

# **K-ORTALAMALAR KÜMELEME YÖNTEMİ İLE TEMEL MAKROEKONOMİK VE FİNANSAL GÖSTERGELER İLE DEĞERLENDİRİLMESİ: KIRILGAN BEŞLİ ÜLKELERİNİN ÖRNEĞİ**

## **EVALUATING MACROECONOMIC AND FINANCIAL INDICATORS USING K-MEANS CLUSTERING METHOD: THE CASE OF FRAGILE FIVE COUNTRIES**

*Çiğdem ÖZARI<sup>1</sup>*

*Özge DEMİRKALE<sup>2</sup>*

### **ÖZ**

Bu çalışma ile kırılğan beşli ülkelerinin 2007-2019 dönem aralığı için belirlenen 5 temel makro-ekonomik ve finansal gösterge açısından, kümeleme analizi yöntemlerinden hiyerarşik olmayan K-ortalamlar yöntemi ile gruplanması, Türkiye'nin ait olduğu grubun ve o grupta yer alan diğer ülkelerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda göstergeler aylık bazda ele alınarak, analiz her yıl için gerçekleştirilmiş ve dönemsel farklılık ve/veya hassasiyet olup olmadığı incelenmiştir. Ayrıca k-ortalamlar kümeleme yöntemi başlangıç merkez seçimine duyarlı olduğundan, yöntem olası tüm başlangıç merkez veriler için gerçekleştirilmiş ve farklı küme grup yapıları, görölme sıklıkları ve Silhouette indeks değeri yardımı ile karşılaştırılmıştır. Analizlerden elde edilen bulgulara göre, Türkiye ve Brezilya çoğunlukla aynı grupta yer alırken Hindistan, Endonezya ve Güney Afrika ülkelerinin de çoğunlukla birlikte diğer grupta yer aldığı gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kırılğan Beşli, K-ortalamlar Kümeleme Yöntemi, Silhouette İndeksi.

**Jel Kodları:** C00, G22, G23

### **ABSTRACT**

In this study, in terms of 5 key macro-economic and financial indicators identified for the 2007-2019 period range of fragile fives countries, the method of clustering analysis non-hierarchical k-means method of grouping, it is intended to identify the group to which Turkey belongs and the other countries in that group. For this purpose, the indicators were examined on a monthly basis and the analysis was carried out for each year and whether there were periodic differences and/or sensitivity. In addition, since the traditional K-means clustering method is sensitive to initial center selection, the method was performed for all possible initial centers and compared different cluster group structures with the help of incidence and silhouette index value. According to the findings obtained from the analysis Turkey and Brazil were mostly in the same group, while India, Indonesia and South Africa were mostly in the other group together.

**Key-words:** Fragile fives, K-means Clustering Method, Silhouette Index.

**Jel Codes:** C00, G22, G23

<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Ekonomi ve Finans Bölümü, cigdemozari@aydin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2948-8957

<sup>2</sup>Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İşletme Bölümü, ozgedemirkale@aydin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4227-3934

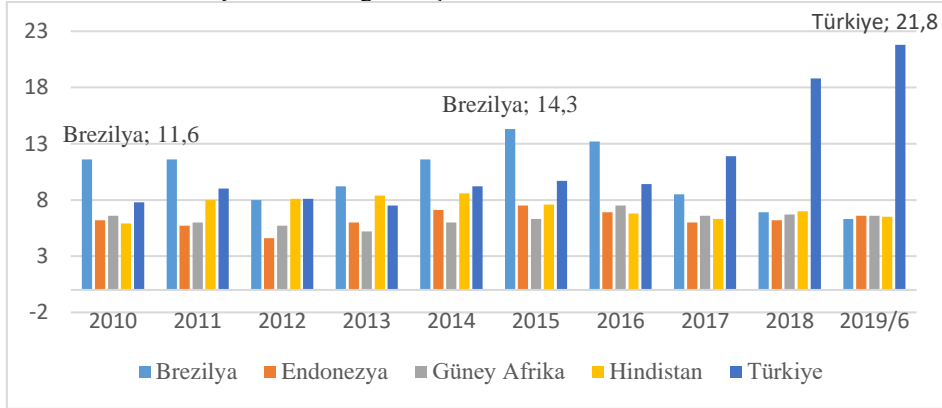
## 1. GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerin makroekonomik göstergelerindeki istikrarsızlıklar nedeniyle, bu ülkeler istikrarlı bir büyümeye sahip olamamaktadır. Söz konusu ülkelerin ortak sorunu; değersizleşen para birimleri, kişi başına düşen gelirin düşük olması, yatırım-tasarruf açığı, sürdürülebilir büyüme için dış kaynak girişine bağımlı olmaları olarak sıralanabilir. Özellikle borsa endeksi, döviz kuru, faiz ve enflasyon oranı bir ülkenin ekonomik anlamda gelişimini etkileyen en önemli göstergeler arasında yer almaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerin makroekonomik göstergeler açısından sahip oldukları benzerliklere bağlı olarak çeşitli ülke grupları oluşturulmaktadır. Kırılgan beşli, BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika Cumhuriyeti), MIST (Meksika, Endonezya, Güney Kore ve Türkiye) gibi ülke grupları benzer ekonomik göstergeler açısından yükselen piyasa ekonomileri içerisinde yer alan gruplandırmalar olarak bilinir. 2003 yılında Goldman Sachs adlı uluslararası bir yatırım bankası için hazırlanan raporda; 2050 yılında Brezilya, Çin, Rusya ve Hindistan'ın milli gelirinin G-6 ülkelerinden (ABD, Birleşik Krallık, Fransa, İtalya, Almanya, Japonya) daha çok olacağı ve lider piyasa ekonomileri haline geleceğini ifade etmiştir. Güney Afrika'nın da katılımıyla grubun ismi bu beş ülkenin baş harflerinin kullanılmasıyla birlikte BRICS terimi olarak ortaya çıkmıştır. 2011 yılında ise, Jim O'Neill tarafından G-20 üyesi olmaları, kalabalık nüfus oranına sahip olmaları, jeopolitik konumları ve ilerleyen zamanda bölge lideri olma potansiyelleri yüksek olmaları bakımından Güney Kore, Meksika, Endonezya ve Türkiye'nin baş harflerinin kullanılmasıyla oluşan MIST ülkeler grubu oluşturulmuştur. 2013'de ABD Merkez Bankası FED'in parasal sıkılaştırmaya başlama kararının ardından Amerikan Dolarına karşı en çok değer kaybeden ülkeler Brezilya, Hindistan, Endonezya, Türkiye ve Güney Afrika olmuştur. Morgan Stanley Ağustos 2013 yılında yayınladığı raporda bu ülkeleri "Kırılgan Beşli" ülkeler olarak ifade etmiştir. Bu grupta yer alan ülkelerin piyasalarında parasal sıkılaştırma sonucunda yüksek miktarda sermaye çıkışı yaşanmış ve piyasalara yönelen sıcak para önemli ölçüde azalmıştır. Dış finansman ihtiyacı yüksek olan bu ülkeler de ekonomik büyüme ve kalkınmaya yönelik riskler ve kırılganlıklar daha da artmıştır.

Şekil 1'de 2010-2019 dönem aralığında kırılgan beşli ülkelerinin bir yıllık tahvil faiz oranlarının yüzde cinsinden değerleri sunulmuştur. Buna göre Brezilya ve Türkiye 2010-2017 yılları arasında en yüksek faiz oranlarına sahiptir. Güney Afrika ve Endonezya kırılgan beşli ülkeler arasında en düşük faiz oranlarına sahip iken bu ülkeleri Hindistan takip etmektedir. Faiz oranları açısından kırılgan beşli grubu içerisinde en yüksek oranın tüm dönemler boyunca Türkiye'de olduğu görülmektedir.

Şekil 1: Kırılgan Beşli Ülkelerinin Faiz Oranları



Kaynak: <https://tr.investing.com/rates-bonds/world-governmentbonds>. Erişim Tarihi: 10.11.2019

2010-2019 dönem aralığında kırılgan beşli ülkeleri içerisinde tüketici fiyat endeksi artış oranları en yüksek olan ülkeler sırasıyla Türkiye ve Brezilya iken, aynı dönemde Endonezya, Güney Afrika ve Hindistan'ın enflasyon oranlarında iyileşme yaşadığı görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1: Kırılgan Beşli Ülkelerinin Tüketici Fiyat Endeksi Artış Oranları

Ülke	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019/6
Brezilya	5,04	6,63	5,4	6,21	6,33	9,01	8,77	3,46	3,66	3,86
Endonezya	5,12	5,38	4,28	6,4	6,42	6,38	3,53	3,81	3,20	3,06
Güney Afrika	4,08	5,01	5,73	5,78	6,14	4,51	6,59	5,19	4,5	4,25
Hindistan	12,11	8,87	9,3	10,92	6,37	5,88	4,97	2,49	4,85	7,34
Türkiye	8,58	6,45	8,94	7,49	8,85	7,67	7,78	11,13	16,22	16,31

Kaynak: <https://www.inflation.eu/inflation-rates>. Erişim Tarihi: 10.11.2019

Tablo 2’den de görüldüğü üzere Endonezya, Güney Afrika ve Hindistan ülkelerinin para birimleri 2010-2014 yılları arasında Amerikan Dolarına karşı daha fazla değer kaybı yaşarken, aynı dönemde Brezilya ve Türkiye’nin para birimlerinin diğer ülkelere göre pozitif ayrıştığı görülmektedir.

**Tablo 2:** Kırılgan Beşli Ülkelerinin Para Birimlerinin Amerikan Doları Karşısında Değeri

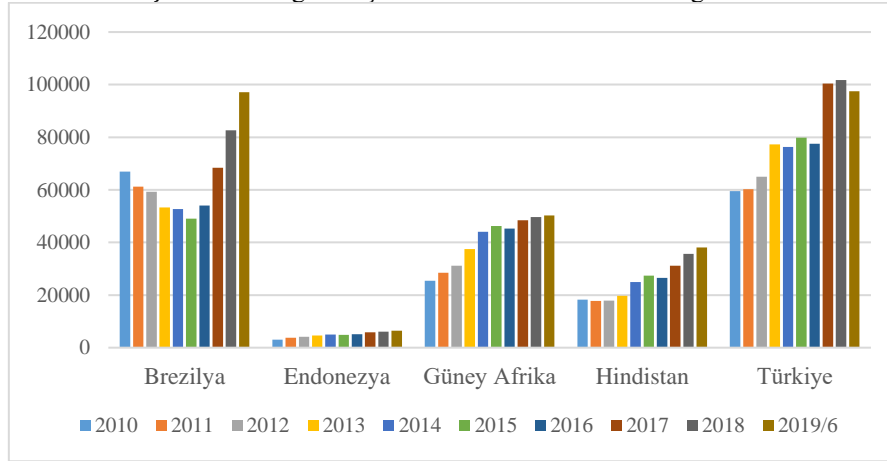
Ülke	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019/6
Brezilya	1,7	1,9	2,05	2,4	2,7	4,0	3,3	3,3	3,9	3,9
Endonezya	9,0	9,0	9,6	12,1	12,3	13,8	13,4	13,6	14,3	14,1
Güney Afrika	6,6	8,0	8,5	10,5	11,6	15,5	13,7	12,3	14,4	14,0
Hindistan	44,7	53,0	54,9	61,8	63,0	66,2	67,9	63,8	69,6	68,9
Türkiye	1,5	1,9	1,9	2,1	2,3	2,9	3,5	3,8	5,3	5,8

**Kaynak:** <https://tr.investing.com/currencies/single-currency-crosses>. Erişim Tarihi: 10.11.2019

\*Veriler her yılın on ikinci ayını içermektedir.

Şekli 2; 2010-2019 dönemi için kırılgan beşli grubunda yer alan ülkelerin yıllık bazda borsa endeks değerlerini göstermektedir. Değerler ülke bazında her yılın aylık verilerinin ortalama değerleri alınarak hesaplanmıştır. Buna göre Brezilya BOVESPA endeksinin 2010-2016 yılları arasında düşüş eğiliminde olduğu görünse de bu dönemden itibaren endeksin yükselme trendine geçmektedir. Türkiye için BIST100 endeksinde ise 2010 yılından itibaren kademeli olarak bir artış yaşandığı 2017 yılından itibaren ise yükselişe geçtiği görülmektedir. Ayrıca, FED’in parasal sıkılaştırma kararının ardından Türkiye ve Brezilya’nın borsa endekslerinin faiz ve enflasyon oranlarına göre pozitif tepki verdiği ifade edilebilir.

**Şekil 2:** Kırılgan Beşli Ülkelerin Borsa Endeks Değerleri



**Kaynak:** <https://tr.investing.com/currencies/single-currency-crosses>. Erişim Tarihi: 10.11.2019

\*Veriler yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

Bu çalışma kırılgan beşli grubu içerisinde yer alan Brezilya, Hindistan, Türkiye, Endonezya ve Güney Afrika ülkelerinin makroekonomik ve finansal göstergelerini dikkatte alarak, kendi içinde farklı gruplara ayrılıp ayrılmadığını incelemeyi hedeflemektedir. Değişkenler arasındaki benzerlikleri veya farklılıkları bulabilmek için birçok istatistiksel yöntem vardır. Kümeleme analizi verileri (nesnelere, birimleri) alt kümelerle ayırarak verilerdeki gruplamayı ortaya çıkarmayı hedefler. Kümeleme analizinin ana amaçlarından biri birbirine benzer olan ve/veya aralarında doğal ortaklık bulunan verileri aynı kümelere gruplandırmaktır (Arslan, 2008).

Kırılgan beşli ülkeleri arasında farklılaşma olup olmadığını daha iyi inceleyebilmek adına, bu ülkeleri gruplara ayırarak için hiyerarşik olmayan kümeleme analizi yöntemlerinden k-ortalamlar kümeleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem her yıl için, olası tüm başlangıç merkezler için uygulanmıştır. Böylelikle dönemler arasında farklılaşma olup olmadığı gözlemlenebilecektir. Tüm olası başlangıç merkezlerle uygulanmasının nedeni ise yöntemin yapısı gereği başlangıç merkezlerle olan hassasiyetinden kaynaklanmaktadır. Farklı başlangıç merkezlerden farklı küme grupları elde edilebilir.

Özetle; Ocak 2007- Haziran 2019 dönemine ait aylık verilerin esas alındığı bu çalışmada, kırılgan beşli ülkelerinin borsa endeksi, döviz kuru, faiz ve enflasyon oranı açısından K-ortalamlar kümeleme yöntemi ile gruplanmasını ve Türkiye’nin ait olduğu grubun tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda ilk olarak kümeleme yöntemini kullanan literatürdeki çalışmalar incelenmiştir. K-ortalamlar kümeleme yönteminin tanıtıldığı bölümün ardından analiz sonuçlarına yer verilmiş olup bu bölümü sonuç kısmı takip etmiştir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Erkekoğlu (2007) çalışmasında; Türkiye'nin, Bulgaristan, Romanya ve yirmi beş Avrupa Birliği (AB) üyesi ülke karşısında gelişmişlik düzeyleri kümeleme analizi yöntemi ile incelemiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, ülkeler beş gruba ayrılmıştır. Türkiye, Litvanya, Letonya, Polonya, Bulgaristan ve Romanya aynı kümede yer aldığından, Türkiye ile bu beş ülkenin aynı gelişmişlik düzeyine sahip oldukları ifade edilebilir.

Öz vd. (2009) çalışmalarında; Türkiye ve AB üyesi ülkeleri eğitim, sağlık, işgücü piyasalarına ilişkin göstergeler açısından karşılaştırmak amacıyla kümeleme analizi yönteminden faydalanmışlardır. Analizden elde edilen sonuçlara göre, analiz edilen üç faktör için de Türkiye'nin eski ve yeni AB üye ülkelerle benzerlik göstermediği yönündedir.

Kılıç vd. (2011) çalışmalarında; 2007 yılına ait 30 ülkenin turizm istatistikleri bakımında kümeleme analizi yöntemi kullanılarak sınıflandırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre, birinci kümede Paraguay, Norveç, Macaristan, Şili, Slovakya; ikinci kümede Almanya, İtalya, Avusturya, Çin, Fransa, Polonya, Hollanda, ABD, Portekiz ve üçüncü kümede ise Arabistan, Filipinler, Panama, Tunus, Jamaika, Mısır, Avustralya, Ürdün, Hırvatistan, Fas, Belarus, İsrail, Finlandiya, Türkiye, İspanya, Slovenya ülkeleri yer almıştır.

Ariç ve Erkekoğlu (2013) çalışmasında; 2007-2011 yıllarına ait verileri kullanarak Türkiye ile AB üyesi ülkeler arasındaki benzerlikleri makroekonomik faktörler bakımından incelemiştir. Kümeleme analizinin kullanıldığı çalışmanın sonucuna göre, ülkelerin makroekonomik göstergelerinin benzer olması aynı zamanda coğrafi konumları açısından da benzer olduğunu göstermektedir.

Bulum vd. (2013) çalışmalarında; 2004-2012 yılları arasında 200 ülkenin ihracat, ithalat ve nüfus verilerini Ward kümeleme yöntemi ve k-ortalamar kümeleme yöntemi ile analiz etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen bulgular, uluslararası ticarete ABD'nin diğer ülkelerden ayrılarak tek başına bir küme olurken daha sonra ise Çin ve Almanya'nın geldiğini göstermektedir.

Uygur (2013) çalışmasında; 2002-2012 yılları arasında Türkiye'nin dış ticaret ve doğrudan yatırım ilişkisi içinde olduğu doksan ülkeyi kümeleme yöntemi ile analiz etmiştir. Analizden elde edilen sonuçlara göre, 2002-2012 yılları arasında ABD, İran ile bir küme oluştururken, Rusya Federasyonu, Çin, Hollanda ve Almanya ise tek başlarına birer küme oluşturmuşlardır.

Kangallı vd. (2014) çalışmalarında; 2011 yılına ait Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) üye ülkelerin ekonomik özgürlük indeksinde yer alan verileri dikkate alarak k-ortalamar ve Ward yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, OECD ülkeleri için ekonomik özgürlük ve gelişmişlik düzeyi bakımından üç kümeli bir sınıflandırmaya ulaşılmıştır. Buna göre son sınıf olan Küme 2'de yer alan OECD üyesi ülkeler, ekonomik özgürlük ve gelişmişlik düzeyi bakımından diğer iki kümeye göre daha alt sıralarda yer alan ülkelere göre oluşturulmuştur. Türkiye'de Meksika, Slovak Cumhuriyeti, Güney Kore, İsrail, İspanya, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Polonya, Portekiz, Slovenya, Yunanistan ve İtalya ile aynı kümede yer almaktadır.

Turan vd. (2016) çalışmalarında, 1980-2013 yılları arasında Ortadoğu ülkelerinin ve Türkiye'nin yaşanan siyasal gelişmeler neticesinde ekonomik yapılarının benzerliklerinin değişime eğilim gösterip göstermediğini kümeleme yöntemi ile araştırmışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, yaşanan siyasal gelişmeler neticesinde benzer ekonomik göstergelere sahip ülke gruplarının değişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Buna ek olarak 1980-2010 yılları arasında yaşanan siyasal gelişmeler bazı Ortadoğu ülkelerinde çok ciddi değişikliklere neden olmadığı, Türkiye ve Mısır'ın bu dönem içinde aynı kümede yer aldığı ifade edilmiştir.

Şahin (2017) çalışmasında; Doğu Avrupa ülkelerini ekonomik özgürlük endeksi açısından 2015 yılı için hiyerarşik kümeleme yöntemi olan Ward tekniği ile gruplara ayırmıştır. Analiz sonucunda oluşan 4 kümede, Türkiye Bosna-Hersek, Çek Cumhuriyeti, Hırvatistan, Karadağ, Macaristan, Moldova, Polonya, Sırbistan, Slovakya ve Kıbrıs ile aynı kümede yer aldığı gözlemlenmiştir.

Akdamar (2019) çalışmasında; OECD ülkelerini, OECD tarafından güvenilir kabul edilen 4 adet iş gücü piyasası göstergesi kullanarak, kümeleme analizi ve çok boyutlu ölçekleme analizi ile değerlendirmiştir. Ülkeler hiyerarşik kümeleme analizi sonucunda 4 kümeye ayrılmıştır. Çok boyutlu ölçekleme analizi sonucunda ise; düşük stres değeri elde edilmiş ve OECD ülkelerinin konumları, iyi ile mükemmel arası bir uyumlu iki boyutlu uzayda gösterilmiştir. Analizler sonucunda elde edilen bulgularda, 2009 mortgage krizinin etkileriyle iş gücü piyasalarına ilişkin bir takım katı önlemler alan Yunanistan ve İspanya'nın diğer ülkelerden bariz bir şekilde ayrıldığı gözlemlenmiştir.

## 3. VERİ SETİ VE METODOLOJİ

Literatürde çok sayıda kümeleme algoritması mevcuttur. Bu çalışmada k-ortalamar kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Farklı küme gruplarının geçerliliğinde ise küme geçerliliğinde kullanılan Silhouette indeksten

yararlanılmıştır. Bu bölümde veri seti ile birlikte söz konusu algoritma ve küme grubuna karar vermek için kullanılacak Silhouette indeksi tanıtılmıştır.

### 3.1 Veri Seti

Çalışmada beş ülke için de 01/2005-06/2019 dönemi aylık verileri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında yer alan ülkeler ve pay senedi piyasası göstergesi olarak kullanılan borsa endeks bilgileri, döviz kuru, faiz ve enflasyon oranına ait bilgiler Tablo 3’de yer almaktadır. Türkiye için yapılan analizde kullanılan değişkenler BIST100 endeksi, 1 yıllık tahvil faizinin aylık faiz oranı, Dolar/TL ve Euro/TL döviz kurudur. Çalışmada kullanılan veri seti, Sermaye Piyasası Kurulu, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası web sitelerinden derlenmiştir. Çalışmada yer verilen Brezilya, Hindistan, Endonezya ve Güney Afrika’ya ait değişkenler için veri seti Investing.com – Stock Market Quotes & Financial News ve Inflation.eu web sitelerinden derlenmiştir.

**Tablo 3:** Kırılgan Beşli Ülkelerine Ait Değişkenler

Ülke	Borsa Endeksi	Faiz (%)	Enflasyon (%)	Döviz Kuru
Türkiye	BIST100	1 yıllık tahvil faizinin aylık oranı	Tüketici fiyat endeksi	USD/TL EUR/TL
Hindistan	BSE Sensex	1 yıllık tahvil faizinin aylık oranı	Tüketici fiyat endeksi	USD/INR EUR/INR
Brezilya	BOVESPA	1 yıllık tahvil faizinin aylık oranı	Tüketici fiyat endeksi	USD/R EUR/R
Endonezya	JSX	1 yıllık tahvil faizinin aylık oranı	Tüketici fiyat endeksi	USD/IDR EUR/IDR
Güney Afrika	JTOPI	1 yıllık tahvil faizinin aylık oranı	Tüketici fiyat endeksi	USD/ZAR EUR/ZAR

### 3.2 K-ortalamlar kümeleme yöntemi

Kümeleme yöntemi ilk defa 1939 yılında R. C Tryon tarafından sistematik bir analiz yöntemi olarak kullanılmıştır. Yöntem kısaca benzer özellik gösteren birimlerin kendi aralarında kümeler ayrılması olarak tanımlanabilir. Böylelikle birbirine benzemeyen birimler farklı kümelerde yer alarak kolaylıkla belirlenmiş olur. Bunun dışında kümeleme analizi farklı amaçlar için de kullanılabilir. Örneğin analizlerdeki değişken sayısını azaltmak için; belirli kriterler çerçevesinde birbirine benzer olan (benzemeyen) değişkenler kümeleme analizi yardımıyla belirlenerek elde edilen sonuçlardan hangi değişkenin (değişkenlerin) analize dahil edileceğine karar verilebilir.

Kümeleme analizi çok boyutlu ölçekleme analizinde olduğu gibi istatistiksel bir çıkarım gerektirmeyen bir analiz yöntemidir. İki analizde de temelde istatistiksel olmayan bazı matematiksel özellikler mevcuttur. Bu nedenle örneğin çok değişkenli istatistik yöntemlerde karşılaşılan normallik, doğrusallık, varyansların eşitliği gibi bazı temel varsayımlar bu analizlerde gerekli değildir (Tatlıdil, 1992).

Kümeleme analizi yöntemleri Hiyerarşik ve Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri olarak iki başlık altında incelenebilir. Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri, hiyerarşik yöntemlere göre daha az zaman alır. Eğer araştırmacı ya da uygulayıcı, veri setinin yapısına göre anlamlı çıkması muhtemel küme sayısına karar verebiliyorsa ya da küme sayısını başka bir yöntem ile önceden belirleyebiliyorsa, hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerini uygulaması önerilir. Ancak hiyerarşik olmayan yöntemleri farklı küme sayılarına ayırarak, ayrılması gereken küme sayısına da sonradan karar verilebilir. Hiyerarşik olmayan yöntemlerde ana amaç verilerin uygun olduğu kümeler içerisinde toplanmasını sağlamaktır. Hiyerarşik olmayan yöntemlere örnek olarak k-ortalamlar kümeleme yöntemi ve en çok olabilirlik yöntemi (Çakmak vd., 2005) verilir. Kümeleme yöntemlerinin sınıflandırılması Şekil 1’de özetlenmiştir (Çokluk vd., 2012). Algoritmanın adımları aşağıdaki gibidir (Karypis vd., 2000).

**Adım 1:** k değerini belirle (ayrıştırılmak istenen küme sayısı),

**Adım 2:** Başlangıç küme merkezleri olarak rastgele veri seç,

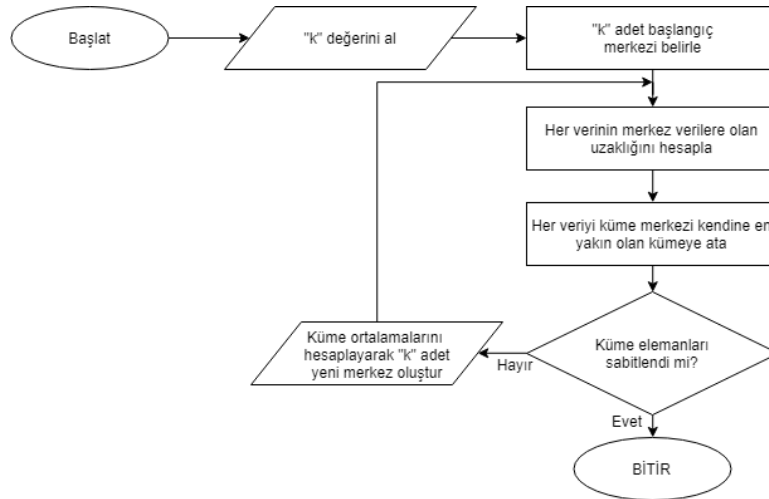
**Adım 3:** Her veriyi, küme merkezi kendine en yakın olan kümeye ata,

**Adım 4:** Tüm veriler atandığında, küme ortalamalarını hesaplayarak, k adet merkezin boyutlarını yeniden hesapla,

**Adım 5:** Adım 3 ve Adım 4’ü küme elemanları sabitleninceye kadar tekrarla.

K-ortalamlar kümeleme yönteminin uygulama akış diyagramı Şekil 3’de sunulmuştur.

Şekil 3. K-ortalamlar Kümeleme Yöntemi Akış Diyagramı



K-ortalamlar kümeleme yönteminde ilk adım olarak k değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu değer yanlış belirlenmesiyle doğru olmayan bulgular elde edilebilir. Literatür incelendiğinde bu değeri belirlemek için çok farklı yöntem kullanıldığı görülmektedir. Elbow (Dirsek) yöntemi, Calinski ve Harabasz indeksi (1974), Davies ve Bouldin indeksi (1979), Krzanowski ve Lai indeksi (1985) ve Silhouette indeksi (1987) k değerini hesaplamak için literatürde sıkça karşılaşılan yöntemler arasındadır. Bu çalışmada k değeri 2 olarak varsayılmış olup, Silhouette indeksi farklı başlangıç merkez verilerden oluşan küme gruplarının hangisinin daha geçerli olduğunun karar verilmesinde kullanılacaktır.

### 3.3 Silhouette İndeksi

Silhouette indeks değerini hesaplamak için kullanılan yöntemde; öncelikle herhangi bir k değeri için kümelere ayrıldıktan sonra, veri setinde yer alan her veri için Silhouette değeri hesaplanır. Bu değerlerin ortalaması da k değeri için Silhouette indeks değerini verir. Herhangi bir i verisi için Silhouette değeri ise aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$Sil(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}}$$

Burada a(i), i. verinin kendi kümesindeki tüm verilere olan uzaklıklarının ortalamasını, b(i) ise i. verinin diğer kümelerdeki tüm verilere olan uzaklıklarının ortalamalarının minimum değeridir.

Bu indeks, kümeleme başarısını farklı kümelere ait verilerin birbirinden ne kadar uzak ve aynı kümeye ait verilerin birbirine ne kadar yakın olduğuna bakarak ölçer (Şenol & Karacan, 2020: 349). Ne kadar yüksek değere ulaşırsa o kadar iyi kümeleme yapıldığı anlamına gelir.

Başkır vd. (2017) çalışmalarında; Bartın Üniversitesi öğretim üyeleri ve öğrencilerinden elde edilen değerlendirmeler ile oluşturdukları veritabanını, k-ortalamlar kümeleme algoritması yardımıyla kümelere ayırarak, ayrıştırılması gereken en geçerli küme sayısını da Silhouette indeksi kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Analizlerden elde edilen bulgulara göre, öğretim kalitesi veritabanının 3 kümeye ayrılması daha geçerlidir.

Çınaroğlu ve Bulut (2018) çalışmalarında; K-ortalamlar ve Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) tabanlı kümeleme algoritmaları için başlangıç küme merkezlerinin seçimine yönelik yeni yöntemler önermişlerdir. Baz alınan standart K-ortalamlar ve PSO tabanlı kümeleme yöntemleri ile geliştirilen yaklaşımlar karşılaştırılmış; performansları çözüme ulaşılan ortalama iterasyon sayısı, Rand ve Silhouette indeksleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Deneysel çalışmalarda, geliştirilen yaklaşımların öznitelik seçimi yapılmış normalize veri setleri üzerinde başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Arı ve Yıldız (2018) çalışmalarında; bulanık kümeleme analizi yardımıyla 2015 yılı için OECD ülkelerini göç istatistikleri baz alarak gruplandırmışlardır. Çalışmalarında Silhouette indeks kullanarak en uygun küme sayısının 2 olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Diskriminant Analizi ile doğru sınıflandırma oranı hesaplanarak desteklenmiştir. Türkiye; Amerika Birleşik Devletleri, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Meksika, Polonya, Slovakya ve Şili ile benzer özellikler göstererek aynı ülke grubunda yer almıştır.

Özmen vd. (2018) çalışmalarında; Türkiye'nin telekomünikasyon şirketlerinden birinin müşterilerini gruplamak için K-ortalamlar ve PSO tabanlı kümeleme algoritmalarını kullanmışlardır. Kaç gruba ayrılmasının daha geçerli olduğunu belirlemek için de Davies-Bouldin indeksinden yararlanmışlardır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

K-ortalamalar kümeleme yönteminin uygulanması için ilk olarak ülkelerin kaç kümeye ayrıştırılmasının gerektiğine karar verilmesi gerekir, çalışmada bu parametre değerinin 2 olduğu varsayılmıştır. İkinci adım olarak ise rastgele başlangıç küme merkezlerinin seçilmesi gerekir. Çalışmada veri seti içinden olası tüm başlangıç merkez veriler dikkate alınarak yöntem birçok kez uygulanacaktır. Bir başka ifade ile çalışmada, yıl bazında kırılğan beşli ülkelerinin aylık verilerle değişimini incelemek için, 2007-2019 dönem aralığında 5 gösterge dikkate alınarak ülkeler 2 kümeye ayrıştırılmıştır. Ancak 2019 yılı için analiz ilk altı aylık dönem dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. 2019 yılı dışındaki tüm yıllarda, 60 gözlemi 5 gösterge dikkate alarak k-ortalamalar kümeleme yöntemi ile 2 kümeye ayırmak istendiğinde, olası tüm başlangıç merkez verilerin sayısı 1770'dir. Bir başka ifade ile 2019 yılı hariç diğer tüm yıllar için 1770 kere k-ortalamalar kümeleme yöntemi uygulanarak oluşan tüm küme grupları incelenmektedir. Oluşan bu küme gruplarının Silhouette değerleri de hesaplanarak, hangi küme grubunun daha geçerli olduğu görülme sıklıklarına göre değil de literatürde sıkça kullanılan Silhouette indeks yardımıyla belirlenecektir.

Analizlerden elde edilen bulgularda; 2008, 2013, 2015, 2018 ve 2019 yıllarında farklı sıklıklarla farklı küme grupları oluştuğu gözlemlenmiştir. Diğer tüm yıllarda ise olası tüm başlangıç merkez verilerle tek bir küme grubu oluşmuştur. Bu yıllarda Türkiye ve Brezilya'nın dönemselsel de olsa hep aynı kümede yer aldığı, benzer şekilde Hindistan ve Endonezya'nın da hep aynı kümede yer aldığı gözlemlenmiştir. Tek bir küme grubunun oluştuğu yıllar, oluşan kümeler ve bu küme gruplarının Silhouette değerleri Tablo 4'de sunulmuştur.

**Tablo 4:** Kırılğan Beşli Grubunun K-Ortalamalar Analiz Sonuçları

	<b>Küme A</b>	<b>Küme B</b>	<b>Silhouette İndeks</b>
<b>2007</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Hindistan, Güney Afrika	0,6756
<b>2009</b>	Brezilya, <i>Türkiye (4,12)</i>	Endonezya, Hindistan, Güney Afrika, <i>Türkiye (1,3)</i>	0,6268
<b>2010</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Hindistan, Güney Afrika	0,7766
<b>2011</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Hindistan, Güney Afrika	0,7472
<b>2012</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Hindistan, Güney Afrika	0,7226
<b>2014</b>	Brezilya, Türkiye, Güney Afrika	Endonezya, Hindistan	0,6216
<b>2016</b>	Brezilya, Türkiye, Güney Afrika	Endonezya, Hindistan	0,6131
<b>2017</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Hindistan, Güney Afrika	0,5763

2008 yılı için gerçekleştirilen analizden elde edilen bulgularda, farklı sıklık ve farklı Silhouette değerleri olan 3 farklı küme grubu gözlemlenmiştir. Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunun görülme sıklığı da en yüksek olan küme grubu olduğu gözlemlenmiştir. Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunda Brezilya ve Türkiye'nin ilk 8 aylık dönemi aynı kümede yer alırken, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan ve Türkiye'nin ise son 4 aylık dönemi diğer kümede yer aldığı gözlemlenmiştir. 2008 yılı için gerçekleştirilen analizde önemli olan bulgulardan biri Türkiye'nin yıl boyunca aynı kümede yer almamasıdır. Bu bilgiler Tablo 5'de sunulmuştur.

**Tablo 5:** Kırılğan Beşli Grubunun 2008 K-Ortalamalar Analiz Sonuçları

	<b>Küme A</b>	<b>Küme B</b>	<b>Sıklık</b>	<b>Sil</b>
	Brezilya, <i>Türkiye (1-8)</i>	Endonezya, Hindistan, Güney Afrika, <i>Türkiye (9-12)</i>	<b>890</b>	<b>0,5548</b>
	Brezilya, Türkiye, <i>Güney Afrika (1-8)</i>	Endonezya, Hindistan, <i>Güney Afrika (9-12)</i>	866	0,5235
	Brezilya, Türkiye, <i>Güney Afrika (2-8)</i>	Endonezya, Hindistan, <i>Güney Afrika (1,9-12)</i>	14	0,5157

2013 yılı için gerçekleştirilen analizden elde edilen bulgularda, farklı sıklık ve farklı Silhouette değerleri olan 3 farklı küme grubu gözlemlenmiştir. Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunun görülme sıklığı oldukça yüksek olmasına rağmen en sık küme grubu olmadığı gözlemlenmiştir. Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunda Brezilya, Türkiye ve Güney Afrika aynı kümede yer alırken, Endonezya ve Hindistan diğer kümede yer aldığı gözlemlenmiştir. Bu bilgiler Tablo 6'da sunulmuştur.

**Tablo 6:** Kırılğan Beşli Grubunun 2013 K-Ortalamalar Analiz Sonuçları

	<b>Küme A</b>	<b>Küme B</b>	<b>Sıklık</b>	<b>Sil</b>
	Brezilya, Türkiye, Güney Afrika	Endonezya, Hindistan	771	<b>0,5919</b>
	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Hindistan, Güney Afrika	<b>783</b>	0,5799
	Brezilya, Türkiye, <i>Güney Afrika (9-12)</i>	Endonezya, Hindistan, <i>Güney Afrika (1-8)</i>	216	0,5586

2015 yılı için gerçekleştirilen analizden elde edilen bulgularda, farklı sıklık ve farklı Silhouette değerleri olan 5 farklı küme grubu gözlemlenmiştir. Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunun görülme sıklığı oldukça yüksek olmasına rağmen en sık küme grubu olmadığı gözlemlenmiştir. Bu küme grubunda Brezilya, Türkiye, Hindistan ve Güney Afrika aynı kümede yer alırken, Endonezya diğer kümede tek başında yer almaktadır. Bu bilgiler Tablo 7'de sunulmuştur.

**Tablo 7: Kırılğan Beşli Grubunun 2015 K-Ortalamalar Analiz Sonuçları**

Küme A	Küme B	Sıklık	Sil
Brezilya, Türkiye, Güney Afrika	Endonezya, Hindistan	<b>640</b>	0,6047
Brezilya, Türkiye, Güney Afrika, Hindistan	Endonezya	487	<b>0,6269</b>
Brezilya, Güney Afrika, Hindistan, Endonezya	Türkiye	456	0,5608
<i>Brezilya (1,8-12), Güney Afrika, Hindistan, Endonezya</i>	<i>Brezilya (2-7), Türkiye</i>	119	0,4666
<i>Brezilya (1,8-12), Güney Afrika (1-9, 11-12), Hindistan, Endonezya</i>	<i>Brezilya (2-7), Güney Afrika (10), Türkiye</i>	29	0,4345
<i>Brezilya (1-3,7-12), Güney Afrika, Hindistan, Endonezya</i>	<i>Brezilya (4-6), Türkiye</i>	19	0,5129
<i>Brezilya (1,3,7,8-12), Güney Afrika, Hindistan, Endonezya</i>	<i>Brezilya (2,4-6), Türkiye</i>	13	0,4932
<i>Brezilya (1,8-12), Güney Afrika (1,3,5-9,11-12) Hindistan, Endonezya</i>	<i>Brezilya (2-7), Türkiye, Güney Afrika (2,4,10)</i>	7	0,4203

2018 yılı için gerçekleştirilen analizden elde edilen bulgularda, farklı sıklık ve farklı Silhouette değerleri olan 2 farklı küme grubu gözlemlenmiştir. Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunun görülme sıklığı da en yüksek olan küme grubu olduğu gözlemlenmiştir. Bu küme grubunda Brezilya ve Türkiye aynı kümede yer alırken, Güney Afrika, Hindistan ve Endonezya diğer kümede yer aldığı gözlemlenmiştir. Bu bilgiler Tablo 8’de sunulmuştur.

**Tablo 8: Kırılğan Beşli Grubunun 2018 K-Ortalamalar Analiz Sonuçları**

Küme A	Küme B	Sıklık	Sil
Brezilya, Türkiye	Endonezya, Güney Afrika, Hindistan	<b>1424</b>	<b>0,6705</b>
Brezilya, Türkiye, Güney Afrika, Hindistan	Endonezya	346	0,5683

2019 yılı için gerçekleştirilen analizden elde edilen bulgularda, farklı sıklık ve farklı Silhouette değerleri olan 2 farklı küme grubu gözlemlenmiştir. Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunun görülme sıklığı da en yüksek olan küme grubu olduğu gözlemlenmiştir. Bu küme grubunda Brezilya ve Türkiye aynı kümede yer alırken, Güney Afrika, Hindistan ve Endonezya diğer kümede yer aldığı gözlemlenmiştir. Bu bilgiler Tablo 9’da sunulmuştur.

**Tablo 9: Kırılğan Beşli Grubunun 2019 K-Ortalamalar Analiz Sonuçları**

Küme A	Küme B	Sıklık	Sil
Brezilya, Türkiye	Endonezya, Güney Afrika, Hindistan	<b>349</b>	<b>0,7505</b>
Brezilya, Türkiye, Güney Afrika, Hindistan	Endonezya	86	0,5756

## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada 2007-2009 dönemi aylık verileri kullanılarak kırılğan beşli grubu içerisinde yer alan Brezilya, Hindistan, Türkiye, Endonezya ve Güney Afrika ülkelerinin borsa endeksi, döviz kuru (Dolar/Euro), faiz ve enflasyon oranı açısından kümeleme analizi yöntemlerinden hiyerarşik olmayan K-ortalamar yöntemi ile kümelene (gruplara ayrılması) amaçlanmıştır. Ayrıca bu ülkeler arasında ortaklık bulunan ülkeler kümelere gruplandırılmaya çalışılmıştır.

2007-2019 dönem aralığında aylık veriler dikkate alınarak, k-ortalamar kümeleme yöntemi ile kırılğan beşli ülkeleri 2 kümeye ayırdığımızda, Brezilya ve Türkiye’nin dönemsel de olsa hep aynı kümede yer aldığı gözlemlenmiştir. Sadece 2008 ve 2009 yıllarında farklı dönemlerde Türkiye’nin küme değiştirdiği tespit edilmiştir. Buna göre Türkiye 2008 yılında ilk sekiz ay Brezilya ile aynı küme de yer alırken diğer aylarda Endonezya, Güney Afrika ve Hindistan ile aynı küme de yer almıştır. Benzer şekilde 2009 yılında Türkiye ilk üç ay Endonezya, Güney Afrika ve Hindistan ile aynı küme de yer alırken, diğer aylarda Brezilya ile aynı kümede yer almıştır. Bu iki yıl dışında, hiçbir yılda Endonezya ile Türkiye aynı kümede yer almamıştır. Bununla birlikte tüm yıllarda Endonezya ile Brezilya’nın aynı kümede yer almadığı gözlemlenmiştir.

**Tablo 10: Kırılğan Beşli Grubunun 2007-2019 K-Ortalamalar Analiz Sonuçları**

Yıl	Küme A	Küme B	Sil
<b>2007</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Güney Afrika, Hindistan	0,68
<b>2008</b>	Brezilya, <i>Türkiye (1-8)</i>	Endonezya, Güney Afrika, Hindistan, <i>Türkiye (9-12)</i>	0,55
<b>2009</b>	Brezilya, <i>Türkiye (4,12)</i>	Endonezya, Güney Afrika, Hindistan, <i>Türkiye (1,3)</i>	0,63
<b>2010</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Güney Afrika, Hindistan	0,78
<b>2011</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Güney Afrika, Hindistan	0,75
<b>2012</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Güney Afrika, Hindistan	0,72
<b>2013</b>	Brezilya, Türkiye, Güney Afrika	Endonezya, Hindistan	0,59
<b>2014</b>	Brezilya, Türkiye, Güney Afrika	Endonezya, Hindistan	0,62
<b>2015</b>	Brezilya, Türkiye, Güney Afrika, Hindistan	Endonezya	0,63



<b>2016</b>	Brezilya, Türkiye, Güney Afrika	Endonezya, Hindistan	0,61
<b>2017</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Güney Afrika, Hindistan	0,58
<b>2018</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Güney Afrika, Hindistan	0,67
<b>2019</b>	Brezilya, Türkiye	Endonezya, Güney Afrika, Hindistan	0,75

Analizlerden elde edilen bir diğer önemli bulgu ise 2013, 2014, 2015 ve 2016 yılları dışında tüm yıllarda Endonezya, Güney Afrika ve Hindistan'ın hep aynı küme de yer almasıdır. Bununla birlikte Endonezya ve Hindistan'ın 2015 yılı dışında tüm yıllarda aynı kümede yer aldığı tespit edilmiştir.

Literatürde, kırılma beşli ülkelerini makroekonomik göstergeler açısından farklı istatistiksel yöntemlerle araştıran pek çok çalışma bulunmaktadır. Fakat kırılma beşli sınıflandırmasında yer alan bu ülkeleri kümeleme analizi yöntemi ile araştıran çalışmalara pek rastlanılmamıştır. Bu bağlamda analiz sonuçları, bu ülkelerin neden aynı küme grubu içerisinde yer aldıklarını açıklayabilmek için ülkelere ait veriler üzerinden yorumlanmıştır. Dünya bankası verilerine göre 2010 yılından itibaren Brezilya, Türkiye ve Güney Afrika'nın ekonomik büyüme oranlarının diğer kırılma beşli grubunda yer alan ülkelere oranla hızlı bir şekilde düşmeye başladığı görülmektedir. Diğer yandan FED'in tahvil azaltımına gideceğinin sinyalini verdiği 2013 yılından itibaren, devlet tahvil faizleri en hızlı artan ülkeler sırasıyla Türkiye, Endonezya ve Brezilya iken Hindistan ve Güney Afrika'nın tahvil faizlerindeki artış göreceli olarak daha düşük seviyelerde gerçekleşmiştir. Bununla birlikte kırılma beşli ülkeleri içerisinde tüketici fiyat endeksindeki artış oranları en yüksek olan ülkeler sırasıyla Brezilya ve Türkiye iken Endonezya ve Hindistan'da ise artış oranı daha düşük seviyelerde gerçekleşmiştir. Bu bağlamda, k-ortalamlar kümeleme yöntemi ile Türkiye ve Brezilya'nın dönemsel olsa da aynı kümede yer alması 2013-2016 yılları arasında ise Brezilya, Türkiye ve Güney Afrika'nın aynı kümede yer almaları analiz sonuçlarının anlamlı olduğunu göstermektedir.

## KAYNAKLAR

- Akdamar, E. (2019). OECD Ülkelerinin Bazı İş Gücü Piyasası Göstergeleri Kullanılarak Kümeleme Analizi ve Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi ile İrdelenmesi. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 11(20), 50-65.
- Arı, E., & Yıldız, A. (2018). OECD Ülkelerinin Göç İstatistikleri Bakımından Bulanık Kümeleme Analizi ile İncelenmesi. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute/Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33).
- Arıç, K., H., & Erkekoğlu, H. (2013). AB Ülkeleri ve Türkiye'nin Makro Ekonomik Göstergeler Bakımından İstatistiksel Analizi, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(2), 291-306.
- Arslan, H. 2008. Sakarya Üniversitesi Web Sitesi Erişim Kayıtlarının Web Madenciliği İle Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 80s.
- Başkir, M. B., Küçükönder, H., Çelik, N., & Güzel, M. S. (2017). Öğretim Kalitesi Değerlendirmesine Yeni Bir Yaklaşım: Bartın Üniversitesi Örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 468.
- Bulum, Ahmet; Ersöz, Filiz; Ersöz, Taner (2013). Dünya Ticaret Örgütü (WTO) Üyesi Ülkelerin Uluslararası Ticaret Hacimleri Üzerine Bir Çalışma, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, C. 2, S. 2: 153-165.
- Caliński, T., & Harabasz, J. (1974). A Dendrite Method for Cluster Analysis. *Communications in Statistics-theory and Methods*, 3(1), 1-27.
- Çakmak, Z., Uzgören, N., & Keçek, G. (2005). Kümeleme Analizi Teknikleri ile İllerin Kültürel Yapılarına Göre Sınıflandırılması ve Değişimlerinin İncelenmesi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (12), 15-36.
- Çınaroğlu, S., & Bulut, H. (2018). K-ortalamalar ve Parçacık Sürü Optimizasyonu Tabanlı Kümeleme Algoritmaları İçin Yeni İklendirme Yaklaşımları. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 33(2).
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve LISREL Uygulamaları (Vol. 2). Ankara: PEGEM Akademi.
- Davies, D. L., & Bouldin, D. W., (1979), A Cluster Separation Measure, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence PAMI-1* (2), 224–227.
- Dreaming With BRICs: The Path to 2050”, written by Dominic Wilson and Roopa Purushothaman, Global Economics Paper No: 99, 1st October 2003, [http://www. goldmansachs.com/our-thinking/topics/brics/brics-reports-pdfs/ brics-dream.pdf](http://www.goldmansachs.com/our-thinking/topics/brics/brics-reports-pdfs/brics-dream.pdf), Erişim Tarihi: 12.11.2019.
- Erkekoğlu, H. (2007). AB'ye Tam Üyelik Sürecinde Türkiye'nin Üye Ülkeler Karşısındaki Görelî Gelişme Düzeyi: Çok Değişkenli İstatistiksel Bir Analiz, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 28-50.
- Kangallı, S. G., Uyar, U., & Buyrukoğlu, S. (2014). OECD Ülkelerinde Ekonomik Özgürlük: Bir Kümeleme Analizi, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 6(3), 95-109.
- Karypis, M. S. G., Kumar, V., & Steinbach, M. (2000, August). A comparison of document clustering techniques. In *TextMining Workshop at KDD2000* (2000).
- Kılıç İ., Emir O. ve Kılıç G. (2011), „Bulanık Kümeleme Analizi ile Ülkelerin Turizm İstatistikleri Bakımından Sınıflandırılması”, *İstatistikçiler Dergisi*, 4(1), 31-38.
- Krzanowski, W.J., Lai, Y.T., (1985). A Criterion for Determining the Number of Groups in a Data Set Using Sum of Squares Clustering, *Biometrics*, 44, 23-44.

Öz, B., Taban, S., & Kar, M. (2009). Kümeleme Analizi ile Türkiye ve AB Ülkelerinin Beşerî Sermaye Göstergeleri Açısından Karşılaştırılması, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 1-29.

Özmen, M., Delice, Y., & Aydoğan, E. K. (2018). Telekomünikasyon Sektöründe PSO ile Müşteri Bölümlemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 11(2), 163-173.

Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A Graphical Aid To The Interpretation and Validation Of Cluster Analysis. *Journal of computational and applied mathematics*, 20, 53-65.

Stanley, M. (2013). Global EM Investor Fragile Five, <http://graphics8.nytimes.com/packages/pdf/business/MorganStanleyFragileFive.pdf>. Erişim Tarihi: 12.11.2019.

Şahin, D. (2017). Kümeleme Analizi ile Doğu Avrupa Ülkelerinin Ekonomik Özgürlükler Açısından Değerlendirilmesi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 1315-1336.

Şenol, A., & Karacan, H. (2020). Kd-tree and Adaptive Radius (KD-AR Stream) Based Real-time Data Stream Clustering. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(1), 337-354.

Tatlıdil, H. (1992), Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz, H.Ü. Fen Fakültesi İstatistik Bölümü, Ankara.

Tryon, R. C., Cluster Analysis, New York: Mc Graw-Hill 1939.

Turan, K. K., Özarı, Ç., & Demir, E. (2016). Kümeleme Analizi İle Türkiye ve Ortadoğu Ülkelerinin Ekonomik Göstergeler Açısından Karşılaştırılması. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 143-165.

Uygur, 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.