



UYGUNLUK ANALİZİNİN BENZER ÇOK DEĞİŞKENLİ ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Aslı SUNER

Dokuz Eylül Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi
İstatistik Bölümü
Tınaztepe Kampüsü Buca/İzmir
sunerasli@yahoo.com

C. Cengiz ÇELİKOĞLU

Dokuz Eylül Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi
İstatistik Bölümü
Tınaztepe Kampüsü Buca/İzmir
cengiz.celikoglu@deu.edu.tr

ÖZET

Uygunluk Analizi (Correspondence Analysis), kategorik değişkenlerin yorumlanmasını kolaylaştıran, çapraz tablolarda (uyum tablosu, olumsuzluk tablosu, kontenjans tablosu, crosstable, correspondence table) satır ve sütun değişkenleri arasındaki benzerlik, farklılık ve ilişkilerin yorumlanmasını kolaylaştıran ve bu değişkenlerin birlikte değişimlerini, daha az boyutlu bir uzayda grafiksel olarak gösteren bir yöntemdir. Özellikle tıp, sağlık bilimleri, biyometri, ekonomi, pazarlama ve sosyal bilimler gibi kategorik verilerin analizine ihtiyaç duyulan alanlarda oldukça popüler bir yöntemdir. Uygunluk analizinin, çok değişkenli analiz tekniklerinden Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis), Log-Lineer (Log-Linear) ve Çok Boyutlu Ölçekleme (Multi Dimensional Scaling) yöntemleriyle de benzerliği bulunmaktadır. Bu çalışmada, DEÜ Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalında yürütülen araştırma verileri kullanılarak, uygunluk analizi ile ilgili bir uygulama yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uygunluk analizi, uyum analizi, ki-kare tabloları, homojenlik analizi, çok değişkenli analiz yöntemleri, kategorik veri analizi.

ABSTRACT

COMPARISON OF CORRESPONDENCE ANALYSIS WITH SIMILAR MULTIVARIATE ANALYSIS METHODS

Correspondence analysis is a method making easy to interpret the categorical variables given in contingency tables, showing the similarities, associations as well as divergences among these variables via graphics on a lower dimensional space. Having lots of categorical data in applied science, such as in medicine, biology and economy, makes the correspondence analysis very popular method. There are similarities between this analysis and some other multivariate methods including Principal Component Analysis, Log-Linear Models and Multi-dimensional scaling. In this study, correspondence analysis will be applied the epidemiological research data obtained from the College of Medicine at DEU.

Key Words: Correspondence analysis, khi-square tables, homogeneity analysis, multivariate analysis methods, analysis of categorical data.

1. GİRİŞ

Gerçek hayat uygulamalarına dayanan bilimsel çalışmalarda, ele alınan olaylar genellikle pek çok etkenin etkisi altında olduğundan, gözleme konu olan nesnelerin özellikleri de birbirleriyle ilişkilidir. Yapılan çalışmaların geçerli ve güvenilir sonuçlar verebilmesi için, inceleme konusu olayları olabildiğince bütün yönleriyle değerlendirmek bir zorunluluk haline geldiğinden, çok değişkenli veri ve bunların analizleri ile çalışabilmek için çok değişkenli istatistiksel yöntemlere başvurulur.

Geniş uygulama alanı olmasına rağmen, çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinin bazı varsayımsal kısıtları bulunmaktadır. Bu varsayımların en önemlisi “n sayıda birimden elde edilen p sayıda değişkenin çok değişkenli normal dağılım gösterdiği” varsayımdır[12]. Bu varsayımın sağlanmadığı durumlarda dönüşüm yapılarak normallik varsayımının sağlanmasına çalışılmaktadır. Fakat bu işlem her zaman kolay olmamaktadır[14].

Çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan uygunluk analizi ile; iki ya da çok kategorik değişken arasındaki ilişki, veri matrisinin satır ve sütun bölgelerine ayrıştırılması ile incelenir, veri setinin yapısına ilişkin önemli bilgiler elde edilir.

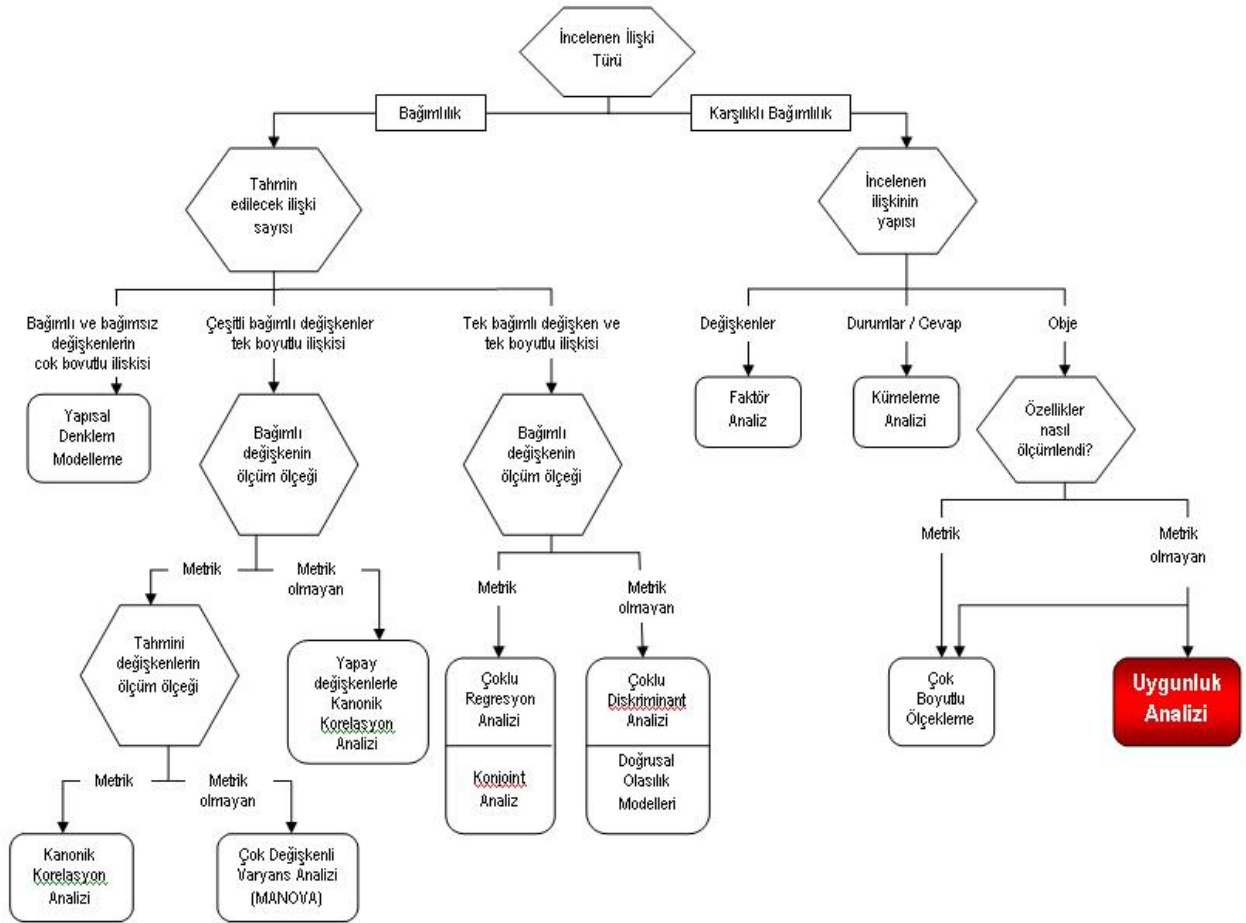
Uygunluk analizinde, değişkenler arasındaki ilişkileri indirgenmiş boyutlu bir uzayda sunmak amaçlanmaktadır. Bu analizde, çapraz tabloların yapılarını belirlemek amacıyla matematiksel teknikleri kullanarak çok boyutlu uzayda değişkenlerin kategorilerini temsil eden noktaları içeren bir grafik oluşturulur. Uygunluk analizinin, çok değişkenli analiz tekniklerinden Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis), Log-Lineer (Log-Linear) ve Çok Boyutlu Ölçekleme (Multi Dimensional Scaling) yöntemleriyle de benzerliği bulunmaktadır. Çalışmada, uygunluk analizi diğer yöntemlerle karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve DEÜ Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalında yürütülen araştırma verileri kullanılarak bir uygulama yapılmıştır.

2. YÖNTEM

Çok değişkenli istatistiksel yöntemler, değişkenler arasındaki ilişkiye göre, bağımlılık yapısının incelendiği analizlerde kullanılan yöntemler ve karşılıklı bağımlılık yapısının incelendiği yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Bağımlılık yapısının incelendiği analiz yöntemlerinde, bir veya birden fazla değişken diğer değişkenlere bağımlı olup, onlarla değeri tahmin edilebilir veya açıklanabilir yapıda olmaktadır. Karşılıklı bağımlılık yapısının incelendiği analizlerde ise bir veya birden fazla değişkenin, diğer değişkenlerle açıklanamadığı, değerinin tahmin edilemediği, değişkenlerin bağımlı ya da bağımsız olarak tanımlanamadığı, tüm değişkenler arasında var olan karşılıklı ilişkiyle ilgilenildiği bir durum söz konusudur[2]. Temel çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin sınıflandırılması Şekil 1’den de görülebilmektedir[11].

Uygunluk Analizi, kategorik verilerin yorumlanmasını sağlayan, çapraz tablolarda satır ve sütun değişkenleri arasında benzerlik, farklılık ve ilişkilerin yorumlanmasını kolaylaştıran, birlikte değişimlerini daha az boyutlu bir uzayda grafiksel olarak gösteren bir yöntemdir. Kategorik ya da kategorize edilmiş sürekli değişkenlerin kategorileri arasındaki benzerliklerin ya da farklılıkların uzaklıklar cinsinden ifade edilmesini, hangi alt kategorinin diğer kategorilere göre daha çok benzer olduklarını bulmayı sağlayarak, çapraz tablolardaki değişkenlerin alt kategorileri arasındaki benzerlikleri daha az sayıda boyutta grafiksel olarak görüntülemeyi amaçlar.

Uygunluk analizi çapraz tabloda yer alan değişken ve boyut sayısına göre iki farklı şekilde uygulanmaktadır[3]. Uygunluk analizinin en basit hali olan “Basit Uygunluk Analizi (Simple Correspondence Analysis)” ile iki yönlü çapraz tabloların incelenmesinde kullanılmaktadır. Değişken sayısının sınırlandırılmadığı, değişkenlerin bir matris olarak kodlanıp çok yönlü çapraz tablolarda uygulandığı hali ise “Çoklu Uygunluk Analizi (Multiple Correspondence Analysis)” olarak adlandırılmaktadır[9]. Uygunluk Analizi, değişik ülkelerde farklı isimlerle anılır. Çoklu Uygunluk Analizi, Homojenlik Analizi (Homogeneity Analysis; Gifi,1981) olarak da isimlendirilir. HOMALS (Homogeneity Analysis by Alternating Least Squares) olarak da bilinir[5]. Amerika’da “Optimal Scaling”, “Optimal Scoring”, “Recipnocal Averaging”, “Appropriate Scoring”; Japonya’ da “Quantification Methods”; Hollanda’ da “Homogeneity Analysis”; Kanada’ da “Dual Scaling”; İsrail’ de “Scalogram” olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca Türkçe yayın literatüründe Uygunluk Analizi; “Uyum Analizi”, “Karşılık Getirme Analizi” ve “Homojenlik Analizi” gibi farklı isimlerle de bulunmaktadır.



Şekil 1. Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerin Sınıflandırılması

3. TARİHSEL GELİŞİM

Uygunluk analizinin tarihsel gelişimine bakıldığında, temelini H. O. Hirschfeld tarafından 1935 yılında yayınlanan ve bir olumsuzluk tablosunun değişkenleri arasındaki ilişkinin cebirsel formülünü veren matematik ağırlıklı bir makaleye dayandığı söylenebilir. Otuzlu yıllarda Richardson, Kuder (1933) ve Horst (1935) birbirlerinden bağımsız olarak psikometri literatüründe psikolojik ölçümleri içeren matematik ağırlıklı olmayan fikirler açıklamışlardır. 1940'ta R. A. Fisher, bir grup okul öğrencisinin göz ve saç renklerine ait verilere Hirschfeld'in makalesinde önerdiği tekniği uygulamıştır. Matematik ağırlıklı yapılan çalışmalar, Guttman (1941, 1946) ve Japonya'da Chikio Hayashi (1950, 1952, 1954, 1968) tarafından yapılmış, fakat bu çalışmalar grafiksel sonuçlardansa sayısal sonuçlara ait çalışmalara öncülük etmişlerdir[7].

Fransa'da 1960'lı yılların başında Jean Paul Benzécri ve arkadaşlarının Rennes Üniversitesi'nde yaptığı çalışmalarıyla uygunluk analizi yaygınlaşmaya başlamış ve Fransızca'nın yaygın olduğu ülkelerde gelişmiştir. Jean-Paul Benzécri ve arkadaşlarının uygunluk analizinin geometrik yapısını da dikkate alan çalışmaları gerçek bir atılım olarak kabul edilmektedir[2]. Benzécri'nin "Analyse des Correspondances" orijinal isminden tercüme edilen "I Analyse de Correspondence" (1973) adlı kitabı uygunluk analizi için temel kaynak olmuştur[15]. Uygunluk analizinin geometrik sonuçlarıyla sayısal sonuçlarının birleştiği ilk uygulamalar, veri çözümlemesi filozofu olarak anılan Benzécri'nin çalışmalarında bulunmaktadır[8]. Bunun ardından Lebart 1975 yılında; Tabart, Morineau ve Lebart da 1977 yılında çeşitli çalışmalar yapmıştır[5].

Fransız istatistikçilerin kullandıkları karmaşık semboller ve Fransızcanın karmaşık yapısı nedeniyle uygunluk analizi, İngilizcenin konuşulduğu ülkelerde çok az bilinmekteydi[2]. İngilizcenin kullanıldığı ülkelerde uygunluk analizinin anlaşılmasında özellikle M. J. Greenacre tarafından yapılan

çalışmaların büyük etkisi vardır. Greenacre 1984 yılında “Theory and Applications of Correspondence Analysis” adlı kitabıyla uygunluk analizi konusunda yapılan çalışmalara rehber olmuştur. Ayrıca 1974 yılında Hill, 1980 yılında Nishisato ve Rao, 1981 yılında Gifi, 1984 yılında Lebart, Morineau ve Warwick, 1985’te Van der Heijden ve de Leeuw, 1986 yılında da Carrol, Gren ve Schaffer gibi yazarların bu konu üzerinde yapmış oldukları çalışmalarla gelişmiştir[2][7][4].

4. YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Uygunluk analizinde diğer çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden farklı olarak, veri matrislerinin sadece satırlarında belirtilen düzeyler arası veya sadece sütunlarında belirtilen düzeyler arası karşılıklı ilişkiler değil, benzerlik ve farklılıklar anlamlandırılmaktadır. Ayrıca veri yapısı, satır ve sütunlarda ifade edilen özelliği belirten değişken düzeylerinin hepsi incelenerek yorumlanır[2]. Değişkenler arasındaki fark bir kayıp fonksiyonu ile verilerek, kayıp fonksiyonunu minimum kılmak ve değişkenler arası homojenliği maksimum yapmak amaçlanmaktadır. İlgili kayıp fonksiyonu dalgalı en küçük kareler yöntemi kullanılarak minimum yapılarak ve maksimum homojenliği sağlayan nesne skorları ile kategori nicelleştirmelerine ulaşılmış olunur[1]. Analizde kullanılan tüm değişkenlerin ölçüm düzeyi çoklu sınıflayıcı (multiple nominal) dır[6]. Orijinal veri matrisinin bir grafik üzerinde nasıl yerleştiğini görmek için R^p boyutlu öklit uzayından yararlanır. Geometrik olarak ayrışım ölçümleri, p -boyutlu uzayın orijinine kategori nicelleştirmelerinin (marjinal frekanslarla ağırlıklandırılan) ortalama kareleri alınmış uzaklığını verir. Bununla birlikte, ayrışım ölçümlerinin, (kayıp veri olmadığını varsayarak) optimal olarak nicelleştirilen değişken değerleri ve nesne skorları sütununa karşı gelen değerler arasındaki kareleri alınmış korelasyona eşit olduğu gösterilebilir. Özdeğerler olarak adlandırılan ve ayrışım ölçümlerinin ortalamasına karşılık gelen değerler, p -boyutluluğun her birinde türetilen çözümün uyumunun tam bir ölçümünü verir[1].

Uygunluk analizi, çok değişkenli analiz tekniklerinden Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis) ile benzerdir. Her iki teknikte de veri matrisinin boyutunun indirgenip, çok boyutlu uzayda daha anlaşılır biçimde sunulması amaçlanırken, Tekil Değer Ayrıştırması (Singular Value Decomposition) kullanılarak indirgenmiş boyutta veriler incelenir. Temel bileşenler analizinde genel değişimin öğelerine ayrılmasına benzer biçimde, uygunluk analizinde genel inertia (hareketsizlik) unsurlarına göre parçalanabilir. Uygunluk analizinde varyans kavramı yerine, tablonun Pearson ki-kare değerlerini ya da değişken kategorilerinin birbirlerine olan öklid uzaklıklarını kullanarak elde edilen toplam inertia değerinin parçalanması hedeflenir. Bu iki teknik arasında, veri matrisinin türü açısından farklılık vardır. Temel bileşenler analizinde veriler çok değişkenli normal dağılım varsayımını sağlayan sürekli ya da aralıklı ölçekle ölçülmüş değişkenlerden oluşmaktadır. Uygunluk analizinde ise veriler kategoriktir ve verilerin dağılımla ilgili varsayıma uygunluğu aranmaz[5]. Eğer veri çarpık dağılımıya ve ki-kare dağılımına uygunsa, tüm değişkenlere aynı anda non-lineer dönüşüm uygulanarak temel bileşenler analizi yöntemi uygulanabiliyorken, uygunluk analizinde non-lineer yöntem arzu edilmese de böyle bir dönüşüme gerek yoktur. Verilerin orijinal halleri ile analize alınması herhangi bir problem yaratmaz[13].

Uygunluk analizinin Log-Lineer ve Çok Boyutlu Ölçekleme (Multi Dimensional Scaling) yöntemleriyle de benzerliği bulunmaktadır. Uygunluk analizi modelle ilgili bir varsayıma ihtiyaç duymadığı için Log-Lineer modellerden, değişkenler ve kategoriler arasındaki ilişkiyi aynı uzayda gösterdiği için de çok boyutlu ölçeklemeden farklılık gösterir[15]. Bazı çalışmalarda uygunluk analizi ile Log-Lineer modellerin birbirinin tamamlayıcısı olarak da kullanılabilceği gösterilmiştir. Bu çalışmalarda Log-Lineer modellerde ortaya çıkan etkileşimler uygunluk analizi ile incelenmiştir[5]. Log-Lineer analiz yöntemi ile analiz edildiğinde, ayrıntılı bilgi elde edilemeyen, tablolaştırılmış problemlerin çözümünde uygunluk analizi kullanılır.

Veri indirgeme ve artık analizlerinden biri olarak, iki ya da daha fazla boyutlu grafik ile kategorik değişkenler hakkında bilgi elde edilebildiğinden, ayrıca satır profillerindeki homojenlik eksikliği ya da çapraz tablonun satır ve sütunları arasındaki bağımlılığı (ya da etkileşimi) daha düşük boyutta açıklama imkânı sağladığından uygunluk analizi tercih edilmektedir[3].

Kategorik veri analizi ile ilgili yapılan çalışmaların oldukça fazla oluşu, uygunluk analizi konusunu oldukça cazip kılmaktadır. Özellikle tıp, sağlık bilimleri, biyometri, ekonomi, pazarlama ve sosyal bilimler gibi kategorik verilerin analizine ihtiyaç duyulan alanlarda oldukça popüler bir yöntemdir[10]. Çapraz tabloların analizinde yararlı olmasından ve sonuçların basit, anlaşılır ve yorumlanması kolay grafiksel gösterimler sunmasından dolayı, üniversitelerde okutulan pazar araştırmaları derslerindeki konular arasına girmiştir[16]. Özellikle son yıllarda, bilgisayar kullanımındaki artışa bağlı olarak SPSS, MINITAB, SAS gibi istatistiksel paket programlarında uygulanabilen bir yöntemdir[4].

5. UYGULAMA VE BULGULAR

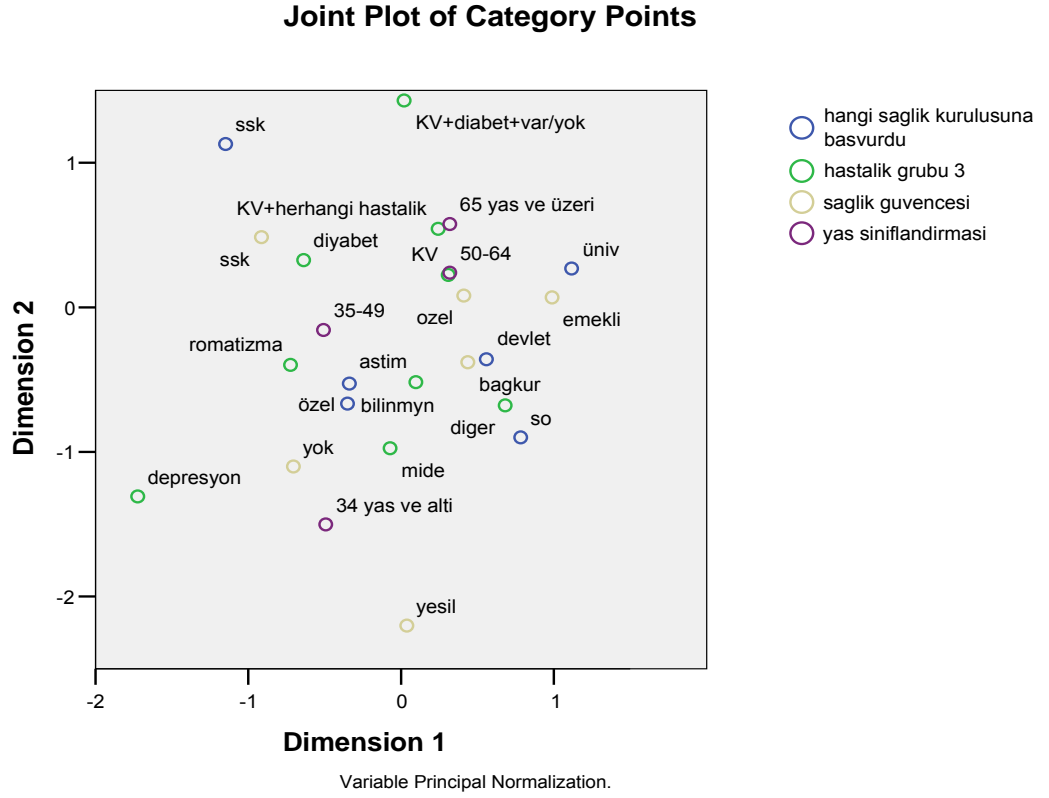
Bu çalışmada İzmir ilinin Narlıdere ilçesinde ikamet eden 18 yaş ve üzerindeki erişkin bireylere ilişkin veriler incelenmiştir. Dokuz Eylül Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim dalı tarafından yapılan “Narlıdere Eğitim ve Araştırma Bölgesindeki Erişkin Ruh Sağlığı Araştırması” kapsamında yürütülen çalışma için toplanmış, bilinen herhangi bir hastalığı olan 348 kişiye ait veriler kullanılmıştır. Elde edilen veriler ile toplum tabanlı bir çalışmada uygunluk analizinin sağlık kurumu seçimine uygulanması amaçlanmıştır.

Narlıdere’de ikamet edenlerin hastalık gruplarına, yaş sınıflandırmalarına ve sağlık güvencelerine göre başvurdukları sağlık kurumunu incelemek amacıyla ilgili analiz uygulanmış, her bir değişkenin ve her bir boyutun ayrışım ölçüleri Tablo 1’de sunulmuştur. Bununla birlikte analiz sonucunda elde edilen özdeğerler ise; $\lambda_1=0,471$ ve $\lambda_2=0,411$ olarak bulunmuştur. Elde edilen özdeğerler, gerçek grafik ile elde edilen iki boyutlu grafik arasındaki uyumunun tam bir ölçümünü vermektedir. Bu doğrultuda, gerçek grafik ile elde edilen iki boyutlu grafik arasındaki uyumun (0,88) oldukça iyi olduğu söylenebilir.

Tablo 1. Her Bir Değişken ve Her Bir Boyutun Ayrışım Ölçüleri

DEĞİŞKEN	Boyut 1	Boyut 2
Sağlık Güvencesi	,746	,393
Başvurulan Sağlık Kurumu	,684	,444
Yaş Sınıflandırması	,161	,366
Hastalık Grubu	,295	,441

Ayrışım ölçüleri kareleri alınmış korelasyonlardır. Bu durumda, yukarıdaki tablo incelendiğinde, tüm ilk iki değişkenin birinci boyutun açıklanmasında, üçüncü ve dördüncü değişkenlerin de ikinci boyutun açıklanmasında daha fazla katkıda bulunduğu görülmektedir. Bir diğer ifade ile, sağlık güvencesi ve başvurulan sağlık kurumu değişkenlerinin kategorileri birinci boyutta, yaş sınıflandırması ve hastalık grubu değişkenlerinin kategorileri de ikinci boyutta yoğunlaşmaktadır.



Şekil 2. Çoklu Uygunluk Analizi Grafiği

Çoklu Uygunluk Analizi sonucunda elde edilen grafiğe bakıldığında, mide hastalığı bulunan 34 yaş ve altındaki sağlık güvencesi bulunmayan erişkinlerin çoğunlukla başvurdukları sağlık kurumlarının bilinmediği görülmektedir. Romatizma ve astım hastalığı olan 35–49 yaş arasındaki bireylerin daha çok özel sağlık kurumlarına başvurduğu, diyabet hastalığı bulunan SSK sağlık güvencesine sahip olanların da daha çok SSK hastanelerine başvurduğu görülmektedir. Kardiyovasküler hastalıklar (yüksek tansiyon, kalp krizi, kalp yetmezliği ve felç) ve herhangi bir başka hastalığı bulunan 50 ve üzeri yaştaki emekli sandığı veya özel sağlık güvencesi bulunan erişkinlerin daha çok üniversite hastanelerine, diğer (verem, sara, engelli, kanser...) hastalıkları bulunan sağlık güvencesi Bağkur olanların da daha çok devlet hastanelerine veya sağlık ocaklarına başvurdukları görülmektedir. Yukarıdaki grafik incelendiğinde, orijinden uzakta yeşil kart sağlık güvencesi, depresyon hastalığı ve kardiyovasküler, diyabet ve bunların yanında başka hastalığı olanlar kategorilerinin yer aldığı görülmektedir. Bu durum, bu kategorilerin marjinal frekanslarının diğerlerine göre daha az olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Aytaç, M., Bayram, N. (1999) *Çoklu Karşılık Getirme Analizi ve Öğretim Elemanları Üzerine Bir Uygulama*, Akademisyenlerin Çalışma Yaşamı ve Kariyer Sorunları, Proje No: 99/29
- [2] Behdioğlu, S. (2000), *Çok Değişkenli Veri Yapısının Yorumlanmasında Olumsuzluk Tablolarının Uygunluk Çözümlemesi ve Bir Uygulama*, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı Uygulamalı İstatistik Bilim Dalı. Eskişehir. Doktora Tezi
- [3] Cangür, Ş., Sığırlı, D., Ediz, B., Ercan, İ. ve Kan, İ. (2005). *Türkiye’de Özürlü Grupların Yapısının Çoklu Uyum Analizi ile İncelenmesi*, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 31 (3) 153–157.
- [4] Clausen, S. E., (1998), *Applied Correspondence Analysis: An Introduction*, Sage Publications Inc., USA.

- [5] Etikan, İ., Uysal, M., Sanisoğlu, Y., Dirican, B. (2000). *Uygunluk Analizi ile Kanser Vakalarının Çözümlemesi*, 5. Ulusal Biyoistatistik Kongresi.
- [6] Gifi, A (1990). *Nonlinear Multivariate Analysis*, New York, John Wiley&Sons.
- [7] Greenacre, M. J. (1981). "Practical Correspondence Analysis". *Interpreting Multivariate Data*. (Editor, V. Barnett), John Wiley & Sons. Ltd., Chichester: U.K., s.119-146.
- [8] Greenacre, M. J. (1984). *Theory and Applications of Correspondence Analysis*, London: Academic Press. Inc.
- [9] Greenacre, M. J., Hastie T. (1987). *The Geometric Interpretation of Correspondence Analysis*, *Jasa*, Vol:82, No:398, s.437-447.
- [10] Greenacre, M. J. (1994). "Correspondence Analysis and its Interpretation", *Correspondence Analysis in the Social Sciences:Recent Development and Applications*.(Editors: J. Blasius, M. J. Greenacre), London: Academic Pres Inc. s.3-22.
- [11] Hair, J. F., Anderson, R. E., Tahtam, R. L., Black, W. C., *Multivariate Data Analysis With Readings*, (1998) 5. ed. USA: Prentice Hall.
- [12] Özdamar, K. (2004). *Paket Programlama ile İstatistiksel Veri Analizi-2*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- [13] Seyfullahoğulları, A. (2002). *Uygunluk Analizi ve Tekstil Sektöründe Toplam Kalite Yönetimi Anlayışı Üzerine Bir Uygulama*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri
- [14] Tatlıdil, H. (1996). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*. Ankara: Akademi Matbaası
- [15] Tuna, M., Kiroğlu, G. (1996). *Uygunluk Analizi Üzerine Bir Uygulama*. Araştırma Sempozyumu'96
- [16] Tuna, M. (2001). *Gizli Sınıf ile Basit Uygunluk Analizleri ve Aralarındaki Benzerlikler*. 2.İstatistik Kongresi Anabilim Dalı İstatistik Bilim Dalı. İstanbul. Doktora Tezi