperformed the other four clusters in all variables except the sixth cluster for the logistics performance index. The sixth cluster was in a better position than the fourth and fifth clusters in terms of the remaining variables except for the fifth cluster for railway infrastructure quality. Finally, the fourth cluster had higher mean values than the fifth cluster in terms of logistics performance index and road quality, and the fifth cluster had higher mean values than the fourth cluster in terms of the other three variables.

According to the results obtained, Singapore, Japan, and Hong Kong, which were among the countries in the best condition in 2008 in terms of transportation infrastructures, in 2019 kept their advantageous positions and separated from Canada, Malaysia, and the USA, which



were in the same cluster in 2008, but moved to a less performing cluster in 2019. Thus, these three countries (Singapore, Japan, and Hong Kong) were without exception the most successful in terms of transport infrastructures in both 2008 and 2019. It can be said that since Singapore, Japan, and Hong Kong countries' area smaller compared to Canada, Malaysia, and the USA, this provides more convenience to maintain and/or develop their transportation infrastructures.

Malaysia and the USA, which were among the best cluster countries in 2008, moved to the second cluster countries with the best infrastructure facilities generally in 2019, while Canada, unlike these two countries, was in the third best cluster. China, which was among the most disadvantaged countries in 2008, made the greatest progress and was included in the third-best cluster overall in 2019. It can be said that China's investments within the scope of the "One Belt One Road Initiative" project have been influential in the remarkable development of China's transportation infrastructure. China has planned to build connection roads to many different points with port, railway, and road opportunities with this project. Taiwan and South Korea were in the second-best cluster in both analysis years.

It was seen that Russia, Indonesia, and Mexico were in better clusters in 2019 compared to 2008, while Australia, Chile, New Zealand, and Thailand were in worse clusters overall in 2019 compared to 2008. The negative picture observed for Vietnam, the Philippines, and Peru in 2008 continued in 2019 as well, and these countries were included in the cluster of countries with the worst transport infrastructure in both years. It can be said that APEC countries with different levels of development have different transportation infrastructure opportunities. Additionally, APEC countries have different geographical position and geographical conditions. Therefore, these countries which have different economic conditions and geographical situations should implement individual policies to enhance their transportation infrastructures. In order for APEC countries to contribute to the world economy more effectively, it is necessary to develop policies to support countries with inadequate transportation infrastructures, especially Vietnam, the Philippines, and Peru.

## Kaynaklar

- Brooks, D. H. (2009). Infrastructure's role in lowering Asia's trade costs. In D. H. Brooks ve D. Hummels (Ed.), *Infrastructure's Role in Lowering Asia's Trade Costs: Building for Trade* (pp. 1-16). Edward Elgar Publishing.
- Brooks, D. H., ve Stone, S. F. (2010). Infrastructure and trade facilitation in Asian APEC. *Asian Development Review*, 27(1), 135-159.
- Calinski, R. B. ve Harabasz, J. (1974). A dendrite method for cluster analysis. *Communications in Statistics*, 3, 1-27.
- Cantos, P., Pastor, J. M., ve Serrano, L. (2011). *Quantifying the benefits from structural reforms in railway transport market in APEC economies*. The Impact and Benefits of Structural Reforms in the Transport, Energy and Telecommunications Sectors in APEC Economies. APEC Policy Support Unit, January 2011, 1-488.
- Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V., ve Niknafs, A. (2014). NbClust: An R Package for Determining the Relevant Number of Clusters in a Data Set. *Journal of Statistical Software*, 61(6), 1-36.
- Clark, X., Dollar, D. ve Micco, A. (2002). Maritime Transport Costs and Port Efficiency, *The World Bank Policy Research Working Paper*, 2781. 1-37.
- Coventry University, "The Role of Transport in Economic Development", <https://www.futurelearn.com/info/courses/what-is-economics-in-the-world-of-global-logistics/0/steps/95653>
- De, P. (2009). Trade transportation costs in South Asia: an empirical investigation. In D. H. Brooks ve D. Hummels (Ed.), *Infrastructure's Role in Lowering Asia's Trade Costs: Building for Trade* (pp. 230-260). Edward Elgar Publishing.
- Ivanov, V. I. (2001). *APEC and Subregional Cooperation in Northeast Asia*. ERINA REPORT (38), 42-46.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., ve Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*. Springer Science & Business.
- Kaufman, L., ve Rousseeuw, P. (1990). *Finding groups in data: An introduction to cluster analysis*. New York: Wiley.
- Kimura, F., Y. Takahashi, ve K. Hayakawa (2007). Fragmentation and Parts and Components Trade: Comparison between East Asia and Europe. *North American Journal of Economics and Finance*, 18(1), 23-40.
- Krzanowski W.J., ve Lai Y.T. (1988). A Criterion for Determining the Number of Groups in a Data Set Using Sum-of-Squares Clustering. *Biometrics*, 44(1), 23-34.
- Kumari, M., ve Bharti, N. (2020). Does bureaucracy affect the outcome of logistics performance? Empirical evidence from South Asia. *American Journal of Business*, 36(1), 84-102. <https://doi.org/10.1108/AJB-08-2020-0134>
- Kwon, Y., ve Yoo, A. (2013). Infrastructure Development and Investment in the APEC Region. *KIEP Research Paper No. World Economic Update*, Vol. 3 No. 52, 13-52.
- Le, T. H., Nguyen, H. K., Nguyen, T.-V.-L., Khuat, T.-M.-H., Pham, T.-P.-T., ve Nguyen, T.-L. (2022). Impact of Green Logistics on International Trade: An Empirical Study in Asia-Pacific Economic Cooperation. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 12(4), 97-105.
- Lletí R., Ortiz, M. C., Sarabia, L. A., ve Sánchez, M. S. (2004). Selecting variables for k-means cluster analysis by using a genetic algorithm that optimises the silhouettes. *Analytica Chimica Acta*, 515(1), 87-100. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2003.12.020>
- Ma, L. ve Zhang J. (2009). Infrastructure development in a fast-growing economy: the People's Republic of China. In D. H. Brooks ve D. Hummels (Ed.), *Infrastructure's Role in Lowering Asia's Trade Costs: Building for Trade* (pp. 182-229). Edward Elgar Publishing.
- MacQueen, J. B., (1967). Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations, *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, 281-297.
- Marriott, F. H. C. (1971). Practical problems in a method of cluster analysis. *Biometrics*, 27, 501-514.
- Na, S., Xumin, L., ve Yong, G. (2010). Research on k-means Clustering Algorithm: An Improved k-means Clustering Algorithm. *2010 Third International Symposium on Intelligent Information Technology and Security Informatics*, 63-67. <https://doi.org/10.1109/IITSI.2010.74>
- Nekhoroshkov, V. P., Aroshidze, A. A., Nekhoroshkov, E. V., Yuchzhong, K., Avdokushin, E. F., Kotenkod, A. G., ve

- Timukhine, K. M. (2022, January). *Logistics Efficiency of APEC Economies: Diagnosis, Interconnections and Digital Experience for Russia*. Transportation Research Procedia, Vol. 61,118-124.
- OECD. (2017). *Report: Selected Good Practices for Risk Allocation and Mitigation in Infrastructure in APEC Economies. Finance and Central Bank Deputies' Meeting Hoi An, Viet Nam, 20 October 2017*, (2017/FDM2/002).
- Panennungi, M. A. (2013). APEC 2020: Connectivity and Trade Performance: Concept and Its Evidence from APEC Economies. *Working Papers in Economics and Business*, Article 201309. <https://ideas.repec.org/p/lpe/wpecbs/201309.html>
- Rousseeuw, P.J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53–65.
- Sinaga, K. P., ve Yang, M.-S. (2020). Unsupervised K-Means Clustering Algorithm. *Ieee Access*, 8, 80716–80727. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988796>
- Tibshirani, R., Walther, G., ve Hastie, T. (2001). Estimating the number of clusters in a data set via the gap statistic. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 63(2), 411–423. <https://doi.org/10.1111/1467-9868.00293>
- Wu, J. (2012). Cluster Analysis and K-means Clustering: An Introduction. In J. Wu (Ed.), *Advances in K-means Clustering: A Data Mining Thinking* (pp. 1–16). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-29807-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-29807-3_1)
- Yacob, M. N., Zainal Abidin, M., ve Ramlan, T. (2012). *APEC: Outcomes of 2011 and Outlook for 2012*. Institute of Strategic and International Studies, ISIS FOCUS NO. 2/2012.
- Yang, W., Long, H., Ma, L., ve Sun, H. (2020). Research on Clustering Method Based on Weighted Distance Density and K-Means. *Procedia Computer Science*, 166, 507–511. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.056>
- Zamora-Torres, A. I., ve Lenin Navarro Chávez, J. C. (2020). *Trade and investment facilitation: efficiency in programs and actions in APEC*. e-APEC Study Centers Consortium Conference (e-ASCCC), 60-75.