

GAZİ

JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES

## Clustering of OECD Countries by Exported and Imported Product Groups

Okan Dağ<sup>a</sup>

Submitted: 24.11.2023 Revised: 08.12.2023 Accepted: 09.12.2023 doi:10.30855/10.30855/gmbd.0705S18

### ABSTRACT

**Keywords:** Import, Export, Clustering, OECD, Expectation Maximisation, Canopy

<sup>a,\*</sup> Suleyman Demirel University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Isparta Türkiye  
Orcid: 0000-0001-9756-722X  
e mail: okandaq@gmail.com

\*Corresponding author:  
okandaq@gmail.com

The world has become a global market with the development of communication and transportation technologies. In order to increase the benefit that can be obtained from the market, countries evaluate the products to be exported and imported by making use of various analyses. In the study, it is aimed to cluster the countries according to the product groups they import and export. In this way, countries will be able to dominate the markets where they can import some products that cannot be produced due to various reasons such as natural resources, cost, climatic conditions, labour force or that require high costs. In addition, countries will be able to create a market for the products they produce or develop within their borders if appropriate conditions are provided. For this purpose, OECD countries consisting of 37 countries are considered in this study. While the data to be used in the analysis of the study are obtained from the World Trade Organisation; the data cover the period between 2012-2021. Cluster analysis techniques were used in the analysis of the study in which 18 exported and imported product groups were used. During the analysis, cluster analysis techniques suitable for the numerical data structure were used. Expectation Maximisation and Canopy were the most appropriate techniques for clustering OECD countries. In the study, countries were divided into four groups in terms of exports and imports, while the number of clusters was obtained from the formulation frequently used in the literature. Considering the results obtained, although Canopy algorithm and Expectation Maximisation algorithm produce similar clusters, it is observed that the country distributions in Canopy algorithm are more balanced.

## OECD Ülkelerinin İhracat ve İthal Edilen Ürün Gruplarına Göre Kümelenmesi

### ÖZ

Dünya, iletişimin ve taşıma teknolojilerinin gelişimiyle birlikte küresel bir pazar haline gelmiştir. Pazardan alınabilecek faydanın artırılması için ülkeler çeşitli analizlerden yararlanarak ihracat ve ithal edilecek ürünlerin değerlendirmesini yapmaktadır. Yapılan çalışmada ülkelerin ithal ve ihracat ettikleri ürün gruplarına göre kümelenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede ülkeler doğal kaynaklar, maliyet, iklim koşulları, işgücü gibi çeşitli sebeplerden dolayı üretilmeyen veya yüksek maliyet gerektiren bazı ürünleri ithal edebilecek pazarlara hâkim olabilecektir. Ayrıca ülkeler, uygun koşulların sağlanması halinde ülke sınırları içerisinde ürettikleri ya da geliştirdikleri ürünlere bir pazar oluşturma imkânı bulabilecektir. Bu amaçla çalışmada 37 ülkeden oluşan OECD ülkeleri ele alınmıştır. Çalışmanın analizinde kullanılacak veriler Dünya Ticaret Örgütü'nden elde edilirken; veriler 2012-2021 yılları arasında kapsamaktadır. İhracat ve ithal edilen 18 ürün grubunun kullanıldığı çalışmada, kümeleme analizi tekniklerinden yararlanılmıştır. Analiz sırasında sayısal veri yapısına uygun olan kümeleme analizi teknikleri çalışılmıştır. OECD ülkelerinin kümelenmesi sırasında en uygun sonucu veren teknikler, Beklenti Maksimizasyonu ve Canopy olmuştur. Çalışmada ülkelerin ihracat ve ithalat bakımından dört gruba ayrılırken, küme sayısı literatürde sıklıkla kullanılan formülasyondan elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında Canopy algoritması ve Beklenti Maksimizasyonu algoritması birbirine benzer kümeler ortaya koysa da Canopy algoritmasındaki ülke dağılımlarının daha dengeli olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İthalat, İhracat, Kümeleme, OECD, Beklenti Maksimizasyonu, Canopy

## 1. Giriş (Introduction)

Teknolojinin gelişmesi ve dünyanın küresel bir pazara dönüşmesiyle birlikte piyasadaki rekabet ortamı da artmıştır. Rekabetçi ortamın oluşması, firmaları ve ülkeleri katma değer yaratmaya itmektedir. Küreselleşmenin de etkisiyle bu rekabet; firmaları, endüstrileri hatta ülkeleri kapsar hale gelmektedir.

Ülkeler, bu rekabetin bir tarafı olarak vatandaşların refah seviyelerini artırabilmek adına rekabet güçlerini artırmaya ve bu avantajın sürdürülebilirliğini sağlamaya çalışmaktadır. Ülkeler rekabet avantajı sağlayabilmek ve bunu sürdürülebilir bir yapıya dönüştürebilmek adına çeşitli stratejiler geliştirmektedir. Bu doğrultuda ülkeler, ülke sınırları içerisinde üretim kapasitesi bulunan ürün, mal ve hizmetin geliştirilmesi ve katma değer katılması konusunda yapılacak çalışmaların yanında; üretim kapasitesinin yeterli olmadığı ürün ya da ürün gruplarını daha uygun şartlar altında temin edebileceği seçenekler üzerine de araştırmalar yapmaktadır.

Yapılan literatür incelemesi sonucunda ülkelerin ihracat ve ithal edilen ürün gruplarına göre analiz edildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ülkelerin hem rekabet gücü yüksek olan ürünlerini ortaya koymak adına hem de kendisi ile benzer ithalat ve ihracat hacmine sahip ülkeleri görmesi geliştirilecek stratejiler konusunda ülkelere yardımcı olabilecektir. Ülkeler için problem teşkil eden bu durum yapılan analiz neticesinde çözüme kavuşturulabilecektir. Literatürde çoğunlukla belli ürün grupları üzerinde çalışmalar yapıldığı gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra yapılan çalışmalarda OECD ülkelerinin ürün grupları baz alınarak kümeleme analizine tabi tutulmadığı görülmüştür. Bundan dolayı yapılan çalışmada OECD ülkeleri ve ürün gruplarının tamamı analize dahil edilerek özgün bir çalışma yapılmak istenmiştir.

Bu çalışmada da OECD ülkelerinin ihracat ve ithal edilen ürün grupları açısından kümelenebilirliği amaçlanmaktadır. Bu bağlamda Dünya Ticaret Örgütü'nden elde edilen 18 ürün grubu ele alınmıştır. Kümeleme analizi algoritmalarından Beklenti maksimizasyonu ve Canopy kullanılarak gerçekleştirilen analiz neticesinde OECD ülkeleri ihracat ve ithal edilen ürün grupları bakımından kümelere ayrılmıştır. Çalışmada benzer ürün gruplarını ihracat eden ülkeler ile benzer ürün gruplarını ithal eden ülkelerin kümeleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonunda elde edilen kümelerin değerlendirilmesi detaylı bir şekilde yapılmıştır.

## 2. Literatür Taraması (Literature Review)

### 2.1. Beklenti maksimizasyonu algoritması ile ilgili yapılan bazı çalışmalar (Some studies on the expectation maximization algorithm)

Çalışmanın bu bölümünde analiz sırasında yararlanılan kümeleme algoritmalarından olan Beklenti Maksimizasyonu ile ilgili yapılmış olan bazı çalışmalara yer verilmiştir. Bu amaçla yerli ve yabancı literatür taranmış ve yazınlardan bazıları bu başlık altında aktarılmıştır.

Aktaş, vd. [1] tarafından yapılan çalışmada OECD ülkelerinin mobil ve kablolu internet kullanım oranlarına göre kümelenebilirliği amaçlanmıştır. Çalışmada yararlanılan veriler 2012-2015 ve 2016-2019 yılları olmak üzere iki grup halinde değerlendirilmiştir. Çalışmada ilk olarak Entropi ve CRITIC yöntemleriyle kriter ağırlıkları belirlenmiş; ardından EM yöntemi ile kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin ardından oluşan beş küme arasındaki farklılıkların analiz edilmesinde Kruskal Wallis testi uygulanmıştır.

Karaatlı ve Yıldız [2] tarafından yapılan çalışmada, mevduat bankalarının finansal yapılarının kümeleme analizi ile incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 2017 yılından itibaren faaliyet göstermekte olan yirmi mevduat bankası ele alınmıştır. Çalışmanın analizinde Beklenti Maksimizasyonu algoritmasından yararlanılmış ve dört küme elde edilmiştir. Bu işlemin ardından Tek Yönlü Anova ve Kruskal Wallis teknikleriyle kümeler arası anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir.

Adeyiga, vd. [3] tarafından yapılan çalışmada, suçlu profillerinin kümelenebilirliği amaçlanmıştır. Bu doğrultuda kümeleme işlemi sırasında Beklenti Maksimizasyonu, K-Means ve Hiyerarşik yöntem kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Beklenti Maksimizasyonu algoritmasının diğer algoritmalara oranla çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Ali ve Hamed [4] tarafından yapılan çalışmada, Al-Ghat şehrinde gerçekleşen trafik kazaları üzerine bir analiz gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 946 trafik kazası 8 kriter baz alınarak değerlendirilmiştir. Analiz

sırasında Apriori ve Beklenti Maksimizasyonu algoritmalarından yararlanılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda Apriori algoritmasının Beklenti Maksimizasyonu algoritmasından daha başarılı sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür.

Widya ve Suderma [5] tarafından yapılan çalışmada kadın kooperatiflerin kümelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma Bali'de yer alan Gianyar eyaletinde yer alan kadın kooperatiflerini kapsamaktadır. Çalışmanın analizinde kümeleme algoritmalarından olan Beklenti Maksimizasyonu algoritması kullanılmıştır.

## 2.2. Canopy algoritması ile ilgili yapılan bazı çalışmalar (Some studies on the Canopy algorithm)

Çalışmada yararlanılan bir diğer kümeleme algoritması olan Canopy ile ilgili yapılmış çalışmalardan bazılarının aşağıda yer verilmiştir.

Avşar [6] tarafından yapılan çalışmada, demiryollarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmanın analizi sırasında kümeleme analizi algoritmalarından Canopy kullanılmış ve dört küme oluşturulmuştur. 2016-2020 yılları arasındaki verilerin baz alındığı çalışmada benzer demiryolu uzunluğuna sahip ülkelerin kümelenmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Türkiye İngiltere, Macaristan gibi ülkelerle Küme 4'te yer almaktadır.

Karaatlı, vd. [7] tarafından yapılan çalışmada, ülkelerin insani gelişmişlik endeksine göre kümelenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda ilk olarak Entropi yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları belirlenmiş ardından kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Canopy algoritmasından yararlanılırken ülkeler dokuz kümeye ayrılmıştır. Çalışmanın sonucuna bakıldığında ülkelerin ekonomik ve kişisel özgürlükler bakımından farklılıklar barındırdığı gözlemlenmiştir.

Kocabıyık, vd. [8] tarafından yapılan çalışmada borsada işlem gören hisse senetlerinin kümelenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda BIST 30 endeksinde işlem gören hisse senetleri baz alınmıştır. Daha sonra belirlenen kriterler eşliğinde kümeleme algoritmalarından olan Canopy algoritmasından yararlanılmıştır. Çalışmada kullanılmak üzere Covid-19 öncesi ve Covid-19 olmak üzere iki veri seti hazırlanmıştır. Yapılan analiz sonucunda BIST 30 endeksinde işlem gören hisse senetlerinden 19 tanesinin her iki dönemde de aynı küme içerisinde yer aldığı gözlemlenmiştir.

## 2.3. İhracat ve ithalat ile ilgili yapılan bazı çalışmalar (Some studies on exports and imports)

Çalışmanın bu bölümünde ihracat ve ithalat ile ilgili yapılmış çalışmalardan bazılarının yer verilmiştir.

Duman [9] tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'nin ihracat seviyesi ve hangi ürün çeşitlerinde üstün olduğunun analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın analizinde 2000-2020 yılları arası baz alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre Türkiye'nin SITC sınıflandırması baz alındığında emek ve sermaye yoğun sektörlerde daha fazla ihracat gerçekleştirdiği sonucuna varılmıştır.

Karataş [10] tarafından yapılan çalışmada Türkiye'nin net kar pay kayması analizine tabi tutulması amaçlanmıştır. Çalışmada 2019 ve 2020 yılına ait ilk üç çeyrek verileri baz alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz neticesinde sanayi ara girdilerinden olan enerji ve demir çelikte ithalat ve ihracat paylarında benzer düşüşler, gıda ve eczacılık ürünlerinde ise Türkiye'nin ihracatçı olarak dikkat çektiği görülmüştür.

Sarıçoban [11] tarafından yapılan çalışmada ülkelerin standart ürün grupları çerçevesinde karşılaştırmalı üstünlüklerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada RCEP anlaşmasının tarafı olan on beş ülke analize dahil edilirken; 2011-2020 yıllarına ait veriler Blassa İndeksi ile hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ülkelerin yoğunlukla tarımsal, imalat sanayi ve hammadde ürün gruplarında uzmanlaştığı sonucuna varılmıştır.

Nasrullah, vd. [12] tarafından yapılan çalışmada, Çin'in orman ürün grubu ticaretini etkileyen faktörlerin ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışmada 2001-2018 yıllarına ait panel verilerden yararlanılmıştır. Birim kök test ve Hausman testi sonucunda elde edilen veriler bakıldığında, GSYH ve GDPC'nin ticaret üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra mesafenin ise ticaret ile ters yönlü bir ilişki içerisinde olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda bu çalışmada, büyük ekonomilere veya kısa mesafeli ülkelere ihracatı ve ithalatı teşvik etmenin daha olumlu olacağı sonucuna varılmıştır.

Kuşat [13] tarafından yapılan çalışmada, ülkelerin rekabet gücünün ölçülmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda Türkiye ile BRICS ülkeleri ele alınmış ve ürün gruplarına göre değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın analizinde Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler Endeksi kullanılmıştır. Analiz sonucuna bakıldığında Türkiye'nin BRICS ülkelerine sadece Gıda ve Canlı Hayvanlar Mal Grubu'nda rekabet üstünlüğü kurduğu görülmüştür.

### 3. Metot (Method)

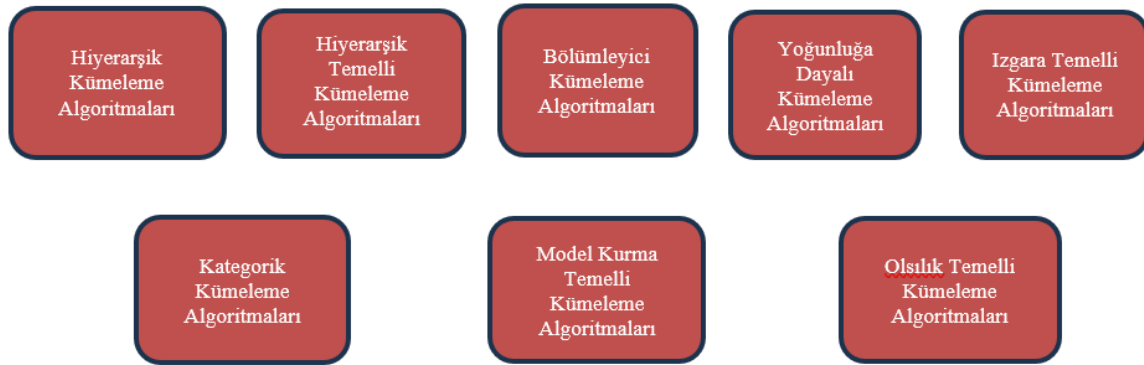
Çalışmanın bu aşamasında kümeleme analizine ve analiz sırasında kullanılan Beklenti Maksimizasyonu algoritmasına detaylı bir şekilde yer verilmiştir.

#### 3.1. Veri madenciliği ve kümeleme analizi (Data mining and cluster analysis)

Veri madenciliği devasa büyüklükteki veri setlerinden anlamlı bilgiler ortaya koyma süreci olarak tanımlanabilmektedir. Ortaya anlamlı bilgiler çıkarma sürecinde birtakım teknikler kullanılmaktadır. Veri madenciliğinde kullanılan bu teknikler tahmin edici ve tanımlayıcı olmak üzere iki başlık altında toplanabilmektedir. Sınıflandırma ve regresyon teknikleri tahmin edici, kümeleme ve birliktelik analizi ise tanımlayıcı tekniklerdir [14].

Kümeleme analizi, veri madenciliği alanında kullanılan en önemli analiz tekniklerinden biridir. Kümeleme analizinde amaç, benzer özelliklere sahip nesnelerin aynı küme içerisinde yer almasını sağlamaktır. Bir başka ifadeyle küme içi homojen; kümeler arası ise heterojen bir yapı oluşturmayı hedeflemektedir. Sınıflandırma tekniklerinde sınıflar önceden belirliken, kümeleme analizinde nesnelerin atanacağı kümeler önceden belli değildir [15].

Kümeleme algoritmaları 1990'lı yıllara kadar sadece hiyerarşik ve bölümleyici ana başlıkları altında toplanabilirken; günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle birlikte farklı gruplar altında incelenmeye başlamıştır [16]. Veri madenciliğinde yararlanılan kümeleme algoritmaları, sekiz ana başlık altında ele alınabilmektedir.



Şekil 1. Kümeleme algoritmalarının sınıflandırılması (Classification of clustering algorithms)

Yapılan çalışmada kullanılan algoritmalarından Beklenti Maksimizasyonu algoritması Olasılık Temelli Kümeleme Algoritmaları Arasındadır. Çalışmada yararlanılan algoritmalarından Canopy ise Bölümleyici Kümeleme algoritmaları arasındadır. Çalışmada yararlanılan iki algoritmaya aşağıda detaylı bir biçimde yer verilmiştir.

#### 3.2. Beklenti maksimizasyonu (Expectation maximisation)

Kümeleme analizi sırasında en çok kullanılan algoritmalarından olan Beklenti Maksimizasyonu algoritması Dempster, Liard ve Rubin tarafından 1977 tarihinde geliştirilmiştir. Beklenti Maksimizasyonu algoritması eksik verilerin bulunduğu durumlarda maksimum olasılık tahminleri yapan iteratif bir algoritma olarak öne çıkmaktadır. Beklenti maksimizasyonu algoritmasının bir diğer özelliği ise kesin uzaklık ölçütlerinden yararlanmak yerine tahmine dayalı ölçütlerden yararlanmasıdır [17].

Beklenti maksimizasyonu algoritması iki adımdan meydana gelmektedir. İlk adım olan E adımında gözlenen verilerin parametrelerine dair kestirmelerden yararlanılarak kayıp veri ile alakalı en iyi olasılık tahminleri

gerçekleştirilmektedir. B adımının formülize edilmiş hali Eşitlik 1’de gösterilmiştir.

$$Z_{gi} = E(z_{gi} | \mathbf{x}; \pi, \theta) = (\pi_{-g} f(\mathbf{x}; \theta_g)) / (\sum_{(g=1)}^k \pi_{-g} f(\mathbf{x}; \theta_g)) \quad (1)$$

M adımında ise tahmini gerçekleştirilen kayıp veri yerine konularak tüm veri üzerinden maksimum olabilirlik hesaplanmaktadır. Bu iki adım her iteratif işlemde tekrar edilmektedir. M adımının formülize edilmiş haline Eşitlik 2’de yer verilmiştir. [18], [19].

$$\begin{aligned} \ln \tilde{L}(\pi, \theta; \mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_n, \mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{z}_n) \\ = \sum_{(i=1)}^n \sum_{(g=1)}^k \ln [\pi_{-g} f(\mathbf{x}_i; \theta_g)] \end{aligned} \quad (2)$$

### 3.2. Canopy (Canopy)

Canopy algoritması, McCollum, Nigam ve Ungar tarafından 2000 yılında geliştirilmiştir. Bölümleyici ve hiyerarşik kümeleme algoritmalarının büyük veri setleri karşısında yetersiz kalmasıyla ortaya atılmıştır. Canopy algoritması iki adımdan meydana gelmektedir. İlk adımda veri setleri basit uzaklık ölçülerinden yararlanılarak kümelenebilir. İkinci adımda ise k-means gibi bir algoritmadan yararlanılarak ilk adımda elde edilen kümelerin iyileştirilmesi sağlanmaktadır. İlk adımdan sonra meydana kümelere Canopy; bir başka ifadeyle kubbe adı verilmektedir. İlk adımda basit uzaklık ölçülerinden yararlanılması ve ikinci adımda her bir kubbenin ayrı bir veri dizisi gibi ele alınmasından dolayı kümeleme süreci oldukça hızlıdır [20].

## 4. OECD Ülkelerinin İhracat ve İthal Edilen Ürün Gruplarına Göre Kümelenebilirliği (Clustering of OECD Countries by Exported and Imported Product Groups)

Ülkelerin gerçekleştirmiş olduğu ithalat ve ihracat miktarları ürün grupları baz alınarak Dünya Ticaret Örgütü tarafından listelenmektedir. Çalışmanın bu bölümünde Dünya Ticaret Örgütü’nden [21] elde edilen bu verilerden yararlanılarak OECD ülkelerinin toplam on sekiz ürün grubuna göre kümelenebilirliği amaçlanmıştır. Çalışmada 2012-2021 yıllarına ait verilerin aritmetik ortalaması baz alınmış ve yapılan kümeleme işlemi ithalat ve ihracat bazlı olmak üzere ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Analiz sırasında ise kümeleme analizi algoritmalarından Beklenti Maksimizasyonu algoritmasından yararlanılmıştır.

Çalışmada kullanılan kriterlere ait kodlar ve karar matrisine Tablo 1’de ve ihracat edilen ürün gruplarına ait karar matrisine Tablo 2’de ve ithal edilen ürün gruplarına ait karar matrisine Tablo 5’te yer verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan kriter bilgileri (Criteria information used in the study)

KOD	KRİTER	KOD	KRİTER
K1	Toplam Ticari Mal	K10	Makine ve Nakliye Ürünleri
K2	Tarımsal Ürün	K11	Ofis ve Telekom Ekipmanları
K3	Gıda	K12	Elektronik Bilgi İşlem ve Ofis Ekipmanları
K4	Yakıt ve Madencilik Ürünleri	K13	Telekomünikasyon Ekipmanları
K5	Yakıtlar	K14	Entegre Devreler ve Elektronik Bileşenler
K6	İmalat	K15	Taşıma Ekipmanları
K7	Demir ve Çelik	K16	Otomotiv Ürünleri
K8	Kimyasallar	K17	Giyim
K9	İlaç	K18	Tekstil

Tablo 2’de yer alan ve ihracat edilen ürün gruplarına ait olan değerler WEKA programına dahil edilerek veri setine uygun olan tüm kümeleme algoritmaları çalıştırılmıştır. Beklenti Maksimizasyonu ve Canopy algoritmalarının karşılaştırmalı sonuçlarına yer verilmiştir.

Kriter sayısının fazla olmasından dolayı ihracat edilen ürün gruplarına ait verilerin yer aldığı karar matrisi tablosu ikiye ayrılarak Tablo 2 ve Tablo 2’nin devamı şeklinde verilmiştir.

Tablo 2. İhraç edilen ürün gruplarına ait karar matrisi (Decision matrix for exported product groups)

ÜLKELER	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
ABD	15732062	1735163	1425315	2021261	1564843	10147306	160751	2166437	530192
Almanya	14518372	941034	814006	765688	367724	12543021	299124	2393696	874142
Avusturalya	2484741	376353	308679	1603045	704780	280855	6484	72495	32054
Avusturya	1728543	171798	134560	97380	39556	1437541	87002	236016	112712
Belçika	4497345	495408	434628	563860	419030	3348013	163912	1367098	552402
Çekya	1816889	108741	83653	71664	42496	1622221	48484	116073	27434
Danimarka	1076371	234577	202861	82877	66516	744510	13053	228147	155793
Estonya	159993	25275	14696	22766	19158	108467	2143	10190	919
Finlandiya	705198	70712	18638	106673	65900	502026	47251	67561	10228
Fransa	5500636	764046	703500	309327	189120	4318271	149699	1058872	355358
Kore C.	5580461	126232	73363	542758	416875	4892161	263810	714096	37311
Hollanda	6742380	1090483	906241	1193225	957684	4416487	132302	1134225	377481
İngiltere	4670529	323833	297644	618419	426305	3215126	68487	716558	320398
İrlanda	1451232	147471	140311	28454	13785	1264540	1925	865769	451232
İspanya	3198460	577759	540798	349877	238354	2203013	98855	442041	138791
İsrail	614859	23459	19473	18672	11283	564199	1420	155564	52051
İsveç	1608329	165210	100405	196670	119900	1219296	70745	203927	95426
İsviçre	3197938	97827	92661	97112	32585	2172641	16531	1038559	751057
İtalya	5178187	494451	457969	311477	190805	4246606	204297	688744	284763
İzlanda	50509	23469	23103	20242	772	6443	1545	945	504
Japonya	7013228	113542	61865	313286	123299	6105660	324073	756781	52470
Kanada	4410436	681044	504718	1285863	976358	2074067	68241	372322	74731
Kolombiya	430709	73754	58382	251913	246802	85407	6815	33347	4286
Letonya	151041	46798	30088	12085	8636	90229	5086	13370	4786
Litvanya	314877	65525	56128	54639	48954	193309	3465	48039	7731
Lüksemburg	168571	15839	13546	7846	514	141021	23524	17534	2868
Macaristan	1146929	105697	97689	54572	37877	974270	13474	136047	58603
Meksika	4134881	327515	305664	406808	302701	3234450	40309	141190	16826
Norveç	1224186	127923	119183	833950	760834	217708	13376	69166	7879
Polonya	2392348	340646	308819	153279	69646	1889889	53361	221552	38549
Portekiz	629443	91615	76610	60017	45123	473670	16465	57274	12327
Slovakya	861734	43362	35371	51039	32314	764666	41775	38445	5180
Slovenya	396754	30792	21458	35383	19355	330019	14729	71621	44483
Şili	733597	215472	167946	415063	7704	94666	3221	34823	1800
Türkiye	1698026	195389	187160	126908	59024	1279356	113782	104384	12066
Yeni Zelanda	386902	296786	249581	20842	8623	81828	2270	20153	3629
Yunanistan	356598	75744	68720	144160	114052	129274	8730	40991	18296

\*Ürün gruplarına göre mal ihracatı - yıllık (Milyon ABD Doları)

Tablo 2. İhraç edilen ürün gruplarına ait karar matrisi – devamı (Decision matrix for exported product Groups - continued)

ÜLKELER	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
ABD	5264523	1460375	504124	466740	489512	1627964	1307782	134209	58105
Almanya	7075350	712132	260262	247424	204443	3283715	2472773	143711	210250
Avusturalya	119585	26885	11912	13266	1708	42598	20552	2175	2573
Avusturya	687379	96681	19611	59242	17829	247335	182288	21470	28672
Belçika	965637	96149	40217	41589	14345	511700	459619	58885	90408
Çekya	1024160	263468	138389	109611	15469	404152	370107	27440	20790
Danimarka	276734	41175	18506	19435	3231	43446	25037	11390	41626
Estonya	52003	17213	840	15732	640	10496	6700	1832	2489
Finlandiya	219195	17706	4215	10001	3491	58807	33510	3039	3477
Fransa	2072257	211491	45692	79171	86625	1095051	514897	49830	118736
Kore C.	3178977	1287525	231518	242910	813094	1044350	675366	101838	20621
Hollanda	2123244	1050491	464121	449040	137331	363524	210815	57168	111285
İngiltere	1610162	193639	77393	84023	32224	712233	503492	36735	81046
İrlanda	209947	108774	48601	11887	48287	46256	3203	1899	3218
İspanya	1026061	41131	13845	22448	4838	653789	543870	43674	131958
İsrail	167601	74239	14421	23101	36721	26670	1482	7776	1428
İsveç	628564	104023	23790	75680	4553	248110	215434	9214	21956
İsviçre	421923	33845	11057	10358	12429	60824	22045	11602	20284
İtalya	1819551	99115	31865	45737	21515	552177	380906	122392	240166
İzlanda	2577	103	65	28	8	859	70	78	37
Japonya	4082177	661860	160283	117893	383687	1821241	1468940	65623	6165
Kanada	1139449	86332	28087	42552	15692	720378	586758	17724	14886
Kolombiya	15104	1000	211	448	343	6272	5362	3184	5046
Letonya	34171	12621	2148	9959	516	8503	6043	2909	3059
Litvanya	61955	10749	4008	6182	560	17639	12404	6510	7462
Lüksemburg	55122	19984	2907	16344	732	13078	8753	5915	1016
Macaristan	625916	149251	45783	94904	8563	247958	217607	9378	7509
Meksika	2461914	662510	271120	359347	32044	1119719	1022477	25949	43096
Norveç	113379	12372	4694	6553	1125	31230	8482	1994	1298
Polonya	898092	160112	55363	99624	5127	376026	278792	28161	63599
Portekiz	171969	21725	2500	15600	3626	84726	72412	22057	35117
Slovakya	513960	129837	15928	111029	2880	267051	256776	8424	13509
Slovenya	150881	8959	1815	5902	1239	75895	68713	7308	3778
Şili	21038	2838	635	2130	73	10202	6694	2603	2871
Türkiye	480722	22606	2691	18551	1366	257485	210709	120162	159740
Yeni Zelanda	27028	4474	1323	2165	988	6050	1817	2275	2021
Yunanistan	32740	9382	5318	3630	436	5900	1717	5239	8880

\*Ürün gruplarına göre mal ihracatı – yıllık (Milyon ABD Doları)

Yapılan çalışmada küme sayısı belirlenirken literatürde sıklıkla kullanılan formülasyonundan yararlanılmıştır [22]. Yararlanılan formülasyona Eşitlik 3'te yer verilmiştir. Bu çalışma için yapılan hesaplamalar sonucunda n yerine alternatif sayısı 37 yazıldığında sonuç 4,301 çıkmaktadır. Bu bağlamda bu çalışma için uygun küme sayısı dört olarak belirlenmiştir.

$$k = (n/2)^{1/2} \quad (3)$$

k= Küme Sayısı

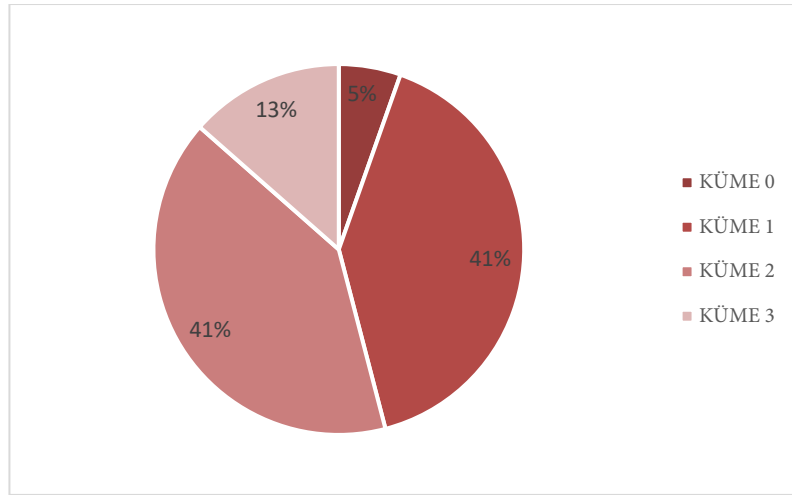
n=Alternatif Sayısı

Tablo 3'te Beklenti Maksimizasyonu algoritmasından elde edilen kümeleme sonuçları yer alırken; Tablo 4'te ise Canopy algoritması kullanılarak elde edilen kümeleme sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 3. İhracat verilerine ait beklenti maksimizasyonu kümeleme sonuçları (Expectation Maximization Clustering Results for Export Data)

KÜME 0	KÜME 1	KÜME 2	KÜME 3
ABD	Avustralya	Avusturya	Fransa
Almanya	Estonya	Belçika	Hollanda
	Finlandiya	Çekya	Kore C.
	İsrail	Danimarka	Japonya
	İzlanda	İngiltere	Meksika
	Kolombiya	İrlanda	
	Letonya	İspanya	
	Litvanya	İsveç	
	Lüksemburg	İsviçre	
	Norveç	İtalya	
	Portekiz	Kanada	
	Slovenya	Macaristan	
	Şili	Polonya	
	Yeni Zelanda	Slovakya	
	Yunanistan	Türkiye	

Beklenti Maksimizasyonu algoritmasına ait sonuçların yer aldığı Tablo 3'e bakıldığında Küme 0'da sadece ABD ve Almanya'nın bulunduğu görülmektedir. Bu iki ülke en büyük ihracat hacmine sahip ülkeler olarak dikkat çekerken, K6, K8, K9, K10, K13, K14, K17 (imalat, kimyasallar, ilaçlar, makine-nakliye ürünleri, telekomünikasyon ekipmanları, entegre devreler-elektronik bileşenler, tekstil) kodlu ürün gruplarında benzer ihracat hacmine sahip oldukları gözlemlenmiştir. Küme 3'e bakıldığında Küme 0'dan sonra en yüksek ihracat hacmine sahip ülkeler bu küme içerisinde yer almışlardır. Ülkelerin K6, K10, K13 (imalat, makine-nakliye ürünleri, telekomünikasyon ekipmanları) kodlu ürün gruplarında benzer ihracat hacmine ulaştıkları gözlenmiştir. Küme 2'ye bakıldığında Türkiye'nin bu grupta yer aldığı görülmektedir. Çoğunlukla GSYİH'sı yüksek olan ülkelerin yer aldığı bu grupta K11 ve K13 (elektronik bilgi işlem-ofis ekipmanları, entegre devreler-elektronik bileşenler) kodlu ürün gruplarının ihracat hacimleri benzerdir.



Grafik 1. İhraç Edilen Ürün Gruplarına Göre Ülkelerin Beklenti Maksimizasyonu (Expectation Maximization of Countries by Exported Product Groups)

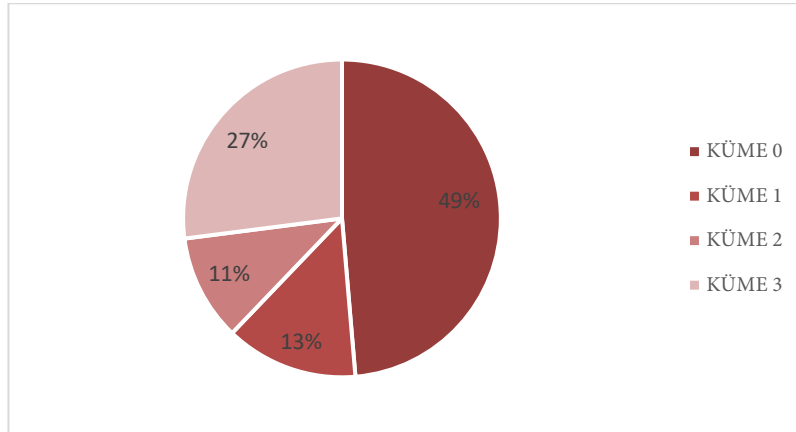
Grafik 1'e bakıldığında Beklenti Maksimizasyonu algoritması kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda ülkelerin kümelere dağılımı görülmektedir. Bu doğrultuda Küme 0'a bakıldığında 2 ülkenin bu küme içerisinde yer aldığı gözlemlenirken; OECD ülkelerinin %5'inin Küme 0'a atandığı sonucuna varılmaktadır. Küme 1'e bakıldığında; 15 ülkeyle %41, Küme 2; 15 ülkeyle %45 ve Küme 3; 5 ülkeyle %13 orana sahip olduğu görülmüştür.



Tablo 4. İhracat verilerine ait Canopy algoritması kümeleme sonuçları (Canopy algorithm clustering results of export data)

KÜME 0	KÜME 1	KÜME 2	KÜME 3
Avustralya	ABD	Finlandiya	Estonya
Avusturya	Almanya	Kolombiya	İsrail
Belçika	Hollanda	Portekiz	İzlanda
Çekya	Japonya	Slovakya	Letonya
Danimarka	Kore C.		Litvanya
Fransa			Lüksemburg
İngiltere			Slovenya
İrlanda			Şili
İspanya			Yeni Zelanda
İsveç			Yunanistan
İsviçre			
İtalya			
Kanada			
Macaristan			
Meksika			
Norveç			
Polonya			
Türkiye			

Canopy algoritmasına ait sonuçların yer aldığı Tablo 4'e bakıldığında Türkiye'nin ve GSYİH'sı yüksek olan ülkelerin Küme 0'da yer aldığı görülmektedir. Özellikle K2 ve K13 (tarımsal ürünler ve telekomünikasyon ekipmanları) kodlu ürün gruplarında benzer hacme sahip olan ülkelerin bu küme altında toplandığı görülmektedir. Küme 1'e bakıldığında yüksek ihracat hacmine sahip olan ve sektöre yön veren ülkelerin bu grupta yer aldığı gözlemlenmiştir. K7, K10, K12 ve K13 (demir çelik, makine ve nakliye ürünleri, elektronik bilgi işlem ve ofis ekipmanları, telekomünikasyon ekipmanları) kodlu ürün gruplarında benzer ihracat hacmine sahip olan bu ülkeler daha çok elektronik ve makine-teçhizat ağırlıklı ihracat gerçekleştirmektedir. Küme 2'ye bakıldığında K2, K8 ve K14 (tarımsal ürün, kimyasallar, entegre devreler ve elektronik bileşenler) kodlu ürün gruplarında benzer ihracat hacmine sahip ülkelerin bu küme altında toplandığı görülmektedir. Son olarak Küme 3'e bakıldığında ise, K17, K18 (tekstil, giyim) kodlu ürün gruplarında benzerlik gösteren ülkelerin özellikle tekstil ve giyim ürün gruplarında ihracat yaptığı gözlemlenmiştir.



Grafik 2. İhraç Edilen Ürün Gruplarına Göre Ülkelerin Canopy Algoritmasına Göre Kümelere Dağılımı (Distribution of Countries by Exported Product Groups into Clusters According to Canopy Algorithm)

Grafik 2'ye bakıldığında Beklenti Maksimizasyonu algoritması kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda ülkelerin kümelere dağılımı görülmektedir. Bu doğrultuda Küme 0'a bakıldığında 18 ülkenin bu küme içerisinde yer aldığı gözlemlenirken; OECD ülkelerinin %49'unun Küme 0'a atıldığı sonucuna varılmaktadır. Küme 1'e bakıldığında; 5 ülkeyle %13, Küme 2; 4 ülkeyle %11 ve Küme 3; 10 ülkeyle %27 orana sahip olduğu görülmüştür.

Kriter sayısının fazla olmasından dolayı ithal edilen ürün gruplarına ait verilerin yer aldığı karar matrisi tablosu ikiye ayrılarak Tablo 5 ve Tablo 5'in devamı şeklinde verilmiştir.

Tablo 5. İthal edilen ürün gruplarına ait karar matrisi (Decision matrix for imported product groups)

ÜLKELER	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
ABD	24575974	1705309	1462923	3103607	2552418	18637332	384018	2424383	1048895
Almanya	11924268	1145395	974329	1716886	1199713	8785810	299365	1678463	558231
Avusturalya	2303922	160840	145511	319923	285397	1666770	28894	229225	93576
Avusturya	1803813	176663	139383	229362	147303	1370981	48774	240074	102041
Belçika	4317815	443906	391520	759417	583600	3055661	111949	1076132	435804
Çekya	1634434	115220	95450	161333	108546	1349114	68587	186169	49584
Danimarka	972481	164921	139803	84537	68899	709829	27055	123668	47846
Estonya	179087	23059	17609	25306	22330	125484	6118	20562	5104
Finlandiya	729281	74271	57786	162071	115825	472147	19799	84429	23590
Fransa	6417726	681793	604749	894209	740087	4780361	142808	893647	301114
Kore C.	5003174	359526	289359	1694806	1335860	2929116	165572	497205	66058
Hollanda	5987424	756660	657279	1287964	1064385	3908740	121198	784170	262838
İngiltere	6668406	708405	628239	853058	634342	4479582	83566	749557	307716
İrlanda	897190	101998	96596	77388	66212	688027	8547	194005	86237
İspanya	3520753	441544	398890	674320	543112	2365644	91398	531458	168344
İsrail	726460	68896	61780	108478	97956	544497	18464	86394	24335
İsveç	1587484	192111	170457	225454	180072	1149280	50686	182246	47451
İsviçre	2859608	137064	121218	171833	107016	1710745	32013	504623	294138
İtalya	4685804	583673	481886	891290	663818	3117337	188436	752380	275793
İzlanda	60861	7228	6588	14444	7527	39124	721	5310	1629
Japonya	7333039	816561	694698	2312230	1817290	4064238	83521	711078	261738
Kanada	4570769	400717	360696	490552	353819	3374675	107944	490515	140911
Kolombiya	536023	67719	62961	55148	46307	405933	21607	103873	26564
Letonya	180769	34736	29420	22308	19398	120422	6969	22395	6818
Litvanya	339026	51159	42960	76548	69949	207990	8718	50679	11782
Macaristan	1093824	75104	62301	128735	101571	874296	27060	137999	47407
Meksika	4277692	295883	252020	431964	332723	3240081	111322	451824	52332
Norveç	846489	92881	81926	95253	46619	652090	20775	80702	22103
Polonya	2397999	244739	205524	276641	193328	1827978	103903	340981	70928
Portekiz	794861	131403	116788	128290	107240	533722	25035	112407	30185
Slovakya	841228	60592	50229	96181	70039	681204	29793	72808	20917
Slovenya	381831	40053	31228	57255	36943	283652	17144	66048	26628
Şili	715148	73509	68613	134347	123479	505071	17020	83032	15526
Türkiye	2335473	190416	132558	568169	261642	1401170	116898	322521	50512
Yeni Zelanda	406334	49733	46529	55200	47399	296425	5209	44238	10285
Yunanistan	590931	84848	78713	193869	171857	311539	11070	93176	35952

\*Ürün gruplarına göre mal ithalatı - yıllık (Milyon ABD Doları)

Tablo 5. İthal edilen ürün gruplarına ait karar matrisi – devamı (Decision matrix for imported product groups -continued )

ÜLKELER	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
ABD	24575974	1705309	1462923	3103607	2552418	18637332	384018	2424383	1048895
Almanya	11924268	1145395	974329	1716886	1199713	8785810	299365	1678463	558231
Avusturalya	2303922	160840	145511	319923	285397	1666770	28894	229225	93576
Avusturya	1803813	176663	139383	229362	147303	1370981	48774	240074	102041
Belçika	4317815	443906	391520	759417	583600	3055661	111949	1076132	435804
Çekya	1634434	115220	95450	161333	108546	1349114	68587	186169	49584
Danimarka	972481	164921	139803	84537	68899	709829	27055	123668	47846
Estonya	179087	23059	17609	25306	22330	125484	6118	20562	5104
Finlandiya	729281	74271	57786	162071	115825	472147	19799	84429	23590
Fransa	6417726	681793	604749	894209	740087	4780361	142808	893647	301114
Kore C.	5003174	359526	289359	1694806	1335860	2929116	165572	497205	66058
Hollanda	5987424	756660	657279	1287964	1064385	3908740	121198	784170	262838
İngiltere	6668406	708405	628239	853058	634342	4479582	83566	749557	307716
İrlanda	897190	101998	96596	77388	66212	688027	8547	194005	86237
İspanya	3520753	441544	398890	674320	543112	2365644	91398	531458	168344
İsrail	726460	68896	61780	108478	97956	544497	18464	86394	24335
İsveç	1587484	192111	170457	225454	180072	1149280	50686	182246	47451
İsviçre	2859608	137064	121218	171833	107016	1710745	32013	504623	294138
İtalya	4685804	583673	481886	891290	663818	3117337	188436	752380	275793
İzlanda	60861	7228	6588	14444	7527	39124	721	5310	1629
Japonya	7333039	816561	694698	2312230	1817290	4064238	83521	711078	261738
Kanada	4570769	400717	360696	490552	353819	3374675	107944	490515	140911
Kolombiya	536023	67719	62961	55148	46307	405933	21607	103873	26564
Letonya	180769	34736	29420	22308	19398	120422	6969	22395	6818
Litvanya	339026	51159	42960	76548	69949	207990	8718	50679	11782
Macaristan	1093824	75104	62301	128735	101571	874296	27060	137999	47407
Meksika	4277692	295883	252020	431964	332723	3240081	111322	451824	52332
Norveç	846489	92881	81926	95253	46619	652090	20775	80702	22103
Polonya	2397999	244739	205524	276641	193328	1827978	103903	340981	70928
Portekiz	794861	131403	116788	128290	107240	533722	25035	112407	30185
Slovakya	841228	60592	50229	96181	70039	681204	29793	72808	20917
Slovenya	381831	40053	31228	57255	36943	283652	17144	66048	26628
Şili	715148	73509	68613	134347	123479	505071	17020	83032	15526
Türkiye	2335473	190416	132558	568169	261642	1401170	116898	322521	50512
Yeni Zelanda	406334	49733	46529	55200	47399	296425	5209	44238	10285
Yunanistan	590931	84848	78713	193869	171857	311539	11070	93176	35952

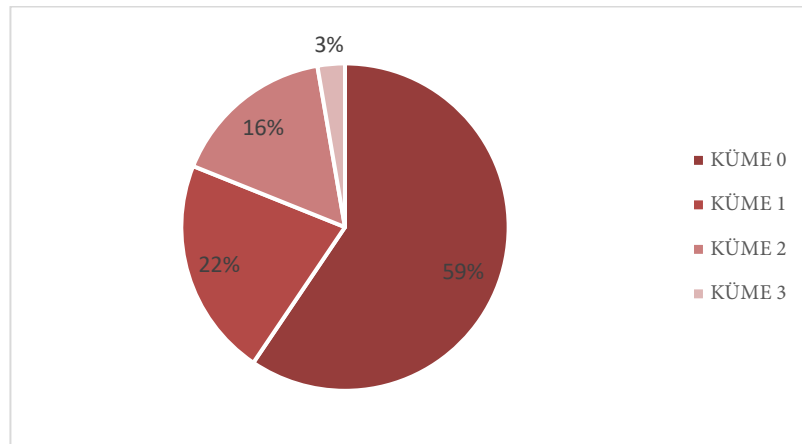
\*Ürün gruplarına göre mal ithalatı – yıllık (Milyon ABD Doları)

Tablo 5'te ithal edilen ürün gruplarına ait olan değerler yer almaktadır. Mevcut karar matrisi WEKA programına dahil edilerek veri setine uygun olan tüm kümeleme algoritmaları çalıştırılmıştır. Çalışmada Beklenti Maksimizasyonu ve Canopy algoritmalarının karşılaştırmalı sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 6. İthalat verilerine ait Beklenti Maksimizasyonu algoritması kümeleme sonuçları  
(Expectation Maximization algorithm clustering results for import data)

KÜME 0	KÜME 1	KÜME 2	KÜME 3
Avusturya	Avusturalya	Almanya	ABD
Çekya	Belçika	Fransa	
Danimarka	İspanya	Hollanda	
Estonya	İtalya	İngiltere	
Finlandiya	Kanada	Japonya	
İrlanda	Meksika	Kore C.	
İsrail	Polonya		
İsveç	Türkiye		
İsviçre			
İzlanda			
Kolombiya			
Letonya			
Litvanya			
Macaristan			
Norveç			
Portekiz			
Slovakya			
Slovenya			
Şili			
Yeni Zelanda			
Yunanistan			

Beklenti Maksimizasyonu algoritmasına ait sonuçların yer aldığı Tablo 6'ya bakıldığında Küme 0'da yer alan ülkelerin K7 (demir çelik) kodlu ürün grubunda benzer ithalat hacmine sahip oldukları görülmektedir. Küme 1'e bakıldığında K1, K3, K4, K5, K6, K15, K17, K18 (toplam ticari mal, gıda, yakıt ve madencilik, yakıt, imalat, taşıma ekipmanları, tekstil, giyim) kodlu ürün gruplarının ithalatında benzerlik göstermektedir. Birçok ürün grubunda benzerlik taşıyan ülkelerin yer aldığı bu grupta Türkiye de bulunmaktadır. Küme 2'de gelişmiş ülkelerin yer aldığı gözlemlenirken, özellikle K1, K3, K6, K10, K12, K13 (toplam ticari mal, gıda, imalat, makine ve nakliye, elektronik bilgi işlem ve ofis ekipmanları, telekomünikasyon ekipmanları) kodlu ürün gruplarında benzer hacimlere sahip oldukları sonucuna varılmıştır. bu grupta yer alan ülkelerin benzerlik gösteren ürün gruplarına bakıldığında elektronik ve makine ağırlıklı olduğu gözlenmektedir. Son olarak Küme 3'e bakıldığında sadece Amerika Birleşik Devletleri'nin bu kümede yer aldığı görülmektedir. Hacimsel olarak diğer ülkelerden ayrılan Amerika Birleşik Devletleri birçok ürün grubunda lider konumdadır.



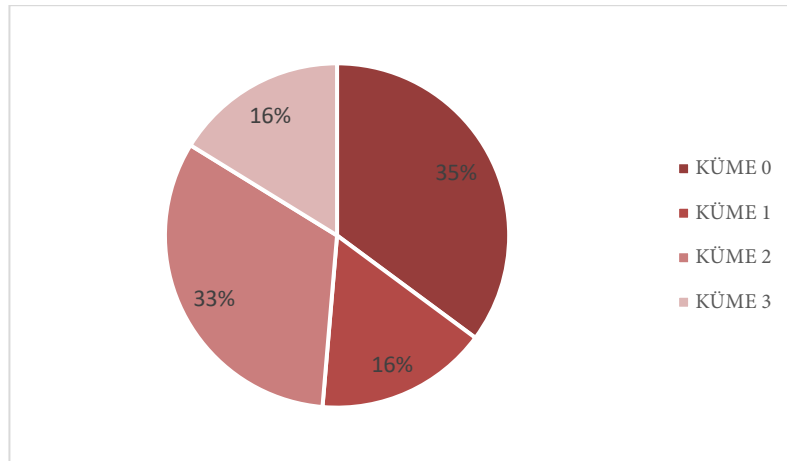
Grafik 3. İhraç Edilen Ürün Gruplarına Göre Ülkelerin Beklenti Maksimizasyonu Algoritmasına Göre Kümelere Dağılımı  
(Distribution of Countries by Exported Product Groups into Clusters According to Expectation Maximization Algorithm)

Grafik 3'e bakıldığında Beklenti Maksimizasyonu algoritması kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda ülkelerin kümelere dağılımı görülmektedir. Bu doğrultuda Küme 0'a bakıldığında 22 ülkenin bu küme içerisinde yer aldığı gözlemlenirken; OECD ülkelerinin %59'unun Küme 0'a atandığı sonucuna varılmaktadır. Küme 1'in; 8 ülkeyle %22, Küme 2'nin; 6 ülkeyle %16 ve Küme 3'ün; 1 ülkeyle %3 orana sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 7. İthalat verilerine ait Canopy algoritması kümeleme sonuçları (Canopy algorithm clustering results of import data)

KÜME 0	KÜME 1	KÜME 2	KÜME 3
Avusturya	ABD	Danimarka	Estonya
Avusturya	Almanya	Finlandiya	İzlanda
Belçika	Fransa	İrlanda	Letonya
Çekya	Hollanda	İsrail	Litvanya
İngiltere	Japonya	Kolombiya	Lüksemburg
İspanya	Kore C.	Macaristan	Yeni Zelanda
İsveç		Norveç	
İsviçre		Portekiz	
İtalya		Slovakya	
Kanada		Slovenya	
Meksika		Şili	
Polonya		Yunanistan	
Türkiye			

Tablo 7'ye bakıldığında ithalat hacmi en yüksek olan ülkelerin Küme 1'de toplandığı görülmektedir. Özellikle K4, K6 ve K11 (yakıtlar, demir-çelik ve elektronik bilgi işlem-ofis ekipmanları) kodlu ürün gruplarında benzer ortalamalar yakaladıkları görülmektedir. Küme 0'a bakıldığında, Türkiye'nin ve genellikle GSYİH'sı yüksek olan ülkelerin aynı küme altında toplandığı gözlemlenirken; K1, K5, K7, K10, K14, K15 ve K16 (tarımsal ürünler, imalat, kimyasallar, ofis-telekom ekipmanları, taşıma ekipmanları, otomotiv ürünleri ve tekstil) kodlu ürün gruplarında benzerlik gösterdikleri ortaya konmuştur. Küme 4'e bakıldığında ise ithalat hacmi daha küçük olan ülkelerin aynı küme altında toplandığı görülmektedir. K6, K12 ve K17 (demir-çelik, telekomünikasyon ekipmanları ve giyim) kodlu ürün gruplarında benzer hacme sahip oldukları ortaya konmuştur.



Grafik 4. İhrac Edilen Ürün Gruplarına Göre Ülkelerin Canopy Algoritmasına Göre Kümelere Dağılımı  
(Distribution of Countries by Exported Product Groups into Clusters According to Canopy Algorithm)

Grafik 4'e bakıldığında Beklenti Maksimizasyonu algoritması kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda ülkelerin kümelere dağılımı görülmektedir. Bu doğrultuda Küme 0'a bakıldığında 13 ülkenin bu küme içerisinde yer aldığı gözlemlenirken; OECD ülkelerinin %35'inin Küme 0'a atandığı sonucuna varılmaktadır. Küme 1'in; 6 ülkeyle %16, Küme 2'nin; 12 ülkeyle %33 ve Küme 3'ün; 6 ülkeyle %16 orana sahip olduğu görülmüştür.

#### 4. Sonuç (Conclusion)

Küreselleşen rekabetle birlikte dış ticaretin önemi her geçen gün artmaktadır. Üretim kapasitesi bulunan ürün gruplarındaki rekabet üstünlüğünü ele geçirmek isteyen ülkeler çeşitli stratejiler geliştirerek bu ürünlerin ihracatını sürdürülebilir hale getirmek istemektedir. Ülkeler aksi durumlarda ise göreceli yetersiz olduğu ürün gruplarında ise ithalata yönelmektedir.

Literatüre bakıldığında ürün gruplarıyla ilgili bir adet çalışmaya rastlanmıştır. Pelit [23] tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'nin ülke gruplarına göre ithalat ve ihracat bakımından kümeleme analizi ile incelendiği görülürken, çalışmada kümeleme analizi tekniklerinden olan k-means kullanılmıştır.

Yapılan çalışmada ise Dünya Ticaret Örgütü'nden elde edilen ürün gruplarına göre ihracat ve ithalat verilerinden yararlanılarak benzer eğilim gösteren OECD ülkelerinin kümelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ilk olarak WEKA paket programına veriler girilmiş daha sonra sayısal veri setine uygun kümeleme algoritmaları çalıştırılmıştır. Yapılan analiz neticesinde en uygun sonucun Beklenti Maksimizasyonu algoritmasından elde edildiği gözlemlenmiştir.

Yapılan analiz sonucunda aynı grupta yer alan ülkelerin benzer gelişmişlik seviyelerine sahip ülkeler olduğu gözlemlenirken, benzer ürün gruplarının ithalatını ve ihracatını gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir.

Mevcut ürün grupları baz alınarak yapılan kümeleme işleminde ülkeler ilk olarak ithal edilen ürün gruplarına göre kümelenmiştir. Küme 1'e bakıldığında büyük ekonomilere sahip ülkelerden olan Amerika, Almanya, Fransa, Hollanda, Japonya ve Kore Cumhuriyeti aynı kümede yer alırken, yakıtlar, demir-çelik ve elektronik bilgi işlem-ofis ekipmanları gibi ürün gruplarını göreceli daha az gelişmiş ülkelere temin ettiği görülmektedir. Türkiye'nin de yer aldığı Küme 0'a bakıldığında ise tarımsal ürün, imalat, otomotiv ekipmanları gibi ürün gruplarını ithal ettiği görülmektedir.

Mevcut ürün grupları baz alınarak yapılan kümeleme işleminde ülkeler son olarak ihraç edilen ürün gruplarına göre kümelenmiştir. Küme 0'a bakıldığında bu kümede sadece ABD ve Almanya'nın yer aldığı görülmektedir. İmalat, kimyasallar, ilaçlar, makine-nakliye ürünleri, telekomünikasyon ekipmanları, entegre devreler-elektronik bileşenler, tekstil gibi ürün gruplarında rekabet üstünlükleri bulunurken, bu ürünleri nispeten daha az gelişmiş ülkelere ihraç ettikleri gözlemlenmiştir. Türkiye'nin de yer aldığı Küme 2'ye bakıldığında ise çoğunlukla GSYİH'sı yüksek olan ülkelerin bu kümede yer aldığı görülmektedir. Bu kümede yer alan ülkelerin çoğunlukla elektronik bilgi işlem-ofis ekipmanları, entegre devreler-elektronik bileşenler gibi ürün gruplarının ihracatçısı olduğu ortaya konmuştur.

Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda diğer ülke grupları ele alınabilir, farklı algoritmalarla yararlanılarak farklı sonuçlar ortaya konulabilir. Buna ek olarak spesifik olarak seçilecek ürün grupları ile ikili ülke karşılaştırmaları yapılabilir.

### Çıkar Çatışması Beyanı (Conflict of Interest Statement)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması bildirilmemiştir.

### Kaynaklar (References)

- [1] B. K. Aktaş, N. Ömürbek and M. Karaatlı, "Entropi-CRITIC temelli EM algoritması ile internet kullanımı açısından OECD ülkelerinin kümelenmesi," *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, vol.12, no.24, pp.648-679, 2021. doi: 10.36543/kauibfd.2021.027.
- [2] M. Karaatlı and E. Yıldız, "Mevduat bankalarının finansal yapılarının kümeleme analizi ile incelenmesi," *BMIJ*, vol.9, no.1, pp.1-17, 2021. doi: 10.15295/bmij.v9i1.1594.
- [3] J. A. Adeyiga, S. O. Olabiyisi and E. O. Omidiora, "A comparative analysis of selected clustering algorithms for criminal profiling," *Nigerian Journal of Technology*, vol. 39, pp.464-471, 2020. doi: 10.4314/njt.v39i2.16.
- [4] F. M. N. Ali and A. A. M. Hamed, "Usage Apriori and clustering algorithms in WEKA tools to mining dataset of traffic accidents," *Journal of Information and Telecommunication*, vol. 2, no.3, pp.231-245, 2018. doi: 10.1080/24751839.2018.1448205.
- [5] P. A. Widya and M. Suderma, "Implementation of EM algorithm in data mining for cluster female cooperative," *International Journal of Engineering and Emerging Technology*, vol.3, no.1, pp.75-79, 2018. doi: 10.24843/IJEET.2017.v02.i01.
- [6] İ. İ. Avşar, "Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin demiryolu hat uzunluğuna göre kümelenmesi," *Tarsus Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, vol.3, no.1, pp.13-25, 2023.
- [7] M. Karaatlı, T. Karataş and N. Ömürbek, "Ülkelerin insani özgürlük endeksine göre kümelenmesi," *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, vol.20, no.3, pp.271-286, 2020. doi: 10.18037/ausbd.801788.
- [8] T. Kocabiyik, M. Karaatlı and K. B. Aktaş, "Borsa İstanbul 30 endeksinde yer alan hisse senetlerinin kümelenmesi: Covid-19 öncesi ve Covid-19 dönemi incelemesi," *İşletme Araştırmaları Dergisi*, vol.13, no.3, pp.2537-2551, 2021. doi: 10.20491/isarder.2021.1276.
- [9] B. Erkan and İ. Duman, "Türkiye'nin SITC ve ISIC sınıflandırmasına göre ihracat verilerinin değerlendirilmesi (2000-2020)," *Uluslararası Türk Dünyası Sosyal Bilimler Sempozyumu, Aralık 2-3 2022, İzmir, Türkiye, 2022*, pp.1-15.

- [10] A. Karataş, "COVID 19'un Türkiye dış ticaretine kısa dönem etkilerinin ürün grubu bazında incelenmesi," *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, vol.10, no.3, pp.2129-2152, 2021. doi: 10.15869/itobiad.877872.
- [11] K. Sarıçoban, "RCEP ülkelerinin dış ticareti ve standart ürün grupları bazında ihracattaki karşılaştırmalı üstünlükleri," *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, vol.21, no.84, pp.1991-2012, 2022. doi: 10.17755/esosder.1140018.
- [12] M. Nasrullah, L. Chang, K. Khan, M. Rizwanullah and F. Zulfiqar, "Determinants of forest product group trade by gravity model approach: a case study of China," *Forest Policy and Economics*, vol.113, pp.1-14, 2020. doi: 10.1016/j.forpol.2020.102117.
- [13] N. Kuşat, "Açıklanmış karşılaştırmalı üstünlüklere göre Türkiye-BRICS rekabet gücü analizi (2008-2019)," *Kocatepe İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, vol.23, no.1, pp.94-111, 2021. doi: 10.33707/akuiibfd.839333.
- [14] A. Albayrak and Ş. K. Yılmaz, "Veri madenciliği: karar ağacı algoritmaları ve İMKB verileri üzerine bir uygulama," *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, vol.14, no.1, pp.31-52, 2009.
- [15] J. Sun, J. Liu and L. Zhao, "Clustering algorithm research," *Journal of Software*, vol.19, no.1, pp.48-61, 2008.
- [16] Ö. Pasin, "Sağlık Alanında Yapılan Araştırmalarda Kümeleme Algoritmalarının Kullanımı: Bir Uygulama," Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Düzce, Türkiye, 2015.
- [17] A. P. Dempster, N. M. Laird and D. B. Rubin, "Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm," *Journal of the Royal Statistical Society*, vol.39, no.1, pp.1-38, 1977.
- [18] L. Bruzzone and F. Prieto, "An adaptive semiparametric and context-based approach to unsupervised change detection in multitemporal remote-sensing images," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol.11, no.4, pp.452-466, 2002.
- [19] C. Bal and K. Özdamar, "Eksik gözlem sorununun türetilmiş veri setleri yardımıyla çözülmesi," *Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, vol.26, no.2, pp.67-76, 2004.
- [20] H. Akpınar, *Data: Veri Madenciliği Veri Analizi*, Ankara: Papartya, 2017.
- [21] World Trade Organisation, [Online]. Available: <https://www.wto.org>. [Accessed: 11/10/2023].
- [22] B. Everitt, *Cluster Analysis*, London: Heinemann Educational Books, 1974.
- [23] İ. Pelit, "Türkiye'nin ülke gruplarına göre ithalat ve ihracatının kümeleme analizi ile incelenmesi: 2013-2022 dönemi", *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, vol.11, no.2, pp.103-113, 2023.

\* This paper was presented at the 5th International Conference on Artificial Intelligence and Applied Mathematics in Engineering (ICAAME 2023) and the abstract was published as an e-book.

This is an open access article under the CC-BY license

