

OECD'ye Üye Ülkelerin Seçilmiş Sağlık Göstergelerinin Kümeleme ve Ayırma Analizi ile Karşılaştırılması

Comparison of the Selected Health Indicators of OECD Member Countries with Cluster and Discriminant Analysis

Dr. Filiz ERSÖZ^a

^aKara Harp Okulu,
Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Geliş Tarihi/Received: 12.08.2008
Kabul Tarihi/Accepted: 04.02.2009

*Bu çalışmanın bir bölümü
10. Ulusal Biyoistatistik Kongresi
(5-8 Eylül 2007, Sivas)'nde poster
olarak sunulmuş ve
Kongre Kitapçığı'nda
özet olarak yer almıştır.*

Yazışma Adresil/Correspondence:
Dr. Filiz ERSÖZ
Kara Harp Okulu
Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
fersoz@yahoo.com

ÖZET Amaç: Bu çalışmada, "Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)"e üye ülkelerin bazı seçilmiş sağlık göstergelerinin karşılaştırılmasında kümeleme ve ayırma analizlerinin kullanılması ve benzer ülkelerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmada, OECD'ye üye ülkelerin 2004 yılı sağlık göstergeleri içinde en önemli değişkenleri olan; toplam sağlık harcamalarının gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) içindeki oranı, kişi başına düşen sağlık harcaması, doğumda yaşam beklentisi ve her 1000 doğumdaki bebek ölüm sayısı değişkenleri kullanılmıştır. Kümeleme işleminde aşamalı (hiyerarşik) kümeleme yöntemi ile aşamalı olmayan yöntemlerden K-Ortalamar kümeleme ve Medoid kümeleme yöntemleri olacak şekilde 3 ayrı yöntem ile karşılaştırma yapılmıştır. Aşamalı kümeleme yöntemine göre küme sayısının 3 olmasının uygun olacağına karar verilmiştir. **Bulgular:** K-Ortalamar analiz sonucuna göre; 30 ülkenin kümelenebilir seçilmiş 4 sağlık göstergesinin de önemli düzeyde etkin olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Medoid kümeleme yönteminde gölge istatistiği 0.51 bulunmuş ve "Birimler arasında uygun/makul kümeleme yapısı var" sonucu ortaya çıkmıştır. Kümeleme analizi sonuçlarının doğruluğunu test etmek amacıyla ayırma analizi uygulanmış ve kümeleme analizi sonucunda iyi bir ayırım yapıldığına işaret eden yüksek özdeğer, düşük Wilk's Lambda ve yüksek kanonik korelasyon değerleri elde edilmiştir. Ayrıca çalışmada, OECD'ye katılan ilk 20 ülkenin gelişmiş olduğu ve sağlık harcamalarına yeterli kaynak aktaran yüksek gelirli ülkeler olduğu, Türkiye'nin ise OECD'ye daha sonra katılan 10 ülke ve orta üstü gelir grubu içinde olduğu ve bu ülkelere benzer sağlık göstergelerine sahip olduğu görülmüştür. **Sonuç:** Yapılan kümeleme analizi sonucunda; Türkiye OECD ülkeleri içerisinde aşamalı kümeleme yönteminde Polonya, Slovakya, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Meksika ve Kore Cumhuriyeti ile aşamalı olmayan kümeleme yöntemi K-Ortalamar yönteminde Portekiz, Polonya, Slovakya, Macaristan, Çek Cumhuriyeti, Meksika, Kore Cumhuriyeti ile Medoid kümeleme yönteminde ise Meksika ile aynı kümelemede yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: Kümeleme analizi; ayırma analizi; sağlık göstergeleri; sağlık harcamaları

ABSTRACT Objective: The aim of this study was to determine the usefulness of clustering and discriminant analysis to compare selected health indicators of OECD countries and common features among them. **Material and Methods:** The most significant variables among health indicators in 2004-health expenditures per capita, life expectation at birth and death number per 1000 births-were used in the analysis. Three methods were used for comparison during the clustering procedure, the hierarchical method and two non-hierarchical methods, the K-means and Medoid clustering method. The number of clusters was decided to be 3 according to the hierarchical clustering method. **Results:** According to the K-means analysis, all four health indicators were effective among the selected indicators of 30 countries ($p < 0.05$). The Medoid clustering method revealed that the shadow statistics was 0.51, which meant that "there was acceptable clustering structure among the units". The separating analysis used for testing the accuracy of the clustering analysis revealed a high mean value, low Wilk's Lambda and high cononic correlation values. The study showed that the first 20 countries to join the OECD were developed with high incomes, transferring adequate amount of money to health expenses and Turkey was among the second ten countries to join the OECD with health indicators similar to the countries with above average income. **Conclusion:** In conclusion, according to hierarchical clustering, Turkey clusters with Poland, Slovak Republic, Czech Republic, Hungary, Mexico, Korean Republic, according to non-hierarchical (K-means) clustering, with Portugal, Poland, Slovak Republic, Hungary, Czech Republic, Mexico, and Korean Republic and according to Medoid clustering, only with Mexico.

Key Words: Cluster analysis; discriminant analysis; health status indicators; health expenditures

Sağlık hizmetleri belirli bir kesime hitap etmeyip bütün insanları kapsamaktadır. Sağlık hizmetlerinin faaliyet alanları, temel olarak toplumun sağlık koşullarını iyileştirmek ve geliştirmektir. Bu nedenle de sağlık hizmetleri toplumsal bir özellik taşımaktadır.

Toplumun sağlık düzeyi iyileştirildiğinde ekonomik faydalar da ortaya çıkmakta ve ekonomik gelişmişlik arasında karşılıklı bir ilişki oluşmaktadır. Ekonomik gelişmişlik ile sağlık hizmetleri arasındaki ilişki karşılıklıdır. Sağlık düzeyinin iyileştirilmesi için sağlık hizmetlerinin amaçlara uygun şekilde yapılması ile ekonomik yararlar artacak ve yaşam beklentisi gibi kişi başına geliri de artırarak ekonomik büyümeyi de artıran oranda etkileyecektir.

Ekonomik gelişmesini belli bir seviyeye ulaştırabilmiş toplumlarda sağlık için ayrılan kaynaklar arttığı gibi, bireylerin sağlık konusunda farkındalıkları da artmaktadır. Bununla birlikte, sağlık düzeyinin gelişimi de ekonomik gelişimi hızlandırmaktadır. Yapılan çalışmalarda, ekonomik göstergelerde meydana gelen iyileşmelerin sağlık göstergelerini pozitif yönde etkilediği gözlenmiştir. Ülkeler sanayileştikçe ve gelir seviyesi yükseldikçe sağlık hizmetlerine daha çok kaynak ayırmaktadır.

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü [Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)] önce 20, daha sonra da 10 ülkenin üye olduğu ve 70 diğer ülkeyle ilişkisi bulunan bir örgüttür. "Human Development Reports"a göre OECD'yi oluşturan ülkelere baktığımızda, ya yüksek gelirli ya da orta üstü gelirli ülkeler olduğu görülecektir.

OECD 2003 sağlık verilerini dikkate alan bir çalışmada; kişi başına sağlık harcamasının Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde 4.900 dolara yakın, Yunanistan, Portekiz ve İspanya gibi ülkelerde 1.500-1.600 dolar dolayında, az gelişmiş ülkeler grubunda bu tutarın çok daha az, Türkiye'nin ise 400 doların altında olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) içindeki sağlık harcamalarında ülkeler arasında büyük bir farklılaşma gösterdiği, ülkelerin uyguladıkları sağlık hizmeti

üretim-sunum ve finansman sistemleri harcamalarının seyri üzerinde önemli bir etki yarattığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda, sağlık ekonomisi öğretimi ve araştırmaları konusunda gelişmiş ülkeler ile Türkiye arasında önemli bir mesafe olduğu ve Türkiye'de sağlık ekonomisi çalışmalarına çok daha fazla önem verilmesi gerektiği ifade edilmiştir.¹

Türkiye'de ve dünyada sağlık ekonomisi 2008 raporuna göre; Türkiye kişi başına 586 dolar ile OECD içinde sağlık harcamaları en düşük ülkeler arasında yer almaktadır. 4.1 trilyon dolarlık sağlık harcamalarının %80'ini gerçekleştiren OECD ülkelerinde sağlık harcamalarının yıllık büyümesi milli gelirden daha hızlı olmaktadır. Türkiye'de, toplam sağlık harcamalarının milli gelire oranı, %7.6 olarak gerçekleşirken, OECD ortalaması %9'a, ABD ortalaması ise %15.6'ya kadar çıkmaktadır. Kişi başına harcamada ise Türkiye'nin OECD'nin 1/5 seviyesinde kaldığı görülmektedir.

Bu çalışmada, OECD ülkelerinin daha önce başka bir çalışmada önemliliği ortaya çıkmış 4 sağlık göstergesine göre ülkelerin sınıflandırılması ve karşılaştırılması yapılmıştır. Bu sınıflandırma ve karşılaştırma yapılırken kümeleme yöntemlerinden ve ayırma analizinden faydalanılmıştır.

Kümeleme analizi; birimleri değişkenler arası benzerlik ya da farklılıklara dayalı olarak hesaplanan bazı ölçülerden yararlanılarak homojen gruplara bölmek ve belirli prototipler tanımlamak amacıyla kullanılır. Kümeleme yöntemleri; uzaklık matrisi ya da benzerlik matrisinden yararlanarak birimler ya da değişkenleri kendi içinde homojen ve kendi aralarında heterojen uygun gruplara ayırırken, grupları belirlemede (kümelemede) izledikleri yaklaşımlara göre iki temel gruba ayrılır. Bunlar; aşamalı kümeleme yöntemleri ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemleridir.²

Aşamalı (hiyerarşik) olmayan kümeleme analizi; birimlerin kendi içinde homojen ve kendi aralarında heterojen olan kümeler ayrılmasını hedefleyen ve prototip kümeler aracılığı ile alt popülasyonların parametre tahminlerini yapmayı (grup ya da küme ortalama vektörleri ve kovaryans

matrisleri) amaçlayan yöntemlerdir. Aşamalı kümelemede hem birimler hem de değişkenler birbirleriyle değişik benzerlik düzeylerinde kümeler oluştururken, aşamalı olmayan yöntemlerde birimlerin uygun oldukları kümelerde toplanmaları ve n birimin k kümeye parçalanması hedeflenmektedir. Aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri; K-Ortalamlar (K-means) kümeleme yöntemi ve medoid kümeleme yöntemidir.

K-Ortalamlar kümeleme yöntemi; çok sayıda birimden (n) elde edilmiş sürekli p değişkenli veri setlerini küme içi kareler toplamlarını minimize edecek biçimde k kümeye ayırmayı amaçlar. Birimlerin az sayıda kümeye yerleştirilmesi iteraktif bir biçimde yapılır. Birimler her iterasyonda farklı kümeler atanarak en uygun çözüm permütasyonel bir yaklaşım ile belirlenir.³

Medoid kümeleme yöntemi de K-Ortalamlar yöntemine çok benzeyen bir yöntemdir. Medoid kümeleme yöntemi, bu çalışmada K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile karşılaştırmak için hesaplanmıştır. Medoid parçalama yöntemi, n birimin küme içi gözlemlerin benzer ve kümeler arası gözlemlerin farklı olacak biçimde medoid adı verilen k kümeyi tanıttıcı çekirdek noktalar yardımı ile k küme ayrılmasını amaçlar.³

Ayrırma (diskriminant) analizi kategorik bağımlı değişkenler ile metrik bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri tahmin etmeyi amaçlayan çok değişkenli istatistik tekniklerinden biridir.⁴ Ayrırma analizi bu çalışmada; grup üyeliğini tahmin etmek, grupları ayırmada etkili olan ve olmayan değişkenleri belirlemek ve kümeleme analizi sonuçlarının doğruluğunu test etmek amacıyla kullanılmıştır.

Çok değişkenli istatistik analizlerinden olan kümeleme ve ayırma analizi, yapılan bilimsel çalışmalarda çoğunlukla araştırma amaçlı kullanılmaktadır.⁵⁻⁷ Bu çalışmada da söz konusu analizler araştırma amaçlı kullanılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada materyal olarak, Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 30 OECD ülkesinin 2004 yılına ilişkin; toplam sağlık harcamalarının GSMH içinde-

ki oranı, kişi başına düşen sağlık harcaması (satın alma gücü paritesi (Amerika Birleşik Devletleri Doları; USD), doğumda yaşam beklentisi ve her 1000 doğumdaki bebek ölüm sayısı göstergeleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bu göstergeler daha önce 14 sağlık göstergesi ile yapılmış bir çalışmada 4 önemli gösterge olarak ortaya çıkmıştır.⁸ Söz konusu göstergeler kullanılarak analizde kümeleme yöntemlerinden; aşamalı kümeleme, K-Ortalamlar kümeleme ve Medoid kümeleme yöntemleri ile ayırma analizi uygulanmıştır. Analizde SPSS 15.0 ve NCSS istatistik paket programları kullanılmıştır.

BULGULAR

AŞAMALI KÜMELEME ANALİZİ SONUÇLARI

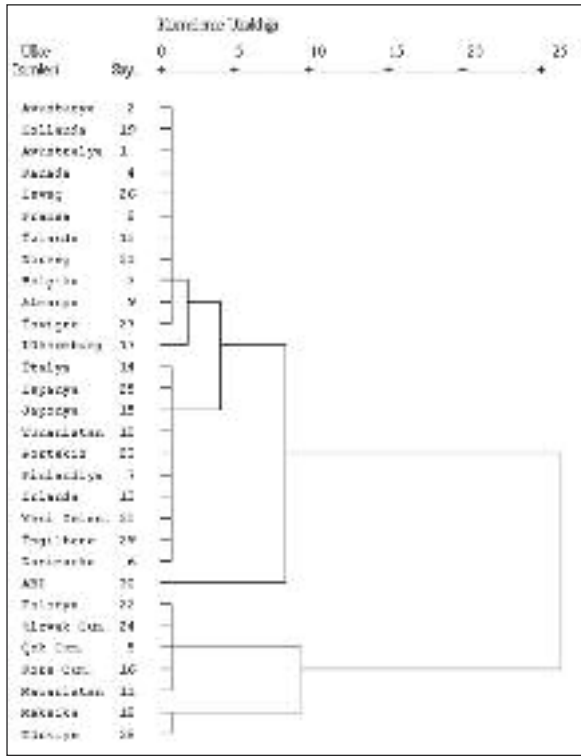
Aşamalı kümeleme yöntemleri ayırıcı ve birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır.⁶ Çalışmada "Birleştirici aşamalı kümeleme yöntemlerinden en küçük varyans kümeleme yöntemi (Ward metodu)" ve "Kareli Öklit Uzaklığı" kullanılmıştır. Aşamalı küme yöntemi sonucunda oluşan küme sayısı sonucuna göre sağlık göstergelerine göre ülkelerin üç grupta oluştuğu görülmüştür. Yapılan kümeleme analizi sonucunda; Türkiye OECD ülkeleri içerisinde aşamalı kümeleme yönteminde; Polonya, Slovakya, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Meksika ve Kore Cumhuriyeti ile birlikte kümelendiği görülmüştür.

"Human Development Reports"a göre 1'inci gruptaki ülkelerin yüksek gelirli ülkeler sınıfına girdiği; 2'nci gruptaki ülkelerin ve aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 3'üncü grupta kümelenen ülkelerin ise orta üstü gelirli ülkeler sınıfını oluşturduğu görülmüştür.

Sağlık göstergelerinde benzerlik olan ülkelerin Ward yöntemine göre kümeleme sonuçları Şekil 1'de dendrogram olarak verilmiştir. SPSS dendrogram grafiğini oluştururken, maksimum bağlantı uzaklığını 25 kabul ederek, diğer uzaklıkları buna uygun dönüştürmektedir.

K-ORTALAMALAR KÜMELEME (AŞAMALI OLMAYAN KÜMELEME) ANALİZİ SONUÇLARI

K-Ortalamlar kümeleme yöntemi birimleri kümelemekte ve oluşan kümelerin küme parametre tah-



ŞEKİL 1: Ağaç grafiği (Ward metodu kullanılarak oluşturulan dendrogram).

minlerini vermektedir. Küme sayısına aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden dendogramı inceleyerek (yukarıdaki analizde dendogramda küme sayısının 3 olduğuna) karar verilmiştir. K-Ortalama kümeleme analizi sonucu Tablo 1’de görülmektedir. 1’inci grup ülkeler ülkeler; İsveç, Hollanda, İzlanda, Almanya, Fransa, Danimarka, Kanada, Belçika, Avusturya, Avustralya, İngiltere, İspanya, Yeni Zelanda, Japonya, İtalya, İrlanda, Yunanistan ve Finlandiya, Norveç ve İsviçre, 2’nci grup olan ülkeler; ABD ve Lüksemburg, 3’üncü grup ülkeler; Türkiye, Slovak Cumhuriyeti, Polonya, Portekiz, Meksika, Kore Cumhuriyeti, Macaristan ve Çek Cumhuriyeti’dir. K-Ortalama kümeleme yöntemi sonucu aşamalı kümelemeden farklı olarak Portekiz’i, Türkiye’nin de arasında bulunduğu 3’üncü kümede oluşturmuştur.

Tablo 2’de sağlık göstergelerinin 3 kümedeki ortalamaları görülmektedir. Sağlık harcamalarının GSYH’deki oranı ve kişi başına düşen sağlık harcamalarına en fazla paya sahip olan ülkelerin; 2’nci kümede (ABD ve Lüksemburg), doğumda yaşam

beklentisinde en fazla paya sahip olan ülkelerin; 1’inci küme (İsveç, Hollanda, İzlanda, Almanya, Fransa, Danimarka, Kanada, Belçika, Avusturya, Avustralya, İngiltere, İspanya, Yeni Zelanda, Japonya, İtalya, İrlanda, Yunanistan, Finlandiya, Norveç ve İsviçre) olduğu, her 1000 doğumdaki bebek ölüm sayısında en fazla paya sahip olan kümenin ise 3’üncü küme (Türkiye, Slovak Cumhuriyeti, Polonya, Portekiz, Meksika, Kore Cumhuriyeti, Macaristan ve Çek Cumhuriyeti) olduğu görülmüştür. 2’nci kümede yer alan Lüksemburg’un diğer ülkelere göre oldukça farklı çıktığı görülmüştür. Bunun nedeni bu ülkede nüfus yoğunluğunun az olması olabilir.

TABLO 1: Küme üyeliği.

Ülke sayısı	Ülke	Küme	Uzaklık
1	Avustralya	1	33.470
2	Avusturya	1	281.451
3	Belçika	1	201.454
4	Kanada	1	322.453
5	Çek Cumhuriyeti	3	302.311
6	Danimarka	1	38.508
7	Finlandiya	1	607.553
8	Fransa	1	316.453
9	Almanya	1	162.462
10	Yunanistan	1	680.551
11	Macaristan	3	264.278
12	İzlanda	1	488.455
13	İrlanda	1	246.564
14	İtalya	1	450.551
15	Japonya	1	593.558
16	Kore Cumhuriyeti	3	90.407
17	Lüksemburg	2	506.515
18	Meksika	3	396.877
19	Hollanda	1	198.451
20	Yeni Zelanda	1	759.553
21	Norveç	1	1123.450
22	Polonya	3	253.768
23	Portekiz	3	754.281
24	Slovak Cumhuriyeti	3	281.769
25	İspanya	1	748.552
26	İsveç	1	17.606
27	İsviçre	1	1234.453
28	Türkiye	3	478.996
29	İngiltere	1	296.555
30	ABD	2	506.515

TABLO 2: Son küme merkezleri (final cluster centers).

Seçilmiş OECD sağlık göstergeleri	1	2	3
Toplam sağlık harcamalarının GSMH içindeki oranı	9.26	11.65	7.23
Kişi başına düşen sağlık harcaması	2842.55	5595.50	1058.75
Doğumda yaşam beklentisi	79.66	77.75	74.86
Her 1000 doğumdaki bebek ölüm sayısı	4.13	5.40	9.69

Kümeleme analizinde sağlık göstergelerinin kümeler itibarıyla farklılığın öğrenilmesi amacıyla ANOVA hesaplanılmıştır. Değişkenlerin kümelere göre farklı çıkması doğaldır. Çünkü, kümeleme analizi ile kümeler arası fark en üst düzeyde belirlenmiştir. ANOVA verileri burada tanımlayıcı amaç için kullanılmıştır. K-Ortalamalar yöntemi çözümlerinde değişkenlerin kümelemedeki etkinliğini gösteren varyans analizi Tablo 3'te görülmektedir.

Analiz sonucuna göre $n=30$ ülkenin kümelenebilmesinde seçilmiş 4 sağlık göstergesinin de önemli düzeyde etkin olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Kümeleme analizi hipotetik sonuçlar elde etmeye yönelik bir yöntemdir. Bu nedenle verilerin incelenmesi sonucu en uygun yöntemi, en uygun uzaklık ölçüsü ile ele alarak verileri analiz etmek gerekir.³ Elde edilen sonuçlar ayırma analizi ile aşağıda irdelenmiştir.

AYIRMA (DISCRIMINANT) ANALİZİ SONUÇLARI

Ayırma analizinin optimal olabilmesi ve yanlış sınıflandırmayı asgarileştirebilmesi için bazı varsayımların sağlanması gerekir. Ayırma analizinin en önemli varsayımları; eşit kovaryans, çoklu bağlantı ve normal dağılım varsayımlarıdır. Eşit kovaryans varsayımını test etmek için Box's M testi kullanılmıştır. Tablo 4'te görüldüğü gibi sıfır hipotezi "Grupların kovaryans matrisleri eşittir" şeklin-

dedir. Box's M sonucunda görüldüğü gibi (0.05) anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi reddedilememekte (0.051), yani grupların kovaryans matrisleri açısından eşit olduğu ve ayırma analizi uygulanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 5'e göre seçilmiş 4 sağlık göstergesinden kişi başına düşen sağlık harcaması ve doğumda yaşam beklentisi önemli düzeyde analize alınma özelliği taşımaktadır. Diğer göstergelerin analize alınmasına gerek olmadığı da söylenebilir.

Ayırma fonksiyonunun ne kadar önemli olduğunu belirlemek için kanonik korelasyon, öz değer ve Wilks's Lambda istatistiklerine bakılmıştır. Tablo 6'da kanonik korelasyon değerleri 0.914 ve 0.766'dır.

Öz değer istatistiği ne kadar büyükse, bağımlı değişkendeki varyansın daha büyük bir kısmı o fonksiyon tarafından açıklanacak demektir. Kesin bir değer olmamakla birlikte, 0.40'tan büyük öz değerler iyi olarak kabul edilmektedir.⁷ Tablo 6'da görüldüğü üzere öz değer istatistiği 5.049 ve 1.418 çıkmış olup, fonksiyonumuz iyi bir ayrımcılık sağlamaktadır.

Aşağıda Wilks' Lambda istatistiği, ayırma skorlarındaki toplam varyansın gruplar arasındaki farklar tarafından açıklanamayan kısmını göstermektedir. Analizde Tablo 7'de görüldüğü gibi ayırma skorlarındaki toplam varyansın yaklaşık 1'inci fonksiyon için %0.06'sı ve 2'nci fonksiyon için %41'i gruplar arasındaki farklar tarafından açıklanamamaktadır.

Analiz sonucuna göre iki ayırma fonksiyonu ile gruplara ayırmanın mümkün olduğu görülmüştür. Ayrıca Wilks' Lambda her bir ayırma fonksiyonu için öz değer istatistiğinin anlamlılığını test eder. Analizde iki tane olduğundan anlamlı olduğu görülmüştür.

TABLO 3: Kümeleme analizi ANOVA sonuçları.

Seçilmiş önemli sağlık göstergeleri	Küme kareler ortalaması	df	Hata kareler ortalaması	df	F	Sig.
Sağlık harcamalarının GSMH içindeki oranı	20.073	2	2.473	27	8.117	.002
Kişi başına düşen sağlık harcamaları	19026229.125	2	291570.480	27	65.254	.000
Doğumda yaşam beklentisi	65.891	2	2.089	27	31.536	.000
Bebek ölüm oranı	88.339	2	16.857	27	5.240	.012

TABLO 4: Test sonuçları.

Box's M		8.940
F	Approx.	2.639
	df1	3
	df2	3116.278
	Sig.	.051

Bağımsız değişkenlerin önemlerinin değerlendirilmesi için ayırma fonksiyonu katsayılarına ve yapı matrisinde her bir bağımsız değişkenin yüküne bakmak gerekir. Tablo 8'de standartlaştırılmış ayırma fonksiyon katsayıları verilmiştir.

Tablo 8'de görüldüğü gibi ülkeleri kümelere ayırmada kişi başına düşen sağlık harcaması önemli ayırt edici bağımsız değişkendir.

Tablo 9'da yapı matrisine bakılmıştır. Yapı matrisi bağımsız değişkenlerin öneminin değerlendirilmesinde kullanılabilir bir matristir. Yapı matrisi her bir değişkenin ayırma fonksiyonu ile olan korelasyonunu gösterir.

Tablo 9'daki yapı matrisine göre de ayırma fonksiyonu ile en yüksek korelasyon kişi başına düşen sağlık harcaması bağımsız değişkeninde görülmüştür. Doğumda yaşam beklentisi bağımsız değişkeni ise önemli bir tahmin edici değildir.

Tablo 10'da ise iki sağlık değişkenine ilişkin fonksiyon katsayıları bulunmuş ve sınıflandırma fonksiyonları her 3 grup için de oluşturulmuştur. "Canonical roor" olarak da adlandırılan ayırma fonksiyonu bağımsız değişkenlerin lineer kombinasyonudur.

$$Z = \alpha + b_1X_1 + b_2X_2 + b_nX_n \text{ olarak gösterilir.}^7$$

Burada Z ayırma skoru, α sabit, (b)'ler ise ayırma (diskriminant) katsayılarıdır. X'ler ise bağımsız değişkenlerdir. Yukarıdaki eşitlik çoklu regresyo-

na benzemektedir. Fakat (b)'ler bağımsız değişkenlerin ortalamaları arasındaki uzaklığı maksimize etmektedirler.

Sınıflandırma fonksiyonları

1'inci grup için $Y1 = -1573.575 - 0.02005 \cdot X1 + 40.19 \cdot X2$,
2'nci grup için $Y2 = -1458.838 - 0.00909 \cdot X1 + 38.152 \cdot X2$,
3'üncü grup için $Y3 = -1425 - 2.483 \cdot X1 + 38.399 \cdot X2$ olarak bulunmuştur.

Ayırma analizinde, analizin başarısı doğru sınıflandırma yüzdesidir. Dolayısıyla doğru sınıflandırma yüzdesi ne kadar yüksek ise analiz o kadar başarılıdır. Tablo 11'de analize dahil ettiğimiz ülkelerin %96.7'si doğru olarak sınıflandırılmıştır. 2'inci (ABD ve Lüksemburg) ve 3'üncü (Türkiye, Slovak Cumhuriyeti, Polonya, Portekiz, Meksika, Kore Cumhuriyeti, Macaristan ve Çek Cumhuriyeti) grup ülkelerin doğru sınıflandırıldığı, 1'inci grup ülkelerin (İsveç, Hollanda, İzlanda, Almanya, Fransa, Danimarka, Kanada, Belçika, Avusturya, Avustralya, İngiltere, İspanya, Yeni Zelanda, Japonya, İtalya, İrlanda, Yunanistan ve Finlandiya, Norveç ve İsviçre) ise 19'unun doğru, 1'inin yanlış sınıflandırıldığı görülmüştür. Yani 1'inci grubun %95'i doğru, %5'i ise yanlış sınıflandırılmıştır.

Ayırma analizi ile K-Ortalamalar kümeleme yöntemini karşılaştırdığımızda; ülkelerin kümelemesinin benzer olduğu görülmektedir. Şekil 2'de 3 gruba ayrılan OECD ülkelerinin şekilsel olarak kanonik ayırma fonksiyonları görülmektedir.

MEDOID KÜMELEME (AŞAMALI OLMAYAN KÜMELEME) YÖNTEMİ SONUÇLARI (TABLO 12)

Medoidlerin belirlenmesinde Spath tarafından ileri sürülen rastgele seçilen küme konfigürasyonları yaklaşımı ve Kaufman ve Rousseeuw tarafından

TABLO 5: Düzeltilmiş değişkenlere ilişkin sonuçlar.

Adım	Giren göstergeler	Wilks' Lambda			F			Sig.	
		istatistiği	df1	df2	df3	istatistiği	df1		df2
1	Kişi başına düşen sağlık harcaması	.171	1	2	27.00	65.254	2	27.000	.000
2	Doğumda yaşam beklentisi	.068	2	2	27.00	36.721	4	52.000	.000

TABLO 6: Kanonik ayırma fonksiyonunun özeti.

Fonksiyon	Öz değer	Varyans %	Kümülatif %	Kanonik korelasyonu
1	5.049	78.1	78.1	.914
2	1.418	21.9	100.0	.766

TABLO 7: Wilks' Lambda istatistiği.

Test fonksiyonları	Wilks' Lambda	Ki-kare	df	Sig.
1'den 2'ye	.068	71.099	4	.000
2	.414	23.400	1	.000

TABLO 8: Standartlaştırılmış kanonik ayırma fonksiyonu katsayıları.

Seçilmiş sağlık göstergeleri	Fonksiyon	
	1	2
Kişi başına düşen sağlık harcaması	.900	-.523
Doğumda yaşam beklentisi	.254	1.009

TABLO 9: Yapı matrisi.

Seçilmiş sağlık göstergeleri	Fonksiyon	
	1	2
Kişi başına düşen sağlık harcaması	.970	-.244
Doğumda yaşam beklentisi	.503	.864

TABLO 10: Fonksiyon katsayılarının sınıflandırılması.

Seçilmiş sağlık göstergeleri	Gruplar		
	1.00	2.00	3.00
Kişi başına düşen sağlık harcaması	-2.005E-02	-9.090E-03	-2.483E-02
Doğumda yaşam beklentisi	40.198	38.152	38.399
Sabit katsayı	-1573.575	-1458.838	-1425.267

TABLO 11: Sınıflandırma sonuçları.

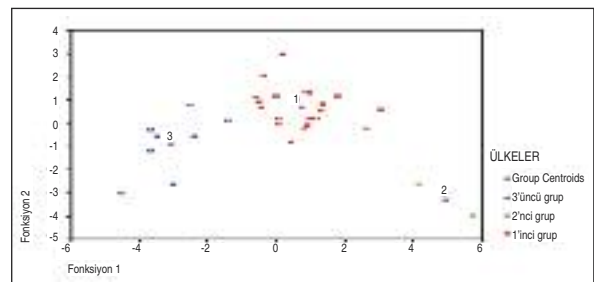
	Gruplar	Tahmini grup üyeliği			Toplam
		1,00	2,00	3,00	
Gerçek grup üyeliği	1.00	19	1	0	20
	2.00	0	2	0	2
	3.00	0	0	8	8
%	1.00	95.0	5.0	.0	100.0
	2.00	.0	100.0	.0	100.0
	3.00	.0	.0	100.0	100.0

ileri sürülen tanıtıcı birimler seti yaklaşımı kullanılmaktadır.³ Analizde Kaufman ve Rousseeuw yaklaşımı kullanılmıştır.

Kaufman ve Rousseeuw yaklaşımı her bir küme içi elemanlar arasındaki toplam D uzaklığını minimize etmek için iki aşamalı bir yaklaşımı içermektedir. Uygun kümelemede çekirdek sayısı ve bu çekirdek noktalarına göre belirlenen kümelerin uygunluğu için gölge (siluet) istatistiğinden yararlanır. Tüm birimler için gölge istatistiği hesaplanır. S istatistiği -1 ile +1 arasında değişim gösterir. S, +1'e yakın ise i birim doğru sınıflandırılmıştır, S sıfıra yakın ise i'nci birim yanlış olarak atanmıştır.⁹

Kaufman ve Rousseeuw Medoid kümelemede küme sayısını belirlemek için tüm birimlerin S değerleri ortalaması (ortalama gölge istatistiği, SC) istatistiğinden yararlanır. SC'nin değerlendirmesi Tablo 13'te görülmektedir.

Analiz sonucuna göre 30 ülkenin 4 sağlık göstergesi ile Kaufman ve Rousseeuw yaklaşımına göre medoid kümelemede k= 3 için SC istatistiği maksimize edilmiştir (SC= 0.51) K= 3 için D= 3.552 olarak hesaplanmıştır. K= 3 için çözüme göre kümeler ve elemanları Tablo 14'te görülmektedir. Medoid kümelemede, K-Ortalamlar kümelemeden farklı olarak ülkeleri gruplandırmıştır. K-Ortalamlardaki 1'inci ve 2'nci grup ülkeler birleşerek 1'inci gruba ayrılmış, 3'üncü grup ülkeler ise Medoid yönteminde iki gruba ayrılmıştır. Ancak Türkiye ile Meksika aynı grup üyeliğinde, yani 3'üncü grupta kalmıştır.



ŞEKİL 2: Ayırma analizinin kanonik ayırma fonksiyonları (1'inci grup ülkeler; İsveç, Hollanda, İzlanda, Almanya, Fransa, Danimarka, Kanada, Belçika, Avusturya, Avustralya, İngiltere, İspanya, Yeni Zelanda, Japonya, İtalya, İrlanda, Yunanistan ve Finlandiya, Norveç ve İsviçre, 2'nci grup ülkeler; ABD ve Lüksemburg, 3'üncü grup ülkeler; Türkiye, Slovak Cumhuriyeti, Polonya, Portekiz, Meksika, Kore Cumhuriyeti, Macaristan ve Çek Cumhuriyeti).

TABLO 12: Medoid kümeleme sonuçları.

İterasyon özeti						
	(Minimize) ortalama	Düzeltilmiş ortalama	(Maksimize) ortalama			
Küme sayısı	mesafe	mesafe	silhouette			
2	216,906043	14,460403	0,524901			
3	197,950659	19,795066	0,505535			
Medoid kümeleme						
Değişkenler	Küme 1	Küme 2	Küme 3			
C2	3041	805	662			
C3	79,2	75	75,2			
C4	4,1	6,8	19,7			
C1	9,2	6,5	6,5			
Satır	19	22	18			
Ortalama						
Satır	Küme	En yakın komşu	Ortalama mesafe	Mesafe komşuluğu	Silhouette değeri	Silhouette bar
Kanada	1	2	15,87	46,27	0,6571	
Avusturya	1	2	14,82	43,10	0,6562	
Fransa	1	2	17,35	50,16	0,6540	
Avustralya	1	2	16,14	46,11	0,6500	
İzlanda	1	2	19,02	52,76	0,6395	
Hollanda	1	2	14,74	40,85	0,6392	
İsveç	1	2	16,47	44,62	0,6310	
Belçika	1	2	16,00	43,31	0,6306	
Norveç	1	2	19,43	51,25	0,6209	
Almanya	1	2	18,82	46,11	0,5919	
İsviçre	1	2	26,29	62,13	0,5768	
Yunanistan	1	2	18,05	39,45	0,5424	
İtalya	1	2	17,00	36,14	0,5296	
Danimarka	1	2	18,38	34,08	0,4606	
İspanya	1	2	20,47	37,59	0,4553	
Japonya	1	2	25,05	45,55	0,4501	
İngiltere	1	2	17,86	31,92	0,4405	
Yeni Zelanda	1	2	19,66	32,60	0,3971	
Lüksemburg	1	2	31,70	51,32	0,3824	
ABD	1	2	52,65	81,34	0,3527	
Portekiz	1	2	23,39	34,07	0,3134	
Finlandiya	1	2	21,62	29,74	0,2731	
İrlanda	1	2	24,55	28,17	0,1283	
Kümeleme ort.	1	(23)	21,10	43,85	0,5075	
Polonya	2	1	15,36	44,96	0,6584	
Slovakya	2	3	18,27	49,38	0,6299	
Kore Cum.	2	1	23,68	43,50	0,4557	
Çek Cum.	2	1	19,04	34,32	0,4453	
Macaristan	2	1	25,90	44,83	0,4223	
Kümeleme ort.	2	(5)	20,45	43,40	0,5223	
Türkiye	3	2	28,93	62,64	0,5381	
Meksika	3	2	28,93	44,07	0,3436	
Kümeleme ort.	3	(2)	28,93	53,36	0,4409	
Tüm ortalama	(30)	21,51	44,41	0,5055	= SC	

TABLO 13: Ortalama gölge istatistiğinin değerlendirme kriterleri.

SC	Değerlendirme
-1 ile 0.25 arası	Uygun kümeleme yapısı yok
0.26 ile 0.50 arası	Eksik/yapay kümeleme yapısı var
0.51 ile 0.70 arası	Uygun/makul kümeleme yapısı var
0.71 ile +1.00	Güçlü bir kümeleme yapısı var

Kaufmann ve Rousseeuw SC değerlendirme kriterleri yardımı ile 30 birimin kümeleme çözümü $-1 < 0.51 < 0.25$ arasında yer aldığından (SC=0.51) “Birimler arasında uygun/makul kümeleme yapısı var” sonucu çıkarılmıştır.

TARTIŞMA

Yapılan çalışmalarda, ekonomik göstergelerde meydana gelen iyileşmelerin sağlık göstergelerini pozitif yönde etkilediği, ülkelerin sanayileştikçe ve gelir seviyesi yükseldikçe sağlık hizmetlerine daha çok kaynak ayırdığı tespit edilmiştir.

OECD sağlık verilerini dikkate alan bir çalışmada da; GSYH içindeki sağlık harcamalarında ülkeler arasında büyük bir farklılaşma gösterdiği, sağlık ekonomisi öğretimi ve araştırmaları konusunda gelişmiş ülkeler ile Türkiye arasında önemli bir mesafe olduğu ifade edilmiştir.¹

OECD ülkelerinin bebek sağlığı ile ilgili çok değişkenli istatistik yöntemler kullanarak ülkelerin bebek sağlığına verdikleri önem bakımından sınıflandırıldığı bir çalışmada da, Türkiye'nin OECD ülkeleri içindeki sıralamada son sırada yer aldığı görülmüştür.¹⁰

Türkiye’de ve dünyada sağlık ekonomisi 2008 raporuna göre ise kişi başına sağlık harcamasında, Türkiye OECD’nin 1/5’i seviyesinde ve gelişmiş ül-

kelerin gerisinde kaldığı görülmektedir. Kişi başına daha fazla sağlık harcamasının gelişmiş ülkelerde fazla olması, bu ülkelerde hem ömrü uzatmakta hem de çocuk ölümlerinin azalmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmada da benzer bir sonuç olarak, gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerin söz konusu değişkenlere göre sınıflandırılmasında yapılan kümeleme analizleri sonucunda; Türkiye’nin üst gelir grubu olan gelişmiş ülkelerden ayrıldığı ve OECD’ye daha sonra katılan 10 ülke içinde, orta üstü gelir grubundaki ülkeler içinde olduğu ve benzer sağlık göstergeleri gösterdiği tespit edilmiştir.

SONUÇ

OECD ülkelerinin en önemli sağlık göstergeleri olan “toplam sağlık harcamalarının GSMH içindeki oranı”, “kişi başına düşen sağlık harcaması”, “doğumda yaşam beklentisi” ve “her 1000 doğumdaki bebek ölüm sayısı” göstergeleri için kümeleme ve ayırma yöntemleri kullanarak birbirlerine benzer ülke grupları oluşturulmuştur. Kümeleme yöntemlerinden aşamalı (hiyerarşik) ve aşamalı olmayan (hiyerarşik olmayan) kümeleme yöntemleri ve Medoid kümeleme yöntemi olarak üç ayrı yöntem ile kümeleme yapılmıştır. Aşamalı olmayan K-Ortalamlar kümeleme analizi sonucuna göre seçilmiş 4 sağlık göstergesinin de önemli düzeyde etkin olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Medoid kümeleme yönteminde gölge istatistiği 0.51 bulunmuş ve “Birimler arasında uygun/makul kümeleme yapısı var” sonucu ortaya çıkmıştır. Medoid kümelemede, K-Ortalamlar kümelemeden farklı olarak ülkeleri gruplandırmıştır. K-Ortalamlardaki 1’inci ve 2’nci grup ülkeler, Medoid yönteminde birleşmiş, 3’üncü grup ülkeler ise iki gruba ayrılmıştır. Ancak Türkiye ile Meksika aynı grup üyeliğinde kalmıştır.

TABLO 14: Medoid kümeleme özeti.

Küme no	Küme elemanları
1	Kanada, Avustralya, Yeni Zelanda, Finlandiya, ABD, İzlanda, İsveç, İngiltere, İrlanda, Belçika, İtalya, Avusturya, İsviçre, Yunanistan, Almanya, Hollanda, İspanya, Portekiz, Fransa, Danimarka, Lüksemburg, Norveç, Japonya
2	Polonya, Slovakya, Kore, Macaristan, Çek Cumhuriyeti
3	Türkiye, Meksika

Türkiye'nin, OECD ülkeleri içinde, aşamalı kümeleme yönteminde; 6 ülke (Polonya, Slovakya, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Meksika, Kore Cumhuriyeti) ile benzer sağlık özellikleri gösterdiği ve aynı kümede yer aldığı görülmüştür. Aşamalı olmayan kümeleme yönteminden K-Ortalamlar kümeleme yönteminde; Portekiz dahil yukarıdaki 6 ülke ile aynı kümelemede, Medoid kümeleme yönteminde ise; Meksika ile aynı kümelemede yer aldığı ve benzer sağlık göstergeleri gösterdiği görülmüştür.

Yapılan kümeleme analizi sonuçlarının doğruluğunu test etmek amacıyla ayırma analizi uygulanmış ve kümeleme analizi sonucunda iyi bir ayırma yapıldığına işaret eden değerler elde edilmiştir. Ayırma analizi sonucunda; ülkelerin kümelelenmesinde analize dahil ettiğimiz ülkelerin %96.7'si doğru olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca, OECD'ye katılan ilk 20 ülkenin sağlık alanında gelişmiş ve yüksek gelirli ülkeler olduğu, daha sonra katılan ve aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 10 ülkeden 6'sının ise orta üstü gelirli ülkeler olduğu görülmüştür. Ülkelerin gelirlerinin ve gelişmişliğin artmasında OECD'ye katılmalarının etkin olduğu söylenebilir.

OECD ülkeleri içindeki Türkiye'nin mevcut durumuna bakıldığında; sağlık harcamalarında gelişmiş ülkelerin gerisinde kaldığı ve gelişmiş ülkelerden ayrıldığı görülmüştür. Gelişmiş ülkelerin çoğunda kişi başına sağlık harcaması Türkiye'nin harcamalarından yüksektir. Kişi başına daha fazla sağlık harcaması yapılması, bu ülkelerde hem ömür uzatmakta hem de çocuk ölümlerinin azalmasını sağlamaktadır.

Türkiye'nin de üye olduğu OECD ülkelerinde sağlık harcamaları daha önceki yıllara göre artmaya devam etmektedir. OECD sağlık harcamaları verisi bu şekilde artmaya devam ederse, ülkelerin var olan sağlık hizmeti sistemlerini devam ettirebilmek için diğer sektörlerdeki harcamalarda kesintiye gitmesi, vergileri artırması veya ülke vatandaşlarının ceplerinden daha fazla ödeme yapması gerekeceğini göstermektedir.

Sosyal güvenlik sistemindeki yeni yapılanma nedeni ile sağlık alanında kaynaklarını etkin kullanamayan Türkiye'nin sağlık harcamalarını, gelişmiş ülkelerin seviyesine çıkarması ve bu kaynaklarını etkin kullanabilmesi için sağlık ekonomisini hayata geçirmesi gereklidir. Sağlık ekonomisinden de etkin yararlanılmasının ön koşullarından biri, kapsamlı bir veri tabanı oluşturulması ve bu verilerin ilgili tüm tarafların kullanımına açık tutulmasıdır.

Bir ülkenin vatandaşlarının sağlık durumunun iyi/bireylerin sağlıklı olabilmesi için o ülkede satın alma gücü paritesine göre kişi başına düşen milli gelirin ve kişi başına yapılan sağlık harcamalarının yüksek olması gerekmektedir. Bu göstergeleri düşük olan ülkelerde sağlık açısından ülke vatandaşları önemli sorunlarla karşılaşmaktadır. Sağlığa yapılmayan yatırımlar, o ülkenin vatandaşlarının ve çocuklarının yaşam süresi beklentisini azaltacaktır. Bu nedenle ülkemizde kişi başına yapılan sağlık harcamalarının gelişmiş ülkelerin seviyelerine kadar çıkarılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Şenatar B. [An Overview of Health Economics]. Cumhuriyet Univ Tıp Fak Derg 2003;25 (4):25-30.
- Johnson RA, Wichern DW. Part IV: Classification and grouping techniques. Applied Multivariate Statistical Analysis. 1st ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc; 1982. p.459-578.
- Özdamar K. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. 5th ed. Kaan Bookstore; 2004. p. 293, 326.
- Kalaycı Ş. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. 2nd ed. Ankara: Asil Issue Allocation Limited Corporation; 2009. p.384.
- Çobanoğlu N. [Health Politics and Ethics in Turkey]. Türkiye Klinikleri J Med Ethics 1996, 4(3):104-7.
- Guinot C, Latreille J, Tenenhaus M, Malvy DJ. [Global classification of human facial healthy skin using pls discriminant analysis and clustering analysis]. Türkiye Klinikleri J Cosmetol 2002;3(1):34-40.
- Martin FL, German MJ, Wit E, Fearn T, Raganvan N, Pollock HM. Identifying variables responsible for clustering in discriminant analysis of data from infrared microspectroscopy of a biological sample. J Comput Biol 2007;14(9): 1176-84.
- Ersöz F. [Turkey and OECD Countries Health Levels and Health Expenditure Analysis]. İstatistikçiler Dergisi 2008;2:95-104.
- Kaufman L, Rousseeuw PJ. Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis. 9th ed. USA: John Wiley; 1990.
- Özel G, Ata N. [Using imputation methods in the analysis of infant health importance for OECD countries which have missing observations]. Doğuş Univ Derg 2007;8(2):218-33.