

Dış Ticaret Verileri İçin Kümeleme Analizi: Türkiye, Azerbaycan ve Kazakistan Örneği

Cihan ÇILGIN (<https://orcid.org/0000-0002-8983-118X>), Department of Management Information Systems, Bolu Abant İzzet Baysal University, Turkey; e-mail: cihancilgin@ibu.edu.tr

Aslı Seda KURT (<https://orcid.org/0000-0003-0356-7443>), Department of Economics, Dokuz Eylül University, Turkey; e-mail: asliseda.kurt@deu.edu.tr

Cluster Analysis for Foreign Trade Data: The Case of Turkey, Azerbaijan, and Kazakhstan

Abstract

Foreign trade is one of the most critical sources of welfare. Factors such as population, per capita income, and the distance between countries is among the crucial determinants of foreign trade. This paper aims to cluster the data set regarding the export and import of Turkey and Turkic Republics by considering other determinants of foreign trade for 2017. In this study, Kazakhstan and Azerbaijan, of which data sets are available, are considered, and Turkey. For this paper, K-means, Ward hierarchical clustering, and self-organizing maps are used. The findings of this paper present detailed evidence as to the export and import of the countries handled.

Keywords : Foreign Trade, Clustering, K-Means, Ward Hierarchical Clustering, Self-Organizing Maps (SOM).

JEL Classification Codes : F10, C19.

Öz

Dış ticaret refahın en önemli kaynaklarından biridir. Ülkelerin nüfusları, kişi başına düşen gelir düzeyleri, ülkeler arasındaki uzaklık gibi faktörler ise dış ticaretin önemli belirleyenlerindedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye ve Türk Cumhuriyetleri'nin ihracat ve ithalata ilişkin 2017 yılına ait veri setlerini, dış ticaretin temel belirleyenlerini de dikkate alarak kümelemektir. Çalışmada Türkiye'nin yanı sıra veri seti açısından uygun durumda bulunan Kazakistan ve Azerbaycan ülkeleri dikkate alınmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda K-ortalama, Ward hiyerarşik kümeleme ve kendi kendini düzenleyen haritalar yöntemlerinden yararlanılmıştır. Uygulama sonuçları, ele alınan ülkelerin ihracat ve ithalatındaki kümelere ilişkin detaylı tespitler sunmaktadır.

Anahtar Sözcükler : Dış Ticaret, Kümeleme, K-Ortalama, Ward Hiyerarşik Kümeleme, Kendi Kendini Düzenleyen Haritalar (SOM).

1. Giriş

Bölgesel değerlerin ön plana çıkarılması ve yakın coğrafyadaki ülkelerin birbiriyle her alanda işbirliğine gitmesi anlamında dünyada bölgeselleşme eğilimleri artarken diğer yandan da küreselleşmenin ve teknolojideki ilerlemenin gerektirdiği şekilde ülkeler pek çok farklı ülke ile her alanda ilişkilerini geliştirmektedirler. Ülkeler arasındaki ekonomik ilişkiler düşünüldüğünde ilk akla gelen alan şüphesiz tarihsel bir zorunluluk olarak da dış ticarettir. Dünya ticaret hacmi 2018 yılı itibariyle 19,475,361 Milyon ABD Doları'dır. Dünya ticaret hacmi 2000'li yılların başında artış eğiliminde iken 2008 Küresel Finans Krizi'ne kadar nispeten istikrarlı bir görünüm sergilemiştir. Krizin etkisiyle daralan ticaret hacmi, hemen tüm ülkelerde uygulamaya geçirilen politikaların etkisiyle yeniden artsa da gelineen noktada daralma eğilimini sürdürmektedir. Son dönemde yaşanan küresel salgın da bu süreci desteklemektedir.

Türkiye ile Türk Cumhuriyetleri arasındaki ekonomik ve siyasi ilişkiler her dönemde dikkat çekmeyi sürdürmektedir. Türkiye'de Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı çerçevesinde konuya ilişkin bir Özel İhtisas Komisyonu Raporu da hazırlanmıştır (DPT, 2000). Türkiye ile Türk Cumhuriyetleri arasındaki ekonomik anlaşmalar çifte vergilendirmeyi önleme, ticaret ve ekonomik işbirliği anlaşmaları ve yatırımcıların teşvikine ilişkindir (<anl.ticaret.gov.tr/data>, 05.08.2019). Bu bağlamda, çalışmada Türkiye ile verisine ulaşılabilen Türk Cumhuriyetleri'nin dış ticaret verileri için kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Bu çerçevede, Azerbaycan ve Kazakistan'ın çalışmada dikkate alınması, okuyucunun Türkiye ile Türk Cumhuriyetleri'nin dış ticareti arasındaki karşılıklılığı görmesine hizmet edecektir. Çalışma kapsamında oluşturulması amaçlanan küme sonuçlarında dikkate alınan her bir ülkenin çalışmada incelenen diğer ülkelerle bağlantılarının keşfedilmesi mümkün olabilmektedir. Örneğin, Türkiye'nin ticaret yaptığı ülkelerin çalışmada ele alınan değişkenlere göre oluşan kümeleri içinde Azerbaycan'ın konumu (ve tam tersi) değerlendirilebilmektedir.

Dış ticaret tüm dünyada, ülkelerin gelişmişliğinin en önemli göstergelerinden ve belirleyenlerinden biridir. Çünkü dış ticaret bir ülkenin döviz kaynağını oluşturmaktadır. Bu yönüyle dış ticaretin çeşitli açılardan değerlendirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Bu kapsamda çalışmanın amacı Türkiye, Azerbaycan ve Kazakistan ülkelerinin 2017 yıllarına ait ithalat veya ihracat verileri ile dış ticaretin gerçekleştirildiği ülkelerin nüfus, kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla (GSYH) ve uzaklıklarından oluşturulan veri setinin, çeşitli kümeleme teknikleri kullanılarak geliştirilen hibrit bir yaklaşımla kümelenmesi ve böylelikle ülkelerin dış ticaret ilişkilerinin incelenmesidir. Bu çalışmada devam eden bölümde konu ile ilgili yerli ve yabancı literatür sunulmakta; sırasıyla üçüncü ve dördüncü bölümlerde çalışmada kullanılan veri seti ve yöntem tanıtılmaktadır. Beşinci bölümde uygulama sonuçları raporlanmakta ve kısaca açıklanmaktadır. Çalışmanın bulguları sonuç kısmında detaylı bir şekilde değerlendirilmektedir.

2. Literatür İncelemesi

Dış ticaret verilerinin analizinde bir ülke ya da ülke grubunun dış ticaretinin, belirli değişkenler çerçevesinde, yoğunlaştığı ülke ya da ülke grupları ile mal gruplarının belirlenmesi noktasında kümeleme analizleri önemli bir yer teşkil etmektedir. Buna rağmen, ekonomik analizlerde kümeleme ve yapay sınır ağları yöntemlerinden yararlanılan çalışmaların sayısı görece sınırlıdır. Akyüz (2006) Türkiye'nin orman ürünleri sanayinin Avrupa Birliği üyesi ülkeler karşısındaki rekabet düzeyine ilişkin çalışmasında 1990-2004 dönemini kapsayan bir kümeleme analizi yapmıştır. Analiz, gümrük birliği öncesi (1990-1995), gümrük birliği sonrası (1996-2004) ve tüm dönem olmak üzere üç dönem için yürütülmüştür. Sınıfların önceden bilinmesine gerek duyulmadığı için aşamalı kümeleme analizi (hierarchical cluster analysis) ve destekleyici olarak sınıfların önceden belirlendiği ayırma analizi (discriminant analysis) yöntemlerinden yararlanılan çalışmada, kereste sanayi ile kâğıt ve kâğıt ürünleri sanayinin gümrük birliğinden olumsuz yönde; ahşap levha sanayinin ise olumlu yönde etkilendiği yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Kantar vd. (2011) çalışmalarında Türkiye'nin 86 ülke ile dış ticaretini, hiyerarşik ağaç (hierarchical tree), en küçük örten ağaç (minimal spanning tree), bootstrap metodu ve bağlantı temelli kümeleme (Clustering linkage procedure) yöntemleri ile araştırmışlardır. Benzer şekilde Repkine (2012) çalışmasında Doğu Asya ülkelerinin ekonomik işbirliği kurarken ekonomik anlamdaki benzerliği referans almaları gereğini vurgulamıştır. Bu kapsamda benzer ekonomilere sahip ülkeleri belirlemek amacı ile K-ortalama ve hiyerarşik kümeleme tekniklerini kullanarak 4 farklı ekonomik benzerlik içeren bir kümeleme sonucu elde etmiştir. Bulum vd. (2013) çalışmalarında Dünya Ticaret Örgütü'ne üye olan ülkelerin ticaret hacimlerini, ülkelerin coğrafi konumu ve nüfuslarını da dikkate alarak, 2004-2012 dönemi için, hiyerarşik kümeleme ve k-ortalama kümeleme yöntemleri ile incelemişlerdir. Ticaret hacmi ve ithalat dikkate alındığında ABD'nin; ihracat açısından ise Çin'in öne çıktığı yönünde bulgulara ulaşılmış olup farklı kıtalardan ve bölgelerden ülkelerin aynı grupta yer alabildikleri ve nüfusun ticaret hacmini artırıcı etkisi olduğu da vurgulanmıştır. Benzer yöntemlerle Tunalı ve Aytakin (2017), Türkiye'nin 2016 yılı verilerini kullanarak dış ticaretini kümeleme analizi ile incelemişlerdir. Buna göre, ithalat açısından Almanya, ABD, Birleşik Krallık, Çin, Brezilya ve Rusya'nın; ihracat açısından ise Almanya, Fransa, İran, İsrail, İtalya, Hollanda, Suudi Arabistan, İspanya, Birleşik Arap Emirlikleri, Mısır, Birleşik Krallık, ABD ve Irak'ın diğer ülkelerden ayrıştığı yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Aker ve Aghaei (2019) gerçekleştirdikleri çalışmada 11 petrol zengini MENA ülkesini, 2010 ve 2016 yılları arasındaki ham petrol ihracatının toplam ihracata oranı, işsizlik oranı ve kişi başına düşen GSYH gibi 3 temel değişkene bağlı olarak K-ortalama kümeleme yöntemi ile kümelemişlerdir. Uygur (2013), Türkiye'nin 2002-2012 yılları arasında dış ticaret ve doğrudan yabancı yatırımlarında hangi ülkeleri tercih ettiğini rank korelasyonu ve kümeleme analizi ile incelemiştir. Kümeleme analizi bulgularına göre, İran, Almanya ve Irak ele alınan 90 ülke içinde Türkiye'nin ihracatı açısından ayrı birer küme oluşturmuştur. İthalat açısından ise Almanya ve Çin tek başlarına birer küme oluşturmuşlardır. Akal & Karakaş (2011) çalışmalarında 1996-2005 döneminde Türkiye ile Türk Cumhuriyetlerinin dış ticaretini betimsel yolla incelemişler ve özellikle üretim yapılarındaki dönüşümü

vergülemişlerdir. Huskinson ve Lawson (2014) çalışmalarında Dünya Ekonomik Özgürlük endeksinin 5 alanını kullanarak (hükümetin büyüklüğü, yasal sistem ve mülkiyet hakları, sağlam para, uluslararası ticaret özgürlüğü ve regülasyon), ülkeleri gruplandırma için alternatif bir sınıflandırma aracı olarak K-ortalama kümeleme yöntemini kullanmışlardır. Hızıroğlu vd. (2018), 28 OECD ülkesi üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında ülkelerin enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri incelemişler ve K-ortalama ve bulanık kümeleme yöntemlerini kullanarak ülke kümeleri oluşturmuşlardır.

Türkiye'nin dış ticaretinin tahminlenmesinde görece yeni başvurulan yöntemlerden birisi de yapay sinir ağlarıdır. Bu konuda yapılan sınırlı çalışmalardan birinde Nuroğlu (2012) Türkiye'nin 1985-2010 döneminde en büyük ticaret partnerleriyle dış ticaretini, panel veri analizi ve yapay sinir ağlarını kullanarak araştırmıştır. Çalışmada çekim modeli, ele alınan ülkelerin nüfusları ve döviz kuru oynaklığı da eklenerek genişletilmiştir. Çalışmanın bulguları literatürle uyumlu olup ulusal gelirlerdeki artışın ticareti olumlu; ülkeler arasındaki uzaklığın ise olumsuz etkilediği şeklindedir. Nüfus ve döviz kuru oynaklığı değişkenleri anlamlı çıkmazken; yapay sinir ağlarının daha iyi sonuç verdiği de ifade edilmiştir. Yapay sinir ağlarını kullanarak kümeleme analizi yapan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Zontul vd. (2004) kendini düzenleyen haritalar (self organizing maps, SOM) tipinde yapay sinir ağlarını kullanarak Türkiye'nin ithalat yaptığı ülkeleri kümelemişlerdir. 2002 yılına ait verilerin dikkate alındığı çalışmanın bulgularına göre, Türkiye'nin en çok ithalat yaptığı ve en az ithalat yaptığı ülke kümeleri birbirine en uzak; ticaret yoğunluğu fazla olan kümeler ise haritada birbirine en yakın konumda bulunmaktadır. Bir başka çalışmada ise Bircan vd. (2006) SOM tipinde yapay sinir ağlarını kullanarak Türkiye'nin ihracat yaptığı ülkeleri kümelemişlerdir. Bu çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Bu bulgular, öğrenme süreçlerinin başarılı olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Türkiye ile Almanya arasındaki mobilya ticaretinin yapay sinir ağları ile incelendiği çalışmada Özdağ vd. (2017), 2001-2016 dönemi verilerinden hareketle 2017-2023 yılları için tahmin yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar, Türkiye'nin Almanya'ya mobilya ihracatının artacağı yönünde olmuştur. Benzer şekilde Yurdakul (2014), Türkiye'nin ithalatının yapay sinir ağları ile tahmin edilmesini konu edinmiştir. Çalışmada, 1980:01-2007:03 dönemi çeyrekli verileri kullanılmıştır. Çıktı değişkeni olarak ithalat, girdi değişkeni olarak ise GSYH, tüketici fiyat endeksi (TÜFE) bazlı reel efektif döviz kuru, mal ve hizmet ihracatı ile yurt içi kredi hacmi alınmıştır. Tahmin edilen veriler ile gerçekleşen veriler karşılaştırıldığında yapay sinir ağlarının iyi sonuçlar verdiği yönünde bulgulara ulaşılmıştır.

Zaman serilerinin gelecek değerlerinin tahmin edilmesine yönelik çalışmaların sayısı da giderek artmaktadır. Politika uygulamaları açısından konunun önemi ortadadır. Bu yöndeki çalışmalardan biri de Yayar vd. (2012)'ne aittir. Söz konusu çalışmada 2001-2011 dönemi verilerinden hareketle Türkiye ile Kazakistan arasındaki ticaret ele alınmıştır. Box Jenkins yönteminden yararlanılan çalışmada elde edilen modeller sayesinde gerçek değerlere yakın tahmin değerleri elde edilmiştir. Çalışmanın bulguları iki ülke arasındaki ticaretin mevsimsel dalgalanmalar gösterdiği; ancak artma eğiliminde olduğu yönündedir. Nuroğlu (2014) 2012 yılındaki çalışmasını, 15 Avrupa Birliği üyesi ülkenin 1964-2003 dönemi verilerini

kullanarak ve geleceğe yönelik tahminlemeyi de ekleyerek geliştirmiş ve benzer sonuçlara ulaşmıştır.

Literatürde dış ticaret verilerinin analizinde bir yapay sinir ağları modeli olan SOM, k-ortalama ve hiyerarşik kümeleme yöntemleri kullanılmış olmakla birlikte, bu çalışmada literatürden farklı olarak söz konusu yöntemlerden hibrit bir yaklaşım çerçevesinde yararlanılmıştır. Mevcut çalışmalarda SOM ağları genellikle kümeleme amacıyla kullanılmıştır. Bu çalışmada SOM ağları başka bir işlevi olan görselleştirme amacıyla kullanılmış olup k-ortalama ile elde edilmiş kümeleme sonuçlarının iki boyutlu düzlemde gösterilmesi sağlanmıştır. Ayrıca hiyerarşik bir kümeleme yöntemi olan Ward ile k-ortalama yönteminde kullanılacak küme sayısı belirlenmekte ve k-ortalama yöntemiyle elde edilen kümelerin sağlamlığı da ortaya konmuş olmaktadır. Çalışmada sadece dış ticaret verileri değil aynı zamanda dış ticaret teorilerine göre dış ticaretin en önemli belirleyenleri arasında yer alan GSYH, ülkelerarası uzaklık, nüfus gibi veriler de dikkate alınmıştır. Bu kapsamda literatürden farklı olarak sadece dış ticaret verileriyle değil bu değişkenlerin de belirleyiciliğiyle kümeler oluşturulmuştur. Bu çerçevede kümeleme analizi yapılması, belirlenen 14 değişken açısından birbirine benzer olan ülke gruplarının keşfedilmesini sağlamaktadır.

3. Yöntem

Bir grup fiziksel veya soyut nesneyi benzer nesnelerin sınıflarına gruplandırma sürecine kümeleme denir. Bir küme, aynı küme içinde birbirine benzeyen ve diğer kümelerdeki nesnelere benzemeyen bir veri nesnelere koleksiyonudur (Caliński & Harabasz, 1974: 3). Kümeleme analizi, bazı uygulamalarda veri bölümlendirmesi olarak da adlandırılır, çünkü kümeleme, büyük veri kümelerini benzerliklerine göre gruplara ayırır (Han vd., 2011: 384). Küme analizi, veri nesnelere yalnızca nesnelere ve ilişkilerini tanımlayan verilerde bulunan bilgilere dayanarak gruplamaktadır. Bir grup içindeki nesnelere birbirine benzer (ilişkili veya homojen) ve diğer gruplardaki nesnelere farklı (ilgisiz veya heterojen) olabilmektedir (Giudici, 2003: 75). Bir grup içindeki benzerlik (veya homojenlik) ne kadar büyükse ve gruplar arasındaki fark ne kadar büyükse, kümelene o kadar iyi veya farklıdır denilebilir (Tan vd., 2006: 490; Müller & Guido, 2016: 168; Gan vd., 2007: 4). Bu kapsamda bu çalışmada Türkiye, Azerbaycan ve Kazakistan ülkelerinin 2017 yıllarına ait dış ticaret, nüfus, kişi başına düşen gelir ve ülkelerarası uzaklıklardan oluşan veri setinin, aşağıda detaylı olarak açıklanacak olan kümeleme yöntemleri ile hibrit bir şekilde kümelene amaçlanmaktadır.

3.1. K-Ortalama

Günümüzde de en çok kullanılan kümeleme algoritmalarından biri olan geleneksel k-ortalama algoritması ilk olarak Macqueen (1967: 283) tarafından tanımlanmıştır. Her kümenin ortalama adı verilen bir merkeze sahip olduğu sayısal verileri kümelemek için tasarlanmıştır. K-ortalama algoritması, bölümsel veya hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemi olarak sınıflandırılır (Jain & Dubes, 1988: 57, Han vd., 2011: 403). Bu algoritmada,

küme sayısının k sabit olduğu varsayılmaktadır. Belirli bir ilk k küme için, kalan verileri en yakın kümelere tahsis ederek ve daha sonra, küme üyeliğini, hata işlevi önemli ölçüde değişmeye veya kümelerin üyeliği artık değişmeye kadar; başka bir deyişle atama ve güncelleme adımlarını kümeler hiçbir nokta değişmeye kadar, ya da eşdeğeri, merkezleri aynı kalana kadar tekrarlar (Tan vd., 2006: 498) ve hata işlevine göre tekrar tekrar değiştirerek ilerlemektedir (Gan vd., 2007: 162). Bir kümeleme yapıldığında, $C = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$ kalitesini veya güvenilirliğini değerlendiren bir puanlama fonksiyonuna ihtiyaç vardır. Bu *hata kareleri toplamı* (sum of squared errors - SSE) puanı olarak şu şekilde tanımlanmaktadır (Tan vd., 2006: 498; Zaki & Meira Jr., 2014: 373; Larose & Larose, 2014: 216):

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in C_i} dist(x_j, \mu_i)^2 \quad (1)$$

Burada $dist$, Öklid uzayındaki iki nesne arasındaki standart Öklidyen mesafesidir. Hedef, SSE puanını en aza indiren kümelemeyi bulmaktır:

$$C^* = arg \min_C \{SSE(C)\} \quad (2)$$

K-ortalama, SSE hedefini en aza indiren kümelemeyi bulmak için yinelemeli yaklaşım kullanmaktadır. K-ortalama, küme ortalamalarını veri alanında rastgele k noktaları oluşturacak şekilde başlatmaktadır. Bu, tipik olarak, her bir boyut için aralık içinde rastgele eşik bir değer üretilerek yapılmaktadır (Zaki & Meira Jr., 2014: 373). K-ortalamanın her bir yinelemesi iki adımdan oluşur: i) her bir gözlemin küme ataması ve ii) küme merkezlerinin güncellemesi. K küme merkezi göz önüne alındığında, küme ataması adımında, her bir nokta, en yakın küme merkezine atanır, her küme, C_i , diğer küme merkezlerinden, μ_i , daha yakın olan noktaları içermektedir. Yani, her nokta, x_j , kümesine, C_j atanır (Han vd., 2011; Müller & Guido, 2016: 170; Gan vd., 2007: 165; Zaki & Meira Jr., 2014: 374; Hastie vd., 2001: 461):

$$j^* = arg \min_{i=1}^k \{dist(x_j, \mu_i)^2\} \quad (3)$$

Bir küme, C_i , verildiğinde, küme merkezi güncelleme aşamasında, her küme için C_i 'deki noktalardan yeni ortalama değerler hesaplanır. Küme ataması ve küme merkezi güncelleme adımları, sabit bir noktaya veya yerel minimal noktaya ulaşana kadar tekrarlı bir şekilde gerçekleştirilir. Başka bir deyişle eğer küme merkezleri bir yinelemeden diğerine değişmezse kümeleme işleminin tamamlandığı varsayılabilir. Bu durdurmayı şu şekilde açıklamak mümkündür (King, 2015: 68; Zaki & Meira Jr., 2014: 374):

$$\sum_{i=1}^k dist(\mu_i^t, \mu_i^{t-1})^2 \leq \epsilon \quad (4)$$

Burada, $\epsilon > 0$ yakınsaklık eşliğidir ve t , mevcut yinelemeyi belirtmektedir.

n sayıda nokta içeren bir veri seti için ve k küme sayısı için K-ortalama yönteminin adımları aşağıda verildiği şekilde olacaktır (Han vd., 2011: 403; Jain vd., 1999: 381; Hastie vd., 2001: 462; Kijewska & Bluszcz, 2016: 940):

1. İlk küme merkezleri olarak keyfi bir şekilde veri seti boyutu, D 'den, k nesnelarini seçin;
2. Nesneların kümelerle ayrılmasında değışiklik olana kadar (a) ve (b) adımlarını tekrarlayın:
 - a. Her nesne, $p_i \in D$, C_i kümesindeki p_i nesnelarının ortalama değere dayanarak, nesnenin en çok benzer olduğu C_i kümesine (tekrar) atanır;
 - b. Her küme için küme merkezleri yani küme ortalamaları güncellenir.

K-ortalama kümeleme algoritmasında performansı oldukça yüksek oranda etkileyen en temel faktörlerden biri de başlangıç değerlerinden biri olan k değerinin yani küme sayısının belirlenmesidir. Bu nedenledir ki k değerin belirlenmesi oldukça elzemdir ve k değerin belirlenmesinde oldukça farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında k değerin belirlenmesinde tek bir yöntemden yararlanılmayıp birden fazla yöntem göz önünde bulundurulmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan ve k değerin belirlenmesinde en temel ve basit yöntemlerden birisi de *Temel Kural* olarak da ifade edilen şu eşitliktir (Kodinariya & Makwana, 2013: 92; Tunalı & Aytekin, 2017: 107):

$$k \cong \sqrt{n/2} \quad (5)$$

Burada, n nesneların sayısıdır (veri noktaları). Bu yöntem kullanım açısından hem basit hem de kolay olmasından dolayı sıklıkla tercih edilse de büyük veri setleri için k değerin belirlenmesinde yetersiz kalabilmektedir.

Başlangıç küme sayısının belirlenmesinde kullanılan bir diğer yöntem ise Elbow yöntemidir. Elbow yöntemi, küme sayısının bir fonksiyonu olarak açıklanan varyansın yüzdesini dikkate alan bir yöntemdir (Bholowalia vd., 2014: 18). Temelde görsel bir yöntem olan Elbow yöntemi genel olarak şu algoritma ile çalışmaktadır (Kodinariya & Makwana, 2013: 92; Bholowalia & Kumar, 2014: 18; Syakur vd., 2018: 4):

Algoritma 1. K-ortalama kümeleme algoritmasında k değerin belirlenmek için Elbow yöntemi

1. $k = 1$ değeri ile başlat
2. Başla
3. k değerin her adımda 1 artır
4. Optimum kalite çözümünün maliyetini (hata kareler toplamı) hesapla
5. Eğer bir noktada çözümün maliyeti önemli ölçüde düşerse
6. Bu doğru k değeri
7. Bitir

Elbow yönteminde çözüm maliyetinin ani bir düşüş yaşadığı noktada k değeri için optimal değere ulaşılmış olunmaktadır. Bu yöntemler haricinde ileride açıklanacak hiyerarşik kümeleme yöntemleri ve özdüzenleyici haritalar (self organizing maps - SOM) yöntemi ile elde edilen küme sayıları yorumlanarak k değerinin belirlenmesi sağlanabilmektedir. Bu çalışma kapsamında k değerinin belirlenmesinde yukarıda bahsi geçen tüm yöntemler birlikte değerlendirilerek optimal k değerine karar verilmiştir.

3.2. Ward Hiyerarşik Kümeleme

Bu çalışma kapsamında kullanılan bir diğer kümeleme algoritması, hiyerarşik bir kümeleme algoritması olan ve hiyerarşik kümeleme teknikleri içerisinde birim sayısı fazla olduğunda ($N > 50$) daha iyi sonuçlar veren (Çakmak, 1999), en küçük varyans yöntemi olarak da bilinen Ward kümeleme algoritmasıdır (Ward, 1963: 236-44). Ward Hiyerarşik Kümeleme yöntemi, klasik bir kareler toplamı ölçütüne dayanan, grup içi dağılmayı en aza indiren gruplar üreten yığınsal (agglomerative) kümeleme yöntemleri arasından yalnızca bir tanesidir (Murtagh & Legendre, 2014: 276). Bu yöntemde, küme içindeki sapma (hata) kareler toplamı (ESS), algoritmanın her adımında birleştirilecek olan sonraki iki grubu belirlemek için hesaplanmaktadır (Ferreira & Hitchcock, 2009: 1933). Burada amaç küme içindeki en benzer elemanların sapma kareler toplamını hesaplayarak, kümeler içindeki varyansı en küçük yapmaktır. Ward yöntemi, her iteratif adımda bir hata ölçümü kullanarak, mesafe ölçütlerini veya ilişkilendirme ölçütlerini kullanmak yerine varyans analizini gerçekleştirmektedir. Ward hiyerarşik yığınsal kümeleme yönteminde, n adet veri bulundan bir veri setinde kümeleme işlemi n adet ve eleman sayısı 1 olan kümelerle başlamakta ve tüm gözlemler bir kümeye dâhil edilinceye kadar devam etmektedir.

Bu yöntemde her adımda, her küme için hata kareler toplamı hesaplanması gerekmektedir. Bu *hata kareler toplamı* (ESS) şu şekilde açıklanabilir (Ferreira & Hitchcock, 2009: 1934; King, 2015: 70):

$$ESS = \sum_i \sum_j \sum_k |x_{ijk} - \bar{x}_{i.k}|^2 \quad (6)$$

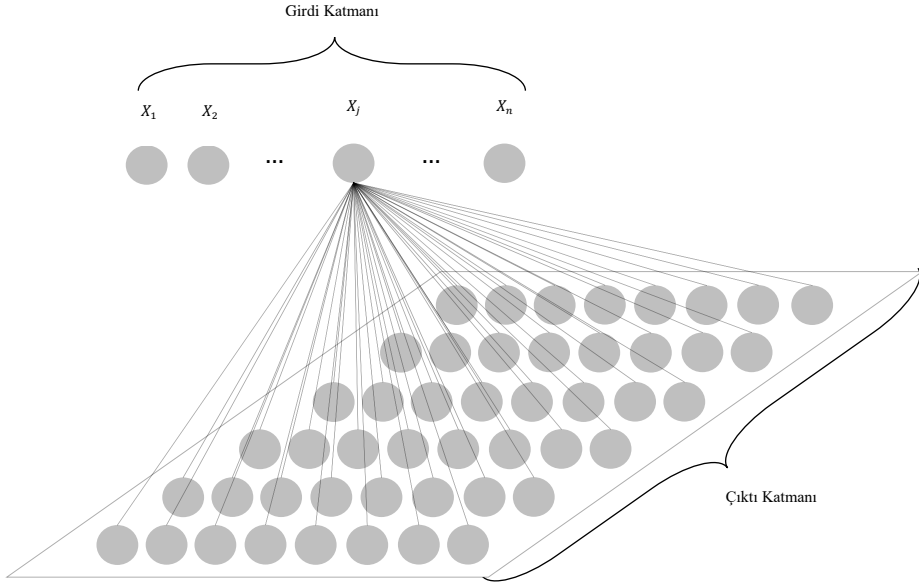
Burada, belirli bir sınıflandırma gözlemi için i , k kümesine aittir ve x_{ij} , i gözleminin j değişkeninin değerini ifade etmektedir. $\bar{x}_{i.k}$, k kümesindeki j değişkeninin ortalamasıdır. Toplama işlemi her kümedeki tüm gözlem birimleri için tek tek gerçekleştirilir. Yöntemin her aşamasında kümeler veya gözlemler karelerin hata sonuçlarını en aza indirecek şekilde birleştirilir.

Ward metodu, tüm örnek birimler n büyüklüğünde küme sayısı ile başlamaktadır. Algoritmanın her bir adımında, en küçük hata toplamı karesini (ESS) ya da eşdeğer olarak en büyük r^2 değerini veren örnek birimler birleşerek küme oluşturmaktadırlar. Aynı süreç algoritmaların her iterasyonunda kümeler veya gözlemler karelerin hata (ESS) sonuçlarını en aza indirecek şekilde veya alternatif olarak r^2 değerini maksimize edecek şekilde birleştirilir. Tüm örnek birimler n büyüklüğünde küme sayısından tek bir büyük küme halinde birleştirildiğinde algoritma durmaktadır (King, 2015: 36).

3.3. Self-Organizing Maps- SOM

Kohonen haritası ya da özdüzenleyici haritalar olarak da adlandırılan SOM, yüksek boyutlu veri kümelerindeki kalıpları keşfetmek ve görselleştirmek için kullanılan sezgisel bir modeldir (Kohonen vd., 1996; Mostafa, 2010; Zontul vd., 2004: 53). Kohonen (1982) tarafından geliştirilen Kohonen Sinir Ağları olarak da bilinen SOM ağlarının, girdi vektörlerini sınıflandırmada veya kümelemede ve girdi vektörlerinin dağılımını öğrenebilmedeyetenekleri çok yüksektir (Kohonen, 2001; Öztemel, 2012: 180-1). *Kendi kendini organize etme* (self-organizing) terimi, giriş değerleri için ilişkili bağımlı çıktı değerleri verilmeden bilgi öğrenme ve düzenleme yeteneğini ifade etmektedir (Mukherjee, 1997: 74). Başka bir ifade ile SOM ağları danışmansız öğrenme gerçekleştirmektedir. Genellikle görselleştirme, kümeleme veya sınıflandırma için yüksek boyutlu bir veri kümesinin düşük boyutlu bir gösterimini üretmek için kullanılmaktadırlar (Géron, 2017: 522; Attewell vd., 2015: 212; Hastie vd., 2001: 480).

Şekil 1
İki Katmanlı SOM Ağı



Topolojik olarak da diğer sinir ağları modellerinden farklı olan SOM ağları, Şekil 1'de gösterildiği üzere girdi ve çıktı katmanını olmak üzere iki katmandan oluşmaktadır. Girdi katmanını girdi elemanlarının vektör boyutuna göre belirlenirken, çıktı katmanını 2 boyutlu bir düzlemde oluşmakta ve nöronlar (proses elemanları) bu düzlem üzerine yayılmış vektörleri ifade etmektedirler. Yukarıda da bahsedildiği üzere bir SOM ağının temel fikri, veri desenlerini n boyutlu bir nöron veya ünite düzlemi üzerinde haritalamaktır. Bu düzlem, veri

desenlerinin bulunduğu girdi alanının aksine çıktı alanını oluşturmaktadır. Bu haritalama, LVQ ve ART ağlarından farklı olarak topolojik ilişkileri korumaya çalışır, yani giriş alanına yakın olan modeller, çıkış alanına yakın olan birimlerle ve bunun tersi ile eşleştirilmektedir (Baçao vd., 2005: 478; Öztemel, 2012: 181). SOM, geleneksel koordinasyon yöntemleriyle, düşük boyutlu bir alanda (genellikle 2 boyutlu) yüksek boyutlu bir veri kümesini görüntüleme temel fikrini taşımaktadır (Giraudel & Lek, 2001: 329).

SOM ağlarında herhangi bir t zamanda örnek setinden bir örnek ağa gösterildiğinde, girdi vektörü X ve ağırlık vektörü W için öğrenme, öncelikle çıktı katmanında kazanan nöronun bulunması ile başlamaktadır. Çıktı katmanında kazanan nöron şu şekilde belirlenebilmektedir (Kuo vd., 2002: 1480; Öztemel, 2012: 182; Chaudhary, 2014: 829; Vesanto & Alhoniemi, 2000: 589):

$$\zeta_i = \sum_i W_{i0} X_i \quad (7)$$

Burada ζ_i , çıktı katmanında oluşan çıktı değerini ifade etmektedir. En yüksek çıktı değerine sahip nöron yarışmayı kazanmaktadır ve bu elemanın k . eleman olduğu varsayılırsa çıktı değerleri şu şekilde oluşacaktır:

$$\zeta_k = 1 \quad (8)$$

$$\zeta_i = 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ ve } i \neq k \quad (9)$$

Ayrıca Öklid mesafesi, d , kullanılarak da girdi vektörüne en yakın kazanan çıktı nöronu hesaplanabilir. İki vektör arasındaki mesafe şu şekilde hesaplanabilir:

$$d_j = \|X - W_j\| \quad (10)$$

Her çıktı değeri için bu mesafe hesaplanarak en küçük mesafe değerine sahip çıkış nöronu kazanan olarak belirlenir ve kazanan nöron 1 değerini alırken diğer çıkış nöronları 0 değerini almaktadır.

Kazanan nöron belirlendikten sonra bu nöron ve komşu nöronlarının bağlantı ağırlıkları şu şekilde değiştirilmektedir:

$$W(t + 1) = W(t) + \eta g(i, k)(X(t) - W(t)) \quad (11)$$

Burada, η , öğrenme katsayısıdır ve öğrenme sürecince kademeli olarak azalmaktadır. $\eta(t) = \eta(0) \left(\frac{\eta(T)}{\eta(0)} \right)^{t/T}$ formülü ile her bir adımda hesaplanmaktadır. $g(i, k)$ ise komşuluk fonksiyonudur ve kazanan çıktı nöronun komşuluklarını belirlemektedir. Bu fonksiyonda öğrenme katsayısı gibi öğrenme süreci içerisinde aşamalı olarak azalan bir fonksiyondur ve genellikle şu şekilde ifade edilmektedir:

$$g(i, k) = \exp\left(-\frac{\|a_i - a_k\|^2}{2\sigma^2}\right) \quad (12)$$

Formülde, d , nöronların haritadaki koordinat konumunu ifade etmektedir, σ ise komşuluk alanının genişliğini göstermektedir ve $\sigma(t) = \sigma(0) \left(\frac{\sigma(T)}{\sigma(0)} \right)^{t/T}$ formülü ile hesaplanmaktadır. Burada T eğitim setinin uzunluğunu ifade etmektedir. σ (komşuluk alanı genişliği), formülden de anlaşılacağı üzere kademeli olarak eğitim sürecinde azalmaktadır.

Eğitim veri setindeki tüm girdi vektörleri, X , bitene kadar bu işlemler tekrarlanarak bağlantı ağırlıkları, W , yukarıda bahsedildiği gibi değiştirilerek her girdi vektörünün kümesi tek tek belirlenmektedir.

4. Veri

Çalışmada üç ayrı ülke için ithalat ve ihracat verileri 2017 yılına ait Birleşmiş Milletler Uluslararası Ticaret İstatistik veri tabanından¹ SITC Rev.3 basamak 1 mal sınıflandırması çerçevesinde elde edilerek kullanılmıştır. Buna göre; 2017 yılı itibariyle Türkiye'nin, Azerbaycan'ın ve Kazakistan'ın ihracat büyüklükleri sırasıyla 157, 15 ve 49 Milyar ABD dolarıdır. İlgili yıla ait ithalat büyüklükleri ise aynı sırayla 234, 9 ve 30 Milyar ABD dolarıdır. Ayrıca 9 farklı mal sınıfından oluşan bu sınıflandırma yönteminden elde edilen verilerle toplam ihracat ve ithalat rakamları da bir değişken olarak veri setine eklenmiştir. İlgili ülkelerin ithalat ve ihracat gerçekleştirdikleri ülkelere ait nüfus ve GSYH verileri ise Dünya Bankası veri tabanlarından² elde edilerek 2 ayrı değişken olarak veri setine eklenmiştir.

Veri seti içinde kullanılan ülke uzaklıkları Dünya'nın küre olduğu varsayılarak, düşük bir hata payı (%1) ile Büyük Daire Mesafe formülü (Carter, 2002: 3) kullanılarak ilgililenen her bir ülke ile ithalat veya ihracat gerçekleştirdikleri ülkeler için tek tek hesaplanarak bulunmuştur. Küre yüzeyindeki iki noktanın en kısa mesafe yolunu hesaplamaya yarayan Büyük Daire Mesafe formülü şu şekilde tanımlanabilmektedir:

$$\Delta\sigma = \arccos(\sin\phi_1 * \sin\phi_2 + \cos\phi_1 * \cos\phi_2 * \cos(\Delta\theta)) \quad (13)$$

$$d = r * \Delta\sigma \quad (14)$$

Burada, ϕ_1 ve ϕ_2 , 1. ve 2. noktaların radyan olarak enlem ve boylamlarını ifade etmekte ve $\Delta\theta$ ise bu noktaların mutlak farkını ifade etmektedir. Bu işlem sonucunda bulunan merkez açısı, $\Delta\sigma$, kürenin yarıçapı, r , ile çarpılarak uzaklık, d , bulunabilmektedir. Çalışma kapsamında oluşturulan veri seti toplamda 14 adet değişkenden oluşmakta olup bu değişkenler aşağıdaki Tablo 2'de verilmiştir. Ayrıca ilgililenen dört ülke için kullanılan ihracat ve ithalat veri setlerine ait açıklayıcı istatistikler ve değişkenler arasında çoklu

¹ Çalışmada kullanılan dış ticaret verileri, UN Comtrade Database, <www.comtrade.un.org> adresinden alınmıştır.

² Çalışmada kullanılan GSYH ve nüfus verileri, The World Bank, <www.data.worldbank.org> adresinden alınmıştır.

bağıntının incelemesi amacıyla her bir ülkenin ithalat ve ihracat veri setlerine ait korelasyon matrisleri ekte yer alan açıklayıcı istatistik ve korelasyon matrisi tablolarında verilmektedir.

Veri setinde 14 değişken bulunmaktadır. X_1 canlı hayvanlar ve gıda maddelerini, X_2 içki ve tütün, X_3 akaryakıt hariç yenilenemeyen hammaddeleri, X_4 mineral yakıtlar, yağlar ve alkali ürünleri, X_5 hayvansal, bitkisel katı ve sıvı yağlar, mumları, X_6 başka yerde belirtilmeyen kimya sanayi ve ürünlerini, X_7 başlıca sınıflara ayrılan işlenmiş malları, X_8 makineler ve taşıt araçlarını, X_9 çeşitli mamul eşyayı, X_{10} sınıflandırılmamış eşyaları, X_{11} toplam ihracat ve ithalatı, X_{12} ülke uzaklıklarını, X_{13} ülke nüfuslarını ve X_{14} ülke GSYH düzeylerini göstermektedir. Bu bilgi, Ek: 2'de tablo olarak da gösterilmiştir. Yine kullanılan veri setine ilişkin gözlem sayıları da dahil olmak üzere açıklayıcı istatistiklere Ekler kısmında yer verilmiştir.

Kullanılan ölçü birimi kümeleme analizini etkileyebilmektedir. Genel olarak, bir değişkeni daha küçük birimlerle ifade etmek, bu değişken için daha geniş bir aralığa ve dolayısıyla ortaya çıkan kümelenme yapısı üzerinde daha büyük bir etkiye yol açacaktır. Ölçüm birimlerinin seçimine bağlılığın önlenmesine yardımcı olmak için, veriler standartlaştırılmalıdır. Ölçümlerin standartlaştırılması ile tüm değişkenlere eşit ağırlık verilmeye çalışılmaktadır (Han vd., 2011: 71). Bu kapsamda çalışmamızda kullanılan veriler göz önünde bulundurulduğunda hem verilerin aralıklı verilerden oluşması hem de farklı birimler (uzaklık, nüfus, para birimi) ile ölçülmesi nedeniyle standardizasyon için Z-Score standardizasyon yöntemi kullanılmıştır. Bir f değişkeni için ölçüm yapıldığında standardizasyon aşağıdaki gibi yapılmaktadır:

$$s_f = \frac{1}{n} (|x_{1f} + m_f| + |x_{2f} + m_f| + \dots + |x_{nf} + m_f|) \quad (15)$$

$$Z_{if} = \frac{x_{if} - m_f}{s_f} \quad (16)$$

Burada, x_{1f}, \dots, x_{nf}, f 'in n . ölçümlerini oluşturmakta ve m_f, f 'in ortalama değerini oluşturmaktadır. $m_f, m_f = \frac{1}{n} (x_{1f} + x_{2f} + \dots + x_{nf})$ olarak hesaplanmaktadır. Ortalama mutlak sapma, S_f , aykırı değerlerde (sınır değerlerde) standart sapmadan, σ_f , daha güçlü olduğu için ortalama mutlak değer kullanılmıştır. Çalışma kapsamında veri setindeki tüm değişkenlere yukarıda detayları açılan Z-Score standardizasyon yöntemi uygulanmıştır.

Uzaklık ölçütlerinin seçimi kümeleme algoritmalarında kritik bir rol oynamaktadır. Seçilen uzaklık ölçütü, iki elementin (x, y) benzerliğinin nasıl hesaplandığını ve kümelerin şeklini nasıl etkileyeceğini tanımlamaktadır. Öklid uzaklık ölçütü, Manhattan uzaklık ölçütü veya Minkowski uzaklık ölçütü gibi birçok uzaklık ölçütü bulursa da uygulamada en çok popüler olan ve kullanılan uzaklık ölçütü Öklid uzaklık ölçütüdür (Repkine, 2012: 35; Huskinson & Lawson, 2014: 1071; Hizirolu vd., 2018: 159; Aker & Aghaei, 2019: 2876; Tunalı & Aytekin, 2017: 107; Bulum vd., 2013: 156; Zontul vd., 2004: 53). Bu çalışma kapsamında kullanılan tüm kümeleme yöntemlerinde Öklid uzaklık ölçütü kullanılmış olup bu ölçüt şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$d(i, j) = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + (x_{in} - x_{jn})^2} \quad (17)$$

Burada, $i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ ve $j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn})$ iki n boyutlu veri nesnesidir.

5. Uygulama ve Bulgular

Çalışmada Türkiye, Azerbaycan ve Kazakistan ülkelerinin 2017 yıllarına ait ithalat ve ihracat verileri (Rev.3 basamak 1), ülke nüfusları, kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla ve ülke uzaklıklarından oluşturulan veri setinin kümelenmesi ve böylelikle hem ihracata hem de ithalata ilgili ülkelerin dış ticaret ilişkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla kümelerin oluşturulmasında temel yöntem olarak K-ortalama kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada daha önce değinildiği üzere K-ortalama yönteminde k değerinin belirlenmesi çok önemli olduğu için Elbow yöntemi ve Ward hiyerarşik kümeleme yönteminden istifade edilmiştir. Ward hiyerarşik kümeleme yöntemi temelde bir kümeleme yöntemi olmasına rağmen bu çalışmada K-ortalama kümeleme yönteminde k 'nın belirlenmesinde ve K-ortalama ile elde edilen kümeleme sonuçlarının sağlamlasının yapılması amacı ile kullanılmıştır.

Daha önce değinildiği gibi SOM ağları genellikle görselleştirme, kümeleme veya sınıflandırma için yüksek boyutlu bir veri kümesinin düşük boyutlu bir gösterimini oluşturmakta; geleneksel koordinasyon yöntemleriyle, düşük boyutlu bir alanda (genellikle 2 boyutlu) yüksek boyutlu bir veri kümesini görüntüleme temel fikrini yansıtmaktadır (Giraudel & Lek, 2001: 329; Géron, 2017: 522). Bu çalışmanın uygulaması aşamasında ise SOM ağlarının kullanımı ile veri setinin doğrudan kümelenmesinden ziyade temel olarak veri setinden K-ortalama ile elde edilen küme sonuçlarının 2 boyutlu bir koordinat sisteminde topolojik ilişkilerini koruyarak görselleştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla K-ortalama ile elde edilen kümelerin ve küme elemanlarının diğer kümeler ve küme elemanları ile ilişkilerinin rahatlıkla incelenebilmesi adına K-ortalama ile edilen sonuçlar SOM ağları ile elde edilen geleneksel koordinat sistemi üzerinde verilmektedir. Aşağıda verilen kümeleme sonuçlarından da görülebileceği gibi K-ortalama ile elde edilen kümeler çeşitli yazı karakterleri veya işaretçiler ile vurgulanırken, her bir veri elemanın (her bir satır elemanın) hücreler üzerindeki dağılımı ise SOM ağları ile elde edilmiştir. Ayrıca SOM ağları ile elde edilen sonuçlar Ward hiyerarşik kümeleme yönteminde olduğu gibi K-ortalama ile elde edilen kümelerin sağlamlasının yapılması amacı ile kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kurulan SOM sinir ağı modellerinin tümünde 14 giriş nöronu ve 16 çıkış nöronu kullanılmıştır. Oluşturulan sinir ağı modellerinde her bir ülke için farklı epoch değerleri kullanılmakla birlikte veri setinin büyüklüğüne göre bu değer 100000 ile 200000 arasında belirlenmiştir. Ayrıca öğrenme katsayısı başlangıç değeri olarak $\alpha = 1.2$ olarak belirlenmiştir. Daha sonra her bir toplam döngü sayısının her onda biri oranında, α öğrenme katsayısı lineer olarak azaltılmıştır.

Çalışmanın uygulaması aşamasında verilerin ön işle(n)mesinde ve ilgili kümeleme analizlerinin gerçekleştirilmesinde Python programlama dilinden yararlanılmıştır. Ayrıca K-

ortalama kümeleme yöntemi için Python programlama dilinde Sklearn Kütüphanesi, Ward hiyerarşik kümeleme yöntemi için Scipy Kütüphanesi kullanılmakla beraber SOM yöntemi için manuel olarak fonksiyon geliştirilmiştir.

Yukarıda açıklanan uygulama kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıdaki görseller aracılığıyla özetlenmektedir. Şekillerde yer alan sayılar, ülke kodları olup Ek: 1'de gösterilmiştir. Şekil 2'de Türkiye'nin 2017 yılına ait ihracat verilerinin kümeleme analizi sonuçları verilmiştir. Oluşturulan veri seti 200 ülkeye ait gözlem verisinden oluşmakta olup bu veri seti için Elbow ve Ward yöntemi ile elde edilen k değeri ise 8 olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda k değeri 8 olarak belirlenen K-ortalama yöntemin sonuçları Şekil 2'de, SOM sinir ağları ile elde edilen hücresel yapı üzerinde gösterilmektedir.

Şekil: 2
Türkiye İhracat Verileri Kümeleme Sonuçları

28, 32, 44, 52, 76, 96, 152, 188, 242, 258, 484, 533, 540, 554, 591, 776, 780, 858, 882, 650, 92, 184, 585, 660, 796, (36), (124), (208), (246), (344), (392), (674), (702), (752), (20), {304}, {410}, {51}	72, 116, 418, 458, 480, 516, 704, 710, 748, 764, 426, 408, 68, 84, 90, 170, 192, 212, 214, 218, 222, 308, 320, 328, 332, 340, 360, 388, 548, 558, 584, 598, 600, 604, 608, 626, 662, 670, 740, 862, 296, 583, 798	24, 104, 108, 132, 144, 174, 178, 180, 226, 270, 324, 384, 430, 450, 454, 462, 478, 496, 508, 524, 624, 646, 678, 686, 690, 694, 716, 768, 854, 894, 64	4, 8, 50, 70, 112, 120, 140, 148, 191, 204, 231, 232, 233, 262, 288, 404, 417, 428, 466, 498, 499, 512, 562, 566, 586, 703, 706, 728, 762, 788, 800, 807,
{136}, {352}, {372}, {442}, {578}, {634}, {756}, {60}, {446}			203, 275, 348, 398, 400, 414, 422, 434, 440, 470, 620, 688, 705, 795, (12), (31), (268), (300), (504), (760), (804), (818), 40
			48, (56), (196), (643)
156, 356	368	[250], [276], [380], [724], [826], [840], 784	(100), (364), (376), (616), (642), (682), (528)

Not: 1. Küme Elamanları, 2. Küme Elemanları, {3.Küme Elemanları}, {4.Küme Elemanları}, [5.Küme Elemanları], [6.Küme Elemanları], 7.Küme Elemanları, 8. Küme Elemanları

Tablo 1 ve benzer tablolardaki ortalama değerleri, elde edilen her bir kümedeki çeşitli mal gruplarının, nüfus, uzaklık ve GSYH'nın ortalamalarını ifade etmektedir. Bu tablolardaki toplam değerleri, her bir kümedeki çeşitli mal gruplarının, nüfus, uzaklık ve GSYH'nın toplamını ifade etmektedir. Maksimum ülke (Mak. Ülke) ise her bir kümedeki çeşitli mal grupları, nüfus, uzaklık ve GSYH içerisinde her bir değişken açısından en yüksek değere sahip olan ülkeyi göstermektedir. Ayrıca tek başına küme oluşturan ülkeler için ortalama, toplam ve maksimum değerlerinin verilmesi anlamlı olmayacağından bu ülkelere ait değerler tek bir satır halinde sunulmuştur. Böylelikle okuyucuların kümelerin oluşma zeminine yönelik fikir sahibi olmaları amaçlanmıştır. Türkiye'ye ait ihracat verilerinden elde edilen kümeler incelendiğinde 95 ülke ile 1. Küme, 56 ülke ile 2. Küme, 18 ülke ile 3. Küme, 21 ülke ile 4. küme, 6 ülke ile 5. Küme, tek ülke (Irak) ile 6. Küme, tek ülke (Birleşik Arap Emirlikleri) ile 7. Küme, 2 ülke ile 8.Küme'ye ait istatistikler ve her bir kümede 14

değişkene ait en yüksek değere sahip ülkeler aşağıdaki Tablo 1'de detaylı olarak verilmektedir.

Tablo: 1
Türkiye İhracat Verileri Kümelere Ait İstatistikleri

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	Toplam	Nüfus	Uzakkk	GSYH	
1.Küm.	Ortalama	23878	2331	3950	5561891	1718	19741	72384	65512	36600	4215	235893	20718	4,2	5,58
	Toplam	2268598	221407	375245	528380	163252	1875397	6876453	6223685	3477011	400444	22409872	1968217	399,5	530,1
	Mak.Ülke	Lübnan	Bahreyn	G.Kore	Malta	Libya	Özbekistan	Tunus	Slovenya	Libya	Malezya	Pakistan	G.Kore	G.Kore	
2.Küm.	Ortalama	4420	1112	801	2226	256	3666	20182	15936	4357	2473	55428	18326	11,7	10,9
	Toplam	247513	62289	44840	124645	14336	205307	1130176	892411	243993	138467	3103976	1026252	658,9	612,4
	Mak.Ülke	Brezilya	Endonezya	Endonezya	Panama	Peru	Brezilya	Meksika	Meksika	Meksika	Brezilya	Meksika	Endonezya	Fransız Polenazyası	Yeni Zelanda
3.Küm.	Ortalama	216467	26556	60278	74065	12216	186294	705537	632381	370803	44588	2329186	34612	2,3	14,9
	Toplam	3896433	478002	1084997	1333173	219890	3353293	12699665	11382855	6674462	802578	41925348	623020	41,8	269,1
	Mak.Ülke	Rusya	Belçika	Belçika	Mısır	Suriye	İran	İsrail	Belçika	Hollanda	Suriye	Hollanda	Rusya	Rusya	Hollanda
4.Küm.	Ortalama	49512	2221	11818	15984	1711	163723	114648	173240	82264	8954	476724	12110	5,5	62,1
	Toplam	1039756	46646	248169	335655	35933	343824	2407605	3638030	1727552	188026	10011196	254313	115,9	1304,9
	Mak.Ülke	Kanada	Katar	İsviçe	Singapur	Katar	İsviçe	Kanada	İsviçe	Danimarka	İsviçe	Japonya	Avustralya	Lüksemburg	
5.Küm.	Ortalama	584792	41817	127821	114808	26348	275368	2060116	3940947	1842813	108872	9123700	107023	4,02	40,7
	Toplam	3508751	250904	766924	688846	158085	1652208	12360693	23645681	11056879	653230	54742201	642137	24,1	244,3
	Mak.Ülke	Almanya	ABD	İspanya	ABD	İspanya	İtalya	Almanya	Almanya	Almanya	ABD	Almanya	ABD	ABD	ABD
6.Küm.- Irak	2643776	123292	26298	31152	259714	649658	1563406	720262	2412364	624691	9054612	37295	0,961	4,756	
7.Küm.-BAE	Ortalama	196771	51151	14617	827072	8421	102749	452124	507735	1617558	5405960	9184157	9315	2,433	40,70
	Toplam	73655	2072	979914	13100	15938	75197	193569	191574	141999	160394	1847411	1378419	5,29	5,30
	Mak.Ülke	Çin	Çin	Çin	Hindistan	Çin	Çin	Çin	Hindistan	Çin	Çin	Çin	Çin	Çin	Çin

Şekil 3'te Türkiye'nin 2017 yılına ait ithalat verilerinin kümeleme analizi sonuçları verilmiştir. Oluşturulan veri seti 194 ülkeye ait gözlem verisinden oluşmakta olup bu veri seti için Elbow ve Ward yöntemi ile elde edilen k değeri ise 9 olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda k değeri 9 olarak belirlenen K-ortalama yönteminin sonuçları Şekil 3'te, SOM sinir ağları ile elde edilen hücresel yapı üzerinde gösterilmektedir.

Şekil: 3
Türkiye İthalat Verileri Kümeleme Sonuçları

4, 108, 120, 180, 204, 231, 404, 417, 466, 524, 566, 586, 646, 762, 800, 854, 887, 768, 140, 148, 562, 706, 728, 262	24, 50, 104, 116, 132, 144, 174, 178, 288, 324, 450, 454, 478, 480, 516, 686, 690, 710, 748, 894, 430, 716, 226, 266, 418, 496, 624, 694, 408, 64, 72, 270, 426, 462, 608	68, 84, 120, 188, 192, 214, 218, 222, 320, 328, 340, 388, 484, 558, 591, 598, 600, 604, 740, 780, 862, 28, 212, 332, 584, 600, 52, 20, 26, 500, 662, 308, 585, 652, 670	152, 242, 554, 858, 44, 92, 360, 540, 184, 258, 520, 548, 796, 193, (36), (344), (702), (60), (446), (136)
8, 12, 31, 112, 191, 268, 275, 300, 368, 400, 422, 434, 498, 499, 512, 760, 807, 48, 51	196, 233, 348, 398, 414, 428, 440, 504, 620, 642, 688, 703, 705, 818, 860, 470	203, 384, 616, 704, 764, (304), (372), (392), (442), (752)	32, (20), (40), (56), (124), (208), (246), (352), (634), (674), (682), (674), 508,
	70, 100, 804, 458	(250), (410), (724), (276), (380)	[76], [528], [826], [840], [356]
364, 756, 784		156	[643]

Not: 1. Küme Elamanları, 2. Küme Elamanları, (3. Küme Elamanları), {4. Küme Elamanları}, {5. Küme Elamanları}, [6. Küme Elamanları], 7. Küme Elamanları, [8. Küme Elamanları], 9. Küme Elamanları

Türkiye'ye ait ithalat verilerinden elde edilen kümeler incelendiğinde 104 ülke ile 1. Küme, 51 ülke ile 2. Küme, 6 ülke ile 3. Küme, 24 ülke ile 4. küme, 4 ülke ile 5. Küme, tek ülke (Rusya) ile 6. Küme, tek ülke (Çin) ile 7. Küme, tek ülke (Malezya) ile 8.Küme, 3 ülke ile 9. Küme'ye ait istatistikler ve her bir kümede 14 değişkene ait en yüksek değere sahip ülkeler aşağıdaki Tablo 2'de detaylı olarak verilmektedir.

Tablo: 2
Türkiye İthalat Verileri Kümelere Ait İstatistikleri

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	Toplam	Nüfus	Uzaklık	GSYH	
1.Küm	Ortalama	26888	957	37671	33316	3065	37781	92227	118335	24498	24026	398766	21590	3,80	5,66
	Mak.Ülke	Ukrayna	Mozambik	Ukrayna	Yunanistan	Ukrayna	Mısır	Ukrayna	Vietnam	Bangladeş	Irak	Polonya	Pakistan	Güney Af.	Malta
2.Küm	Ortalama	18114	766	16682	32804	2440	7295	18175	14554	7220	732	118783	15966	11,49	11,86
	Mak.Ülke	Uruguay	Arjantin	Endonezya	Kolombiya	Endonezya	Meksika	Endonezya	Meksika	Endonezya	Sili	Kolombiya	Endonezya	Fransız P.	Y. Zelanda
3.Küm	Ortalama	163940	25662	226788	492845	10047	1907340	1736640	4679486	618106	118463	9979317	273766	3,82	29,41
	Mak.Ülke	Almanya	Almanya	Almanya	Hindistan	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Hindistan	G. Kore	Almanya
4.Küm	Ortalama	34654	2171	94398	86090	1875	264425	122001	260651	41859	123289	1031411	12957	5,35	57,89
	Mak.Ülke	Kanada	Avustralya	Belçika	İsrail	Norveç	S.Arabistan	Belçika	Japonya	Japonya	Avustralya	Japonya	Japonya	Avustralya	Lüksemburg
5.Küm	Ortalama	343635	85125	1323658	311397	6666	970799	642108	2056673	307451	150860	6198372	154159	6,79	39,60
	Mak.Ülke	ABD	Brezilya	ABD	ABD	ABD	ABD	ABD	ABD	ABD	ABD	ABD	ABD	Brezilya	ABD
6.Küm. - Rusya	1178238	17949	1206492	4966281	398278	733644	4379574	65718	8259	6559659	19514094	144154	5,29	10,96	
7.Küm. - Çin	88993	12210	372169	100572	5732	2368486	4180005	12936179	3288920	17353	23370620	1418279	5,97	8,68	
8.Küm. - Malezya	49387	2248	143319	1768	566110	180480	963227	989880	227393	14747	3138558	31556	7,70	9,95	
9.Küm	Ortalama	40593	4015	33131	38502	332	535926	295445	164145	137784	5397672	6647545	33180	3,83	42,16
	Mak.Ülke	İran	İsviçre	İran	İran	İsviçre	İsviçre	İran	İsviçre	İsviçre	İran	İran	İran	İsviçre	İsviçre

Şekil: 4
Kazakistan İhracat Verileri Kümeleme Sonuçları

156	[643]	[4], [762], [860]
756	458, 32, 36, 76, 454, 710 862, 152, 218, 780, 24, 68, 170, 178, 266, 508, 554, 591, 598, 604, 388	364
{380}, {528}, {784}, 792, {826}, {392}, 682	{56}, {344}, 410, {702}, 96, 92	496
	{40}, {124}, {208}, {246}, 250, {276}, {578}, {634}, {752}, {372}, {442}, {352}, {446}, 840	48, 196, 203, 233, 414, 705, 724, {376}, 703, 300, 470, 620
		12, 31, 51, 100, 112, 268, 348, 368, 400, 428, 440, 498, 512, 524, 616, 642, 688, 788, 795, 804, 807, 818, 422, 504, 8, 70, 191, 434

Not: 1. Küme Elmanları, 2. Küme Elemanları, (3.Küme Elemanları), {4. Küme Elemanları}, [5.Küme Elemanları], [6. Küme Elemanları], 7. Küme Elemanları, 8. Küme Elemanları, 9. Küme Elemanları, 10. Küme Elemanları

Şekil 4'te Kazakistan'ın 2017 yılına ait ihracat verilerinin kümeleme analizi sonuçları verilmiştir. Oluşturulan veri seti 117 ülkeye ait gözlem verisinden oluşmakta olup bu veri seti için Elbow ve Ward yöntemi ile elde edilen k değeri ise 10 olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda k değeri 10 olarak belirlenen K-ortalama yönteminin sonuçları Şekil 4'te, SOM sinir ağları ile elde edilen hücrel yapı üzerinde gösterilmektedir.

Kazakistan'a ait ihracat verilerinden elde edilen kümeler incelendiğinde 45 ülke ile 1. Küme, 42 ülke ile 2. Küme, 20 ülke ile 3. Küme, 2 ülke ile 4. küme, 3 ülke ile 5. Küme, tek ülke (Rusya) ile 6. Küme, tek ülke (Kırgızistan) ile 7. Küme, tek ülke (Çin) ile 8. Küme, tek ülke (S. Arabistan) ile 9. Küme, tek ülke (İsviçre) ile 10. Küme'ye ait istatistikler ve her bir kümede 14 değişkene ait en yüksek değere sahip ülkeler aşağıdaki Tablo 3'te detaylı olarak verilmektedir.

Tablo: 3
Kazakistan İhracat Verileri Kümelere Ait İstatistikleri

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	Toplam	Nüfus	Uzaklık	GSYH	
1.Küm	Ortalama	7453	632	5669	236769	9,01	4983	38177	3285	566	3,12	297548	22902	4,31	11,92
	Toplam	335367	28450	255126	10654608	405	224219	1718041	147819	25471	141	13389648	1030611	1938	536
	Mak.Ülke	Irak	Moğolistan	Letonya	Fransa	Fransa	Ukrayna	Türkiye	Yunanistan	Türkiye	Belarus	Fransa	Pakistan	Oman	Fransa
2.Küm	Ortalama	17,4	1,2	1461,7	15037,5	0	2338,9	7232,0	173,2	29,7	8,6	26300,1	76115,4	9,5	8,6
	Toplam	729,4	51,6	61389,5	631573	0	98233,8	303745,4	7274,8	1246,1	362,4	1104606,0	3196847,0	400,1	360,2
	Mak.Ülke	Hindistan	Malezya	Brezilya	Hindistan	-	Hindistan	Vietnam	Endonezya	Venezuela	Hindistan	Hindistan	5. Hindistan	Y. Zelanda	Avustralya
3.Küm	Ortalama	2064,61	13,94	5672,89	59560,09	0	17157,70	122116,34	4700,19	685,17	156,66	212127,58	36076,15	4,76	56,58
	Toplam	41292	279	113457	1191201	0	343154	2442326	94004	13703	3133	4242552	721523	95,24	1132
	Mak.Ülke	Almanya	ABD	Belçika	Japonya	-	ABD	Bir. Krallık	Kanada	Bir. Krallık	BAE	Bir. Krallık	ABD	Singapur	Lüksemburg
4.Küm	Ortalama	34882	15,43	2108	6523224	0	8493	118795	18498	2760	0	6708775	38268	3,66	40,75
	Toplam	69764	30,86	4216	13046448	0	16985	237590	36996	5521	0	13417550	76535	7,32	81,50
	Mak.Ülke	İtalya	İtalya	Hollanda	İtalya	-	Hollanda	Hollanda	Hollanda	Hollanda	-	İtalya	İtalya	İtalya	Hollanda
5.Küm	Ortalama	337293	6474	60636	140155	13447	14530	164529	17202	2879	0	757146	25154	4,48	0,99
	Toplam	1011879	19423	181908	420466	40342	43591	493587	51606	8637	0	2271438	75461	13,45	2,98
	Mak.Ülke	Özbekistan	Tacikistan	Özbekistan	Özbekistan	Özbekistan	Özbekistan	Özbekistan	Özbekistan	Özbekistan	-	Özbekistan	Afganistan	Afganistan	Özbekistan
6.Küm.- Rusya	221026	17208	1711425	602476	3894	290166	1425667	204104	38566	632	4515165	144154	2,77	10,96	
7.Küm.- Krg.	98945	66526	15247	78826	8213	57271	108501	52779	16377	548	503233	6012	4,24	1,25	
8.Küm.- Çin	73318	824	1135839	1001379	45654	1039018	2461454	19730	468	1,004	5777684	1418279	5,42	8,68	
9.Küm.- S.Arab.	65,31	0,00	11,59	0	0	84,74	276	259	79,76	14994	15771	32539	5,89	20,76	
10.Küm.- İsviçre	0	2,139	290	3051311	0	5015	1591	663	41817	0	3100688	8429	11,53	80,10	

Şekil 5'te Kazakistan'ın 2017 yılına ait ithalat verilerinin kümeleme analizi sonuçları verilmiştir. Oluşturulan veri seti 162 ülkeye ait gözlem verisinden oluşmakta olup bu veri seti için Elbow ve Ward yöntemi ile elde edilen k değeri ise 5 olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda k değeri 5 olarak belirlenen K-ortalama yönteminin sonuçları Şekil 5'te, SOM sinir ağları ile elde edilen hücrel yapı üzerinde gösterilmektedir.

Şekil: 5
Kazakistan İthalat Verileri Kümeleme Sonuçları

643			
156	(36), (56), (344), (702), (756), (60), (446), 92	32, 152, 554, 858	458
(208), (276), (352), (372), (528), (578), (752), (840), (634), (442)			84 212 426 480 796 68 108 170 174 188 218 222 320 340 388 450 508 516 531 538 600 604 710 716 789 82 328 538 894 740 96 266 520 660 670 690 788 862 480 796 798 658 798 84 212 426 480 796
(40), (20), (124), (246), (250), (376), (380), (392), (410), (674), (784), (826), 470, 724	9, 8, 31, 51, 100, 112, 191, 196, 202, 213, 258, 225, 200, 248, 364, 400, 414, 412, 422, 428, 440, 436, 438, 616, 620, 642, 688, 703, 705, 760, 762, 788, 792, 795, 804, 807, 860, 48, 20, 408, 499	12, 504, 586, 682, 356, 818, 50, 104, 512, 524, 231, 566, 686, 704, 764, 418, 466, 132, 478	76, 144, 192, 214, 288, 324, 360, 384, 404, 484, 608, 646, 706, 800, 44, 120, 180, 270, 116, 694, 332, 624

Not: 1. Küme Elamanları, 2. Küme Elemanları, (3.Küme Elemanları), 4.Küme Elemanları, 5.Küme Elemanları

Kazakistan'a ait ithalat verilerinden elde edilen kümeler incelendiğinde 78 ülke ile 1. Küme, 53 ülke ile 2. Küme, 29 ülke ile 3. Küme, tek ülke (Rusya) ile 4. küme, tek ülke (Çin) ile 5. Küme'ye ait istatistikler ve her bir kümede 14 değışkine ait en yüksek değere sahip ülkeler aşğıdaki Tablo 4'te detaylı olarak verilmektedir.

Tablo: 4
Kazakistan İthalat Verileri Kümelere Ait İstatistikleri

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	Toplam	Nüfus	Uzaklık	GSYH	
1.Küm	Ortalama	3211	159	747	2,3	344	338	575	6076	877	12,7	12343	26456	9,51	7,02
	Toplam	250467	12385	58297	177,2	26822	26390	44874	473956	68419	989	962777	2063571	741,92	547,59
	Mak.Ülke	Brezilya	Brezilya	Guatemala	Tayland	Malezya	G. Afrika	Meksika	Vietnam	Malezya	G. Afrika	Vietnam	Endonezya	Y. Zelanda	Y. Zelanda
2.Küm	Ortalama	17374	1263	8303	4769	81,5	13291	14201	24210	11224	155	94872	48907	4,45	9,45
	Toplam	920842	66920	440057	252779	4319	704402	752670	1283146	594872	8210	5028217	2592091	235,71	500,97
	Mak.Ülke	Özbekistan	Gürcistan	Tacikistan	Özbekistan	İspanya	Özbekistan	Türkiye	Türkiye	Türkiye	Ukrayna	Özbekistan	Hindistan	Myanmar	Malta
3.Küm	Ortalama	11695	2458	3234	2627	122,2	47884	34026	117242	26590	223,9	246102	32656	5,24	55,56
	Toplam	339142	71281	93794	76192	3544	1388630	986747	3400028	771109	6494	7136961	947010	151,85	1611,26
	Mak.Ülke	ABD	İtalya	Kanada	Almanya	İtalya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	ABD	Almanya	ABD	Avustralya	Lüksemburg
4.Küm.- Rusya		1088428	238444	553603	1410093	117566	1392047	2939574	2735381	939171	58617	11472924	144154	2,77	10,96
5.Küm.- Çin		150460	1357	21947	27621	282,3	446197	1089065	2272623	682643	46,5	4692242	1418279	5,42	8,68

Şekil 6'da Azerbaycan'ın 2017 yılına ait ihracat verilerinin kümeleme analizi sonuçları verilmiştir. Oluşturulan veri seti 112 ülkeye ait gözlem verisinden oluşmakta olup bu veri seti için Elbow ve Ward yöntemi ile elde edilen k değeri ise 10 olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda k değeri 10 olarak belirlenen K-ortalama yönteminin sonuçları Şekil 6'da SOM sinir ağları ile elde edilen hücresel yapı üzerinde gösterilmektedir.

Şekil: 6
Azerbaycan İhracat Verileri Kümeleme Sonuçları

$\overline{268, 792}$	(156), (356), <u>360</u>	<u>36, 56, 554, 68, 533,</u> <u>32, 76, 484, 170, 598,</u> <u>218, 604</u>	<u>710, 608, 780, 862, 84,</u> <u>96, 192</u>
<u>643</u>	[380]		410, 764, 24, 704, 116, 430, 508, 4, 50, 262, 417, 496, <u>586, 148, 178, 404, 510,</u> <u>566, 788, 524, 12, 120, 288,</u> <u>434, 104, 508</u>
$\overline{368}$			392, 8, <u>31, 48, 100, 112,</u> <u>191, 203, 275, 300, 348,</u> <u>364, 414, 422, 428, 440,</u> <u>498, 512, 616, 642, 682,</u> <u>703, 724, 762, 795, 804,</u> <u>860, 400, 620, 688, 705,</u> <u>398, 442, 458, (250),</u> <u>(276), (528), (634),</u> <u>(752), (784), (826),</u> <u>(840), (372), (578),</u> <u>(40), (60), (352)</u>
	$\overline{756}$	(376), (344), (246), (702), (124)	

Not: 1. Küme Elemanları, 2. Küme Elemanları, (3. Küme Elemanları), {4. Küme Elemanları}, [5. Küme Elemanları], 6. Küme Elemanları, $\overline{7. Küme Elemanları}$, $\overline{8. Küme Elemanları}$, 9. Küme Elemanları, 10. Küme Elemanları

Azerbaycan'a ait ihracat verilerinden elde edilen kümeler incelendiğinde 29 ülke ile 1. Küme, 55 ülke ile 2. Küme, 20 ülke ile 3. Küme, 2 ülke ile 4. küme, tek ülke (İtalya) ile 5. Küme, tek ülke (Rusya) ile 6. Küme, tek ülke (İsviçre) ile 7. Küme, tek ülke (Gürcistan) ile 8. Küme, tek ülke (Irak) ile 9. Küme, tek ülke (Türkiye) ile 10. Küme'ye ait istatistikler ve her bir kümede 14 değişkene ait en yüksek değere sahip ülkeler aşağıdaki Tablo 5'te detaylı olarak verilmektedir.

Tablo: 5
Azerbaycan İhracat Verileri Kümelere Ait İstatistikleri

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	Toplam	Nüfus	Uzakhk	GSYH	
1. Küme	Ortalama	30,38	2,83	35,04	21700	0	433	186	71,10	133,18	0	22591	50503	9,92	13,81
	Toplam	881	82,12	1016	629297	0	12553	5394	2062	3862	0	655148	1464601	287,54	400,57
	Mak. Ülke	Malezya	Belçika	Japonya	Endonezya	-	Belçika	Japonya	Belçika	Malezya	-	Endonezya	Endonezya	Y. Zelanda	Avustralya
2. Küme	Ortalama	1295	221,1	77,8	45798	55,4	700,5	958,0	289,9	87,4	0,3	49483	26378	2,78	9,06
	Toplam	71202	12158	4277	2518894	3045	38528	52690	15945	4808	14,6	2721562	1450800	153,04	498,23
	Mak. Ülke	Türkmen.	Belarus	İran	Çek ya	Türkmen	Romanya	Kazakistan	Kazakistan	Kazakistan	Ukrayna	Çek ya	Pakistan	Kongo	Malta
3. Küme	Ortalama	1277	51,0	15,5	112136	1,8	979	871	670	169	7,1	116177	33177	3,92	57,93
	Toplam	25534	1019	311	2242723	36,6	19574	17427	13395	3384	143	2323546	663534	78,38	1158,64
	Mak. Ülke	Almanya	ABD	BAE	İsrail	Katar	Hollanda	Bir. Krallık	Hollanda	Bir. Krallık	ABD	İsrail	ABD	ABD	Lüksemburg
4. Küme	Ortalama	50,0	315	403	389366	0	13167	818	530	13,2	0	404662	1378419	4,97	5,30
	Toplam	100,0	630	806	778732	0	26333	1637	1060	26,4	0	809324	2756837	9,95	10,61
	Mak. Ülke	Çin	Çin	Çin	Çin	0	Çin	Çin	Hindistan	Hindistan	0	Çin	Çin	Çin	Çin
5. Küme.- İtalya	51485	0,28	118,43	4349976	0	901	2856	165,97	383	540	4406425	59484	2,31	32,75	
6. Küme.- Rusya	423021	22057	11200	41348	19,25	10986	67316	5933	3644	1502	587025	144154	4,07	10,96	
7. Küme.- İsviçre	126	0,81	759	39551	0	15,18	2945	4,44	236	125417	169055	8429	8,54	80,10	
8. Küme.- Gürc.	20989	696	21624	371271	3792	4509	31566	15395	1508	0	471349	3931	0,87	3,87	
9. Küme.- Irak	6357	536	0,2	315,6	7567	216,9	109,6	62,4	560	0	15725	37295	1,87	4,76	
10. Küme.- Tür.	1570	46,64	39429	1113851	0	65203	141483	4015	740	0	1366337	80091	1,28	10,55	

Şekil 7’de Azerbaycan’ın 2017 yılına ait ithalat verilerinin kümeleme analizi sonuçları verilmiştir. Oluşturulan veri seti 131 ülkeye ait gözlem verisinden oluşmakta olup bu veri seti için Elbow ve Ward yöntemi ile elde edilen k değeri ise 8 olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda k değeri 8 olarak belirlenen K-ortalama yönteminin sonuçları Şekil 7’de, SOM sinir ağları ile elde edilen hücresel yapı üzerinde gösterilmektedir.

Şekil: 7
Azerbaycan İthalat Verileri Kümeleme Sonuçları

643	$\overline{156, 792}$	276, 380, 826	36, 40, 56, 124, 208, 246, 352, 372, 392, 442, 446, 578, 674, 702, 752, 756, 344, 634
804			250, 376, 528
{364}, {795}			784, 724, 410, 48, 112, 268, 300, 348, 428, 440, 414, 705, 703, 682, 642, 616, 398, 233, 203, 100, 196, 470
	(840), $\overline{356, 76}$	554, 32, 152, 170, 188, 218, 320, 340, 480, 484, 591, 600, 604, 710, 780, 192, 388, 214, 242, 670, 68, 92, 660, 222, 796	8 12 31 50 70 104 144 191 231, 275 360 384 400 458 417 422, 450 458 458 504 508 512 586, 608 620 688 704 760 762 764, 788 800 807 818 860 454 716, 26 120 388 436 566 8 116 524, 288 408 426 516 694 430

Not: 1. Küme Elamanları, 2. Küme Elamanları, (3.Küme Elamanları), {4.Küme Elamanları}, [5.Küme Elamanları], 6.Küme Elamanları, 7. Küme Elamanları,, 8. Küme Elamanları

Azerbaycan’a ait ithalat verilerinden elde edilen kümeler incelendiğinde 28 ülke ile 1. Küme, 96 ülke ile 2. Küme, tek ülke (ABD) ile 3. Küme, 2 ülke ile 4. küme, tek ülke (Ukrayna) ile 5. Küme, tek ülke (Türkiye) ile 6. Küme, tek ülke (Çin) ile 7. Küme, tek ülke (Rusya) ile 8. Küme ‘ye ait istatistikler ve her bir kümede 14 değişkene ait en yüksek değere sahip ülkeler aşağıdaki Tablo 6’da detaylı olarak verilmektedir.

Tablo: 6
Azerbaycan İthalat Verileri Kümelere Ait İstatistikleri

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	Toplam	Nüfus	Uzakhk	GSYH	
1.Küm.	Ortalama	5529	623	755	1748	324	10725	13974	32687	8385	127,2	74876	24096	4,94	52,90
	Toplam	154819	17431	21136	48930	9074	300303	391267	915241	324770	3561	2096534	674687	138,40	1481,15
2.Küm.	Ortalama	3856	406	522	895	502	1230	1950	3007	836	896	14099	43934	5,80	7,95
	Toplam	370161	38946	50125	85909	48150	118073	187238	288635	80247	86063	1353546	4217625	557,13	762,94
3.Küm.- ABD	Ortalama	5944	225	7453	760	18858	51607	31469	187749	32260	393073	729398	323435	9,43	60,05
	Toplam	14575	32,33	4380	85983	238,48	40143	18105	4188	6476	14,07	174136	43757	2,08	6,13
4.Küm.	Ortalama	29150	64,66	8760	171966	476,96	80286	36210	8377	12952	28,14	348272	87513	4,16	12,26
	Toplam	148563	100679	6903	3151	748	56820	81910	73411	11167	0	483352	44473	0,69	2,54
5.Küm.- Ukr.	117497	5472	29686	16287	1713	239090	333683	324444	213687	3326	1284887	80091	1,28	10,55	
6.Küm.- Türk.	9108	81,11	3489	33,32	64,35	48858	207612	502912	206147	10,64	978315	1418279	5,26	8,68	
7.Küm.- Çin	446926	68715	103577	51850	48156	136907	447415	146712	18933	2232	1471425	144154	4,07	10,96	
8.Küm.- Rusya															

6. Sonuç ve Tartışma

Küreselleşmenin yanı sıra bölgeselleşmenin, yerelleşmenin de öneminin arttığı günümüz ekonomilerinde dış ticaret iç talebi destekleyerek üretimin devamlılığını sağlamakta, tüketicilere tercih çeşitliliği sunarak tüketici refahına hizmet etmekte, ülkeler arasındaki bilgi, kültür ve teknoloji transferini kolaylaştırmakta ve ülkeler açısından önemli bir döviz kalemi olma fonksiyonunu yerine getirmektedir. Ekonomiler açısından bu ölçüde öneme sahip dış ticaret, her dönemde literatürde ilgi çekmekte ve bu konudaki analizler ekonomiyle ilgili tüm taraflarca yakından izlenmektedir.

Dış ticaret ülkelerin ihracat ve ithalatını ifade etmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada Türkiye ve verisi uygun durumda bulunan Azerbaycan ve Kazakistan ekonomileri için 2017 yılına ait dış ticaret verileri, iktisat yazınında dış ticaretin önemli belirleyenleri olarak kabul edilen nüfus, kişi başına düşen gelir ve coğrafi uzaklık değişkenleri de dikkate alınarak kümeleme analizi uygulanmıştır. Böylece ele alınan ülkelerin dış ticaretinin hangi ülkeler ile hangi mal gruplarında yoğunlaştığı ve dış ticaretin hangi belirleyenlerinin öne çıktığı ortaya konmuştur. Kümeleme analizi yapılarak, belirlenen 14 değişkenin aynı anda değerlendirilmesiyle birbirine benzer olan ve doğal şekilde oluşmuş ülke gruplarının keşfedilmesi sağlanmaktadır. Bu çalışma kapsamında 14 değişken kullanılması, 14 boyutlu bir gözlem uzayını ifade etmektedir. Boyut sayısının bu kadar yüksek olduğu bir ortamda benzer ülkelerin böyle bir analiz yapılmaksızın keşfedilmesi pek olası değildir. Çalışmanın amacına uygun olarak K-ortalama, Ward hiyerarşik kümeleme ve kendi kendini düzenleyen haritalar (SOM) yöntemlerinden yararlanılmıştır. Kümeleme analizinde sıklıkla kullanılan bu yöntemler, çalışma kapsamında birbirinden bağımsız olarak kullanılmak yerine hibrit bir yaklaşım ile bir arada kullanılmıştır. K-ortalama kümeleme yönteminde hem k değerinin belirlenmesinde hem de K-ortalama ile elde edilen sonuçların hiyerarşik gösterim ile sonuçlarının sağlaması yapılması amacı ile Ward yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca elde edilen küme sonuçlarının ve küme dâhilindeki birimlerinin topolojik yakınlarının gösterimi amacı ile kendi kendini düzenleyen haritalar (SOM) kullanılarak sonuçlar 5X5 birimlik ızgara sistemi üzerinde görselleştirilmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde çalışmanın yönteminde uygulanan bu hibrit yaklaşım diğer kümeleme analizi çalışmalarına göre özgünlük taşımaktadır.

Türkiye'nin ihracat verilerine ilişkin kümeleme analizi sonuçlarında birinci küme içinde yer alan en yüksek kişi başına düşen gelire fakat aynı zamanda coğrafi açıdan en uzak ülke görünümüne sahip Güney Kore, akaryakıt hariç yenilenemeyen hammaddeler grubunda en çok ihracatın yapıldığı ülke olarak öne çıkmaktadır. Diğer yandan Türk Cumhuriyetlerinden Özbekistan da aynı kümede yer almakta ve bu ülkeye Türkiye'den en fazla başka yerde belirtilmeyen kimya sanayi ürünleri ihraç edilmektedir. İkinci kümenin belirgin özelliği ise Latin Amerika ve Yeni Zelanda gibi Türkiye'ye coğrafi açıdan benzer uzaklıktaki ülkelerden oluşmasıdır. Üçüncü kümede yer alan ülkelerden biri olan Belçika içki ve tütün, akaryakıt hariç yenilenemeyen hammaddeler ve makineler ve taşıt araçları ihracatında ön plana çıkmaktadır. Diğer yandan dördüncü küme, gelir düzeyi oldukça yüksek Kanada, Katar, Lüksemburg, İsveç gibi ülkelerden oluşmaktadır. Bu ülkelere yapılan

ihracatın potansiyelinin altında kaldığı ve artırılabilceği ifade edilebilir. Beşinci küme ise Almanya, ABD, İspanya ve İtalya gibi ihracatın en yoğun gerçekleştirildiği ülkelerden oluşmaktadır. Altıncı ve yedinci kümelerin önemli özelliği tek üyeli olmalarıdır. Türkiye'nin ihracatı açısından sırasıyla Irak ve Birleşik Arap Emirlikleri tek başına birer küme oluşturmaktadır. Sekizinci kümede ise coğrafi açıdan Türkiye'ye uzak ve yüksek nüfuslu Çin ve Hindistan gibi ülkeler yer almaktadır.

Türkiye'nin ithalat verileri için kümeleme analizi sonuçları değerlendirildiğinde, birinci kümede yer alan ülkelerden biri olan Ukrayna'dan canlı hayvanlar ve gıda maddeleri, akaryakıt hariç yenilenemeyen hammaddeler, hayvansal ve bitkisel sıvı yağlar, mumlar ve başlıca sınıflara ayrılan işlenmiş mallar ithal edilmektedir. İkinci kümede genel olarak Latin Amerika ülkelerinin yer aldığı görülmektedir. Üçüncü küme içinde Almanya neredeyse tüm mal gruplarında en çok ithalatın gerçekleştirildiği ülke olarak dikkat çekmektedir. Dördüncü kümenin ortak özelliği kişi başına düşen gelir düzeyi yüksek ülkelerden oluşmasıdır. Beşinci küme içinde ABD hemen hemen tüm mal gruplarında öne çıkmaktadır. Altıncı, yedinci ve sekizinci kümeler ise sırasıyla Rusya, Çin ve Malezya'dan oluşmaktadır. Dokuzuncu küme içinde ise İran ve İsviçre'den gerçekleştirilen ithalat ön plandadır. Bu ülkelerden daha çok sınıflandırılmamış eşyalar ithal edilmektedir.

Kazakistan'a ait ihracat kümeleme analizi sonuçlarına göre, birinci küme genel olarak komşu ülkelerden oluşmakta ve Türkiye de bu kümede belirli başlı ürün gruplarında öne çıkmaktadır. İkinci kümede ise pek çok ürün grubunda Hindistan ilk sırada yer almaktadır. Üçüncü kümede yer alan ülkelerin ortak özelliği, yüksek gelirli olmalarıdır. Dördüncü küme ise kıta Avrupası ülkelerinin belirleyici olduğu bir küme olarak dikkat çekmektedir. Beşinci kümede, Türk Cumhuriyetleri'nin ön plana çıkmaktadır. Rusya, Kırgızistan, Çin, Suudi Arabistan ve İsviçre ise tek başlarına birer küme oluşturmaktadırlar. Bu bulgular, çeşitli mal gruplarında bu ülkelerin Kazakistan açısından önemli birer pazar olduğu anlamına gelmektedir.

Kazakistan'a ait ithalat kümeleme analizi bulgularına göre, birinci küme ithalat yoğunluğunun düşük olduğu ve coğrafi açıdan uzak ülkelerden oluşmaktadır. İkinci kümede Türkiye ile Türk Cumhuriyetleri ve coğrafi açıdan yakın ülkeler yer almaktadır. Üçüncü kümede yer alan ülkelerin ortak özelliği gelir düzeylerinin yüksek olmasıdır. Rusya ve Çin, ihracat açısından olduğu gibi ithalat açısından da Kazakistan için tek başlarına birer küme oluşturmaktadırlar.

Azerbaycan için ihracat kümeleme analizi sonuçları değerlendirildiğinde, birinci kümede Belçika ve Endonezya'nın öne çıktığı ifade edilebilir. Belçika'ya içki ve tütün, başka yerde belirtilmeyen kimya sanayi ve ürünleri ve makineler ve taşıt araçları ihraç edilmektedir. Azerbaycan açısından en yüksek ihracat değerine sahip mal grubu olan mineral yakıtlar, yağlar ve alkali ürünler, bu küme içinde yer alan ülkelerden Endonezya'ya en yoğun olarak ihraç edilmektedir. İkinci küme, çeşitli mal gruplarından ve nispeten coğrafi açıdan yakın olan ülkelerden oluşmaktadır. Üçüncü kümede yer alan ülkelerin ortak özelliği, yüksek gelirli olmalarıdır. Dördüncü küme coğrafi açıdan yakın ve yüksek nüfuslu ülkeler

olan Çin ve Hindistan'dan oluşmaktadır. İtalya, Rusya, İsviçre, Gürcistan, Irak ve Türkiye de Azerbaycan ihracatı açısından tek başlarına birer küme oluşturmaktadır.

Azerbaycan'a ait ithalat kümeleme analizi sonuçlarına göre, birinci kümede yüksek gelirli ülkeler yer almaktadır. Burada özellikle Almanya'dan yapılan makineler ve taşıt araçları ithalatı öne çıkmaktadır. İkinci küme coğrafi açıdan nispeten uzak ve düşük yoğunluklu ithalatın gerçekleştirildiği ülkelerden oluşmaktadır. ABD, tek başına üçüncü kümeyi oluşturmaktadır. Dördüncü kümede coğrafi açıdan yakın İran ve Türkmenistan yer almakta olup bu ülkelerden çok çeşitli mal gruplarında yüksek değerde ithalat yapılmaktadır. Ukrayna, Türkiye, Çin, Rusya ise tek başlarına birer küme oluşturmaktadır.

Özetle, çalışmanın bulguları değerlendirildiğinde, teorik beklentilere uygun olarak, kümelerin ortaya çıkmasında coğrafi uzaklık, nüfus ve gelir düzeylerinin önemli belirleyenler olarak öne çıktığı söylenebilir. Tek başlarına birer küme oluşturan ülkeler, ele alınan ülkelerin önemli ticaret ortaklarıdır. Bu nedenle ticaret politikaları oluşturulurken bu pazarlardaki gelişmeler ve bu ülkelerin sosyoekonomik ve kültürel özellikleri dikkate alınmalıdır. İhracat açısından öne çıkan mal grupları desteklenmeli; yüksek ithalat yapılan mal gruplarında ithal ikamesi politikalarının uygulanabilirliği değerlendirilmelidir. Türkiye ile diğer Türk Cumhuriyetlerinin de ticaret ortaklığı anlamında büyük bir potansiyele sahip olduğu anlaşılmaktadır. Var olan anlaşmaların ve işbirliklerinin artmasının, tüm tarafların refah düzeylerini olumlu yönde etkileyeceği söylenebilir.

Kaynaklar

- Akal, M. & A. Karakaş (2011), "Türk Cumhuriyetlerinin Üretim Yapılarındaki Dönüşüm ve Türkiye ile Ticari İlişkileri: 1996-2005", *Bilgi, Türk Dünyası Sosyal Bilimler Dergisi*, 58, 1-28.
- Aker, Ş. & I. Aghaei (2019), "Comparison of business environments in oil-rich MENA countries: a clustering analysis of economic diversification and performance", *Emerging Markets Finance and Trade*, 55(12), 2871-85.
- Akyüz, K.C. (2006), "Avrupa Birliği Sürecinde Türkiye Orman Ürünleri Sanayinin Rekabet Düzeyi", *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8(9), 83-94.
- Attewell, P. & D.B. Monaghan & D. Kwong (2015), *Data Mining for the Social Sciences: An Introduction*, Oakland, California: Univ of California Press.
- Bação, F. & V. Lobo & M. Painho (2005), "Self-organizing Maps as Substitutes for K-means Clustering", *International Conference on Computational Science-ICSS 2005*, Springer: 476-83.
- Bircan, H. & M. Zontul & A.G. Yüksek (2006), "SOM Tipinde Yapay Sınır Ağlarını Kullanarak Türkiye'nin İhracat Yaptığı Ülkelerin Kümelenmesi Üzerine Bir Çalışma", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20, 219-39.
- Bholowalia, P. & A. Kumar (2014), "EBK-means: A clustering technique based on elbow method and k-means in WSN", *International Journal of Computer Applications*, 105(9), 17-24.
- Bulum, A.Z. & F. Ersöz & T. Ersöz (2013), "Dünya Ticaret Örgütü (WTO) Üyesi Ülkelerin Uluslararası Ticaret Hacimleri Üzerine Bir Çalışma", *Neşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 153-65.

- Caliński, T. & J. Harabasz (1974), "A Dendrite Method for Cluster Analysis", *Communications in Statistics-theory and Methods*, 3(1), 1-27.
- Carter, C. (2002), *Great Circle Distances*, SiRF White Paper.
- Chaudhary, V. & R.S. Bhatia & A.K. Ahlawat (2014), "A Novel Self-Organizing Map (SOM) Learning Algorithm with Nearest and Farthest Neurons", *Alexandria Engineering Journal*, 53(4), 827-31.
- Çakmak, Z. (1999), "Kümeleme Analizinde Geçerlilik Problemi ve Kümeleme Sonuçlarının Değerlendirmesi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3, 187-205.
- DPT (2000), *Türkiye ile Türk Cumhuriyetleri ve Bölge Ülkeleri İlişkileri Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Ankara.
- Ferreira, L. & D.B. Hitchcock (2009), "A Comparison of Hierarchical Methods for Clustering Functional Data", *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 38(9), 1925-49.
- Gan, G. & C. Ma & J. Wu (2007), *Data Clustering: Theory, Algorithms, and Applications*, 20: Siam.
- Géron, A. (2017), *Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems*, O'Reilly Media, Inc.
- Giraudel, J.L. & S. Lek (2001), "A Comparison of Self-organizing Map Algorithm and Some Conventional Statistical Methods for Ecological Community Ordination", *Ecological Modelling*, 146(1-3), 329-39.
- Giudici, P. (2003), *Applied Data Mining: Statistical Methods for Business and Industry*, West Sussex: Wiley.
- Han, J. & M. Kamber & J. Pei (2011), *Data Mining: Concepts and Techniques*, USA: Elsevier.
- Hastie, T. & R. Tibshirani & J. Friedman (2001), *The Elements of Statistical Learning*, New York: Springer Series in Statistics.
- Hiziroglu, A. & A. Kapusuzoglu & E. Cankal (2018), "Grouping OECD countries based on energy-related variables using K-means and fuzzy clustering", *Global Approaches in Financial Economics, Banking, and Finance*, Springer: 151-69.
- Huskinson, T. & R. Lawson (2014), "Clusters of Economic Freedom", *Applied Economics Letters*, 21(15), 1070-74.
- Jain, A.K. & R.C. Dubes (1988), *Algorithms for Clustering Data*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Jain, A.K. & M.N. Murty & P.J. Flynn (1999), "Data Clustering: A Review", *ACM Computing Surveys CSUR*, 31(3), 264-323.
- Kantar, E. & B. Deviren & M. Keskin (2011), "Hierarchical Structure of Turkey's Foreign Trade", *Physica A*, 390(2011), 3454-76.
- Kijewska, A. & A. Bluszcz (2016), "Research of Varying Levels of Greenhouse Gas Emissions in European Countries Using the K-means Method", *Atmospheric Pollution Research*, 7(5), 935-44.
- King, R.S. (2015), *Cluster Analysis and Data Mining: An Introduction*, Mercury Learning & Information.
- Kodinariya, T.M. & P.R.D. Makwana (2013), "Review on Determining Number of Cluster in K-Means Clustering", *International Journal*, 1(6), 90-95.

- Kohonen, T. (1982), "Clustering, Taxonomy, and Topological Maps of Patterns", *Proceedings of the 6th International Conference on Pattern Recognition*, 114-128.
- Kohonen, T. (2001), *Self-Organizing Maps*, Berlin-Heidelberg: Springer.
- Kohonen, T. & E. Oja & O. Simula & A.J.E. Visa & J. Kangas (1996), "Engineering Applications of the Self-organizing Map", *Proceedings of the IEEE*, 84(10), 1358-84.
- Kuo, R.J. & L. Ho & C.M. Hu (2002), "Integration of Self-organizing Feature Map and K-means Algorithm for Market Segmentation", *Computers & Operations Research*, 29(11), 1475-93.
- Larose, D.T. & C.D. Larose (2014), *Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining*, John Wiley & Sons.
- MacQueen, J. (1967), "Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations", *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, 1(14), 281-97.
- Mostafa, M.M. (2010), "Clustering the Ecological Footprint of Nations Using Kohonen's Self-organizing Maps", *Expert Systems with Applications*, 37(4), 2747-55.
- Mukherjee, A. (1997), "Self-organizing Neural Network for Identification of Natural Modes", *Journal of Computing in Civil Engineering*, 11(1), 74-7.
- Murtagh, F. & P. Legendre (2014), "Ward's Hierarchical Agglomerative Clustering Method: Which Algorithms Implement Ward's Criterion?", *Journal of Classification*, 31(3), 274-95.
- Müller, A.C. & S. Guido (2016), *Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists*, O'Reilly Media, Inc.
- Nuroğlu, E. (2012), *Estimating Trade Flows of Turkey Using Panel Data Analysis and Neural Networks*,
<https://www.researchgate.net/publication/261001076_Estimating_Trade_Flows_of_Turkey_Using_Panel_Data_Analysis_and_Neural_Networks>, 09.08.2019.
- Nuroğlu, E. (2014), "Estimating and Forecasting Trade Flows by Panel Data Analysis and Neural Networks", *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(2014/1), 85-112.
- Özdağ, M.E. & M. Yeşilkaya & Y. Çabuk (2017), "Türkiye-Almanya Mobilya Dış Ticaretinin Yapay Sinir Ağları ile Tahmini", *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2), 136-43.
- Öztemel, E. (2012). *Yapay Sinir Ağları*, Papatya Bilim.
- Repkine, A. (2012), "How Similar are the East Asian Economies? A Cluster Analysis Perspective on Economic Cooperation in the Region", *Journal of International and Area Studies*, 19(1), 27-44.
- Syakur, M.A. & B.K. Khotimah & E.M.S. Rochman & B.D. Satoto (2018), "Integration K-means Clustering Method and Elbow Method for Identification of the Best Customer Profile Cluster", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 336(1), IOP Publishing.
- Tan, P. & M. Steinbach & V. Kumar (2006), *Introduction to Data Mining*. India: Pearson Education India.
- Tunalı, D. & A. Aytekin (2017), "Türkiye Dış Ticaretinin Kümeleme Analizi ile İncelenmesi", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 12(3), 103-16.

- Uygun, S. (2013), “Ülkemizin Dış Ticaret ve doğrudan Yurt Dışı Yatırımlarında Tercih Ettiği Ülkeler İçin Rank Korelasyonu ve Kümeleme Analizi”, *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(2), 95-112.
- Vesanto, J. & E. Alhoniemi (2000), “Clustering of the Self-organizing Map”, *IEEE Transactions on neural networks*, 11(3), 586-600.
- Ward Jr, J.H. (1963), “Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function”, *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236-44.
- Yayar, R. & Y. Demir & Y.E. Birol (2012), *Geçiş Ekonomileri Bağlamında Türkiye-Kazakistan Dış Ticaretine Uygulamalı Bir Bakış*, <<https://www.avekon.org/papers/490.pdf>>, 09.08.2019.
- Yurdakul, E.M. (2014), “Türkiye’de İthalatın Gelişimi ve İthalatın Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Tahmin Edilebilirliğine Yönelik Bir Analiz”, *Doktora Tezi*, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.
- Zaki, M.J. & W. Meira Jr. (2014), *Data Mining and Analysis: Fundamental Concepts and Algorithms*, Cambridge University Press.
- Zontul, M. & O. Kaynar & H. Bircan (2004), “SOM Tipinde Yapay Sinir Ağlarını Kullanarak Türkiye’nin İthalat Yaptığı Ülkelerin Kümeleneşmesi Üzerine Bir Çalışma”, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 5(2), 47-68.

Ekler

Ek: 1 Ülke Kodları

Afganistan	4	Tayvan, Çin Cumhuriyeti	158	Grönland	304
Arnavutluk	8	Noel Adası	162	Grenada	308
Antarktika	10	Cocos (Keeling) Adaları	166	Guadeloupe	312
Cezayir	12	Kolombiya	170	Guam	316
Amerikan Samoası	16	Komorlar	174	Guatemala	320
Andorra	20	Mayotte	175	Gine	324
Antigua ve Barbuda	28	Kongo (Brazzaville)	178	Guyana	328
Azerbaycan	31	Kongo, (Kinshasa)	180	Haiti	332
Arjantin	32	Cook Adaları	184	Heard ve McDonald Adaları	334
Avustralya	36	Kosta Rika	188	Holy See (Vatikan)	336
Avusturya	40	Hırvatistan	191	Honduras	340
Bahamalar	44	Küba	192	Hong Kong, SAR Çin	344
Bahreyn	48	Kıbrıs	196	Macaristan	348
Bangladeş	50	Çek ya	203	İzlanda	352
Ermenistan	51	Benin	204	Hindistan	356
Barbados	52	Danimarka	208	Endonezya	360
Belçika	56	Dominika	212	İran İslam Cumhuriyeti	364
Bermuda	60	Dominik Cumhuriyeti	214	Irak	368
Butan	64	Ekvator	218	İrlanda	372
Bolivia	68	El Salvador	222	İsrail	376
Bosna Hersek	70	Ekvator Ginesi	226	İtalya	380
Botsvana	72	Etiyopya	231	Fildişi Sahili	384
Bouvet Adası	74	Eritre	232	Jamaika	388
Brezilya	76	Estonya	233	Japonya	392
Belize	84	Faroe Adaları	234	Kazakistan	398
Britanya Hint Okyanusu Top.	86	Falkland Adaları (Malvinas)	238	Ürdün	400
Solomon Adaları	90	Fiji	242	Kenya	404
İngiliz Virgin Adaları	92	Finlandiya	246	Kore (Kuzey)	408
Brunei Sultanlığı	96	Aland Adaları	248	Kore (Güney)	410
Bulgaristan	100	Fransa	250	Kuveyt	414
Myanmar	104	Fransız Guyanası	254	Kırgızistan	417
Burundi	108	Fransız Polinezyası	258	Lao PDR	418

Belarus	112	Fransız Güney Toprakları	260	Lübnan	422
Kamboçya	116	Cibuti	262	Lesotho	426
Kamerun	120	Gabon	266	Letonya	428
Kanada	124	Gürcistan	268	Liberya	430
Yeşil Burun Adaları	132	Gambiya	270	Libya	434
Cayman Adaları	136	Filistin Bölgesi	275	Lihtenştayn	438
Orta Afrika Cumhuriyeti	140	Almanya	276	Litvanya	440
Sri Lanka	144	Gana	288	Lüksemburg	442
Çad	148	Cebelitarık	292	Makao, SAR Çin	446
Şili	152	Kiribati	296	Madagaskar	450
Çin	156	Yunanistan	300	Malawi	454
Malezya	458	Peru	604	Batı Sahra	732
Maldivler	462	Filipinler	608	Sudan	736
Mali	466	Pitcairn	612	Surinam	740
Malta	470	Polonya	616	Svalbard ve Jan M. Adaları	744
Martinik	474	Portekiz	620	Svaziland	748
Mauritius	480	Gine-Bissau	624	İsveç	752
Meksika	484	Timor-Leste	626	İsviçre	756
Monaco	492	Hollanda Antilleri	630	Suriye Arap Cum. (Suriye)	760
Moğolistan	496	Porto Rico	630	Tacikistan	762
Moldova	498	Katar	634	Tayland	764
Karadağ	499	Réunion	638	Togo	768
Montserrat	500	Romanya	642	Tokelau	772
Fas	504	Rusya Federasyonu	643	Tonga	776
Mozambik	508	Ruanda	646	Trinidad ve Tobago	780
Oman	512	Saint-Barthélemy	652	Birleşik Arap Emirlikleri	784
Namibya	516	Saint Helena	654	Tunus	788
Nauru	520	Saint Kitts and Nevis	659	Türkiye	792
Nepal	524	Anguilla	660	Türkmenistan	795
Hollanda	528	Saint Lucia	662	Turks ve Caicos Adaları	796
Aruba	533	Saint-Martin (Fransız kısmı)	663	Tuvalu	798
Yeni Kaledonya	540	Saint Pierre ve Miquelon	666	Uganda	800
Vanuatu	548	Saint Vincent ve Grenadinler	670	Ukrayna	804
Yeni Zelanda	554	San Marino	674	Mısır	818
Nikaragua	558	Sao Tome and Principe	678	Birleşik Krallık	826
Nijer	562	Suudi Arabistan	682	Tanzanya	834
Nijerya	566	Senegal	686	Amerika Birleşik Devletleri	840
Niue	570	Sırbistan	688	Virjin Adaları, ABD	850
Norfolk Adası	574	Sejšeller	690	Uruguay	858
Norveç	578	Sierra Leone	694	Özbekistan	860
Northern Mariana Adaları	580	Singapur	702	Venezuela (Bolivarya Cum.)	862
ABD Küçük Dış Adaları	581	Slovakya	703	Wallis ve Futuna Adaları	876
Mikronezya	583	Vietnam	704	Yemen	887
Marshall adaları	584	Slovenya	705	Zambiya	894
Palau	585	Somali	706		
Pakistan	586	Güney Afrika	710		
Panama	591	Zimbabve	716		
Papua Yeni Gine	598	İspanya	724		
Paraguay	600	Güney Sudan	728		

Ek: 2 Veri Setinde Kullanılan Değişkenler

Değişken Numarası	Değişken	Kısa Gösterimi
1	Canlı hayvanlar ve gıda maddeler	X_1
2	İçki ve tütün	X_2
3	Akaryakıt hariç yenilenemeyen hammaddeler	X_3
4	Mineral yakıtlar, yağlar ve alkali ürünler	X_4
5	Hayvansal, bitkisel katı ve sıvı yağlar, mumlar	X_5
6	Başka yerde belirtilmeyen kimya sanayi ve ürünleri	X_6
7	Başlıca sınıflara ayrılan işlenmiş mallar	X_7
8	Makinelere ve taşıt araçları	X_8
9	Çeşitli mamul eşya	X_9
10	Sınıflandırılmamış eşyalar	X_{10}
11	Toplam ihracat veya ithalat	X_{11}
12	Ülke Uzaklıkları	X_{12}
13	Ülke Nüfusları	X_{13}
14	Ülke GSYH	X_{14}

Ek: 3
Türkiye 2017 Yılı İhracat Verileri İçin Açıklayıcı İstatistikler

Değişkenler	G. Sayısı	Ortalama	Std. Sap.	Minimum	25%	50%	75%	Maksimum	Baskılık	Çarpıklık
S0	200	69744533,21	230968353,82	0,00	727205,75	11061421,50	39554874,25	2643776175,00	81,58	8,13
S1	200	6189160,82	18651680,41	0,00	2411,00	130303,00	2639321,50	160901765,00	32,85	5,20
S2	200	22604593,49	129929745,47	0,00	0,00	372767,00	7193909,75	1770595041,00	166,72	12,44
S3	200	19475610,70	78352291,69	0,00	38458,00	645160,00	3675565,25	827071807,00	62,80	7,20
S4	200	4457535,55	21448268,94	0,00	0,00	100153,00	1190958,25	259713699,00	105,31	9,54
S5	200	41664145,47	86191759,02	0,00	311740,50	4895810,00	37256734,50	649657951,00	16,29	3,56
S6	200	189386300,69	439706355,73	0,00	1958403,50	29718319,50	148914860,00	3170850390,00	21,70	4,27
S7	200	236969044,29	729536016,13	0,00	1028752,75	18332153,50	145875135,00	6296173599,00	35,48	5,60
S8	200	137469074,94	422812283,02	0,00	268139,00	7515179,50	69539066,00	3669130970,00	34,63	5,47
S9	200	42670924,54	385594332,43	0,00	1651,25	495985,50	6605717,50	5405960202,00	190,82	13,68
Toplam	200	770630923,68	1930423583,50	12578,00	12017317,50	100235600,00	552842980,50	15118909842,00	22,33	4,39
Nüfuz	200	36586930,00	142393408,90	11000,00	1304500,00	7249500,00	23774250,00	1418279000,00	79,22	8,60
Mesafe	200	6272,18	4210,93	410,59	2720,65	5444,67	9600,36	17653,99	-0,44	0,65
GSYH	200	15085,28	20398,22	104,14	1978,85	5830,95	18363,67	106805,77	4,20	2,04

Ek: 4
Türkiye 2017 Yılı İthalat Verileri İçin Açıklayıcı İstatistikler

Değişkenler	G. Sayısı	Ortalama	Std. Sap.	Minimum	25%	50%	75%	Maksimum	Baskılık	Çarpıklık
S0	194	42854630,06	118598093,86	0,00	0,00	1083290,00	31140124,75	1178238304,00	47,33	5,96
S1	194	3749845,88	13978014,99	0,00	0,00	195,50	173446,50	102258702,00	26,86	5,02
S2	194	79466533,65	243649886,71	0,00	4329,50	3237987,50	39462172,25	2452667237,00	50,61	6,28
S3	194	85076229,70	422440852,67	0,00	0,00	0,00	4172595,75	4966281436,00	95,71	8,98
S4	194	7960810,01	51482086,17	0,00	0,00	0,00	126567,50	566109996,00	88,86	9,11
S5	194	157735457,10	472910376,70	0,00	0,00	106336,00	5993468,25	4029443935,00	27,66	4,70
S6	194	189288624,96	558525101,10	0,00	1516,00	2564287,50	85601768,00	4379573829,00	32,19	5,22
S7	194	359958394,93	1439890890,22	0,00	5865,00	557698,50	29389588,25	12936179776,00	49,65	6,56
S8	194	65748234,14	279780785,05	0,00	977,75	173595,50	19699562,75	3288919852,00	94,97	8,95
S9	194	151910485,41	829695291,55	0,00	0,00	0,00	2234694,25	6559659258,00	42,93	6,52
Toplam	194	1143749245,84	3166019837,29	288,00	1456232,50	53033692,00	723906290,00	23370619564,00	26,55	4,80
Nüfuz	194	37682597,94	144450346,04	5000,00	1509000,00	7869000,00	24771750,00	1418279000,00	76,86	8,48
Mesafe	194	6105,04	4048,40	410,59	2694,85	5377,19	9501,18	17653,99	-0,44	0,63
GSYH	194	15547,55	20559,72	104,14	2001,83	6578,53	18876,63	106805,77	4,00	1,99

Ek: 5
Kazakistan 2017 Yılı İhracat Verileri İçin Açıklayıcı İstatistikler

Değişkenler	G.Sayı	Ortalama	Std. Sap.	Minimum	25%	50%	75%	Maksimum	Baskıklık	Çarpıklık
S0	117	15832357,62	61185950,29	0,00	0,00	1360,00	1161174,00	401564218,00	27,61	5,09
S1	117	1134991,29	6857782,14	0,00	0,00	0,00	0,00	66525842,00	73,95	8,19
S2	117	29734252,91	189131532,02	0,00	0,00	11593,00	2668711,00	1711424886,00	64,29	7,92
S3	117	262207600,15	974885101,32	0,00	0,00	0,00	77883674,00	8479106613,00	47,25	6,38
S4	117	841948,63	4877670,82	0,00	0,00	0,00	0,00	45653634,00	65,22	7,68
S5	117	18100322,63	100461725,14	0,00	0,00	1474,00	2087424,00	1039018175,00	94,24	9,39
S6	117	78570783,62	288175509,57	0,00	4429,00	126838,00	12169737,00	2461453930,00	44,37	6,15
S7	117	5258411,65	20679817,68	0,00	1850,00	124050,00	1500000,00	204104326,00	75,05	8,05
S8	117	1298169,20	5493351,28	0,00	18,00	16364,00	334337,00	41816804,00	43,56	6,45
S9	117	169332,39	1405930,93	0,00	0,00	0,00	0,00	14994119,00	109,23	10,33
Toplam	117	413148170,10	1188789912,96	9,00	135574,00	9978792,00	216753218,00	8669344231,00	25,12	4,70
Nüfuz	117	57353760,68	183281399,08	30000,00	5124000,00	10982000,00	38491000,00	1418279000,00	46,27	6,63
Mesafe	117	6322,04	3034,10	1781,81	3887,07	5614,58	8452,36	15426,12	0,07	0,79
GSYH	117	19097,49	22154,45	340,42	3620,39	8682,25	28897,19	106805,77	2,05	1,56

Ek: 6
Kazakistan 2017 Yılı İthalat Verileri İçin Açıklayıcı İstatistikler

Değişkenler	G. Sayısı	Ortalama	Std. Sap.	Minimum	25%	50%	75%	Maksimum	Baskıklık	Çarpıklık
S0	162	16971231,21	91826716,98	0,00	0,00	126678,50	3215624,00	1088427977,00	117,49	10,32
S1	162	2409797,70	18837147,69	0,00	0,00	47,50	269332,00	238443924,00	155,88	12,38
S2	162	7208010,98	49847319,88	0,00	0,00	1598,50	291239,25	553603269,00	97,67	9,58
S3	162	10906563,55	1111192522,19	0,00	0,00	0,00	29937,25	1410093193,00	158,59	12,54
S4	162	941564,50	9428471,99	0,00	0,00	0,00	478,75	117566049,00	148,14	12,01
S5	162	24430034,28	120333759,02	0,00	0,00	40226,50	5330159,00	1392046660,00	105,93	9,68
S6	162	35882286,15	246762505,34	0,00	0,00	17574,50	4013446,25	2939573580,00	122,69	10,74
S7	162	62747745,12	291960994,26	0,00	22,50	44800,00	12097542,00	2735381014,00	63,69	7,70
S8	162	18865512,21	93885743,76	0,00	328,75	136487,50	5651821,00	939170531,00	72,75	8,24
S9	162	458994,56	4615151,75	0,00	0,00	0,00	0,00	58617420,00	159,52	12,59
Toplam	162	180821740,27	985353594,91	9,00	42788,00	2596669,50	53388115,50	11472923617,00	111,01	10,09
Nüfuz	162	44229043,21	157373136,66	11000,00	2912750,00	9405000,00	31795250,00	1418279000,00	64,02	7,75
Mesafe	162	7022,67	3026,17	1781,81	4246,43	7106,08	9089,96	15426,12	-0,59	0,33
GSYH	162	16539,90	21392,86	104,14	2251,90	6657,17	20652,11	106805,77	3,56	1,90

Ek: 7
Azerbaycan 2017 Yılı İhracat Verileri İçin Açıklayıcı İstatistikler

Değişkenler	G. Sayısı	Ortalama	Std. Sap.	Minimum	25%	50%	75%	Maksimum	Basıklık	Çarpıklık
S0	112	5368433,24	40360494,65	0,00	0,00	13523,00	232780,25	423020995,00	105,98	10,18
S1	112	332384,79	2295030,38	0,00	0,00	0,00	403,00	22057053,00	76,80	8,55
S2	112	710174,66	4353446,41	0,00	0,00	525,50	8865,00	39428644,00	61,80	7,60
S3	112	107910331,69	438966305,12	0,00	0,00	7300,50	33659588,25	4349975733,00	80,17	8,43
S4	112	129101,10	808928,49	0,00	0,00	0,00	0,00	7566932,00	68,94	8,02
S5	112	1596602,79	6893341,39	0,00	0,00	2,50	105187,25	65203404,00	67,12	7,65
S6	112	2887710,35	15091285,93	0,00	135,50	9299,00	361529,25	141482810,00	67,86	7,89
S7	112	518181,78	1780680,70	0,00	177,25	20694,00	175562,00	15394508,00	46,50	6,27
S8	112	171005,65	558245,44	0,00	15,00	2051,00	50202,25	3776099,00	29,04	5,14
S9	112	1139427,65	11849899,02	0,00	0,00	0,00	0,00	125417246,00	111,96	10,58
Toplam	112	120763353,70	452432734,12	16,00	51140,75	877275,00	40687803,50	4406425236,00	74,09	8,04
Nüfuz	112	59546035,71	187099093,95	61000,00	4803000,00	11100500,00	44222500,00	1418279000,00	44,20	6,48
Mesafe	112	4891,60	3635,35	692,21	1936,46	3298,37	7307,78	16383,89	0,03	0,99
GSYH	112	19741,29	23058,13	426,44	3454,39	8767,46	28957,13	106805,77	2,41	1,63

Ek: 8
Azerbaycan 2017 Yılı İthalat Verileri İçin Açıklayıcı İstatistikler

Değişkenler	G. Sayısı	Ortalama	Std. Sap.	Minimum	25%	50%	75%	Maksimum	Basıklık	Çarpıklık
S0	131	9787550,11	43247416,14	0,00	744,50	373930,00	3344336,50	446926128,00	82,26	8,50
S1	131	1768050,56	10730351,80	0,00	0,00	0,00	107158,00	100679393,00	67,34	8,04
S2	131	1764334,33	9536842,97	0,00	0,00	1057,00	170257,00	103576878,00	102,18	9,72
S3	131	2892266,74	12358120,35	0,00	0,00	0,00	31961,00	99116288,00	37,25	5,81
S4	131	971302,46	5937374,18	0,00	0,00	0,00	1398,50	48156013,00	53,19	7,23
S5	131	7877442,16	26758763,35	0,00	0,00	175341,00	2337676,00	239090412,00	46,90	6,25
S6	131	13105381,78	53765144,54	0,00	0,00	56826,00	1796005,50	447415382,00	43,02	6,25
S7	131	18683063,27	62493946,44	0,00	0,00	63592,00	5828690,00	502911542,00	33,57	5,38
S8	131	6184460,66	26870314,64	0,00	0,00	84493,00	1880614,00	213686552,00	50,57	6,94
S9	131	3727435,48	35086450,43	0,00	0,00	0,00	0,00	393073131,00	119,32	10,77
Toplam	131	66761287,55	208325002,81	64,00	97286,00	3103275,00	33950464,50	1471424618,00	27,07	5,00
Nüfuz	131	53360740,46	173757660,26	14000,00	4650500,00	10982000,00	37893000,00	1418279000,00	51,79	7,00
Mesafe	131	5499,43	3854,51	692,21	2099,67	4379,36	8161,76	16383,89	-0,55	0,70
GSYH	131	17932,28	21620,38	340,42	3029,31	8218,20	27071,75	106805,77	2,36	1,65