

PAPER DETAILS

TITLE: İhracat Performansına Göre Ülkeler: G7, Çin ve Türkiye

AUTHORS: İlker İbrahim Avsar

PAGES: 158-180

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/4157261>

İhracat Performansına Göre Ülkeler: G7, Çin ve Türkiye

Countries By Export Performance: G7, China and Türkiye

Öz

Bu araştırma, seçilen 95 ülkenin ihracat performanslarını analiz ederek benzerlik ve farklılıkları ortaya koymayı amaçlamış; özellikle G7 ülkeleri, Çin ve Türkiye'ye odaklanmıştır. Ayrıca, G7 ülkelerinin ihracat performansları iki farklı dönem (2013-2017 ve 2018-2022) arasında zamansal değişim açısından karşılaştırılmıştır. Aynı karşılaştırma, Çin ile G7 ülkeleri arasında da gerçekleştirilmiştir. Ülkelerin ihracat performansı, mal ve hizmet ihracatı, yüksek teknoloji ihracatı ve ticari hizmet ihracatı olmak üzere üç başlık altında değerlendirilmiş ve bu analizde kümeleme yöntemi olarak Beklenti Maksimizasyonu (Expectation Maximisation, EM) algoritması kullanılmıştır. Çalışma, 2013-2022 yılları arasında Dünya Bankası verilerine dayanmaktadır. Analiz sonuçlarına göre, yüksek teknoloji ihracatı açısından G7 ülkelerinin benzer performanslar sergilediği görülmüştür. Mal ve hizmet ihracatı açısından ise Almanya ve ABD benzer bir performans ortaya koyarken, Birleşik Krallık, Fransa, Japonya, Kanada ve İtalya'nın kendi aralarında daha yakın bir performans sergilediği tespit edilmiştir. Ticari hizmet ihracatı bakımından ise ABD, diğer ülkelere göre ayrı olarak benzersiz bir konumda yer almıştır. Almanya, Birleşik Krallık, Fransa ve Japonya benzer özellikler gösterirken, Kanada ve İtalya'nın da kendi aralarında yakın bir performans sergilediği belirlenmiştir. Bu çalışma, seçilen ülkelerin ihracat performanslarını değerlendiren kapsamlı bir analiz sunmakta ve elde edilen sonuçlar, politika yapıcılar için önemli çıkarımlar sağlamaktadır. Özellikle, ülkeler arasındaki benzerlikler ve farklılıklar dikkate alınarak, ülkelerin mevcut konumları daha net bir şekilde anlaşılabilir ve geleceğe yönelik stratejik planlar daha etkili bir şekilde oluşturulabilir.

JEL Kodları: C89, F19

Anahtar Kelimeler: İhracat, G7, Çin, Türkiye

ABSTRACT

The aim of this study is to analyse the export performance of 95 selected countries in order to identify similarities and differences, with a particular focus on the G7 countries, China and Turkey. It also compares the export performance of the G7 countries in terms of changes over time between two different periods (2013-2017 and 2018-2022). The same comparison is also made between China and the G7 countries. The countries' export performance was assessed in three main categories: exports of goods and services, exports of high-tech products and exports of commercial services. The analysis used the Expectation Maximization (EM) clustering algorithm and was based on Worldbank data from 2013 to 2022. According to the results of the analysis, the G7 countries show similar performances in terms of high-tech exports. In terms of exports of goods and services, Germany and the United States showed comparable performances, while the United Kingdom, France, Japan, Canada and Italy were closer to each other. For exports of commercial services, the United States stood out. Germany, the United Kingdom, France and Japan had similar characteristics, while Canada and Italy were similar within their own group. This study provides a comprehensive analysis of the export performance of selected countries and offers important insights for policy makers. By considering the similarities and differences between countries, policy makers can better understand their country's current position and formulate more effective strategic plans for the future.

JEL Codes: C89, F19

Keywords: Export, Group of Seven, China, Türkiye

İlker İbrahim AVŞAR¹

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Bahçe
Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon
Bölümü, Lojistik Programı, Osmaniye, Türkiye



Geliş Tarihi/Received 20.08.2024
Kabul Tarihi/Accepted 10.03.2025
Yayın Tarihi/Publication Date 15.04.2025

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

İlker İbrahim Avşar

E-mail: iibrahimavsar@osmaniye.edu.tr

Cite this article: Avşar, İ. İ. (2025).

Countries By Export Performance: G7,
China and Türkiye. *Trends in Business
and Economics*, 39(2), 158-180.



Content of this journal is licensed under a Creative
Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Teknolojideki yenilikler, hayatın pek çok alanında kendine yer bulmakta ve köklü değişimlere yol açmaktadır. İletişim, eğitim, finans, turizm, sağlık ve bilgi işlem gibi sektörlerde bu dönüşüm belirgin bir şekilde hissedilirken, fark yaratan teknolojilere yönelik yatırımların da arttığı gözlemlenmektedir (Erdal, 2000. s. 135). Bu bağlamda, Yüksek Teknoloji (YT) ihracatı, uluslararası rekabet gücüyle doğrudan ilişkilidir (Akın vd., 2020. s. 260). Ayrıca, YT ihracatı, ülkelerin teknoloji kapasitelerinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Çakmaklı, 2024. s. 323).

Katma değeri yüksek teknoloji ürünleri, ülkelerin ekonomik büyümesi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Ekonomik büyüme ile yüksek teknoloji ihracatı arasındaki ilişkiyi kavrayan ülkeler, kalkınma süreçlerinde bu bağlantıyı stratejik bir unsur olarak değerlendirmektedir (Kalkan & Pala, 2022. s. 201; Pehlivanoglu & Narman, 2024. s. 9). Zira, günümüzde rekabet ve değişim dinamiklerine ayak uyduramayan ülkeler, bunun bedelini ağır bir şekilde ödemek zorunda kalmaktadır (Massadikov & Özhan, 2022. s. 232). Bu tür zorluklarla karşılaşmamak ve daha rekabetçi bir konuma ulaşmak için ülkelerin, ihracatlarını artırmaya yönelik stratejik adımlar atmaları gerekmektedir (Arıcı & Koyuncu, 2024. s. 35).

Ar-Ge ve dış ticaret, ülkelerin ekonomik gelişimi ve kalkınması için vazgeçilmez unsurlardır. Rekabet avantajı sağlamanın en önemli kriterlerinden biri ise ihracattır. Rekabetçi bir ortamda ihracat, yalnızca kaliteyi artırmakla kalmaz, aynı zamanda ekonomiye dinamizm kazandırır. Ancak, güçlü bir ihracat performansı için teknolojinin etkin ve verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Teknoloji yoksunluğu yaşayan ülkeler, kaynaklarını israf etme riskiyle karşı karşıya kalırken, küresel rekabette geri düşerek ekonomik açıdan dezavantajlı bir konuma sürüklenmektedir (Kaya & Uğurlu, 2013. s. 280).

Nguyen (2020), Mal ve Hizmet (MvH) ihracatı kapasitesinin ekonomik büyüme ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Wang vd. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, G7 ülkelerinin ekonomik durumları incelenmiş ve bu incelemede MvH ihracatı da kullanılan kriterler arasında yer almıştır. Krkošková (2021) ise Almanya'nın uzun süredir istikrarlı bir ihracatçı olduğunu ve ihracatın önemini vurgulamaktadır. Bu yayınların filtrelenmesi sonucunda, sürekli yüksek ihracat performansının ülkeler için önemli bir faktör olduğu anlaşılmaktadır.

Grassi vd. (2021), dünyadaki lider ekonomileri Çin, Japonya, ABD ve Almanya olarak tanımlamaktadır. Bu ülkelerden üçü G7 ülkeleri arasında yer almaktadır. G7 ülkeleriyle diğer ülkeleri karşılaştıran bu çalışma, ülkelerin YT ihracat performansına odaklanmaktadır. Ayrıca, Pioch (2017) tarafından yapılan bir çalışmadan ilham alınarak, bu araştırmaya ülkelerin MvH ihracatı ile Ticari Hizmet (TH) ihracatı performansları da eklenmiştir.

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde giriş, ikinci bölümde literatür, üçüncü bölümde yöntem, dördüncü bölümde analiz ve beşinci bölümde sonuç yer almaktadır. Bu çalışmada, Çin ve Türkiye, MvH ihracatı, YT ihracatı ve TH ihracatı açısından G7 ülkeleriyle kıyaslanmaktadır. Benzerlik ve farklılık odaklı bu araştırmaya 95 ülke dahil edilerek, diğer ülkelerin konumları da belirlenmektedir. Ayrıca, G7 ülkeleri ihracat performansları açısından iki farklı zaman diliminde karşılaştırılmaktadır. 2013-2017 ve 2018-2022 yılları arasındaki karşılaştırmalarla, ülkelerin ihracat performansının bu iki dönemde grupsal farklılıklar gösterip göstermediği incelenmektedir. Bu incelemelerde, Beklenti Maksimizasyonu (Expectation Maximisation, EM) kümeleme algoritması kullanılarak, seçilen 95 ülke ve G7 ülkelerinin ihracat performanslarına göre oluşturdukları gruplamalar gösterilmektedir. Bu amaç doğrultusunda, politika yapıcılar, kendi ülkelerine benzer ve benzemez ülkeleri tespit ederek, geleceğe yönelik planlamalarını bu doğrultuda şekillendirebileceklerdir. Elde edilen bulgular, benzerlik ve farklılık açısından ülkelerin durumunu göstermekte olup, dış ticaret performansları hakkında açıklayıcı bir nitelik taşımaktadır.

Literatür

Pioch (2017) tarafından yapılan araştırma, bu çalışmaya ilham veren önemli çalışmalar arasında yer almaktadır. Söz konusu çalışmada, yedi farklı veri setine dayalı olarak kümeleme analizi yapılmıştır. Bu veri setleri; (1) tüm malların ihracatı, (2) ticaret dengesi, (3) tüm hizmetlerin ihracatı, (4) tarım ürünlerinin tüm ihracattaki oranı, (5) yakıt ve madencilik ürünlerinin tüm ihracattaki yüzdesi, (6) mamul ürünlerin tüm ihracattaki yüzdesi ve (7) basit ortalama üzerinden en popüler ülkeler şeklindedir. Araştırmacı, bu değişkenleri inceleyerek, ülkelerin ticaret performanslarını ve ticaret kompozisyonlarındaki farklılıkları belirlemeye çalışmıştır. Bu bulgulara dayanarak, ilk üç değişkenin ülkelerin ticaret performanslarını gösterdiği, ayrıca bu değişkenlerin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki benzerliklerin ve farklılıkların belirleyicisi olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, ülkelerin yerel ekonomik kapasitelerini incelemek amacıyla, veri setinden

dört, beş ve altı numaralı değişkenler ele alınmıştır. İkinci çalışma, Akay (2021) tarafından yapılmış olup, Türkiye'nin YT ihracatı performansına göre Avrupa Birliği (AB) ülkeleri arasındaki konumunu ortaya koymaktadır. Üçüncü çalışma ise Yaşar & Bolat (2023) tarafından gerçekleştirilmiş olup, dış ticaret verilerine dayanarak BRICS ülkeleri ve Türkiye'yi incelemektedir.

Kümeleme yöntemi, çok farklı alanlarda kullanılabilen bir analiz türüdür. Metin belgesi gruplama, hava kirliliği, görüntü analizi ve diğer büyük veri analizleri gibi pek çok alanda uygulama alanı bulabilmektedir (Alasali & Ortakçı, 2024. s. 44). Örneğin, Altunok Memiş (2024) tarafından tarım alanında yapılan bir çalışmada, kırk adet susam genotipi kümeleme yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bir diğer örnekte, Dörterler vd. (2024) tıbbi veriler kullanarak kümeleme analizi gerçekleştirmiştir. Üçüncü örnek olarak, Bozkurt & Kuşak (2024) İstanbul'un ilçelerindeki coğrafi değişimleri incelemişlerdir. Dördüncü örnekte, Aydın & Atay Polat (2024) kamu politikaları açısından Türkiye'nin AB ülkeleri arasındaki konumunu değerlendirmiştir. Son olarak, Liu vd. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, Çin'in illeri arasındaki ticaret ve iller arası karbon emisyon durumu kümeleme analizi ile incelenmiştir.

Bu çalışmaların yanı sıra, dış ticaret veya kümeleme odaklı farklı yayınlar da bulunmaktadır. Aşağıdaki bölümlerde, öncelikle çalışmada kullanılan EM kümeleme yöntemine ilişkin örnekler tanıtılacak, ardından diğer kümeleme yöntemlerine dair örneklerle yer verilecektir.

Beklenti Maksimizasyonu Yöntemiyle Yapılan Çalışmalar

Cengiz (2020), Glover vd. (2022) ve Karaatlı & Altıntaş (2018) tarafından yapılan çalışmalarda olduğu gibi, EM algoritması akademik alanda kullanılabilmektedir. Aşağıda, kümeleme yöntemine yönelik örnek araştırmalar sunulmaktadır.

Namlı & Murat (2019) tarafından tekstil sektörüne yönelik yapılan bu inceleme, perakende satış verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kümeleme analizi, müşteri doluluk oranı, cinsiyet, yaş ortalaması ve fiş sayısı gibi farklı kriterlere göre tasarlanmış ve bu kriterlere dayalı sonuçlar elde edilmiştir. Bu yöntem, sektördeki müşteri davranışlarını daha iyi anlamak ve stratejik kararlar almak için önemli bir araç olmuştur.

Dağ (2023) OECD ülkelerini ihracat ve ithal ettikleri ürün

gruplarına göre kümelendirmiştir. Çalışmada, 2012-2021 yılları arasındaki Dünya Ticaret Örgütü verileri işlenmiştir. Verilerin işlenmesinde, EM algoritması ve Canopy algoritması birlikte kullanılmış ve bu iki algoritmanın birbirine yakın sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir. Yapılan çalışma ile ülkelerin ithal ve ihracat ettikleri ürün gruplarına göre kümelmesi hedeflenmiştir. Araştırma, üretim yapamayan bazı ülkelerin, bu ürünleri hangi coğrafyalardan ithal edebileceğini görmelerine olanak sağlamaktadır.

Thota vd. (2022) tarafından Hindistan'daki gençlik suçluluğunu kategorize etmek için EM algoritması kullanılmıştır. Gençler, aile durumu ve eğitim seviyelerine göre gruplandırılmıştır. EM sonuçları, yetkililerin gençlerin suça karışma desenleri hakkında fikir sahibi olmalarını sağlayarak, suçun önlenmesine yönelik stratejiler geliştirilmesine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Changalasetty vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, suça karışan çocukların ana bölgeleri EM kümeleme yöntemiyle belirlenmiştir.

Evdokimova (2021) tarafından bir otomobil yedek parça satışı yapan işletmenin müşteri gruplaması, kümeleme yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Araştırmada, müşteriler satın alma davranışlarına göre sınıflandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, müşteri tabanını en iyi şekilde gruplamada EM algoritmasının etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

Kümeleme Yöntemiyle Yapılan Çalışmalar

Kümeleme yöntemi, akademik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, Dağ & Karaatlı (2020) tarafından yapılan çalışmada, belirli kriterler çerçevesinde benzer oteller kümelmiştir. İkinci örnekte, Eren & Aksoy (2021) ülkeleri demiryolu istatistiklerine göre kümelmiştir. Üçüncü örnek ise Büyüksaatçı Kiriş & Tüysüz (2017) tarafından yapılmış olup, imalat sektörüne yönelik bir uygulama içermektedir. Bu uygulamada, bir işletmede hücre tasarımı için; boş alan, iş yoğunluğu ve mekanlar arası taşıma miktarı gibi kriterlere dayalı kümeleme yapılmıştır. Tengelin & Sopasakis (2020) ise döviz piyasalarını K-ortalamar ve EM yöntemleriyle incelemişlerdir. Aşağıda, bu konuya yönelik diğer örnekler sunulmaktadır.

Coşar & Özari (2019) G7 ülkelerinin kümeleme yöntemiyle değerlendirilmesinde 12 göstergeden oluşan Ekonomik Özgürlük Endeksi'ni kullanmıştır. 2017, 2018 ve

2019 yıllarına ait verilere göre, altı farklı küme oluşmuş ve ABD ile Japonya aynı kümede yer almıştır. Bu iki ülkenin aynı kümede bulunması, kullanılan kriterlere göre benzer özelliklere sahip olduklarını göstermektedir.

Özari & Demirkale (2020) temel makroekonomik ve finansal göstergeler kullanarak Türkiye ile kırılgan beşli ülkelerini incelemiş ve bu incelemede K-ortalamlar kümeleme yöntemi tercih edilmiştir. Araştırmada, 2007-2019 yılları arasındaki beş farklı gösterge kullanılmıştır. Çalışmanın amaçlarından biri, Türkiye'nin dahil olduğu grubun ve bu gruptaki diğer ülkelerin belirlenmesidir. Yapılan analiz sonucunda, Türkiye ve Brezilya'nın çoğunlukla aynı grupta yer aldığı ve bu grubun 2013-2016 yılları arasında Türkiye, Brezilya ve Güney Afrika'dan oluştuğu görülmüştür. Diğer bir sonuç ise Hindistan, Endonezya ve Güney Afrika'nın, çoğunlukla Türkiye'nin yer almadığı gruplarda yer aldığını göstermektedir.

Dündar (2024) tarafından yapılan araştırmada, mahalli idareler bütçe gelirlerine göre kümelenmiş ve analizde K-ortalamlar yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler, 2000-2022 yılları arasında kapsamaktadır ve T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı Muhasebat Genel Müdürlüğü ile Türkiye İstatistik Kurumu veri tabanlarından elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, kişi başı gelire göre mahalli idarelerin dağılımı ortaya konulmuştur. Bu bağlamda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin, tamamen büyükşehir belediyelerinden oluşan iki küme bulunmakta ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki büyükşehir belediyelerinin tamamı aynı kümede yer almaktadır.

Eminoğlu vd. (2024) tarafından yapılan araştırmada, sürdürülebilir büyümeye etkisi açısından yüksek eğitimli kadın iş gücü değerlendirilmiştir. Veriler, Dünya Bankası (DB) ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı tarafından sunulan veri tabanlarından elde edilmiş olup, 2010-2018 yıllarını kapsamaktadır. Kümeleme işlemi için K-ortalamlar yöntemi seçilmiş ve analizde 3 küme oluşturulmuştur. Elde edilen kümelerdeki ülkeler, işsizlik oranı, istihdam trendi ve okuryazarlık oranı gibi farklı açılardan incelenmiştir. Sonuç bölümünde, yüksek eğitimli kadın iş gücünün sürdürülebilir büyümeye olan etkisi tartışılmış ve işletmelere kadın iş gücü istihdam etmeleri tavsiye edilmiştir.

Kaygısız vd. (2024) tarafından yapılan araştırmada, ülkelerin girişimcilik etkinliklerinin belirlenmesi için iki kademeli bir yöntem benimsenmiştir ve analiz için Global Entrepreneurship Monitor verileri kullanılmıştır. Veri seti, kırk iki ülkeyi kapsamaktadır ve 2021 yılı ile sınırlıdır. Bu

verilerle öncelikle girişimcilik etkinlik düzeylerinin tespit edilmesi amaçlanmış ve sonrasında elde edilen etkinlik düzeylerine göre ülkeler hiyerarşik kümeleme yöntemiyle gruplandırılmıştır. Hiyerarşik kümeleme sonucunda, ülkelerin üç gruba ayrıldığı görülmektedir; bu gruplar, etkinlik düzeyi açısından düşük, orta ve yüksek seviye olarak değerlendirilmiştir.

Ergün & Bulut (2024) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'nin demir çelik ithalatına ilişkin 1980-2022 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. K-ortalamlar yönteminin tercih edildiği kümeleme sonucunda, elde edilen üç kümelerden ilk kümenin ortalamasının diğer kümelerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Şimşek (2024) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'deki iller sağlık göstergelerine göre kümelenmiş ve yoğunluk tabanlı mekânsal kümeleme analizi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, Türkiye'deki illerin sağlık göstergelerine göre homojen bir dağılım sergilemediği kanıtlanmıştır. Bu bulgularla birlikte, politika yapıcılara iller arasındaki benzerlik ve farklılıkları göstererek yol gösterici içgörüler sunulması amaçlanmaktadır.

Yığıt (2024) tarafından yapılan çalışmada, Covid-19 göstergelerine göre ülkelerin kümelemesi yapılmıştır. Analizde K-ortalamlar yöntemi kullanılarak yüz kırk sekiz ülke on üç kriter çerçevesinde incelenmiştir. En uygun kümeyi belirlemek için Silhouette Endeksi kullanılmıştır. Norveç, İzlanda ve Danimarka, en iyi grubun en yüksek performans gösteren ülkeleridir. Türkiye ise ikinci seviyedeki grupta yer almaktadır. Çalışma, politika yapıcılara elde edilen farklı gruplara göre ayrı ayrı küresel salgın planlamaları yapma imkânı sunmaktadır.

Bitgen Sungur & Madenoğlu (2024) tarafından yapılan çalışmada, illerin sektörel istihdam payları kümeleme yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Analizde kullanılan sektörel istihdam verileri 2021 ve 2022 yıllarını kapsamaktadır. Cinsiyet durumuna göre her iki yıl ayrı ayrı kümelenmiş ve elde edilen gruplar cinsiyete göre karşılaştırılmıştır. Kümeler toplam, erkek ve kadın olarak incelenmiştir. 2021 ve 2022 yılları karşılaştırıldığında, toplamda dört, erkeklerde beş ve kadınlarda ise bir kümenin farklı kümelere atandığı görülmektedir. Çalışma, politika yapıcılara başarılı bir istihdam politikası oluşturabilmeleri için fikir sunmaktadır.

Doğuş vd. (2024) Türkiye'nin şehirleri ve bölgeleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları göstermek amacıyla bulanık C-ortalamlar yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu verileri kullanılmış olup, bu

veriler sekiz kategori ve yüz kırk iki değişkeni içermektedir. Sonuçlar, Ankara, İzmir ve İstanbul'un Türkiye'nin geri kalan tüm şehirlerinden farklı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Türkiye'nin Doğu ve Batı bölgelerindeki şehirler, kendi aralarında kümelenmiş olup, bu durum, iki bölgenin eğitim, sağlık ve gelişmişlik gibi kriterler açısından farklılaştığını ortaya koymaktadır. Diğer bir dikkat çekici bulgu ise büyük şehirlerin etrafındaki küçük şehirlerin, büyük şehirlerle aynı grupta kümelenmesidir. Bu durum, büyük şehirlerin çevresindeki şehirler üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Zaman Serisi Kümelemesi Yöntemiyle Yapılan Çalışmalar

Bu çalışma, alternatifleri değerlendirme konusunda Sebastiani & Ramoni (2001) ile benzer bir yaklaşım benimsemektedir. Bu yaklaşımda, kriter olarak zaman serisi kullanılarak alternatifler yıllara göre değerlendirilmiştir. Bu bölümde, kriter kullanımı ve yapısı açısından bu çalışmaya ilham veren zaman serisi kümeleme örnekleri sunulmaktadır:

Akay (2021) Türkiye'nin Yüksek Teknoloji (YT) ihracatındaki konumunu 2007-2018 yılları arasındaki veriler kullanarak zaman serisi kümeleme analiziyle incelemiştir. Çalışmada, YT ihracatı, Ar-Ge başvuruları, patent başvuruları, dışa açıklık oranı ve doğrudan yabancı yatırımı gibi kriterlere dayalı bir değerlendirme yapılmıştır.

Dinçer vd. (2016), Türkiye'deki hava kirliliği izleme istasyonlarını değerlendirmek için zaman serisi kümeleme yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, 2013 Ocak ile 2015 Nisan dönemi arasındaki yirmi yedi elemanlı aylık zaman serisi verisi analiz edilmiştir. Bulanık K-medoidler algoritması kullanılarak, benzer özelliklere sahip hava kirliliği izleme istasyonları belirlenmiştir. Analiz sonucunda istasyonlar dört farklı kümeye ayrılmış ve her bir küme içinde birbirine en fazla benzeyen istasyonlar gruplanmıştır.

Sebastiani & Ramoni (2001) on dört Avrupa ülkesini 1970 ile 1995 yılları arasındaki verilerle inceleyerek gruplandırmıştır. Çalışmada, yüksek öğretime kayıtlı nüfus verileri analiz edilmiştir. Araştırmacılar, zaman serilerine yüklenen anlamın problem çözme sürecindeki önemine dikkat çekmektedirler. Bu bağlamda, araştırmada *"aynı süreç tarafından üretilen iki veya daha fazla zaman serisinin benzer olduğu"* varsayılmaktadır. Bu varsayım şu şekilde açıklanabilir: *"İki zaman serisinin benzer olup olmadığına karar vermek, aslında bu serilerin aynı süreçten*

gelmiş olup olmadıklarını belirlemeye eşdeğerdir". Eğer zaman serileri benzer özelliklere sahipse, bu seriler bir kümeleme probleminde kullanılabilecek özelliklere sahiptir. Aynı süreç tarafından üretilen bir zaman serisi grubu elde edildiğinde, bu gruptaki seriler benzer zaman dilimlerine göre kümelenebilir.

Yöntem

Motivasyon ve Araştırma Boşluğu

Ülkelerin, özellikle yüksek YT ihracatı olmak üzere, cari ihracat değerleri açısından birbirlerine göre konumlarını belirlemek, proaktif politikaların geliştirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu durumun daha sağlıklı bir şekilde analiz edilebilmesi için, ülkelerin ihracat performanslarının birden fazla yıl boyunca değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma, ülkeleri farklı yıllara yayılmış ihracat verilerini temel alarak, kümeleme analizi yöntemiyle incelemektedir. Literatür incelemesi sonucunda, bu yaklaşımla yapılan çalışmaların sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, ihracat analizlerinde EM algoritmasının kullanımına yönelik de bir boşluk olduğu gözlemlenmiştir. EM algoritması, her iterasyonda olasılığı artırarak en uygun parametreleri belirleme yeteneğine sahip olduğu için, bu araştırmada veri analizi sürecinde EM algoritması tercih edilmiştir.

Kümeleme Yöntemi

Kümeleme yöntemi, veri nesnelerini benzerliklerine göre doğal gruplara ayırmayı amaçlayan bir analiz tekniğidir. Bu yöntem, veriler hakkında daha derinlemesine bilgi edinmeyi sağladığı için önemli bir analiz aracı olarak kabul edilir (Ferreira & Hitchcock, 2009. s. 2).

Kümeleme yönteminde, aynı kümede bulunan alternatifler benzer özellikler taşır (Kocabaş Akay vd., 2024. s. 42). Ayrıca, kümeleme yöntemi, farklı kümelerde yer alan alternatifler arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları da ortaya koyarak, veri setindeki yapıyı daha iyi anlamamıza yardımcı olur. Bu sayede, gruplar arasındaki ilişkiler daha net bir şekilde analiz edilebilir (Özkan & Gültepe, 2024. s. 321; Göksu & Yıldız, 2024. s. 3). Kümeleme yöntemi, verileri farklı gruplara ayırarak, bu gruplar arasındaki farkların analiz edilmesine ve strateji geliştirilmesine olanak tanır. Bu özelliğiyle literatüre önemli katkılar sunmaktadır ve araştırmacılar tarafından yaygın olarak tercih edilmektedir (Işıkkay & Ozansoy, 2024. s. 210).

Beklenti Maksimizasyonu

Algoritmanın her yinelemesi, bir beklenti adımından ve ardından bir maksimizasyon adımından oluşur; bu nedenle bu yaklaşıma EM algoritması denir. EM yöntemi, ilişkili teorinin basitliği ve genelliği nedeniyle dikkate değer bir özelliğe sahiptir. Veriler, maksimum olasılık tahminlerinin kolayca hesaplanabildiği bir üstel aileden gelebilir. Bu durumda, EM algoritmasının her maksimizasyon adımı da aynı şekilde kolayca hesaplanabilir (Dempster vd., 1977. s. 1). Bu özelliği nedeniyle Morck vd. (2001), çelik endüstrisinde kümeleme sürecinde EM yöntemini tercih etmiştir. Benzer şekilde, bu çalışmada da kolay hesaplama yapabilmesi açısından EM algoritması tercih edilmiştir.

EM algoritması, en yüksek yoğunluğu belirlemek için kullanılan iteratif bir yöntemdir. Her bir örneğe, farklı kümelerle ait olma olasılığını belirten bir olasılık dağılımı atar. EM, çapraz doğrulama ile kaç küme oluşturulacağını belirleyebilir veya önceden belirlenen küme sayısına göre işlem yapabilir. Aşağıda, Weka'nın EM kümeleme yöntemine ait temel adımlar ve temel denklemler sunulmaktadır (Class EM):

1. Küme sayısı olarak 1 değeri atanır.
2. Eğitim serisi rastgele 10 kata bölünür.
3. EM, her zamanki CV yöntemi olan on kat kullanılarak on kez gerçekleştirilir.
4. Log olabilirlik tüm on sonuç üzerinden ortalaması alınır.
5. Eğer log olabilirlik artmışsa küme sayısı bir artırılır ve algoritma ikinci adımdan devam eder.

EM algoritmasının ilk adımı, "beklenen" sınıf değerleri olan küme olasılıklarının hesaplanmasıdır. İkinci adım ise, dağılım parametrelerinin hesaplanmasıdır. Burada, veriler göz önüne alındığında, dağılımların olasılığının maksimize edilmesi sağlanmaktadır (Witten & Frank, 2005. s. 265-266):

Eğer w_i , i örneğinin A kümesine ait olma olasılığı ise, A kümesi için ortalama ve standart sapması Denklem 1 ve Denklem 2 ile verilmektedir.

$$\mu_A = \frac{w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n} \quad \text{Denklem 1}$$

$$\sigma_A^2 = \frac{w_1(x_1 - \mu)^2 + w_2(x_2 - \mu)^2 + \dots + w_n(x_n - \mu)^2}{w_1 + w_2 + \dots + w_n}$$

Denklem 2

EM algoritmasında iterasyonun nasıl sonlanacağı Denklem 3'te verilmektedir. Algoritma, sabit bir noktaya doğru yakınsar ancak asla oraya ulaşmaz; verilerin bir veri kümesinden gelme olasılığı hesaplanarak ne kadar yakın olduğu görülebilir. Bu genel olasılık, bireysel olasılıkların çarpılmasıyla elde edilir.

$$\prod_i (P_A Pr[X_i|A] + P_B Pr[X_i|B]) \quad \text{Denklem 3}$$

Burada A ve B kümeleri için verilen olasılıklar, normal dağılım fonksiyonu $f(x; m, s)$ şeklindedir. Bu genel olabilirlik ölçüsüdür ve kümelemenin "iyiliği", EM algoritmasının her iterasyonunda artar. Sonuç olarak, önceki olabilirlik ifadesi bir olasılık değildir ve sıfır ile bir arasında olması gerekmez. Pratik uygulamalarda logaritma hesaplanır ve bu hesaplama, tek tek bileşenlerin logaritmalarının toplanmasıyla yapılır; böylece tüm çarpımlardan kaçınılır. Ancak genel sonuç hâlâ geçerlidir ve log-olabilirlikteki artış, ihmal edilebilir hale gelene kadar yinelenmelidir. Genel olarak log-olabilirlik ilk birkaç iterasyonda çok keskin bir şekilde artacak ve daha sonra neredeyse durağan olan bir noktaya oldukça hızlı bir şekilde yakınsayacaktır.

Veri Modeli ve Zaman Serisi Kümeleme

Kümelemede zaman serileri kullanılabilir ve bu analizde birden fazla zaman serisinden oluşan veri seti kullanılarak, aynı kümeler içerisinde birbirine olabildiğince benzer, farklı kümeler içerisinde ise birbirine olabildiğince benzemez gruplar oluşturulması amaçlanmaktadır. Zaman serileri kümelemesinin bazı avantajları bulunmaktadır. Birincisi, çok sayıda zaman serisinin daha az model kullanarak analizlerde yer alabilmesidir. İkincisi, az sayıda veriye uygulanabilir olmasıdır. Üçüncüsü, özellikle finansal zaman serilerinde benzer özellikteki zaman serilerini kullanarak ortak stratejiler geliştirmeye uygun bir yapıya sahip olmasıdır. Örneğin, finansal zaman serileri kullanılarak yapılan zaman serisi kümelemesi ile bölgesel stratejiler geliştirilebilir (Güler & Karahasan, 2013. s. 62).

Zaman serisi kümelemesinde, zaman serisi deseninin sahip olduğu gizli bağlantılara ulaşmak mümkündür. Kümeleme, zaman serilerindeki deseni ortaya çıkarmak için kullanılan yaygın bir yöntemdir. Bu yöntem farklı

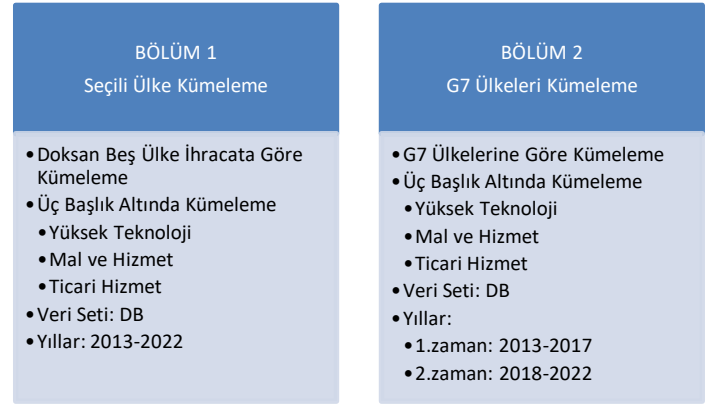
amaçlar için kullanılabilir. Örneğin, benzer hisse senedi fiyat hareketine sahip olan şirketler finansal veriler kullanılarak bulunabilir veya bir mağazadaki belirli bir ürünün satışlarının farklı günlük desenleri pazarlama verileri kullanılarak keşfedilebilir. Bu örnekler, farklı uygulamalar altında gerçekleştirilebilir: (1) tüm zaman serisi kümelemesi; benzerliklerine göre bir dizi bireysel zaman serisinin kümelenmesi, (2) alt dizi kümelemesi; tek bir uzun zaman serisinden segmentlerin kümelenmesi, (3) zaman noktası kümelemesi; zaman noktalarının zamansal yakınlıklarının ve karşılık gelen değerlerin benzerliğinin kümelenmesidir (Aghabozorgi vd., 2015).

Veri tasarım modelinde, Güler & Karahasan (2013) ile Aghabozorgi vd. (2015) tarafından çerçevesi çizilen zaman serisi yaklaşımının örnek alındığı bu çalışmada, kriterleri oluşturan veri seti zaman serisi kümeleme yaklaşımıyla tasarlanmıştır. Bu tasarımda, ülkeleri (u) ile yılları (y) temsil eden veri matrisinin yapısı Denklem 4'te verilmektedir:

$$V_{mn} = \begin{matrix} u_1 & y_1 & y_2 & y_{\dots} & y_n \\ u_2 & v_{11} & v_{21} & v_{\dots} & v_{n1} \\ u_{\dots} & v_{12} & v_{22} & v_{\dots} & v_{n2} \\ u_m & v_{1m} & v_{2m} & v_{\dots} & v_{mn} \end{matrix} \quad \text{Denklem 4}$$

Araştırmanın Tasarımı

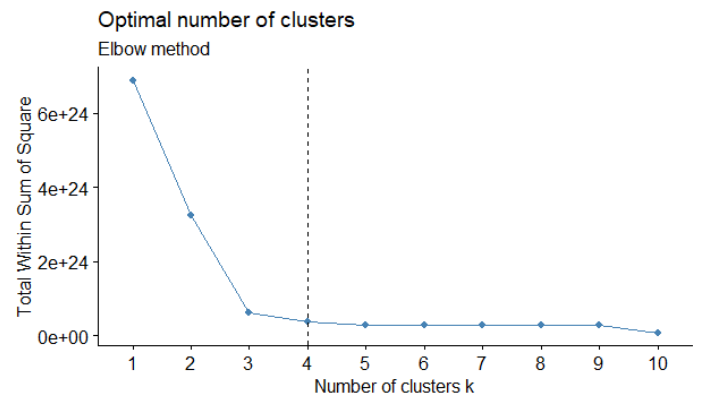
Belirli kriterler çerçevesinde alternatifler, benzerlikleri açısından kümelenebilmektedir (Sözen & Bulut, 2024). Bu bağlamda, bu çalışmada seçilen ülkeler kriterler çerçevesinde incelenmiş ve bu incelemeye yönelik analizde DB verileri kullanılmıştır. Veri eksikliği olan ülkeler çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmaya 2013-2022 yılları arasında eksiksiz veriye sahip doksan beş ülke dahil edilmiştir. Araştırma iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, seçili ülkeler; G7 ülkeleri, Türkiye ve Çin açısından incelenmiştir. İkinci bölümde ise, G7 ülkeleri iki zaman diliminde kendi aralarında incelenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada Kullanılan Yazılımlar ve Model Değerleri

Weka yazılımı, akademik çalışmalarda veri madenciliği uygulamalarında kullanılabilmektedir (Ecemiş & Irmak, 2018. s. 19). Bu çalışmada, kümeleme analizi için Weka 3.8.6 programı kullanılmıştır. Analizde, EM kümeleme işlemi için "weka.clusterers.EM -I 100 -N 4 -X 10 -max -1 -ll-cv 1.0E-6 -ll-iter 1.0E-6 -M 1.0E-6 -K 10 -num-slots 1 -S 100" modeli uygulanmıştır. Librantz & Santos (2023) tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi, "numClusters" değeri -1 olarak ayarlanabilmektedir ve bu ayar, küme miktarının otomatik olarak oluşturulmasını ifade etmektedir. Ancak bu çalışmada, R programlama dili NbClust kütüphanesi kullanılarak "Elbow" yöntemine göre optimal küme sayısı hesaplanmış ve optimal küme sayısı dört olarak bulunmuştur (Şekil 2). Akademik çalışmalarda, "Elbow" yöntemi optimal küme sayısının belirlenmesi için kullanılan yöntemler arasındadır (Özari & Can, 2023. s. 9; Rana vd., 2025. s. 2).



Şekil 2. Optimal Küme Sayısı

Elbow analizinin temel amacı, belirli bir aralık içinde farklı k değerleri için kümeleme algoritmasını çalıştırmaktır. Her k değeri için maliyet fonksiyonu hesaplanır ve sonuçlar grafik üzerinde gösterilir. Grafikte, maliyet fonksiyonunun azalma hızının belirgin şekilde yavaşladığı bir nokta aranır. Bu nokta, dirseğe benzeyen bir dönüş yaptığı için "dirsek noktası" olarak adlandırılır ve k 'nin en uygun değeri olarak belirlenebilir (Hassan vd., 2025. s. 10).

Analiz Verileri

ABD, Almanya, Birleşik Krallık, Japonya, Kanada, Fransa ve İtalya, G7 ülkeleri olarak anılmaktadır (Aktaş, 2022. s. 93). Bu bölümde, seçili ülkelerle birlikte bu ülkeler, üç farklı kriter çerçevesinde (YT, MvH, TH) kümeleme analiziyle incelenerek, 2013-2022 yılları arasındaki ihracat verilerine göre hangi ülkelerin birbiriyle benzerlik veya farklılık gösterdiği belirlenmektedir. Bu belirlemede, optimal küme sayısı dört olarak elde edildiği için kümelemeler dört elemanlı olarak yapılmıştır.

Analizde, Sebastiani & Ramoni (2001) tarafından açıklanan *"aynı süreç tarafından üretildiğinde iki veya daha fazla zaman serisinin benzer olduğu"* varsayımından hareketle, zaman serisi kümeleme yöntemi yaklaşımı örnek alınmıştır. Araştırmacılar tarafından özellikleri açıklandığı gibi, her ülke için aynı zaman dilimini içeren (yıllık, 2013-2022) zaman serileri kullanılmıştır. Sardá-Espinosa (2019) zaman serisi kümelemede, serilerin (alternatifler) özelliklerini etkili bir şekilde özetleyen bir zaman serisine ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir ve bu zaman serisi, istenirse değerlerin ortalaması alınarak da kullanılabilir. Fakat bu çalışmada, değerlerin ortalaması alınmamış, konuya yönelik veriler orijinal halleriyle kullanılmıştır.

Yüksek Teknoloji İhracına Göre Ülkeler

Altun vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi, YT ihracatı akademik dünyanın ilgi gösterdiği konular arasındadır. Sarıhan (2024), yüksek teknoloji içeren ürünlerin her geçen gün daha fazla talep göreceğini ve bundan dolayı YT ihracatı konusunun ilerleyen yıllarda uluslararası ticaret literatürü açısından daha fazla önem kazanacağını vurgulamaktadır. Buradan hareketle, seçilen ülkeler YT ihracatı performansları açısından incelenmiştir. İncelemede, yüzdesel bir oran yerine cari değer kullanılmıştır. Çünkü, Ek 4'te verilen YT ihracatının, imalat sanayi ihracatının yüzdesine göre yapılan kontrol kümelemesinde, Çin ile Nijer'in küme üçte beraber yer almaları bu araştırmanın modeli açısından kabul edilebilir

görülmemektedir (Küme 1 içerisinde yer alan Almanya ve Moğolistan örneğinde olduğu gibi, bu çerçeveye genişletilebilir). Çünkü bu çalışma, ihracatta lider ülkeleri G7 bağlamında incelemektedir. Ülke karşılaştırmalarına tekrar dönülürse, Nijer'in yanına Malta veya Kosta Rika ülkelerini de eklemek mümkündür. Kontrol analizindeki küme üç elemanlarının, imalat sanayi ihracatının yüzdesi olarak ihracat değerleri Ek 5'te, cari olarak ise ihracat değeri Ek 6'da verilmektedir. Ek 5 verilerine göre yapılacak bir kümeleme analizi, Ek 6'da verilen cari değerlerle kıyaslandığında, yüzdesel bir değer ihracat konusunda dünyanın öncülerini belirlemede yanıltıcı olabileceği görülmektedir. Bu çalışmanın asıl amacı, ihracatta öncü ülkeler arasındaki ilişkileri incelemektir ve bunun için bu çalışmada cari değerler kullanılmıştır.

Tablo 1'de, doksan beş ülkenin YT ihracatına göre oluşturduğu küme verilmektedir ve Ek 1'de bu kümenin şekilsel gösterimi bulunmaktadır. Buradaki analiz, DB "High-technology exports (current US\$)" verilerine göre yapılmıştır. EM kümelemesi sonucunda; birinci küme kırk bir ülkeden, ikinci küme on dokuz ülkeden, üçüncü küme bir ülkeden ve son küme ise otuz dört ülkeden oluşmaktadır.

Tablo 1'de, küme 2'de yer alan Çin'in diğer ülkelere ayrıştığı görülmektedir. G7 ülkeleri ise küme 1'de bulunmaktadır ve bu ülkelere en fazla benzerlik gösteren ülkeler, Belçika, Hollanda, Hong Kong (Özel İdare Bölgesi, Çin), Kore Cumhuriyeti, Malezya, Meksika, Singapur, Tayland, Vietnam, Çekya, İrlanda ve İsviçre olarak sıralanmaktadır. Türkiye'nin, G7 ülkeleri ile aynı gruba giremediği ve küme 3'te bulunan ülkelerle benzer bir çizgide ilerlediği görülmektedir.

Tablo 1. Yüksek Teknoloji İhracatına Göre Ülkelerin Kümelenmesi

Küme	Ülkeler
Küme 0	Arnavutluk, Aruba, Azerbaycan, Bolivya, Bosna Hersek, Botsvana, Brunei Darüsselam, Burkina Faso, Dominik Cumhuriyeti, Ekvador, El Salvador, Ermenistan, Etiyopya, Fiji, Fildişi Sahili, Guatemala, Gürcistan, Kamboçya, Karadağ, Katar, Kuzey Makedonya, Kırgız Cumhuriyeti, Lübnan, Madagaskar, Mauritius, Moldova, Mozambik, Moğolistan, Mısır Arap Cumhuriyeti, Namibya, Nijer, Nikaragua, Pakistan, Panama, Paraguay, Peru, Ruanda, Tanzanya, Uruguay, Zambiya, İzlanda
Küme 1	Almanya, Belçika, ABD, Birleşik Krallık, Fransa, Hollanda, Hong Kong, Japonya, Kanada, Kore Cumhuriyeti, Malezya, Meksika, Singapur, Tayland, Vietnam, Çekya, İrlanda, İsviçre, İtalya
Küme 2	Çin
Küme 3	Arjantin, Avustralya, Avusturya, Brezilya, Bulgaristan, Danimarka, Endonezya, Estonya, Finlandiya, Güney Afrika, Hindistan, Hırvatistan, Kazakistan, Kolombiya, Kosta Rika, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovak Cumhuriyeti, Slovenya, Tunus, Türkiye, Ukrayna, Yeni Zelanda, Yunanistan, İspanya, İsveç, Şili

Almanya, İsviçre, Singapur ve Birleşik Krallık, Akın vd. (2020) tarafından YT ihracatı performansı açısından önde gelen ülkelere örnek olarak verilmektedir ve bu ülkelerin tamamı küme 1’de yer almaktadır. DB 2022 verilerine göre YT ihracatı en yüksek olan ülke Çin’dir. Çin’i sırasıyla Almanya, Hong Kong ve ABD takip etmektedir ve bu ülkeler de küme 1’de yer almaktadır

Mal ve Hizmet İhracına Göre Ülkeler

Tablo 2’de, doksan beş ülkenin MvH ihracatına göre kümelenmesi verilmektedir ve Ek 2’de bu kümenin şekilsel gösterimi bulunmaktadır. Buradaki analiz, DB “Exports of goods and services (current US\$)” verilerine göre yapılmıştır. EM kümelemesi sonucunda; birinci küme üç ülkeden, ikinci küme otuz yedi ülkeden, üçüncü küme kırk bir ülkeden ve dördüncü küme on dört ülkeden oluşmaktadır.

YT ihracatının aksine, MvH ihracatında G7 ülkelerinin aynı grupta yer almadığı görülmektedir. Almanya ve ABD aynı kümededir ve bu iki G7 ülkesine Çin eşlik etmektedir. Buna karşın, diğer G7 ülkeleri olan Birleşik Krallık, Fransa, Japonya, İtalya ve Kanada küme 3’te yer almaktadır. Küme 3’te yer alan G7 ülkelerinin, Belçika, Hindistan, Hollanda, Hong Kong, Kore Cumhuriyeti, Meksika, İspanya, İsviçre ve Singapur ile benzer MvH ihracatı performansı gösterdiği görülmektedir. Türkiye, küme 1’de yer almakta olup, G7 ülkeleri ile benzer özellik taşımamaktadır.

Tablo 2. Mal ve Hizmet İhracatına Göre Ülkelerin Kümelenmesi

Küme	Ülkeler
0	Almanya, ABD, Çin,
1	Arjantin, Avustralya, Avusturya, Azerbaycan, Brezilya, Bulgaristan, Danimarka, Ekvador, Endonezya, Finlandiya, Güney Afrika, Katar, Kazakistan, Kolombiya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malezya, Mısır Arap Cumhuriyeti, Norveç, Pakistan, Peru, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovak Cumhuriyeti, Slovenya, Tayland, Türkiye, Ukrayna, Vietnam, Yeni Zelanda, Yunanistan, Çekya, İrlanda, İsveç, Şili
2	Arnavutluk, Aruba, Bolivya, Bosna Hersek, Botsvana, Brunei Darüsselam, Burkina Faso, Dominik Cumhuriyeti, El Salvador, Ermenistan, Estonya, Etiyopya, Fiji, Fildişi Sahili, Guatemala, Gürcistan, Hırvatistan, Kamboçya, Karadağ, Kosta Rika, Kuzey Makedonya, Kırgız Cumhuriyeti, Letonya, Lübnan, Madagaskar, Malta, Mauritius, Moldova, Mozambik, Moğolistan, Namibya, Nijer, Nikaragua, Panama, Paraguay, Ruanda, Tanzanya, Tunus, Uruguay, Zambiya, İzlanda
3	Belçika, Birleşik Krallık, Fransa, Hindistan, Hollanda, Hong Kong, Japonya, Kanada, Kore Cumhuriyeti, Meksika, Singapur, İspanya, İsviçre, İtalya

Ticari Hizmet İhracatına Göre Ülkeler

Tablo 3’te, doksan beş ülkenin TH ihracatına göre kümelenmesi verilmektedir ve Ek 3’te bu kümenin şekilsel gösterimi bulunmaktadır. Buradaki analiz, DB “Commercial service exports (current US\$)” verilerine göre yapılmıştır. EM kümelemesi sonucunda; birinci küme bir ülkeden, ikinci küme altmış yedi ülkeden, üçüncü küme dokuz ülkeden ve dördüncü küme on sekiz ülkeden oluşmaktadır.

Ülkelerin ticari hizmet ihracatına göre kümelenmesinde, G7 ülkelerinden ABD küme 0’da yer almaktadır. Almanya, Birleşik Krallık, Fransa ve Japonya ise küme 2’de yer almaktadır. Küme 2’de yer alan G7 ülkeleriyle benzer performans gösteren ülkeler, Hindistan, Hollanda, İrlanda, Singapur ve Çin olarak sıralanmaktadır. Küme 3’te yer alan İtalya ve Kanada, on sekiz farklı ülke ile aynı grupta yer almaktadır ve Türkiye de bu grupta bulunmaktadır.

Tablo 3. Ülkelerin TH İhracatına Göre Kümelenmesi

Küme	Ülkeler
0	ABD
1	Arjantin, Arnavutluk, Aruba, Azerbaycan, Bolivya, Bosna Hersek, Botsvana, Brezilya, Brunei Darüsselam, Bulgaristan, Burkina Faso, Dominik Cumhuriyeti, Ekvador, El Salvador, Endonezya, Ermenistan, Estonya, Etiyopya, Fiji, Fildişi Sahili, Finlandiya, Guatemala, Güney Afrika, Gürcistan, Hırvatistan, Kamboçya, Karadağ, Katar, Kazakistan, Kolombiya, Kosta Rika, Kuzey Makedonya, Kırgız Cumhuriyeti, Letonya, Litvanya, Lübnan, Macaristan, Madagaskar, Malezya, Malta, Mauritius, Moldova, Mozambik, Moğolistan, Mısır Arap Cumhuriyeti, Namibya, Nijer, Nikaragua, Pakistan, Panama, Paraguay, Peru, Portekiz, Romanya, Ruanda, Slovak Cumhuriyeti, Slovenya, Tanzanya, Tunus, Ukrayna, Uruguay, Vietnam, Yeni Zelanda, Zambiya, Çekya, İzlanda, Şili
2	Almanya, Birleşik Krallık, Fransa, Hindistan, Hollanda, Japonya, Singapur, Çin, İrlanda
3	Avustralya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Hong Kong, Kanada, Kore Cumhuriyeti, Lüksemburg, Meksika, Norveç, Polonya, Tayland, Türkiye, Yunanistan, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya

G7 Ülkelerine Göre Kümeleme

Tablo 4'te, G7 ülkelerinin ihracat performanslarına göre kendi aralarındaki kümelemesi verilmektedir. Buna göre, YT ihracatı ile MvH ihracatında Almanya ve ABD, diğer G7 ülkelerinden ayrılmaktadır. DB verilerine göre, Almanya ve ABD, bahsi geçen iki başlık altında diğer tüm ülkelerin önünde bir performans sergilemektedir. TH ihracatında ise ABD, diğer tüm G7 ülkelerinden ayrılan bir performans göstermektedir. DB verilerine göre, TH ihracatında ABD'nin diğer tüm ülkelerin önünde bir performans sergilediği görülmektedir. Ayrıca, Tablo 4'te verilen iki farklı zaman dilimi göz önünde bulundurulduğunda, ülkelerin benzer performans sergilemeye devam ettiği de gözlemlenmektedir.

Tablo 4. G7 Ülkelerinin İhracata Göre Kümelemesi

İhracat Türü	Küme	2013-2017	2018-2022
YT	0	Birleşik Krallık, Fransa, Japonya, Kanada, İtalya	Birleşik Krallık, Fransa, Japonya, Kanada, İtalya
	1	Almanya, ABD	Almanya, ABD
MvH	0	Birleşik Krallık, Fransa, Japonya, Kanada, İtalya	Birleşik Krallık, Fransa, Japonya, Kanada, İtalya
	1	Almanya, ABD	Almanya, ABD
TH	0	Almanya, Birleşik Krallık, Fransa, Japonya, Kanada, İtalya	Almanya, Birleşik Krallık, Fransa, Japonya, Kanada, İtalya
	1	ABD	ABD

Çin ve G7 Ülkeleri İhracat Kümeleme

Bu bölümde, Çin ve G7 ülkelerinin 2013-2022 yılları arasındaki ihracat verileri, beş yıllık iki zaman diliminde çeşitli kümeleme algoritmaları perspektifinden değerlendirilecektir. Değerlendirmeye Tablo 5'te verilen ülkeler dahil edilmiştir.

Değerlendirme, ülke sayısının sınırlı olması ve ortaya çıkacak iki ana grubun net bir şekilde gözlemlenebilmesi amacıyla iki küme sayısı ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5'te, kümeleme analizine tabi tutulan ülkeler ve bu ülkelere ait kodlar sunulmaktadır. Tablo 6-8'de ise ülke isimleri yerine ilgili kodlar kullanılacaktır. Bu bölümde değerlendirme, EM, K-ortalama ve Hiyerarşik olmak üzere üç farklı kümeleme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu sayede, her bir yöntemin nasıl bir sonuç ürettiğini karşılaştırmalı olarak görmek mümkündür.

Tablo 5. Ülkeler

Ülke Kodu	Ülke
1	ABD
2	Almanya
3	Birleşik Krallık
4	Fransa
5	Japonya
6	Kanada
7	İtalya
8	Çin

YT İhracatına Göre Çin ve G7 Ülkelerinin Performansı

Tablo 6'da YT ihracatına göre G7 ülkeleri ve Çin'in gruplaması sunulmaktadır. Veriler, Çin'in her iki dönemde de G7 ülkelerinden belirgin bir şekilde ayrıştığını ortaya koymaktadır. 2022 yılında Çin, 924.393.316.669 ABD doları değerinde YT ihracatı gerçekleştirirken, G7 ülkeleri içinde en yüksek YT ihracatına sahip ülke 191.876.058.536 ABD doları ile ABD olmuştur. Bu veriler, Çin ile G7 ülkeleri arasındaki ihracat farkını net bir şekilde gözler önüne sermektedir. Kümeleme analizi sonuçları ise bu ayrışmanın yalnızca yıllık bazda değil, on yıllık bir süreci kapsayan uzun vadeli bir eğilime işaret ettiğini göstermektedir.

Tablo 6. YT İhracatına Göre Ülkelerin Küme Yapısı

	2013-2017		2018-2022	
	Küme 0	Küme 1	Küme 0	Küme 1
EM	1-7	8	1-7	8
K-Ort.	1-7	8	1-7	8
Hiyerarşik	1-7	8	1-7	8

Tablo 7'de, MvH ihracatına göre G7 ülkeleri ve Çin'in gruplaması sunulmaktadır. Üç yöntemden ikisinde, Çin, ABD ve Almanya aynı grupta yer almaktadır. 2022 yılında Çin'in MvH ihracatı 3.717.887.818.647 ABD doları olarak gerçekleşirken, ABD 3.017.379.000.000 ABD doları ve Almanya 1.906.115.968.543 ABD doları değerinde MvH ihracatı gerçekleştirmiştir. Bu ülkeleri, aynı dönemde 1.045.296.692.285 ABD doları MvH ihracatı ile Birleşik Krallık takip etmektedir. Sonuçlar, Çin'in MvH ihracatı açısından dikkat çekici bir performansa sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Kümeleme analizine göre, Çin'e en fazla benzeyen ülkeler ABD ve Almanya olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 7. MvH İhracatına Göre Ülkelerin Küme Yapısı

	2013-2017		2018-2022	
	Küme 0	Küme 1	Küme 0	Küme 1
EM	3-7	1,2,8	3-7	1,2,8
K-Ort.	3-7	1,2,8	3-7	1,2,8
Hiyerarşik	2-7	1,8	2-7	1,8

Tablo 8'de, TH ihracatına göre G7 ülkeleri ve Çin'in gruplaması sunulmaktadır. Üç yöntemden ikisinde, ABD tek başına bir grup olarak konumlanmaktadır. 2022 yılında TH ihracatında ABD 919.786.000.000 ABD doları ile en yüksek ihracat değerine sahiptir. Bu ülkeyi, 504.630.108.470 ABD doları ile Birleşik Krallık ve 426.903.072.438 ABD doları ile Almanya takip etmektedir. Çin ise 370.802.235.793 ABD doları ile dördüncü sırada yer almaktadır. Kümeleme analizlerinin hiçbirisi, bu kategoride Çin'i ABD, Almanya ve Birleşik Krallık ile aynı gruba dahil etmemiştir.

Burada, EM yöntemi açısından değerlendirme yapıldığında, ilk zaman diliminde Almanya'nın ABD ve Birleşik Krallık'tan farklı bir konumda olduğu, ancak ikinci zaman diliminde bu ülkelere yakınlığı gözlemlenmektedir.

Tablo 8. TH İhracatına Göre Ülkelerin Küme Yapısı

	2013-2017		2018-2022	
	Küme 0	Küme 1	Küme 0	Küme 1
EM	1,3	2, 4-8	4-8	1-3
K-Ort.	2-8	1	2-8	1
Hiyerarşik	2-8	1	2-8	1

Tablo 6-8'de sunulan örnekler incelendiğinde, EM, K-ortalamlar ve hiyerarşik kümeleme yöntemlerinin büyük ölçüde benzer sonuçlar ürettiği gözlemlenmektedir. Ancak, bazı veri gruplarında farklı kümeleme sonuçlarının ortaya çıktığı da dikkat çekmektedir. Bu üç kümeleme yöntemi, Pourahmad vd. (2021) ve Loder (2025) tarafından yapılan çalışmalar da dahil olmak üzere literatürde yaygın olarak

kullanılmakta ve araştırmacılar tarafından kabul görmektedir.

Tartışma

Bu araştırma, YT ihracatı açısından Çin'in son 10 yıl içinde dikkat çekici bir performans sergilediğini göstermektedir. Martins vd. (2023), YT ihracatını doğrudan yabancı yatırım ile ilişkilendirmekte ve bu yatırımları çekebilmek için Ar-Ge harcamalarının artırılması ile üretimde inovasyonun ön plana çıkarılmasını önermektedir. Ayrıca, Çin'in YT alanına yönelik Avrupa, Asya ve Afrika'daki yatırımlarını da vurgulanmaktadır. Araştırmacılar, bu bölgelerdeki politikacılara, ekonomik özgürlüğü sağlamak adına ekonomilerini canlandıracak teknoloji politikalarını özenle uygulamaları gerektiğini hatırlatmaktadır.

Çin'in Ekonomik Gelişimi

Çin'in ekonomik büyümesi ihracat odaklıdır. Ülkeye yapılan ulusal ve uluslararası yatırımlar ekonomik büyümenin temel dinamiklerini oluşturmaktadır. Bu süreçte iç tüketim artırılmaya ve dengeli bir büyüme sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu iklimde Çin, bilim ve inovasyon odaklı teknoloji dönüşümüne odaklanmıştır. Çin, ihracatta YT içerikli ürünlerin payını kademeli olarak artırmaktadır. Bu strateji, ülkenin küresel rekabet gücünü yükseltmeyi ve ekonomik büyümesini sürdürülebilir kılmayı amaçlamaktadır (Brühl, 2025. s. 43).

Çin ve İhracatta Ürün Çeşitlendirmesi

İhracatta ürün çeşitlendirmesi, gelişmekte olan ülke ekonomileri için hayati öneme sahiptir (Tanasiichuk vd., 2025). Bu nedenle birçok ülke, ihracatta ürün yelpazesini genişletmeye yönelik stratejik çalışmalar yürütmektedir. Ürün çeşitliliği, ülkelerin sahip olduğu doğal kaynaklarla yakından ilişkilidir ve bu kaynakların verimli bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır. Çin örneği ele alındığında, ihracatta ürün çeşitlendirmesi ile doğrudan yabancı yatırım, ticaret açıklığı, insan sermayesi ve teknolojik yenilik arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu nedenle, ülkeler ticaret planlamalarını bu faktörleri dikkate alarak oluşturmaları ve küresel rekabet gücünü artırmaya yönelik politikalar geliştirmelidir (Ul-Haq vd., 2025. s. 16).

Türkiye, yukarıda özetlenen faktörleri dikkate alarak dış ticaretinde uzun vadeli planlamalar yapmalıdır. YT ihracatına yönelik stratejiler geliştirilerek, bu alandaki

rekabet gücü artırılmalıdır. YT içerikli ürünlerin üretimi ve ihracatını teşvik etmek için uygun destek mekanizmaları oluşturulmalı, aynı zamanda beşerî sermayenin geliştirilmesi konusunda doğru ve sürdürülebilir politikalar uygulanmalıdır. Bu unsurlar, Türkiye'nin küresel ticaretteki konumunu güçlendirmek ve ekonomik büyümeyi sürdürülebilir kılmak açısından kritik öneme sahiptir.

Çin ve Beşerî Sermaye

Çin'in ekonomisiyle paralel olarak beşerî sermayesi de gelişmeye devam etmektedir. Bu süreçte, yüksek vasıflı iş gücü, nüfusun en önemli değerlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Nitelikli insan kaynağının artması, Çin'in yenilikçi üretim kapasitesini güçlendirmekte ve küresel rekabet gücünü artırmaktadır (Kong vd., 2025. s. 18).

Türkiye, özellikle YT ihracatı başta olmak üzere ihracat gücünü daha da artırabilmek için beşerî sermaye yatırım planlarını güncellemeli ve çağın gerekliliklerine uygun şekilde şekillendirmelidir. Nitelikli iş gücünün geliştirilmesi, teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesi ve eğitim politikalarının bu doğrultuda uyarlanması, Türkiye'nin küresel rekabet gücünü artırmada kritik bir rol oynayacaktır.

Çin'in Dış Ticarete Alternatif Arayışları

İstikrarlı dış ticaret önemlidir (Liu K. vd., 2025. s. 388). Bu bağlamda günümüzde artan tarifeler ve ticaret engelleri, Çin'i yeni arayışlara yöneltmektedir. Çin ile ABD arasındaki jeopolitik konjonktür, üretimin Meksika'ya kayması gibi sonuçlar doğururken, bu durum Çin'in Avrupa ile ticaretini daha da önemli hale getirmektedir. Bunun yanı sıra, Çin düşük katma değerli ürünlerini Deniz İpek Yolu aracılığıyla birçok ülkeye ulaştırmakta ve orta gelir tuzağından kaçınmak için bu alandaki dönüşüm ve gelişim süreçlerini hızlandırmaktadır. Orta Türkistan'dan Avrupa'ya uzanan coğrafyada ekonomik olarak söz sahibi olabilmek adına, YT içeren ürünlerin üretimini ve ihracatını desteklemektedir. Bu sürecin başarılı bir şekilde yürütülmesi, Çin'in ihracat odaklı ekonomisinin iç maliyetlerin getirdiği zorlukları aşabilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle, demiryolu üzerinden Çin'den Avrupa'ya yapılacak ihracatı artırmak için endüstriyel tedarik zincirinin güçlendirilmesi, YT içeren imalatın geliştirilmesi ve sektörler arası sinerjinin artırılması gerekmektedir. Son olarak, Çin uzun vadeli bir perspektifle, demiryolu ile Avrupa ticaret yolunda düşük karbonlu ve yeşil enerji ile uyumlu süreçler planlamaktadır. Bu durum, ihracatta Çin'e avantaj sağlayacaktır (Lin vd., 2024. s. 19-20).

Çin'in ihracatı son dönemde Doğu ve Orta Türkistan, Sahra Altı Afrika, Kuzey Afrika ve Orta Doğu'ya odaklanmaktadır. Bununla birlikte, Avrupa ve Kuzey Amerika ile de sağlıklı ticaret kanallarını açık tutmayı hedeflemektedir. Bu strateji, Çin'in küresel ticaretteki etkisini genişletirken, farklı bölgelerle ekonomik bağlarını güçlendirmesine de olanak sağlamaktadır (Brühl, 2025. s. 43).

Çin'in Avrupa ile Orta Türkistan üzerinden ticaret yapma isteği, Türkiye açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Coğrafi konumu itibarıyla Türkiye, Çin ile Avrupa arasındaki ticaretin kilit noktalarından biridir. Çin'in demiryolu ve karayolu aracılığıyla Avrupa'ya ulaşma arzusu, Türkiye üzerinden deniz, demir ve karayolu gibi çeşitli ulaşım alternatifleriyle sürdürülebilir. Türkiye, bu süreçte yalnızca bir geçiş noktası olmanın ötesine geçerek, Çin pazarlarına erişim avantajını da değerlendirmelidir. Bu kapsamda, lojistik altyapısını güçlendirmek, sanayi iş birliklerini artırmak ve katma değerli üretim alanlarında ortak projeler geliştirmek, Türkiye'nin küresel ticaretteki rolünü daha da güçlendirebilir.

Çin'in ABD ve AB ile Ticareti

Çin'in ABD ve AB ile ticaretinde beş temel unsur öne çıkmaktadır (Conteduca vd., 2025):

1. Küreselleşme sürecinde süreklilik: Küresel ticarete yaşanan değişimlere rağmen, Çin'in ABD ve AB ile ticaretinde belirgin bir gerileme gözlemlenmemektedir. Küreselleşme süreci, çeşitli zorluklara rağmen devam etmektedir.
2. Jeopolitik ayrışma süreci: Çin ve Batılı ülkeler arasındaki jeopolitik rekabet, ticaret politikalarına da yansımaktadır. ABD ve AB, stratejik sektörlerde Çin'e olan bağımlılığı azaltmaya çalışırken, küresel ticaret hatlarında rakip gruplara yönelik ayrışma süreci devam etmektedir.
3. ABD ve AB'nin ticari bağımlılığı: ABD'nin Çin'e olan ticari bağımlılığında 2018 yılından bu yana kademeli bir iyileşme görülmektedir. AB'de ise benzer bir iyileşme ancak 2023 yılında gözlemlenmiştir. Ancak bu düşüş, tüm sektörleri kapsamamakta, özellikle belirli teknoloji ürünleriyle sınırlı kalmaktadır.
4. Yeşil dönüşüm ve Çin ürünleri: ABD ve AB, genel olarak Çin'e olan ticari

bağımlılığı azaltmaya çalışsa da yeşil dönüşüme yönelik ürünlerin ithalatı artmaktadır.

5. Dolaylı ticaret ve tedarik zinciri uzaması: Artık daha fazla Çin ürünü, doğrudan değil, üçüncü ülkeler üzerinden ABD ve AB pazarına girmektedir. Bu durum, Çin mallarının tedarik zincirini uzatmakta ve farklı ticaret rotalarının gelişmesine neden olmaktadır. Örneğin, birçok Çin ürünü AB pazarına doğrudan değil, İtalya üzerinden giriş yapmaktadır.

Yeşil inovasyonda rekabetçi olabilmek için açık ticaret politikaları ve çevresel düzenlemeler önemlidir (Wen & Zhou, 2025). Bu önemim farkında olarak yukarıda verilen beş madde çerçevesinde Türkiye, Çin'e olan bağımlılığını azaltmak isteyen ABD ve AB için yeşil dönüşüm içerikli ürünlerin ihracatında daha rekabetçi olabilmek adına stratejik çalışmalar yürütebilir. Özellikle elektrikli araçlar, güneş panelleri ve batarya teknolojileri gibi sektörlerde, Çin'in küresel pazardaki hakimiyeti göz önünde bulundurularak, Türkiye'nin rekabet gücünü artırmaya yönelik Endüstri 4.0 odaklı planlamalar yapılabilir. Bu kapsamda:

1. Ar-Ge yatırımları artırılmalı ve yerli üretim teşvik edilmelidir. Örneğin, Çin, dünyanın en büyük lityum üreticisi olmasının yanı sıra, lityum üzerine en fazla akademik yayın üreten ülkeler arasında yer almaktadır (Bello-Yañez vd., 2025. s. 13). Benzer şekilde, Türkiye'nin yüksek teknoloji ihracatını artırma hedefi de akademik çalışmalarla desteklenmelidir.
2. Yüksek katma değerli üretim modelleri benimsenerek, yenilikçi teknolojiler geliştirilmeli ve tedarik zinciri optimize edilmelidir.
3. Yeşil enerji ve sürdürülebilir üretim politikaları uygulanarak, küresel yeşil ekonomi trendlerine uyum sağlanmalıdır. Zhang & Cui (2025) tarafından bu bağlamda, düşük karbonlu teknolojilere yönelik inovasyonun önemi vurgulanmaktadır. Çin ile rekabet edebilmek adına çevre dostu teknolojilerin teşvik edilmesi gerekmektedir.
4. Stratejik ortaklıklar ve yatırım teşvikleri ile ABD ve AB pazarlarında rekabet avantajı elde edilmelidir.

Bu tür adımlar, Türkiye'yi küresel tedarik zincirinde daha güçlü bir konuma getirerek, yeşil dönüşüm odaklı ihracatta Çin'e alternatif bir üretim merkezi haline getirebilir.

Sonuç

Bir ülke açısından değerlendirildiğinde, YT içeren ürünler hayati bir öneme sahiptir. Öncelikle, bu ürünlerin ihracatı, ülkelerin teknoloji kapasitelerinin bir göstergesidir. Ayrıca, YT içeren ürünleri ihraç edebilmek, ülkelere stratejik bir güç kazandırmaktadır (Yağış, 2024. s. 25).

Ar-Ge harcamaları, patent sayıları ve araştırmacı sayısı gibi faktörler, teknoloji üretme gücünü artırmakta ve bu güç, ihracatı dolayısıyla da ekonomik büyümeyi etkilemektedir. Bu bağlamda, bilimde yenilikçilik, teknoloji yeteneği ve ekonomik gelişme arasında uzun vadeli bir ilişki bulunmaktadır (Çalışkan Çavdar & Aydın, 2015). Bu ilişkiden yola çıkarak, ekonomik gelişmeyi hızlandırmak isteyen ülkelerin Ar-Ge harcamaları, patent sayıları ve araştırmacı sayısı gibi alanlarda iyileştirici planlamalar yapması gerekmektedir.

Bu çalışmada, kullanılan EM kümeleme yöntemi, Witten & Frank (2005) tarafından açıklanmıştır. Güler & Karahasan (2013), zaman serisi kümelemesinin avantajlarına dikkat çekmektedir. Liu D. vd. (2023) kümeleme yöntemiyle Çin'in illeri arasındaki ticareti incelemiş ve temel amaçlarının, oluşan kümeler aracılığıyla iller arasındaki gizli bağlantıları ortaya koymak olduğunu belirtmiştir. Bu üç çalışmadan yararlanarak hazırlanan bu araştırmada, zaman serisi küme analizi yaklaşımı temel alınmış ve benzer yapıya sahip farklı zaman serileriyle bölgesel benzerlikler ve farklılıklar açıklanmıştır. Çalışma kapsamında, ülkeler EM algoritmasına göre gruplanmış ve elde edilen gruplar, ülkeler arasındaki performans ilişkilerini ortaya koymuştur.

Sebastiani & Ramoni (2001) ve Aghabozorgi vd. (2015), aynı zaman dilimine sahip birden fazla alternatifin zaman serisi kümeleme yöntemiyle gruplanabileceğini göstermektedir ve bu çalışmada da benzer bir yaklaşım kullanılarak analiz yapılmıştır. Birden fazla ülke (alternatif), birden fazla yıl (kriter) kapsamında kümelenebilir. Akay (2021), Türkiye'nin AB ülkelerine karşı konumunu zaman serisi kümeleme analiziyle belirlemiştir. Benzer bir yaklaşımla, bu çalışmada Türkiye, Çin ve G7 ülkelerinin konumları, araştırmaya dahil edilen doksan beş ülkeye göre incelenmiş, G7 ülkeleri ile Çin ve G7 ülkeleri kendi

aralarında değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada, ülkeler YT ihracatı, TH ihracatı ve MvH ihracatı açısından incelenmektedir. İnceleme sonucunda, ülkeler bu üç başlık altında benzerlik veya farklılıklarına göre gruplanmıştır. Böylece, seçilen ülkelerin kriterler çerçevesinde birbirlerine karşı durumları ortaya konulmaktadır.

Seçili doksan beş ülkenin YT ihracatına göre, G7 ülkeleri benzer performans sergilemektedir ve bu ülkelere Belçika, Hollanda, Hong Kong, Kore Cumhuriyeti, Malezya, Meksika, Singapur, Tayland, Vietnam, Çekya, İrlanda ve İsviçre eşlik etmektedir. MvH ihracatına göre G7 ülkeleri incelendiğinde, Almanya ve ABD benzer bir performans sergilerken, diğer G7 ülkeleri olarak Birleşik Krallık, Fransa, Japonya, Kanada ve İtalya kendi aralarında benzer performansa imza atmışlardır. Bu ülkelere; Belçika, Hindistan, Hollanda, Hong Kong, Kore Cumhuriyeti, Meksika, Singapur, İspanya ve İsviçre eşlik etmektedir. G7 ülkeleri, TH ihracatına göre incelendiğinde, ABD eşsiz bir noktadadır. Almanya, Birleşik Krallık, Fransa ve Japonya benzer özellikler göstermektedir. Bu ülkelerin dışında kalan Kanada ve İtalya ise kendi aralarında benzer performans seviyesi yakalamışlardır.

YT ihracatı açısından, G7 ülkelerinin tamamı benzer performans gösterirken, Çin tek başına bir kümede yer alarak tüm ülkelere ayrılmıştır. MvH ihracatında, Çin'in G7 ülkeleri arasında Almanya ve ABD ile benzer özellikte olduğu görülmektedir. TH ihracatında ise, Çin; G7 ülkelerinden Almanya, Birleşik Krallık, Fransa ve Japonya ile benzer özellikler taşımaktadır. 2013-2022 yıllarını kapsayan bu sonuçlar, Çin'in bilhassa YT ihracatında eşsiz olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda, Çin'in MvH ihracatı ve TH ihracatında da G7 ülkelerinin seviyesine ulaştığı görülmektedir.

Sonuçlar Türkiye açısından incelendiğinde, G7 ülkeleriyle gerek YT ihracatı gerekse MvH ihracatı açısından bir benzerlik elde edilememiştir. TH ihracatı açısından, Türkiye G7 ülkelerinden Kanada ve İtalya ile benzer özellik gösterirken, diğer G7 ülkeleriyle bir benzerlik bulunmamaktadır. Çiftçi & Dilsiz (2024), teknoloji odaklı olmanın ihracat için önemini vurgulamaktadır. Bu nedenle, Türkiye'nin başta eğitim olmak üzere, ileri teknolojiye odaklı uygulamalar geliştirmesi gerekmektedir. Literatürde dile getirildiği gibi, ihracat performansı ülkelerin ekonomik olarak gelişmesi açısından önemlidir ve Türkiye, bu önemin gerekliliği olan Ar-Ge yatırımlarını teşvik etmek gibi ihracatta pozitif etki yaratacak uygulamaları göz ardı etmemelidir.

Coşar & Özari (2019), G7 ülkelerini kümeleme yöntemiyle karşılaştırmıştır. Burada da G7 ülkeleri, kendi aralarında 2013-2017 ve 2018-2022 yılları olacak şekilde iki zaman dilimindeki performansları çerçevesinde incelendiğinde, her iki dönemde de Almanya ve ABD'nin YT ihracatı ile MvH ihracatında diğer G7 ülkelerinden ayrıldıkları ve kendi aralarında benzerlik gösterdikleri görülmektedir. TH ihracatında ise sadece ABD, diğer G7 ülkelerinden farklılık göstermektedir ve diğer ülkeler kendi aralarında benzerdir. Bu sonuçlara göre, G7 ülkelerinde ABD'nin lider konumda olduğu görülmektedir. Bu ülkeye, YT ihracatı ve MvH ihracatında Almanya eşlik etmektedir. Diğer ülkelerin incelenen yıllar çerçevesinde bu iki ülkenin gerisinde kaldığı görülmektedir.

Çalışmanın Teorik Katkısı

Dünya, Çin ve ABD arasındaki ticaret savaşlarına tanıklık etmektedir (de Melo & Solleder, 2025. s. 2). Bu bağlamda, ülkelerin ihracat güçleri açısından konumlarını belirlemeleri stratejik bir önem taşımaktadır.

Bu çalışma, YT, MvH ve TH ihracatı literatürüne teorik bir katkı sağlamaktadır. Bu katkı, G7 ülkeleri, Çin ve Türkiye'nin üç temel ihracat türüne göre diğer ülkelerle benzerlik ve farklılık durumlarını ortaya koymaktır. Ayrıca, G7 ülkelerinin ve G7 ülkelerine göre Çin'in iki farklı zaman dilimi içerisindeki karşılıklı konumları da gösterilmektedir.

Çalışmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmada bazı sınırlılıklar bulunmaktadır. İlk olarak, verilerine ulaşılabilen doksan beş ülkenin araştırmaya dahil edilmesidir. İkinci olarak, veriler yalnızca 2013-2022 yıllarını kapsamaktadır, çünkü 2023 yılında birçok ülkede veri eksikliği mevcuttur. Eğer 2023 yılı çalışmaya dahil edilseydi, daha az ülkenin karşılaştırması yapılabilecekti.

Gelecekteki Çalışmalar

Bu araştırma, farklı kümeleme algoritmaları kullanılarak yenilenebilir. Ayrıca, birden fazla kümeleme algoritması aynı anda kullanılarak, algoritmalar arasında karşılaştırma yapılabilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The author declared that this study has received no financial support.

Kaynakça

- Aghabozorgi, S., Shirkhorshidi, A.S., & Wah, T.Y. (2015). Time-series clustering – A decade review. *Information Systems*, 53, 16-38. [\[CrossRef\]](#)
- Akay, Ö. (2021). Yüksek teknoloji ihracatında Türkiye'nin yeri ve belirleyicileri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(4), 1128-1141. [\[CrossRef\]](#)
- Akın, T., Güneş, S., Gürel, S. P., & Karadam, D. Y. (2020). Yüksek teknoloji ihracatının temel belirleyicilerinin analizi: bir panel veri. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(21), 242-267. [\[CrossRef\]](#)
- Aktaş, N. (2022). G7 Ülkelerinin inovasyon göstergelerinin değerlendirilmesi. *EUropean Journal of Managerial Research (EUJMR)*, 6(10), 87-104.
- Alasali, T., & Ortakci, Y. (2024). Clustering techniques in data mining: a survey of methods, challenges, and applications. *Computer Science*, 9(1), 32-50. [\[CrossRef\]](#)
- Altun, A., Avsar, I.I., Turan, T., & Yanikkaya, H. (2023). Does global value chain participation boost high technology exports? *Journal of International Development*, 35(5), 820-837. [\[CrossRef\]](#)
- Altunok Memiş, A. (2024). Susam (sesamum indicum l.) genotiplerinin ana bileşen ve kümeleme analizi ile değerlendirilmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 34(Özel Sayı), 140-148. [\[CrossRef\]](#)
- Arica, F. & Koyuncu, G. (2024). Yüksek teknoloji ürün ihracatı ile politik istikrar ilişkisinin BRICS-T ülkeleri açısından analizi. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 19(1), 26-36.
- Aydın, Z., & Atay Polat, M. (2024). İklim değişikliği ile mücadelede uygulanan kamu politikaları bakımından Türkiye'nin Avrupa Birliği içindeki durumunun analizi. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 16(30), 173-185. [\[CrossRef\]](#)
- Bello-Yañez, X. V., Martínez-Rodríguez, M.-C., Campos-Villegas, L. E., Cervantes-Nájera, A. L., & Padilla-Rivera, A. (2025). Mapping Scientific and Topic Evolution Around Lithium-Based Clean Energy Technologies: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 17(1), 255. [\[CrossRef\]](#)
- Bitgen Sungur, B. & Madenoğlu, F. S. (2024). Examination of provinces in Türkiye about sectoral employment share by cluster analysis. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1), 347-366. [\[CrossRef\]](#)
- Bozkurt, S. G., & Kuşak, L. (2024). Detection of population density, LULC variation and cross-regional similarities using k-means clustering algorithm in Istanbul example. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 9(1), 69-86. [\[CrossRef\]](#)
- Brühl, V. (2025). The economic rise of China – an analysis of China's growth drivers. *Int Econ Econ Policy*, 22, 16. [\[CrossRef\]](#)
- Büyüksaatçı Kiriş, S., & Tüysüz, F. (2017). Performance comparison of different clustering methods for manufacturing cell formation. *Sakarya University Journal of Science*, 21(5), 1031-1044. [\[CrossRef\]](#)
- Cengiz, K. (2020). Analyzing classifier performances based on implemented expectation-maximization algorithm to gaussian mixture model. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 26-37. [\[CrossRef\]](#)
- Changalasetty, S. B., Ghribi, W., Badawy, A. S., Bangali, H., Ahmed, A. M. & Thota, L. S. (2021). Using EM technique for Juvenile crime zoning. *2021 5th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON)*, Mathura, India, 1-6, [\[CrossRef\]](#)
- Class EM, weka.clusterers, <https://weka.sourceforge.io/doc.dev/weka/clusterers/EM.html>, Erişim tarihi: 01.08.2024.
- Conteduca, F.P., Giglioli, S., Giordano, C., Mancini, M. & Panon L. (2025). Trade fragmentation unveiled: five facts on the reconfiguration of global, US and EU trade. *Journal of Industrial and Business Economics*. [\[CrossRef\]](#)
- Coşar, E., & Özari, Ç. (2019). K-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi ile G-7 Ülkelerinin Ekonomik Özgürlükler Açısından Karşılaştırılması. *Florya Chronicles of Political Economy*, 5(1), 37-60.
- Çakmaklı, B. M. (2024). The impact of economic integration agreements on Turkey's high technology product exports: ASEAN case. *Fiscaeconomia*, 8(1), 304-325. [\[CrossRef\]](#)
- Çalışkan Çavdar, Ş., & Aydın, A.D. (2015). An Empirical Analysis about Technological Development and Innovation Indicators. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 1486-1495.
- Çiftçi, N., & Dilsiz, G. (2024). G7 ülkelerindeki ar-ge faaliyetlerinin ihracat çeşitliliği üzerindeki etkisi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 13(2), 110-132.
- Dağ, O. (2023). OECD ülkelerinin ihraç ve ithal edilen ürün gruplarına göre kümelenmesi. *GMBD*, 9(4), 186–200.
- Dağ, O., & Karaatlı, M. (2020). Resort otellerin kümeleme

- analizi ile incelenmesi: Antalya ili örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (36), 200-232.
- de Melo, J., Solleder, JM. (2025). How can the African Continental Free Trade Area (AfcFTA) help develop regional value chains across Africa? An exploration. *Rev World Econ.* [\[CrossRef\]](#)
- Dempster A.P., Laird N.M., & Rubin D.B. (1977). Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 39(1), 1-38.
- Diñçer, N.G., Güneri Ö.İ. & Yalçın M.O (2016). Zaman serisi kümelemesinin Türkiye'deki hava kirliliği izleme istasyonlarındaki bilgi fazlalığının tespit edilmesine uygulanması. *Sakarya University Journal of Science*, 20(3), 605-616. [\[CrossRef\]](#)
- Doğuş, O., Şahinbaş, K., & Silahtaroglu, G. (2024). analysis of city demographics in Türkiye using data mining techniques. *Acta Infologica*, 7(1), 107-123. [\[CrossRef\]](#)
- Dörterler S., Dumlu H., Özdemir D., & Temurtaş H. (2024). Hybridization of meta-heuristic algorithms with k-means for clustering analysis: case of medical datasets. *GMBD*, 10(1), 1–11.
- Dündar, A. (2024). Kümeleme analizi ile Türkiye'deki illerin mahalli idareler bütçe gelirlerine göre sınıflandırılması. *Sayıştay Dergisi*, (132), 101-130. [\[CrossRef\]](#)
- Ecemiş, O. & Irmak, S. (2018), Paslanmaz çelik sektörü satış tahmininde veri madenciliği yöntemlerinin karşılaştırılması/comparison of data mining methods in stainless steel sector sales forecasting, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 148-169.
- Eminoğlu, Ö., Mutlu, N. M., & İmre Bıyıklı, S. (2024). İleri eğitilmiş kadın iş gücünün sürdürülebilir büyümeye etkisi: Kümeleme analizi. *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 10(1), 67-86. [\[CrossRef\]](#)
- Erdal, M. (2000). Yüksek teknoloji ürünleri pazarlaması. *Öneri Dergisi*, 3(14), 129-136. [\[CrossRef\]](#)
- Eren, H. & Aksoy, E. (2021). Ülkelerin lojistik performanslarına göre uluslararası demiryolları istatistikleri açısından kümelenmesi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 13(2), 111-137
- Ergün, Ü. R., & Bulut, E. (2024). Türkiye'nin demir çelik ithalatının kümeleme analizi ile incelenmesi. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 370-393. [\[CrossRef\]](#)
- Evdokimova, S.A. (2021). J. Phys.: Conf. Ser. 2032 012117. [\[CrossRef\]](#)
- Ferreira, L., & Hitchcock, D. B. (2009). A comparison of hierarchical methods for clustering functional data. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 38(9), 1925–1949. [\[CrossRef\]](#)
- Glover, P.W.J., Mohammed-Sajed, O.K., Akyüz, C., Lorinczi P., & Collier R. (2022). Clustering of facies in tight carbonates using machine learning. *Marine and Petroleum Geology*, 144, 105828. [\[CrossRef\]](#)
- Göksu, A., & Yıldız, K. (2024). Adıyaman doğal badem popülasyonundaki genotiplerde gözlenen değişkenliğin çok değişkenli analizlerle incelenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 39(1), 1-10. [\[CrossRef\]](#)
- Grassi, R., Bartesaghi, P., Benati, S. & Clemente, G. P. (2021). Multi-Attribute community detection in international trade network. *Netw Spat Econ*, 21, 707–733. [\[CrossRef\]](#)
- Güler N., & Karahasan, M. (2013). Zaman serisi kümelemesi yaklaşımı ile OECD ülkelerinin ithalatının tahmini. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 50(586), 61-73.
- Hassan E., Malik F., Khan Q. W., Ahmad N., Sardaraz M., Karim F. K., Elmannai H. (2025). A Hybrid K-Means++ and Particle Swarm Optimization Approach for Enhanced Document Clustering. *IEEE Access*, 1-24. [\[CrossRef\]](#)
- Işııkay, T. & Ozansoy, T. (2024). Tüketicilerin gizlilik endişesi ve reklam değerlerine bağlı olarak bölümlendirilmesi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 25(2), 201-211. [\[CrossRef\]](#)
- Kalkan, Y., & Pala, F. (2022). Yüksek teknoloji ihracatı belirleyicilerinin panel ARDL analizi ile incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (35), 193-204. [\[CrossRef\]](#)
- Karaatlı, M., & Altıntaş, E. (2018). Borsa İstanbul işletmelerinin veri madenciliği ile kümelenmesi-clustering the companies listed on stock exchange ıstanbul by data mining. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(26), 871-886. [\[CrossRef\]](#)
- Kaya, V., & Uğurlu, S. (2013). Ar-Ge Harcamaları ile İhracat Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği, 1990-2011. *EKEV Akademi Dergisi*, (57), 269-282.
- Kaygısız, E., Sahin, B., & Kara, K. (2024). Determination and classification of entrepreneurial efficiency of countries: Data envelopment analysis and hierarchical clustering analysis. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(1), 85-112. [\[CrossRef\]](#)
- Kocabaş Akay, M., Çiftçi, M. M., & Şahin Günkut, M. (2024). İnsanların gelir düzeyleri ile enflasyon artışından kaynaklı harcama alışkanlıklarının veri madenciliği algoritmaları ile analizi. *Dünya İnsan Bilimleri Dergisi*, (1), 32-47. [\[CrossRef\]](#)
- Kong, D.-D., Jin, Z.-H., & Wang, R. (2025). Can talent allocation drive transformation and upgrading of export trade through technological innovation under low-carbon background. *Technological and Economic Development of Economy*, 1–23. [\[CrossRef\]](#)

- Krkořková, R. (2021). Analysis of Czech/Slovak exports and German economy. *Ekonomický časopis. Journal of Economics*, 69(1), 18-33, 0013-3035. [\[CrossRef\]](#)
- Librantz A.F.H., & Santos F.C.R.d. (2023). Intelligent clustering techniques for the reduction of chemicals in water treatment plants. *Sustainability*, 15(8), 6579. [\[CrossRef\]](#)
- Lin, Y., Lai, F., Liu, X., Shi, Z., & Chen, D. (2024). Examining trend and synergistic development of China's 'new three' industries, China-Europe trade, and China Railway Express. *All Earth*, 37(1), 1–22. [\[CrossRef\]](#)
- Liu, K., Wang, X., & Zhang, T. (2025). Rollover restrictions and firm export behavior: evidence from China. *Journal of Applied Economics*, 28(1). [\[CrossRef\]](#)
- Liu D, Liang J, Xu S., & Ye M. (2023). Analysis of carbon emissions embodied in the provincial trade of china based on an input–output model and k-means algorithm. *Sustainability*, 15(12), 9196. [\[CrossRef\]](#)
- Loder, A.K.F. (2025). Master's programs' dropout and graduation clusters in a university system with a multiple enrollment policy, *International Journal of Educational Research Open*, 8, 100423, [\[CrossRef\]](#)
- Martins J.M., Gul A., Mata M. N., Haider S. A., Ahmad S.. (2023). Do economic freedom, innovation, and technology enhance Chinese FDI? A cross-country panel data analysis. *Heliyon*, 9(6), e16668.
- Massadikov, K., & Özhan, M. (2022). High technology policy in the European Union. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 17(65), 209-235. [\[CrossRef\]](#)
- Morck, R., Sepanski, J. & Yeung, B. (2001), Habitual and Occasional Lobbyers in the U.S. Steel Industry: An EM Algorithm Pooling Approach. *Economic Inquiry*, 39, 365-378. [\[CrossRef\]](#)
- Namlı, E., & Murat, S. (2019). Müşteri odaklı pazarlama stratejileri için veri madenciliği teknikleri kapsamında perakende sektöründe kümeleme analizi uygulaması. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10, 317-327. [\[CrossRef\]](#)
- NbClust, NbClust Package for determining the best number of clusters. NbClust function – Rdocumentation.
- Nguyen, C. H. (2020). The impact of foreign direct investment, aid and exports on economic growth in Vietnam. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(10), 581–589. [\[CrossRef\]](#)
- Özari, Ç., & Can, E. N. (2023). Finansal Göstergeler Açısından Borsa İstanbul'da Faaliyet Gösteren Üretim Şirketlerinin Değerlendirilmesi: Silhouette İndeksine ve Elbow Yöntemine Göre K-Ortalamlar ile Kümeleneşmesi. *Muhasebe Enstitüsü Dergisi*, (69), 1-19. [\[CrossRef\]](#)
- Özari, Ç., & Demirkale, Ö. (2020). K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile temel makroekonomik ve finansal göstergeler ile değerlendirilmesi: kırılğan beşli ülkelerinin örneği. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(1), 22-32. [\[CrossRef\]](#)
- Özkan, S., & Gültepe, M. (2024). Dijitalleşme sürecinde ERP ve CRM yazılımı kullanımının x-means kümeleme analizi ile sınıflandırılması. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(30), 305-324. [\[CrossRef\]](#)
- Pourahmad, S., Foroozani, S., Nourelahi, M., Hosseini, A. & Razmkhah, M. (2021). Evaluation of Twenty Genes in Prognosis of Patients with Ovarian Cancer Using Four Different Clustering Methods. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 22(6), 1781-1787. [\[CrossRef\]](#)
- Pehlivanoglu, F., & Narman, Z. (2024). Teknolojik yenilik ve ekonomik büyüme ilişkisi: seçilmiş OECD ülkeleri örneği. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(46), 1-10. [\[CrossRef\]](#)
- Pioch M. (2017). BRICS in trade clusters: the prospects of convergent trade policies of large emerging economies. *St Petersburg University Journal of Economic Studies*, 33(2), 282-302.
- Sardá-Espinosa, A. (2019). Time-Series Clustering in R Using the dtwclust Package. *The R Journal*, 11(1), 22-43.
- Sarihan, A. Y. (2024). Export efficiency and competitiveness in high tech products: an examination on developed markets. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (60), 23-34. [\[CrossRef\]](#)
- Sebastiani, P., & Ramoni, M., (2001). Common trends in european school populations, *Research in Official Statistics*, 169-183.
- Sözen, Ç., & Bulut, H. (2024). Clustering of countries according to programme for international student assessment (PISA) scores. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 14(2), 424-434. [\[CrossRef\]](#)
- Şimşek, A. B. (2024). Evaluation of provinces in Türkiye with health indicators by density-based spatial clustering analysis. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 135-157. [\[CrossRef\]](#)
- Tanasiichuk, A., Dybchuk, L., Shevchuk, A., Hromova, O., Mykhailo, H., Zakharchuk, I., & Ulianych, Y. (2025). International Marketing Diversification: A Path to Sustainable Enterprise Development. *European Journal of Sustainable Development*, 14(1), 266. [\[CrossRef\]](#)
- Tengelin, K., & Sopasakis A. (2020). Tick based clustering methodologies establishing support and resistance levels in the currency exchange market[J]. *National Accounting Review*, 2(4), 354-366. [\[CrossRef\]](#)
- Thota, L.S., Baireddy, R.R., Chandalasetty, S.B., & Pemula, R. (2022). Juvenile Crime Categorization with EM Clustering. In: Reddy, V.S., Prasad, V.K., Mallikarjuna Rao, D.N., Satapathy, S.C. (eds) *Intelligent Systems and*

- Sustainable Computing. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 289. Springer, Singapore. [\[CrossRef\]](#)
- Ul-Haq, J., Visas, H., Krivins, A., Remeikienė, R., & Hye, Q. M. A. (2025). The drivers of export product diversification in China: does natural resource endowments matter? *Technological and Economic Development of Economy*, 1–22. [\[CrossRef\]](#)
- Wang, X, Wang, J., & Fečkan, M. (2020). BP neural network calculus in economic growth modelling of the group of seven. *Mathematics*, 8(1), 37. [\[CrossRef\]](#)
- Wen, J., & Zhou, Y. (2025). Trade openness and urban green innovation: A dual perspective based on financial agglomeration and human capital accumulation. *Sustainable Futures*, 9, 100478. [\[CrossRef\]](#)
- Witten, I.H., & Frank E. (2005). Data mining: practical machine learning tools and techniques. *Morgan Kaufmann Publishers is an imprint of Elsevier*, 500 Sansome Street, Suite 400, San Francisco.
- Dünyabankası, World development indicators, <https://databank.worldbank.org>, Erişim tarihi: 27.07.2024.
- Yağış, O. (2024). Yüksek teknoloji ürünü ihracatı ve ekonomik büyüme ilişkisi: panel veri analizi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 18-29. [\[CrossRef\]](#)
- Yaşar, F., & Bolat, İ. (2023). BRICS ülkeleri ile Türkiye'nin ekonomik performansının dış ticaret verileri kapsamında TOPSIS yöntemi ile incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(2), 181-194. [\[CrossRef\]](#)
- Yığıt, P. (2024). Assessing and clustering countries based on Covid-19 and related indicators: clustering and MULTIMOORA approaches. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 22(53), 876-896. [\[CrossRef\]](#)
- Zhang, X., & Cui X. (2025). Impact of cutting-edge hybrid electric vehicle technological innovation on carbon emissions in China. *Sustainable Futures*, 9, 100447. [\[CrossRef\]](#)

Extended Abstract

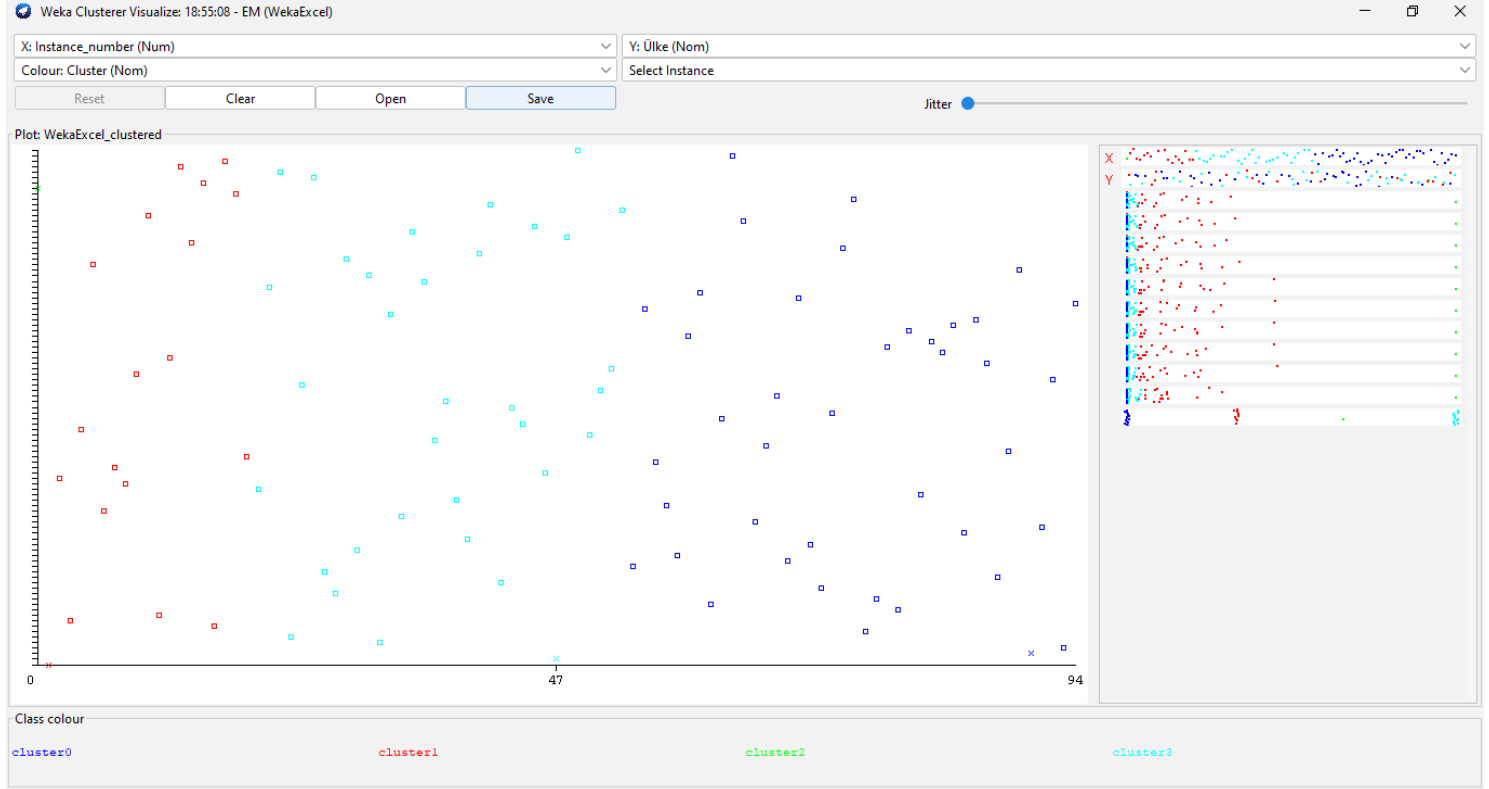
Aim: The aim of this study is to compare the export performance of selected countries, focusing on the G7 countries, China and Türkiye. The comparison is based on data on exports of goods and services, high technology and commercial services. The first part of the analysis compares 95 countries. The second part compares the G7 countries among themselves. The study uses Worldbank data for the period 2013-2023 and uses the Expectation Maximization clustering method to determine the relative positions of countries. This clustering method ranks alternatives (countries) according to certain criteria (exports by years). The clustering results provide a perspective on the similar and different groups of countries.

Method: In this study, the EM clustering algorithm was used to assess 95 different countries. Countries are clustered according to 3 different types of exports, in particular high technology exports. In this way, similarities and dissimilarities between countries were identified.

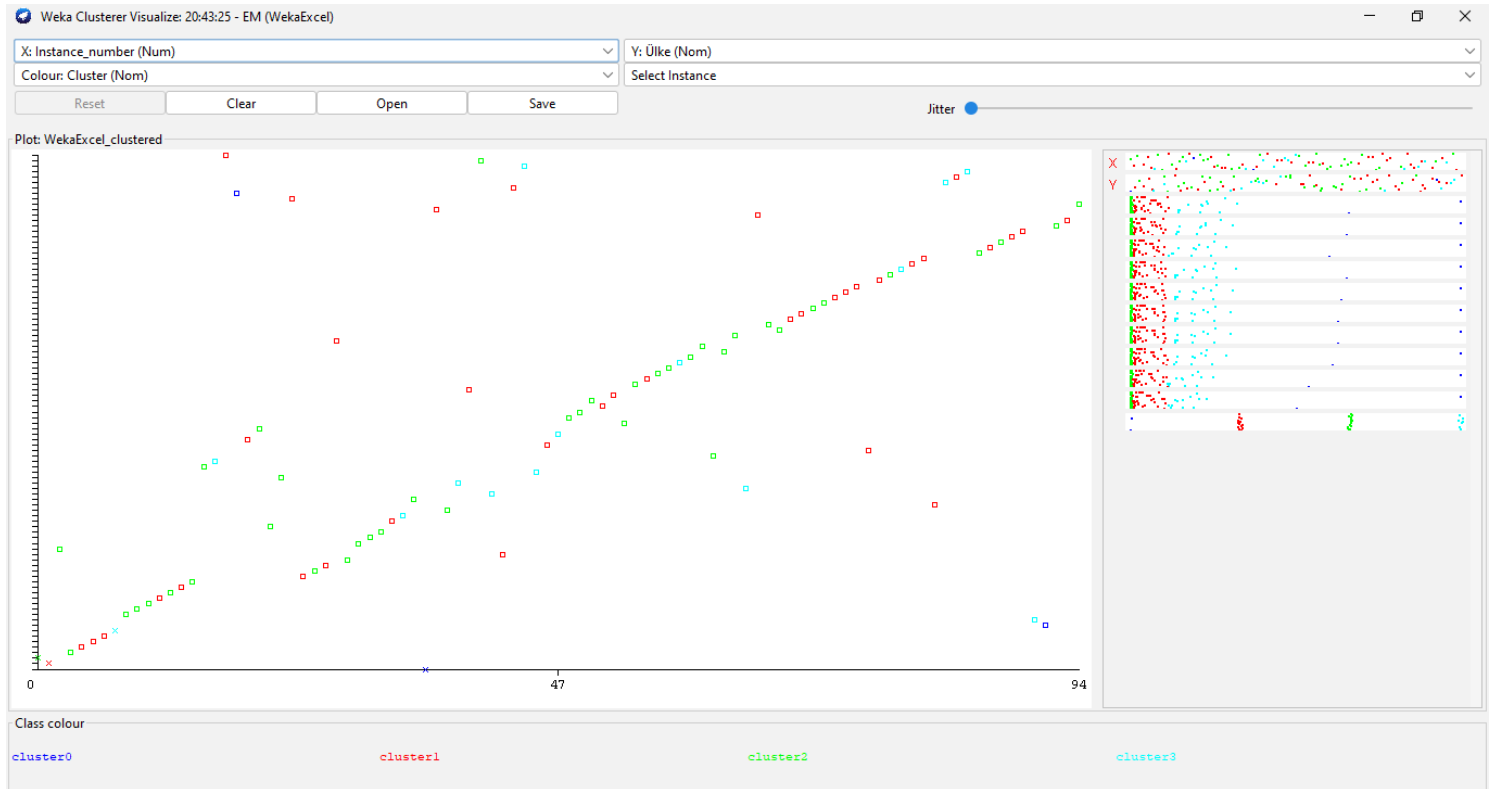
Findings: In terms of high-tech exports of the 95 selected countries, the G7 (Group of Seven) countries show a similar performance, followed by Belgium, the Netherlands, Hong Kong (SAR, China), the Republic of Korea, Malaysia, Mexico, Singapore, Thailand, Vietnam, the Czech Republic, Ireland and Switzerland. When analyzing the G7 countries by exports of goods and services, Germany and the United States show a similar performance, while the other G7 countries, namely the United Kingdom, France, Japan, Canada and Italy, show a similar performance among themselves. When analyzing the G7 countries by exports of commercial services, the United States is in a unique position. Germany, the United Kingdom, France and Japan have similar characteristics. Outside these countries, Canada and Italy have achieved similar levels of performance.

Conclusion: This study gives policy makers an idea of countries' future policy plans. It is valuable because it shows that countries can be compared with other countries on the basis of similarities or differences in export performance. This study can be renewed by using more countries and more years of data.

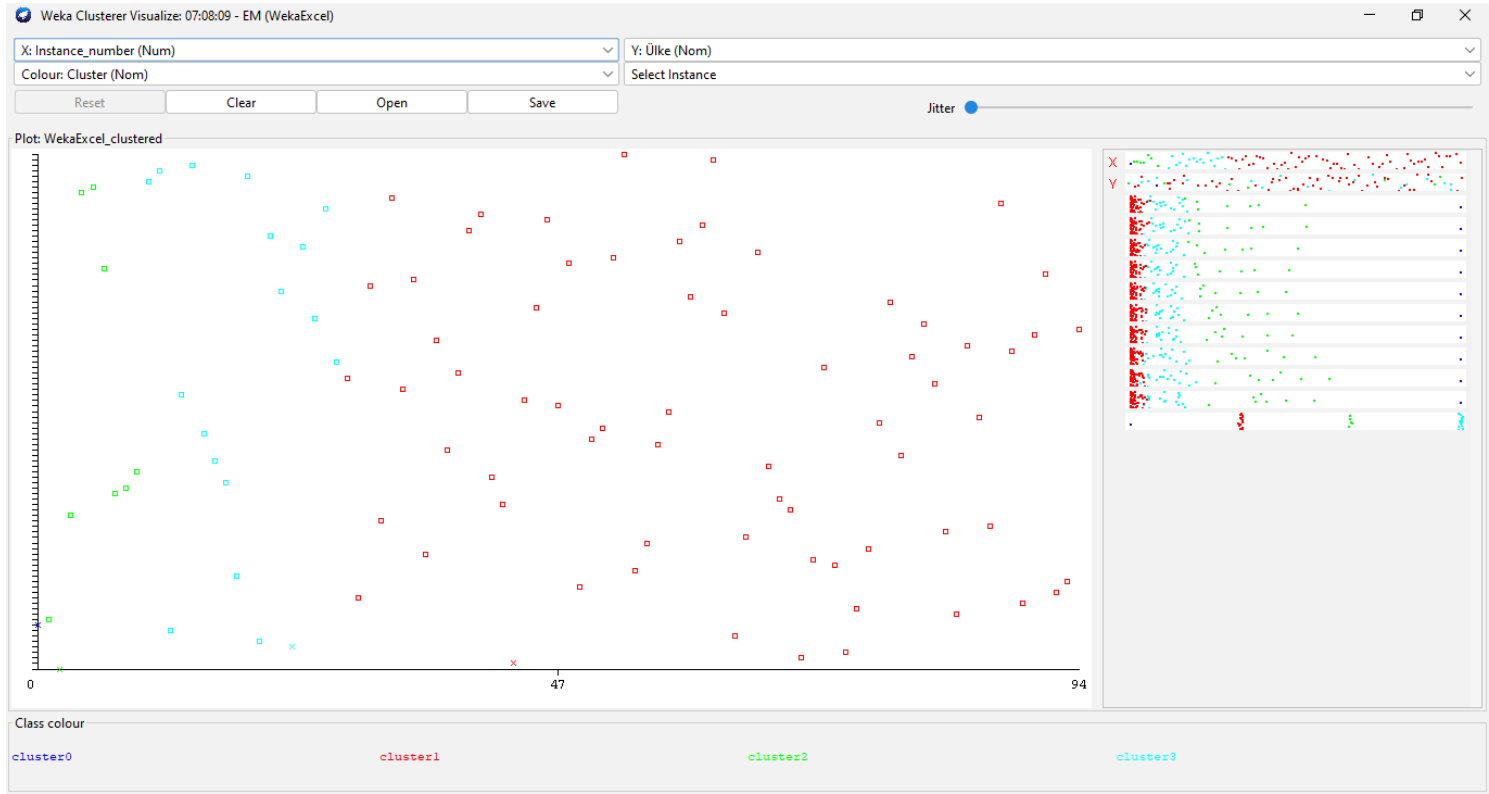
Ek 1. Yüksek Teknoloji İhracatına Göre (\$) Ülkelerin Küme Çıktısı



Ek 2. Mal ve Hizmet İhracatına Göre Ülkelerin Küme Çıktısı



Ek 3. Ticari Hizmet İhracatına Göre Ülkelerin Küme Çıktısı



Ek 4. Kontrol Kümesi: Yüksek Teknoloji İhracatı (İmalat Sanayi İhracatının Yüzdesi) Kümelemesi

Küme	Ülke Sayısı	Ülkeler
0	5	Hong Kong, Kazakistan, Malezya, Singapur, Vietnam,
1	18	Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, ABD, Brezilya, Danimarka, Estonya, Japonya, Kanada, Letonya, Litvanya, Macaristan, Meksika, Moğolistan, Yunanistan, Çekya, İsveç
2	59	Arjantin, Arnavutluk, Aruba, Azerbaycan, Bolivya, Bosna Hersek, Botsvana, Brunei Darüsselam, Bulgaristan, Burkina Faso, Dominik Cumhuriyeti, Ekvador, El Salvador, Endonezya, Ermenistan, Etiyopya, Fiji, Fildişi Sahili, Finlandiya, Guatemala, Güney Afrika, Gürcistan, Hindistan, Hırvatistan, Kamboçya, Karadağ, Katar, Kolombiya, Kuzey Makedonya, Kırgız Cumhuriyeti, Lübnan, Lüksemburg, Madagaskar, Mauritius, Moldova, Mozambik, Mısır Arap Cumhuriyeti, Namibya, Nikaragua, Pakistan, Panama, Paraguay, Peru, Polonya, Portekiz, Romanya, Ruanda, Slovak Cumhuriyeti, Slovenya, Tanzanya, Tunus, Türkiye, Ukrayna, Uruguay, Yeni Zelanda, Zambiya, İspanya, İtalya, Şili
3	13	Birleşik Krallık, Fransa, Hollanda, Kore Cumhuriyeti, Kosta Rika, Malta, Nijer, Norveç, Tayland, Çin, İrlanda, İsviçre, İzlanda

Ek 5. Kontrol Kümesi: Yüksek Teknoloji İhracatı (Ek 4, İmalat Sanayi İhracatının Yüzdesi) Küme 3 Elemanların Değerleri

Ülke	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Birleşik Krallık	23,57438	22,19218	22,32275	23,5459	22,60672	22,31956	23,08326	22,99716	23,85368	26,52316
Fransa	27,156	27,4407	28,18461	27,90946	25,99701	25,91703	26,91144	23,12436	21,8795	20,75636
Hollanda	24,63812	24,5263	24,04631	23,98505	22,90413	22,48998	23,02785	23,1402	21,97744	20,55433
Kore Cum.	29,81578	30,05823	31,21078	30,52377	32,54563	36,39071	32,40443	35,79034	36,18996	16,97592
Kosta Rika	43,44139	36,5061	16,984	18,44221	18,4952	18,46687	17,56491	15,68195	16,967	20,429
Malta	38,7106	34,70842	30,79472	21,93325	30,37706	33,07081	29,62182	35,33777	30,73555	7,923563
Nijer	57,68816	60,29982	15,86162	6,845976	18,32427	8,562054	5,649701	12,24093	32,36996	13,85212
Norveç	21,02046	22,31528	22,26263	20,95497	21,5968	21,11728	22,49117	22,06759	20,58509	23,60885
Tayland	22,1169	22,63469	23,90663	24,15131	25,0936	23,70033	23,53905	27,66722	24,77899	21,78778
Çin	31,57436	29,69541	30,42195	30,24264	30,90724	31,5451	30,8172	31,27559	30,41013	23,11867
İrlanda	24,98374	24,9187	28,33873	32,84159	29,33401	25,01503	25,97674	25,89882	28,47784	40,68974
İsviçre	26,74996	26,65761	27,05065	27,3349	14,02343	13,31747	12,90854	12,84405	14,23402	28,84084
İzlanda	15,7351	17,12339	20,13939	23,38923	26,37598	23,47337	38,0792	27,95731	33,48734	33,27567

Ek 6. Kontrol Kümesi: Yüksek Teknoloji İhracatı (Ek 4, \$) Küme 3 Eleman Değerleri

Ülke	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Birleşik Krallık	74.696.893.576	76.014.219.847	74.578.603.459	73.806.480.005	73.689.913.071	75.580.036.686	76.894.056.310	58.143.796.335	66.699.915.640	72.663.086.859
Fransa	118.708.423.591	120.586.813.434	109.607.526.938	108.744.117.954	108.779.749.957	117.574.883.771	120.534.304.793	87.120.395.046	97.528.027.435	95.753.974.734
Hollanda	80.845.643.974	84.386.293.273	69.698.579.508	70.989.860.005	77.733.569.352	85.531.768.673	86.980.976.671	87.143.360.465	101.298.570.759	92.149.414.409
Kore Cum.	143.473.573.511	149.049.317.631	147.041.119.417	135.900.455.619	166.652.775.035	192.785.756.041	153.546.690.360	163.935.662.525	204.979.876.610	98.537.965.972
Kosta Rika	3.074.122.818	2.418.529.245	869.820.756	951.891.475	1.106.654.384	1.148.831.722	1.154.572.202	1.038.666.156	1.457.227.994	1.921.488.086
Malta	1.016.402.130	856.958.426	634.073.632	582.916.883	650.667.569	760.310.020	754.560.019	844.223.002	763.239.121	206.522.669
Nijer	53.489.209	72.921.911	11.881.005	4.109.929	17.744.305	5.845.178	1.838.136	8.771.623	12.797.212	5.916.151
Norveç	5.372.311.643	5.698.240.148	5.035.410.425	4.311.783.123	4.265.577.951	4.318.503.106	4.610.571.780	4.068.984.524	4.733.188.001	5.273.631.388
Tayland	37.049.818.615	38.435.812.608	38.815.027.519	39.026.187.937	43.933.574.126	44.752.860.071	40.141.556.044	45.837.990.484	49.287.590.790	44.864.080.341
Çin	655.897.281.624	653.847.619.827	652.212.458.371	594.520.851.399	654.156.803.837	731.318.634.577	715.302.940.183	757.458.883.661	942.314.815.525	769.699.283.036
İrlanda	25.027.872.671	25.849.278.835	30.612.181.008	37.991.858.232	35.187.469.942	36.589.111.621	39.354.029.994	43.116.353.946	49.839.637.279	80.006.331.470
İsviçre	54.346.224.629	57.101.557.330	53.795.507.159	55.536.700.708	29.833.875.250	30.114.429.626	29.872.166.791	29.244.241.618	38.184.112.955	77.973.722.315
İzlanda	94.978.256	119.694.465	111.536.291	136.816.467	167.559.775	143.430.806	305.002.018	144.572.358	239.162.345	322.122.034

Ek 7. Yüksek Teknoloji İhracatına Göre (İmalat Sanayi İhracatının Yüzdesi) Ülkelerin Küme Çıktısı

