

ORJİNAL ARAŞTIRMA ORIGINAL RESEARCH

DOI: 10.5336/biostatic.2025-113367

Avrupa Ülkeleri ve COVID-19 İlişkisinin Çok Boyutlu Ölçekleme ile Standartlaştırmanın Etkisinin İncelenerek Değerlendirilmesi: Analitik Araştırma

Evaluating the Relationship Between European Countries and COVID-19 by Examining the Effect of Standardization with Multidimensional Scaling: Analytical Research

Arda UZUNOĞLU^a

^aSerbest, Kocaeli, Türkiye

ÖZET Amaç: Bu çalışmada, koronavirüs hastalığı-2019 pandemisinin yaşandığı 2020 yılına ait sağlık harcamaları ve sağlık göstergelerine göre ülkelerin çok boyutlu ölçekleme (ÇBÖ) yöntemiyle konumlarının belirlenmesi ve standardize edilmiş veriler ile edilmemiş (ham) verilerle elde edilen sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Dünya Sağlık Örgütü tarafından 2020 yılı için yayımlanan sağlık göstergeleri ve ulusal sağlık harcamalarına ilişkin veriler, 24 ülke için toplanmıştır. Veriler hem Z-skoru yöntemiyle standardize edilerek hem de orijinal (edilmemiş) hâliyle ÇBÖ analizine dâhil edilmiştir. İki analiz de 2 boyutlu konfigürasyonla gerçekleştirilmiş, model uyumu standartlaştırılmış artık kareler toplamı [standardized residual sum of squares (STRESS)] ve Gevşeme Durumu Anketi [Relaxation State Questionnaire (RSQ)] (R^2) değerleri ile değerlendirilmiştir. Ayrıca gözlenen ve konfigürasyon uzaklıkları arasındaki ilişki Shepard diyagramı ile görselleştirilmiştir. **Bulgular:** Standardize edilmiş verilerle yapılan analizde, STRESS değeri 0,17639 ve RSQ değeri 0,90810 bulunmuştur; bu da modelin veriyi kabul edilebilir düzeyde uyum sağladığını göstermektedir. Standardize edilmemiş verilerle yapılan analizde ise STRESS değeri 0,00047; RSQ değeri 1,0000 olarak elde edilmiştir; bu da modelin orijinal uzaklıkları neredeyse tamamen açıkladığını ve çok güçlü bir yapı sunduğunu göstermektedir. Standardize edilmiş ve edilmemiş verilerle yapılan analizlerde ülkeler benzer gruplara ayrılmış, ancak bazı ülkelerin yerlerinde değişiklikler ve uç noktalara yönelmeler görülmüştür. **Sonuç:** Standardize edilmemiş verilerle yapılan metrik ÇBÖ analizi ile daha iyi sonuçlar elde edilmektedir. Bu durum, simülasyon çalışmalarıyla desteklenmelidir.

ABSTRACT Objective: This study aimed to determine the positions of countries according to their health expenditures and health indicators for 2020, when the coronavirus disease-2019 pandemic occurred, using the multidimensional scaling (MDS) method and to compare the results obtained with standardized data and unstandardized (raw) data. **Material and Methods:** Health indicators and national health expenditure data published by the World Health Organization for the year 2020 were collected for 24 countries. The data were included in the multidimensional scaling analysis both by standardizing with the Z-score method and in their original (unstandardized) form. Both analyses were performed with 2-dimensional configurations, and model fit was evaluated with standardized residual sum of squares (STRESS) and Relaxation State Questionnaire (RSQ) (R^2) values. In addition, the relationship between observed and configuration distances was visualized with a Shepard diagram. **Results:** In the analysis performed with standardized data, the STRESS value was 0.17639 and the RSQ value was 0.90810, indicating that the model fit was within an acceptable range. In the analysis conducted with non-standardized data, the STRESS value was 0.00047 and the RSQ value was 1.0000, showing a nearly perfect fit with the original distances. In both analyses, countries were grouped into similar clusters; however, positional shifts and tendencies toward outliers were observed for certain countries. **Conclusion:** The metric MDS analysis using non-standardized data yielded better results. However, this finding should be supported by simulation studies for validation.

Anahtar kelimeler: Çok boyutlu ölçekleme; COVID-19; sağlık göstergeleri; standardizasyon

Keywords: Multidimensional scaling; COVID-19; health indicators; standardization

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Uzunoglu A. Avrupa ülkeleri ve COVID-19 ilişkisinin çok boyutlu ölçekleme ile standartlaştırmanın etkisinin incelenerek değerlendirilmesi: Analitik araştırma. Türkiye Klinikleri J Biostat. 2025;17(2):63-71.

Correspondence: Arda UZUNOĞLU
Serbest, Kocaeli, Türkiye
E-mail: arda-uzunoglu@hotmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Biostatistics.

Received: 10 Jul 2025 **Received in revised form:** 13 Aug 2025 **Accepted:** 14 Aug 2025 **Available online:** 08 Sep 2025

2146-8877 / Copyright © 2025 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Çok boyutlu ölçekleme (ÇBÖ), nesneler arasındaki benzerlik veya farklılıkları temsil eden uzaklık değerlerini başlangıç noktası olarak kabul eder. Amaç, bu nesneleri düşük boyutlu bir uzayda, bilgi kaybını en aza indirecek ve karmaşıklığı sınırlayacak şekilde temsil etmektir. Bu sayede değişkenler uzayındaki benzerlikler, düşük boyutlu bir yapı aracılığıyla en doğru biçimde yansıtılabilir.^{1,2}

ÇBÖ yöntemi ilk olarak 1938 yılında Richardson ile Young ve Householder tarafından ortaya atılmıştır.^{3,4} Torgerson, 1952 yılında metrik ÇBÖ'nün matematiksel temelini geliştirmiş ve Öklid uzaklığını kullanmıştır.⁵ Shepard ve Kruskal ise non-metrik ÇBÖ'yü geliştirerek yöntemin yaygınlaşmasını sağlamıştır.^{6,7} Non-metrik ÇBÖ, benzerlik verilerinin yalnızca sıralamasını dikkate aldığı için diğer uzaklık ölçütlerinin de kullanımı mümkündür.

Çok değişkenli analizlerde, değişkenlerin farklı ölçeklerde olması analiz sonuçlarını etkileyebilir. kümeleme analizi, temel birleşenler analizi, faktör analizi ve liner diskriminant analizi gibi yöntemlerde olduğu gibi, metrik ÇBÖ'de de verilerden uzaklık matrisi oluşturulmadan önce standardizasyon yapılması önerilir. Bu sayede tüm değişkenlerin analize eşit katkısı sağlanır ve ölçek farklarının sonuçları çarpıtmasının önüne geçilir. Değişkenlerin standartlaştırılması, özellikle Öklid uzaklığı gibi benzerlik/benzer olmama ölçütlerinin, giriş değişkenlerinin büyüklükleri veya ölçeklerindeki farklılıklara duyarlı olduğu durumlarda gerekli görünmektedir.^{8,9} Değişkenlerin standardizasyonuna yönelik çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu çalışmada ise yalnızca klasik Z-puanı yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, her bir sayısal değişken kendi ortalaması çıkarılıp standart sapmasına bölünerek sıfır ortalama ve bir birim standart sapma ile ifade edilir.¹⁰ Z-puanı standardizasyonu, yaygın olarak tercih edilen ve yorumu nispeten kolay bir yöntemdir.

Koronavirüs hastalığı-2019 [coronavirus disease-2019 (COVID-19)] pandemisi döneminde 2020 yılına ait sağlık hizmetlerine olan talebin belirlenmesi ve karşılanması, toplumun pandemi kaynaklı sağlık sorunlarının tespit edilip çözülmesi, sağlık hizmetlerinin planlanması ve buna yönelik sağlık politikalarının oluşturulması amacıyla; ülkemizin, Avrupa ülkeleriyle COVID-19'a ilişkin sağlık göstergeleri açısından karşılaştırılması ve bu konuda nerede olduğunun belirlenmesi gerekmektedir.

COVID-19'a ilişkin sağlık göstergeleri ile seçilmiş ulusal sağlık harcamaları göstergelerine ait veriler hem standartlaştırılmış hem de standartlaştırılmamış (ham) veri setleri şeklinde hazırlanmıştır. Türkiye ile Avrupa ülkeleri arasındaki karşılaştırma; her iki veri seti kullanılarak, uygun istatistiksel yöntemler aracılığıyla ve mümkün olan en az boyutta gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, standartlaştırılmış ve ham veri setlerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca analiz sonuçlarının tutarlılığı ve açıklayıcılığı açısından bu 2 veri setinin karşılaştırmalı olarak ele alınması hedeflenmiştir.^{11,12}

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ÇBÖ analizinde, n birimden veya nesneden oluşan 1 veri setinden elde edilen uzaklıklar kullanılarak, bu noktaların genellikle Öklidyen uzayda, tek boyutlu ya da r boyutlu ($r < n$) bir düzlemde görsel olarak gösterilmesi amaçlanır.¹³

m boyutlu Öklid uzayda, i ve j noktaları arasındaki uzaklık, eşitlik 1'deki formülle hesaplanır.¹

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{a=1}^m (x_{ia} - x_{ja})^2} \quad (1)$$

Gözlenen uzaklıklar (p_{ij}) ve Öklid uzaklıkları (d_{ij}) arasındaki ilişki $d_{ij} = f(p_{ij})$ şeklinde gösterilir. $f(p_{ij}) = a + b(d_{ij})$ doğrusal bir fonksiyon olabilir. Birimler arasındaki sezgisel benzerlikler (farklılıklar), sıralı bilgi olarak ifade edilebiliyorsa, o zaman f fonksiyonu, tüm olası monoton dönüşümlerden biri olacaktır.

Kruskal tarafından tanımlanan ve standartlaştırılmış artık kareler toplamı [standardized residual sum of squares (STRESS)] eşitlik 2'deki formülle hesaplanır.¹

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n (d_{ij} - \delta_{ij})^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n d_{ij}^2}} \quad (2)$$

δ_{ij} , p_{ij} 'nin d_{ij} 'ye optimal yakınsamalarıdır ve eşitlik 3'deki gibi gösterilir.

$$d_{ij} = \delta_{ij} \approx f(p_{ij}) \quad (\forall i, j \text{ için}) \quad (3)$$

STRESS değeri ne kadar düşükse, modelin veriye uyumu o kadar iyi kabul edilir. Ancak boyut sayısı arttıkça STRESS değeri genellikle azalır. Bu nedenle, sadece düşük STRESS değerine bakmak yeterli değildir; aynı zamanda modelin kaç boyutta kurulduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. STRESS değerinin ne ölçüde kabul edilebilir olduğuna karar verebilmek için Kruskal'ın önerdiği sınır değerler, aşağıda [Tablo 1](#)'de verilmiştir.¹⁴

TABLO 1: Kruskal'ın önerdiği STRESS değeri aralıkları ve karşılık gelen uyum düzeyleri

STRESS $\geq 0,20$	Kötü uyum
$0,10 \leq \text{STRESS} < 0,20$	Orta uyum
$0,05 \leq \text{STRESS} < 0,10$	İyi uyum
$0,025 \leq \text{STRESS} < 0,05$	Mükemmel uyum
$0 < \text{STRESS} < 0,025$	Tam uyum

ÇBÖ analizi, verilerin türüne bağlı olarak 2 gruba ayrılmaktadır. Nicel ve metrik uzaklıklara dayanan verilerde metrik ÇBÖ yöntemi kullanılır; bu yöntemde uzaklıklar doğrusal veya polinomial fonksiyonlarla hesaplanırken, sıralı ve kategorik verilere ise metrik olmayan ÇBÖ uygulanır ve bu yöntemde değerler monotonik fonksiyonlarla hesaplanmaktadır.¹³

METRİK ÇBÖ

$d_{ii} = 0$ ($\forall i$ için) ve $d_{ij} + d_{ik} \geq d_{jk}$ ($\forall i, j, k$ için) metrik eşitsizliğini sağlayan D uzaklık matrisidir.

X veri matrisi ile m değişken ve n birim için D uzaklık matrisi ve $B=XX'$ matrisi elde edilebilir. Buradan eşitlik 4 elde edilir.

$$d_{ij}^2 - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij}^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{ij}^2 + \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij}^2 = -2 \sum_{a=1}^m x_{ia} x_{ja} \quad (4)$$

i= Satır indeksi

j= Sütun indeksi

n= Birim sayısı

m= Boyut sayısı

Eşitlik 5'te simetrik ve pozitif yarı tanımlı B matrisi elde edilir.

$$B = -\frac{1}{2} \left(I - \frac{1}{n} LL' \right) D^2 \left(I - \frac{1}{n} LL' \right) \quad (5)$$

I= $n \times n$ boyutlu birim matrisi

L= n boyutlu birim vektör

B matrisi, $B=V\Lambda V'$ şeklinde ifade edilir. Buradan eşitlik 6 elde edilir.

$$B = V\Lambda V' = V\Lambda^{1/2}\Lambda^{1/2}V' = XX' \quad (6)$$

$V=B$ matrisinin özvektörleri

$\Lambda=B$ 'nin negatif olmayan öz değerlerinin diagonal matrisi

Burada, X matrisinin sütunları $\sqrt{\lambda_i}.e_i$ biçimindedir. λ_i , B matrisinin öz değerlerini; e_i ise B matrisinin özvektörlerini temsil eder. Veriyi daha düşük boyutlu bir uzayda göstermek için öz değerler büyükten küçüğe sıralanır ve en büyük r ($r \leq m$) tane öz değer seçilir.¹⁵ Temel bileşenler analizinde kullanılan aşağıdaki eşitlik 7 uygun boyut sayısının belirlenmesinde kullanılabilir.

$$\frac{\sum_{i=1}^r \lambda_i}{\sum_{i=1}^n |\lambda_i|} \geq \frac{2}{3} \quad (7)$$

METRİK OLMAYAN ÇBÖ

δ_{ij} değerlerini belirlerken sadece d_{ij} arasındaki uzaklıkların sıralamaları dikkate alınır.¹ D matrisi, bir uzaklık matrisi değil, farklılıkları ya da benzerlikleri gösteren bir matristir.¹⁶

Bu yaklaşımda kullanılan genel algoritmada, analitik bir çözüm bulunmadığı için, STRESS değeri iteratif bir yöntemle en aza indirilmeye çalışılır. Metrik olmayan ÇBÖ'nün temelini oluşturan bu algoritmanın adımları şu şekildedir.

İlk olarak D farklılıklar matrisindeki tüm değerler eşitlik 8'deki gibi sıralanır (köşegen elemanlar hariç).

$$d_{i_1j_1} < d_{i_2j_2} < \dots < d_{i_mj_m} \quad ; \quad m = \frac{1}{2}n(n-1) \quad (8)$$

d_{ij} değerleri, d_{ij}^* değerleriyle monotonik bir ilişki kuracak şekilde tanımlanır. Bu ilişkilendirmenin, aşağıdaki eşitlik 9'daki koşulu sağlamalıdır.

$$d_{ij} < d_{uv} \Rightarrow d_{ij}^* \leq d_{uv}^* \quad (\forall i < j, u < v \text{ için}) \quad (9)$$

İkinci adımda, çok boyutlu (p boyutlu) uzaydaki gerçek şekil ile daha düşük boyutlu (r boyutlu) uzayda elde edilen şekil arasındaki farkı gösteren STRESS değeri hesaplanır.

Eğer $\hat{X}'_{n \times r}$ için R^r uzayında $\widehat{d}_{ij}$ uzaklık değerleriyle tanımlanan bir şekli ifade ediyorsa, $S(\hat{X})^2$ 'nin STRESS değeri, eşitlik 10'da verilmiştir.

$$S(\hat{X})^2 = \min \sum_{i < j} \left(\frac{(d_{ij}^* - \widehat{d}_{ij})^2}{\widehat{d}_{ij}^2} \right) \quad (10)$$

Üçüncü adımda, her bir r boyutu için en düşük STRESS değerine sahip şekil, o boyuta karşılık gelen en iyi şekil olarak kabul edilir ve bu yapı eşitlik 11 ile ifade edilir.

$$S_r = \min S(\hat{X}) \quad (11)$$

Burada S_r , r 'nin azalan bir fonksiyonudur. Son olarak ise uygun boyut sayısını belirlemek için $S_1, S_2, \dots, S_r$ değerleri hesaplanır ve STRESS değerinin yeterince küçük bir seviyeye ulaşması durumunda işlem sonlandırılmaktadır.

Bu çalışmada, ülkemizin diğer Avrupa ülkeleriyle sağlık göstergeleri açısından ilişkilerini görselleştirmek, bu ilişkilerin altında yatan yapısal benzerlikleri veya farklılıkları ortaya koymak ve Türkiye'nin bu ül-

keler arasındaki konumunu belirlemek amacıyla, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından sağlanan 2020 yılına ait COVID-19 verileri kullanılmıştır.^{11,12} Analizde kullanılan değişkenler şunlardır: Doğuşta beklenen yaşam süresi (yıl), 15-60 yaş arası erişkin ölüm olasılığı (%), doğuşta beklenen sağlıklı yaşam süresi (yıl), toplam sağlık harcamalarının gayri safi yurt içi hâsıla içindeki oranı (%), kişi başına düşen yıllık sağlık harcaması (ABD doları/kişi), toplam sağlık harcamaları içindeki genel yönetim sağlık harcamalarının oranı (%), özel sektör sağlık harcamalarının oranı (%), 5 yaş altı çocuk ölüm hızı (%) ve COVID-19'a bağlı ölüm oranı (milyon kişi başına). Bu veriler Avrupa ülkeleri olan Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Polonya, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç ve Türkiye olmak üzere toplam 24 ülkeye aittir. Bu kapsamda, standardize edilmiş ve edilmemiş verilere uygulanan ÇBÖ analizlerinin sonuçları karşılaştırılmış; verilerin standardizasyonunun analiz sonuçları üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

SPSS Statistics 29.0.2.0 (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) gibi kamuya açık veri kaynaklarından elde edilen ikincil verilere dayanmaktadır. Araştırmada insan, hayvan ya da canlı materyali kullanılmadığı için etik kurul onayı gerekmemektedir.

BULGULAR

İlk olarak analiz öncesinde tüm değişkenler, ölçüm birimlerinden kaynaklanan farklılıkları ortadan kaldırmak ve karşılaştırılabilir hâle getirmek amacıyla ülkelerin 2020 yılı COVID-19 pandemisine ilişkin sağlık ve harcama göstergeleri Z-skoru yöntemiyle standardize edilmiştir. Bu işlem, her değişkenin ortalamasının sıfır ve standart sapmasının bir olacak şekilde dönüştürülmesini sağlamıştır.

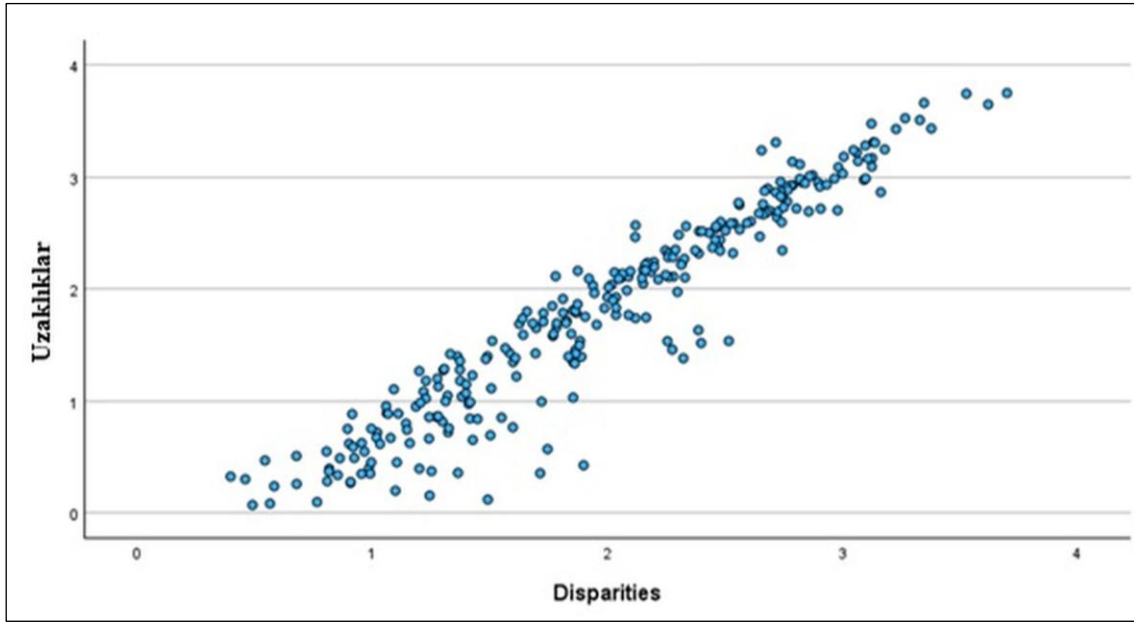
Standardize edilmiş verilerle yapılan ÇBÖ analizinde, 2 boyutlu çözümleme sonucunda STRESS değeri 0,17639 ve RSQ değeri ise 0,90810 olarak elde edilmiştir. STRESS değeri 0,20'nin altında olduğunda modelin kabul edilebilir düzeyde uyum sağladığı kabul edilir. Bu bağlamda, elde edilen değer yapılandırmanın veriyle tatmin edici bir uyum içinde olduğunu göstermektedir. RSQ değerinin %90'ı aşması ise, modelin veri-deki varyansın büyük kısmını açıkladığını ve 2 boyutlu çözümlemenin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır.

Gözlenen uzaklıklar ile konfigürasyon uzaklıkları arasındaki ilişkiyi gösteren Shepard grafiği [Şekil 1](#)'de verilmiştir. Noktaların büyük ölçüde doğrusal bir çizgi boyunca dağılması, 2 uzaklık türü arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bazı sapmalar bulunsun da genel uyumun yeterli olduğu ve modelin veriyi başarılı şekilde temsil ettiği söylenebilir.

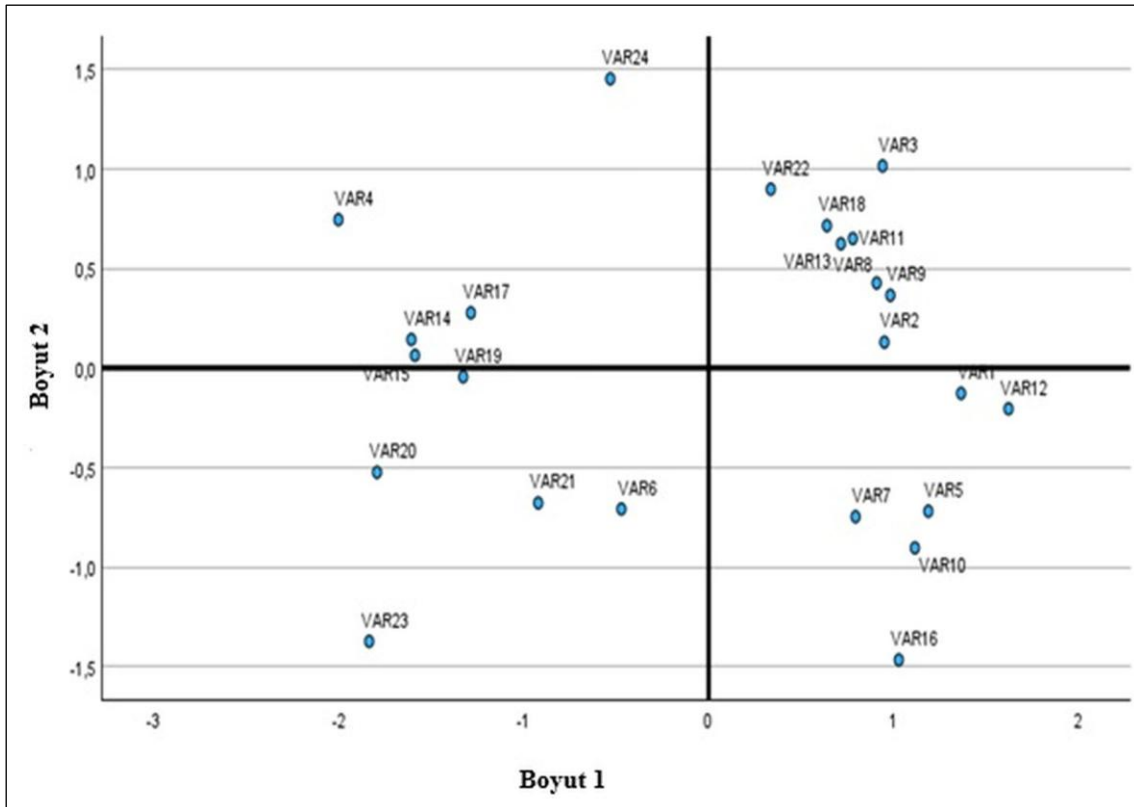
COVID-19 pandemisinin yaşandığı 2020 yılına ait, DSÖ tarafından belirlenen sağlık göstergeleri ile ulusal sağlık harcamalarına ilişkin standardize edilmiş veriler doğrultusunda, ülkelerin birbirlerine göre konumları [Şekil 2](#)'deki Öklid uzaklık modeline dayalı 2 boyutlu grafikte gösterilmiştir.

Ülkeler, genel olarak 3 farklı alanda gruplaşmaktadır. Birinci grup: Avusturya, Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya, İtalya, Malta, Slovenya. İkinci grup: Almanya, Danimarka, Finlandiya, İrlanda, İsveç. Üçüncü grup: Estonya, Letonya, Litvanya, Macaristan, Polonya, Romanya, Slovakya. Türkiye, Yunanistan ve Lüksemburg konumları itibarıyla diğer ülkelerden belirgin şekilde farklılaştığı görülmektedir. Birbirlerine en yakın ülkeler Fransa, Hollanda, İspanya, İtalya ve Malta'dır.

İkinci olarak ise ülkelerin 2020 yılı COVID-19 pandemisine ilişkin sağlık ve harcama göstergeleri standardize edilmeden ÇBÖ analizine dâhil edilmiştir. Her değişken orijinal ölçeğiyle değerlendirilmiş olmasına rağmen elde edilen STRESS değeri 0,00047 ve RSQ (R²) değeri 1,0000 ile modelin oldukça güçlü bir yapı sunduğu görülmektedir. Bu değerler, konfigürasyonun orijinal uzaklıklarla son derece yüksek düzeyde uyum sağladığını ve 2 boyutlu çözümün tüm varyansı neredeyse tamamen açıkladığını göstermektedir.



ŞEKİL 1: Shepard diyagramı: Standardize edilmiş veriler için gözlenen uzaklıklar ile konfigürasyon uzaklıkları arasındaki ilişki

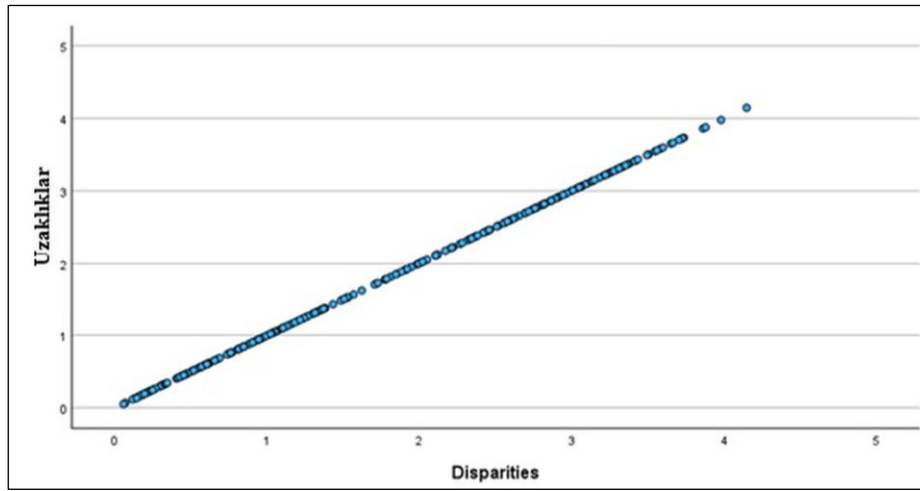


ŞEKİL 2: Standardize edilmiş veriler için Öklid uzaklık modeline dayalı 2 boyutlu grafik (VAR1: Almanya, VAR2: Avusturya, VAR3: Belçika, VAR4: Bulgaristan, VAR5: Danimarka, VAR6: Estonya, VAR7: Finlandiya, VAR8: Fransa, VAR9: Hollanda, VAR10: İrlanda, VAR11: İspanya, VAR12: İsveç, VAR13: İtalya, VAR14: Letonya, VAR15: Litvanya, VAR16: Lüksemburg, VAR17: Macaristan, VAR18: Malta, VAR19: Polonya, VAR20: Romanya, VAR21: Slovakya, VAR22: Slovenya, VAR23: Türkiye, VAR24: Yunanistan)

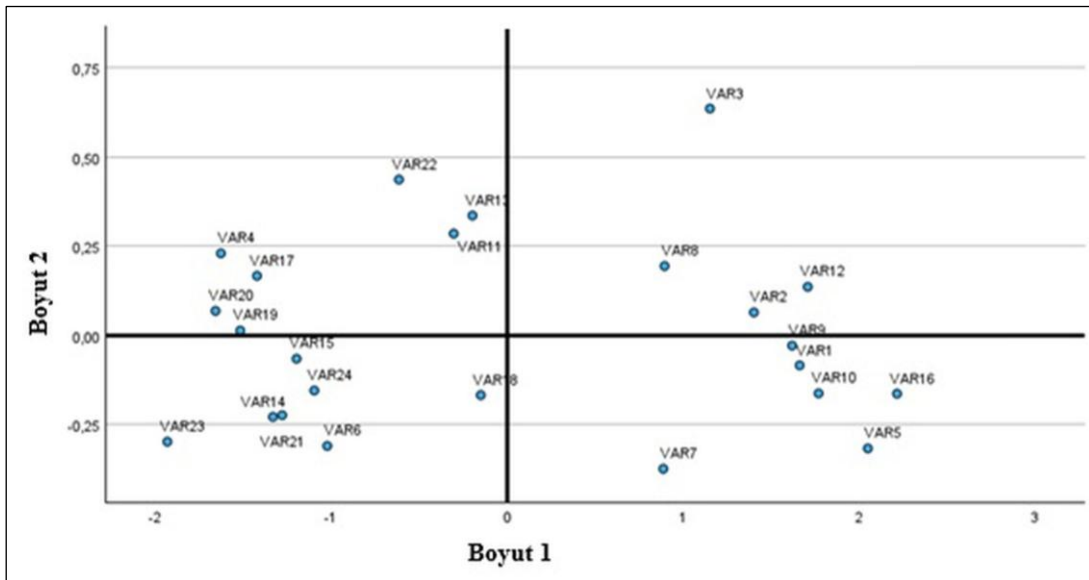
Standardize edilmemiş veriler için gözlenen uzaklıklar ile konfigürasyon uzaklıklarının dağılımını gösteren Shepard grafiği [Şekil 3](#)'teki gibi elde edilmiştir. Buna göre 2 farklı uzaklık değerleri arasında doğrusal bir ilişki bulunduğu ve verilere doğrusal model ile uygun bir çözüm elde edilir.

COVID-19 pandemisinin yaşandığı 2020 yılına ait, DSÖ tarafından belirlenen sağlık göstergeleri ile ulusal sağlık harcamalarına ilişkin standardize edilmemiş veriler doğrultusunda, ülkelerin birbirlerine göre konumları [Şekil 4](#)'teki Öklid uzaklık modeline dayalı 2 boyutlu grafikte gösterilmiştir.

Ülkeler, genel olarak 3 farklı alanda gruplaşmaktadır. Birinci grup: Bulgaristan, Estonya, Letonya, Litvanya, Macaristan, Malta, Polonya, Romanya, Slovakya, Türkiye, Yunanistan. İkinci grup: İspanya, İtalya, Slovenya. Üçüncü grup: Almanya, Avusturya, Fransa, Hollanda, İrlanda, İsveç ve Lüksemburg. Belçika, Danimarka ve Finlandiya konumları itibarıyla diğer ülkelerden belirgin şekilde farklılaştığı görülmektedir. Birbirlerine en yakın ülkeler Almanya, Avusturya, Hollanda, İrlanda, İsveç ve Lüksemburg'dur.



ŞEKİL 3: Shepard diyagramı: Standardize edilmemiş veriler için gözlenen uzaklıklar ile konfigürasyon uzaklıkları arasındaki ilişki



ŞEKİL 4: Standardize edilmemiş veriler için Öklid uzaklık modeline dayalı 2 boyutlu grafik (VAR1: Almanya, VAR2: Avusturya, VAR3: Belçika, VAR4: Bulgaristan, VAR5: Danimarka, VAR6: Estonya, VAR7: Finlandiya, VAR8: Fransa, VAR9: Hollanda, VAR10: İrlanda, VAR11: İspanya, VAR12: İsveç, VAR13: İtalya, VAR14: Letonya, VAR15: Litvanya, VAR16: Lüksemburg, VAR17: Macaristan, VAR18: Malta, VAR19: Polonya, VAR20: Romanya, VAR21: Slovakya, VAR22: Slovenya, VAR23: Türkiye, VAR24: Yunanistan)

TARTIŞMA

ÇBÖ analizinin temel amacı, nesneler arasındaki benzerlik ya da farklılıkları yansıtan uzaklık değerlerinden yararlanarak, bu nesnelerin yapısını orijinaline en yakın biçimde ve mümkün olan en az boyutta görselleştirmektir.¹⁶

Standardize edilmiş veriler için birinci boyut dikkate alındığında Almanya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, Hollanda, İrlanda, İsveç, Lüksemburg ülkelerinin grafiğin sağ tarafında ve Letonya, Litvanya, Macaristan, Polonya, Romanya, Türkiye, Bulgaristan ülkelerinin grafiğin sol tarafında kalarak birbirlerinden ayrıldıkları görülmektedir. İkinci Boyut dikkate alındığı zaman Avusturya, Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya, İtalya, Malta ve Slovenya ülkeleri birbirinden çok fazla ayrılmamakla birlikte Yunanistan, Lüksemburg ve Türkiye'nin oldukça farklı durumda oldukları görülmektedir ([Şekil 2](#)).

Standardize edilmemiş veriler için birinci boyut dikkate alındığında Almanya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İrlanda, İsveç ve Lüksemburg grafiğin sağ tarafında Letonya, Litvanya, Macaristan, Polonya, Romanya, Slovakya, Türkiye, Yunanistan, Bulgaristan ve Estonya grafiğin sol tarafında kalarak birbirlerinden ayrıldıkları görülmektedir. İkinci Boyut dikkate alındığı zaman Almanya, Avusturya, Fransa, Hollanda, İrlanda, İsveç ve Lüksemburg ülkeleri birbirinden çok fazla ayrılmamakla Belçika, Danimarka ve Finlandiya oldukça farklı durumda oldukları görülmektedir ([Şekil 4](#)).

2020 yılı COVID-19 ile ilgili göstergeler doğrultusunda yapılan analizde, Batı Avrupa ülkeleri benzer sağlık profilleri gösterirken, Doğu Avrupa ülkeleri ve Türkiye belirgin şekilde ayrılmaktadır. Bu durum, sağlık sistemi farklarının pandeminin etkilerine yansıdığını göstermektedir.

Standardize edilmiş ve edilmemiş verilerle yapılan analizlerde ülkelerin benzer şekilde gruba ayrıldığı görülmekle birlikte bazı ülkelerin konumlarında yer değişiklikleri ve uç noktalara yönelimler dikkat çekmektedir. Bu durum, her iki yöntemle de genel grup yapısının korunabildiğini; ancak standardizasyon işleminin bazı ülkelerin göreceli konumlarını etkileyerek farklılaşmalara yol açabileceğini göstermektedir. Bu farklılıklar, veri ölçeklerinin sınıflandırma yapısına etkisini ortaya koymakta ve her iki yaklaşımın da kendi içinde anlamlı sonuçlar üretebildiğini göstermektedir.

Milligan ve Cooper tarafından yapılan kümeleme analizinde, standardize edilmeyen veriler için iyi sonuçlar elde edilse de genel olarak değişken aralığına göre yapılan standardizasyon yöntemleri küme yapısının doğru şekilde ortaya konmasında daha etkilidir. Buna karşılık, literatürde yaygın olarak kullanılan klasik Z-skoru standardizasyonu, çalışmada çoğu senaryoda yetersiz kalmıştır.⁸

“Principal Coordinates Analizi (PCoA)”, literatürde “metric Multidimensional Scaling” (ÇBÖ) ile eş değer bir yöntem olarak kabul edilir.^{5,17,18} Kenkel ve Orlóci çalışmasında, PCoA ham ve standardize edilmiş verilerle karşılaştırmalı olarak uygulanmıştır.¹⁸ Sonuçlar, ham veriyle yapılan analizlerin veri yapısını bozduğunu, buna karşın standardizasyon uygulanan verilerle elde edilen sonuçların daha başarılı olduğunu göstermiştir. Ancak standardize edilmiş verilerde non-metrik ÇBÖ yöntemleri genel olarak daha üstün performans sergilemiştir.

Bu çalışmamızda, hem standardize edilmiş hem de edilmemiş verilerle metrik ÇBÖ analizi yapılmış ve her iki veri türüyle de modele yüksek düzeyde uyum sağlandığı görülmüştür. Özellikle standardize edilmemiş verilerle elde edilen analiz sonucunda, yapılandırmanın orijinal uzaklıklarla neredeyse tam bir uyum içinde olduğu gözlemlenmiştir. Shepard diyagramı da bu uyumu doğrusal bir ilişkiyle desteklemektedir. Bu bulgular, değişkenlerin orijinal ölçekte de dengeli bir yapıya sahip olduğunu ve analizde standardize edilmemiş verilerin de güçlü sonuçlar verebildiğini göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, 2020 yılı COVID-19 pandemisine ait DSÖ sağlık ve harcama verileri kullanılmıştır. Veriler, hem standardize edilmiş hem de edilmemiş şekilde analiz edilmiştir. ÇBÖ yöntemiyle yapılan analizlerde, Batı Avrupa ülkelerinin benzer sağlık profilleri gösterdiği; Doğu Avrupa ülkeleri ve Türkiye'nin ise farklılaştığı görülmüştür. Bu durum, COVID-19 döneminde ülkeler arasındaki sağlık sistemi farklarının analiz sonuçlarına yansıdığını göstermektedir. Standardize edilmiş veriler modeli yeterli düzeyde açıklamış, ancak edilmemiş veriler orijinal uzaklıkları daha doğru yansıtarak daha güçlü sonuçlar vermiştir. Her iki yöntem de ülkeleri genel olarak benzer gruplarda toplamış, ancak standardizasyon bazı ülkelerin konumlarını değiştirmiştir. Gelecek çalışmalarda, farklı senaryolar altında standardize edilmemiş verilerle metrik ÇBÖ analizlerinin yapılması önerilmektedir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Kruskal JB, Wish M. Multidimensional Scaling. 1st ed. California: Sage Publications; 1978. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
2. Orlóci L. Multivariate analysis in vegetation research. 2nd ed. The Hague, the Netherlands: Dr. W. Junk Publishers; 1978. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
3. Richardson MW. Multidimensional psychophysics. Psychological Bulletin. 1938;35:659-60.
4. Young G, Householder AS. Discussion of a set of points in terms of their mutual distances. Psychometrika. 1938;3:19-22. [\[Crossref\]](#)
5. Torgerson WS. Multidimensional scaling: I. Theory and method. Psychometrika. 1952;17(4):401-19. [\[Crossref\]](#)
6. Shepard RN. The analysis of proximities: multidimensional scaling with an unknown distance function. Psychometrika. 1962;27:125-40. [\[Crossref\]](#)
7. Kruskal JB. Multidimensional scaling by optimizing goodness-of-fit to a nonmetric hypothesis. Psychometrika. 1964;29:1-27. [\[Crossref\]](#)
8. Milligan GW, Cooper MC. A study of standardization of variables in cluster analysis. Journal of Classification. 1988;5:181-204. [\[Crossref\]](#)
9. Trendafilov N, Gallo M. Multivariate Data Analysis on Matrix Manifolds. 1st ed. Genève: Springer; 2021. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
10. Alpar R. Uygulamalı İstatistik ve Geçerlilik-Güvenirlik. 6. Baskı. Ankara: Detay Publishing; 2020.
11. Our World in Data [Internet]. ©2024 Our World in Data. [Cited: June 27, 2025]. Coronavirus Pandemic (COVID-19)-Deaths. Available from: [\[Link\]](#)
12. World Health Organization [Internet]. ©2024 World Health Organization. [Cited: June 27, 2025]. Global Health Observatory data. Available from: [\[Link\]](#)
13. Özdamar K. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. 5. Baskı. Eskişehir: Kaan Kitabevi; 2004. [\[Crossref\]](#)
14. Mair P, Borg I, Rusch T. Goodness-of-fit assessment in multidimensional scaling and unfolding. Multivariate Behav Res. 2016;51(6):772-89. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
15. Mead A. Review of the development of multidimensional scaling methods. The Statistician. 1992;41(1):27-39. [\[Crossref\]](#)
16. Tatlıdıl H. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz. 2. Baskı. Ankara: Engin Yayınları. 1996.
17. Gower JC. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. Biometrika. 1966;53(3-4):325-38. [\[Crossref\]](#)
18. Kenkel NC, Orlóci L. Applying metric and nonmetric multidimensional scaling to ecological studies: Some new results. Ecology. 1986;67(4):919-28. [\[Crossref\]](#)