

Örtük Sınıf Analizi ile Bir Örnek Uygulama

Duygu GÜNGÖR CULHA *

Mediha KORKMAZ**

İzmir Üniversitesi

Ege Üniversitesi

Özet

Sosyal bilimlerde doğrudan gözlenemeyen, örtük yapıların analizi pek çok araştırmaya konu olmuştur. En çok bilinen örtük değişken modeli faktör analizi olmakla birlikte, araştırmalara konu olan değişkenler her zaman sürekli yapıda olmayabilirler. Bu durum süresiz değişkenler için örtük değişken modellerine olan ilgiyi arttırmıştır. Örtük sınıf modelleri için kullanılan beklenti-maksimizasyon algoritmasının formülize edilmesi ve bilgisayar yazılımlarında kullanılmaya başlanmasıyla, son yıllarda örtük sınıf analiziyle yapılan çalışma sayısı oldukça artmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, ülkemiz alan yazınında az sayıda bulunan örtük sınıf analizi ile bir çalışma örneği sunmaktır. Çalışmanın katılımcılarını istatistik dersini ilk defa alan 138 psikoloji lisans öğrencisi oluşturmaktadır. İstatistik dersine yönelik tutumların sorulduğu 15 maddelik (tamamen katılıyorum, biraz katılıyorum, hiç katılmıyorum şeklinde 3'lü sıralayıcı ölçekleme düzeyinde) bir anket ile toplanan veriler örtük sınıf analizi ile incelenmiştir. Analizler Latent GOLD 4.5 programı kullanılarak yapılmıştır. Bilgi kriterleri doğrultusunda 3 örtük sınıflı model en fazla bilgi içeren model olarak tespit edilmiştir. Bu modele ait örtük sınıf olasılıkları ve koşullu olasılıklar parametre değerleri ve yorumları sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: süresiz örtük değişken, örtük sınıf modelleri, örtük sınıf kümeleme analizi

Abstract

Latent structures that can not be directly observed have frequently been studied in social sciences. Most popular latent variable model is factor analysis however variables of research may not always be continuous. This situation increased the interest of latent variable models for discrete variables. After expectation-maximization algorithm was formulized and started to use in software programs, there has been a growing body of research with latent class analysis (LCA). Purpose of this study is to present an example of LCA; there are few examples in literature in our country. Participants of the study were 138 psychology students who were taken statistics course first time. Data were collected with a 15 questions (totally agree, mildly agree, don't agree ordinal scaling level) questionnaire and analyzed with latent class analysis. Analyses were performed with Latent GOLD 4.5. 3-class solution was selected as the most informative model based on information criteria. Parameter estimation-latent class probabilities and conditional probabilities- of this model were presented and interpreted.

Key words: discrete latent variable, latent variable models, latent class cluster analysis

Psikolojide araştırmaya konu olan kişilik, zeka, ilgi, tutum gibi pek çok yapı doğrudan gözlemlenemez. Bununla birlikte örneğin, derslerinde başarılı, okuduğunu hemen anlayan öğrencilerin zeki; belli bir dersten hoşlandığını belirten, o dersi eğlenceli bulan, isteyerek çalışan öğrencilerin de o derse karşı olumlu tutumları olduğunu düşünme eğilimindeyizdir. Bu örnekte sunulduğu gibi, bir kişinin isteyerek çalışma ve dersi eğlenceli bulduğunu ifade etme gibi gözlenebilen davranışlarının, o kişiye ait örtük bir yapıdan kaynaklanıp kaynaklanmadığı örtük değişken modelleri (latent variable models) ile incelenmektedir. Bu modellerde örtük, gözlenen ve hata olmak üzere üç temel değişken bulunmaktadır. Gözlenen değişkenler hata ve örtük değişkenler tarafından yordlanır, örtük değişken gözlenen değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklar ancak gözlenen değişkenler örtük değişkenin nedeni değildirler (Collins ve Lanza, 2010). Başka bir deyişle eğer tanımlanabilen bir örtük değişken varsa, gözlenen değişkenler arasındaki ilişki ortadan kalkar ve bu ilişki örtük değişken ya da değişkenlerce açıklanır (Goodman, 2002). Örtük değişken modelleri, değişkenlerin sürekli ya da

* Arş. Gör., İzmir Üniversitesi, Psikoloji Bölümü, duygu.gungor@izmir.edu.tr

** Yrd. Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Psikoloji Bölümü, mediha.korkmaz@ege.edu.tr

süreksiz oluşuna göre 4 temel modelde şu şekilde sınıflandırılmıştır (Bartholomew, Knott ve Moustaki, 2011): (1) *Faktör analizi* (factor analysis); örtük ve gözlenen değişkenler sürekli yapıdadır, (2) *Örtük profil analizi* (latent profile analysis); örtük değişken sürekli, gözlenen değişken süreksiz yapıdadır, (3) *Örtük treyt analizi ya da madde cevap kuramı* (latent trait analysis, item response theory); örtük değişken sürekli, gözlenen değişken süreksiz yapıdadır, (4) *Örtük sınıf analizi* (ÖSA) (latent class analysis); örtük ve gözlenen değişkenler süreksiz yapıdadır. Sosyal bilimlerde en yaygın kullanılan ve bilinen örtük değişken modeli faktör analizidir. Fakat bir araştırmada her zaman elde edilen veriler ve örtük değişken sürekli düzeyde olmayabilir. Geleneksel bir ÖSA'da gözlenen ve örtük değişkenler sınıflayıcı ya da sıralayıcı ölçek düzeyindeki verilerden oluşmaktadır. Ayrıca ÖSA, istatistikçiler tarafından sınırlı karışım modelleri (finite mixture models) olarak tanımlanmakta ve günümüzde bu iki terim birbiri yerine kullanılmaktadır. Bu doğrultuda, örtük değişkenlerden birinin sürekli diğerinin süreksiz ya da gözlenen değişkenlerin bir kısmının sürekli bir kısmının süreksiz yapıda olduğu karışık modellerle de çalışılabilmektedir (Muthén ve Muthén, 2007; Vermunt ve Magidson, 2005).

Geleneksel Örtük Sınıf Analizi

ÖSA ilk olarak Lazarsfeld (1950) tarafından dikotomik maddelerden oluşan tepki örüntülerinin heterojenliğini araştırmak için önerilmiş, 1974'de en çok olabilirlik algoritmasını (maximum likelihood algorithm) da geliştiren Goodman tarafından formüle edilmiştir (Vermunt ve Magidson, 2005). ÖSA'ya konu olan değişkenlerin yapısından kaynaklı, normal dağılım, tek-boyutluluk varsayımları bulunmamakla birlikte, en temel merkezi varsayımı yerel bağımsızlıktır. Bu varsayım göre; gözlenen değişkenler arasındaki ilişki bir örtük değişkenin varlığı ile açıklanabiliyorsa, bu örtük değişken sabit tutulduğunda gözlenen değişkenler istatistiksel olarak birbirinden bağımsız olacaktır (Vermunt ve Magidson, 2004). ÖSA'nın temel amacı bu koşulu sağlayacak örtük değişkenlerin tespit edilmesidir. Geleneksel örtük sınıf analizinin Goodman (2002) tarafından önerilen gösterimi X örtük değişken, A,B ve C gözlenen değişkenler olmak üzere $i=1,2,\dots,I$; $j=1,2,\dots,J$; $k=1,2,\dots,K$; $t=1,2,\dots,T$ için şu şekildedir:

$$\pi_{ijt}^{ABX} = \pi_t^X \pi_{it}^{A/X} \pi_{jt}^{B/X} \quad (1)$$

π_{ijt}^{ABX} = Bir gözlemin, X'in t. sınıfında, A'nın i., B'nin j. kategorisinde olma bileşik (joint) olasılığı;

$\pi_{it}^{A/X}$ = A'nın i. kategorisinde yer alan bir gözlemin, X'in t. sınıfında olma koşullu olasılığı;

$\pi_{jt}^{B/X}$ = B'nin j. kategorisinde yer alan bir gözlemin, X'in t. sınıfında olma koşullu olasılığı;

π_t^X = Bir gözlemin X'in t. sınıfında olma olasılığı.

Önerilen model, gözlenen değişkenlerden elde edilen veri setine uyum sağlıyorsa, en az bir örtük değişken vardır ve bu model yardımıyla T sayıda sınıf tanımlanabilir. ÖSA'da örtük sınıf olasılıkları (latent class probabilities/prevelances) ve koşullu olasılıklar (conditional probabilities/item response prevelances) olmak üzere iki temel parametre tahminlenmektedir (Collins ve Lanza, 2010; McCutcheon,1987; Vermunt ve Magidson,2004). 1 numaralı eşitlikte π_t^X , örtük sınıf olasılıklarını; $\pi_{jt}^{A/X}$ ise koşullu olasılıkları temsil etmektedir. Örtük sınıf olasılıkları, sınıf sayısını ve bu sınıfların yaygınlığını/büyükliğini ifade ederken, her örtük X değişkeni için T sayıda sınıf ve sınıf sayısı kadar özellik ya da ölçek üzerinde tanımlanabilir sınıflar belirlenebilir. Örtük değişkenin en az iki sınıfı vardır, eğer tek sınıfla tanımlanabilir bir model elde edilirse gözlenen değişkenler istatistiksel olarak birbirinden bağımsızdır ve herhangi bir örtük değişken tanımlanamaz. Sınıfların büyüklüğü de bize evrene ait alt gruplar hakkında bilgi verir, iki sınıflı bir modelde bir sınıfın büyüklüğünü bilmek yeterli

olur çünkü tüm örtük sınıf olasılıklarının toplamı 1'e eşittir. Örtük sınıf analizinin bir diğer parametresi olan koşullu olasılıklar faktör analizindeki faktör yüklerine benzetilebilir. Bu parametreler X örtük değişkeninin t sınıfında yer alan bir bireyin/gözlemin, gözlenen değişkenin belli bir seviyesinde olma olasılığını gösterir. Örtük sınıf olasılıkları gibi, koşullu olasılıkların da toplamı 1'e eşittir (McCutcheon,1987).

Alan yazında ÖSA ile yapılan çalışmalar son yıllarda hızla artmakta, eğitim (örneğin; Brown, 2007; Waasdorp ve Bradshaw, 2011; Kayri ve Gökdaş, 2006) ve psikoloji (örneğin; (Bornovalova, Levy, Gratz, ve Lejuez, 2010; Campbell, Morgan-Lopez, Cox ve McLoyd, 2009; Cavanaugh ve diğerleri, 2011; Klonsky ve Olino, 2008; Mallou, Boubeta, Tobio ve Lopez, 2008; Silvia ve Kaufman, 2009) alanlarında örnekler bulunmaktadır. Bu artışın en önemli nedenlerinden biri geliştirilen Mplus, Latent Gold gibi yazılımlarla, pek çok modelin kolayca test edilebilmesidir. Bu yazılımlarla beraber ÖSA olasılıksal, lojistik ve log-lineer formlarda ve açımlayıcı ya da doğrulayıcı olarak çalışabilmektedir (Kankaraş, Moors ve Vermunt, 2010).

Bu çalışmanın amacı geleneksel ÖSA ile psikoloji öğrencilerinin istatistik dersine ilişkin tutumlarını inceleyerek bir örnek uygulama sunmaktır. Bu kapsamda Latent GOLD 4.5 (Vermunt ve Magidson, 2008) programı kullanılarak, istatistik dersine ilişkin tutumlara yönelik anketin verileri üzerinden model tanıtılmış ve bulgular yorumlanmıştır.

Yöntem

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını İzmir ilindeki 2 üniversitede (1 devlet, 1 vakıf) psikoloji lisans eğitimi alan 138 öğrenci oluşturmaktadır. Devlet üniversitesindeki 85 öğrenci 1. sınıf, vakıf üniversitesindeki 53 öğrenci ise 2. sınıfa devam etmekte ve programları gereği "İstatistiğe Giriş" dersini ilk defa almaktadırlar.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada istatistik dersine yönelik tutumları belirlemek amacıyla 15 soruluk bir anket hazırlanıp, kullanılmıştır. 7 olumlu, 8 olumsuz ifadenin sıralayıcı ölçek düzeyinde, tamamen katılıyorum, biraz katılıyorum, hiç katılmıyorum şıklarından biri seçilerek değerlendirildiği anket, her iki grup için de dönemin ilk istatistik dersi başında sınıf oturumunda uygulanmıştır. Anket maddeleri bulgular kısmında, Tablo 2'de sunulmuştur.

İşlem Yolu ve Analizler

Model Seçimi

Açımlayıcı ÖSA'da model seçimi için ilk basamak $T=1$ hipotezinin sınanmasıdır. Buradaki hipotez veri setinin modele uyumlu olduğu yönündedir. Eğer veri seti 1 sınıflı modele uyum sağlıyorsa, gözlenen değişkenler istatistiksel olarak birbirinden bağımsızdır ve herhangi bir örtük değişken aranmaz. Tersine durumda ise; 1'den fazla sınıf olduğuna karar verilir ve hiyerarşik olarak her seferinde sınıf sayısı 1 arttırılarak analizlere devam edilir. Model seçimi için en-çok olabilirlik oran testleri (likelihood ratio test) asimptotik olarak ki-kare dağılımı göstermedikleri için ÖSA'da kullanılmaya her zaman uygun değildirler (Dias, 2006). Bu sınırlılıkla baş etmek için, Akaike bilgi kriteri (AIC), Bayesyen bilgi kriteri (BIC) ve bu iki kriterin farklı türevleri en iyi modelin göstergesi olarak kullanılır. Düşük değerdeki bilgi kriterinin ait olduğu model seçilerek, modele ait parametreler yorumlanır. Dias(2006), yaptığı simülasyon çalışması sonucunda AIC3 bilgi kriterinin yordama gücünün yüksek düzeyde olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada da öncelikle tek sınıflı daha sonra hiyerarşik olarak 6 sınıfa kadar her sınıf test edilmiş, AIC3 ve BIC kriterleri, modellere ilişkin tahminlenen parametre sayısı, serbestlik derecesi bulgular kısmında Tablo 1'de sunulmuştur.

Parametre Yorumları

Latent GOLD programı koşullu olasılıklar ve örtük sınıf olasılıkları parametre tahminlerini olasılıksal olarak sunmakta, böylece sınıf sayıları, büyüklükleri ve bir sınıf üyeliği ile ilgili maddeye verilen cevap olasılıkları üzerinden belli tipolojiler yorumlanabilmekte, ölçek üzerinden ise

maddelerin ait olduğu sınıflar ya da faktörler belirlenebilmektedir. Bu çalışmada olasılıksal parametreler sütun bazında yorumlanmış ve Tablo 2’de sunulmuştur.

Bulgular

Sınıf Sayısının Belirlenmesi

1-6 sınıflı modellerin bilgi kriterleri ve uyum sonuçları Tablo 1’de sunulmuştur. En düşük AIC3 değeri baz alınarak 3 sınıflı modelin veri setine en uygun olduğuna karar verilmiştir. BIC değeri de 3 sınıflı modelde en düşük değerini almıştır. Tüm diğer örtük değişken modellerinde olduğu gibi ÖSA’daki model seçim sürecinde de istatistiksel kriterler, yorumlanabilirlik ve sadelik (parsimony) göz önünde bulundurularak en çok bilgi sağlayan model seçilmektedir.

Tablo 1. 1-6 sınıflı modellerin BIC, AIC3 değerleri

		BIC(LL)	AIC3(LL)	Npar	Sd
Model1	1 Sınıf	3192,35	3137,97	29	102
Model2	2 Sınıf	3007,65	2923,26	45	86
Model3	3 Sınıf	2980,42	2866,04	61	70
Model4	4 Sınıf	3014,4	2870,01	77	54
Model5	5 Sınıf	3050,46	2876,07	93	38
Model6	6 Sınıf	3104,45	2900,05	109	22

Parametre Tahminleri

3 sınıflı modele ait parametre tahminleri Tablo 2’de sunulmuştur. Örtük sınıf olasılıklarına bakıldığında katılımcıların %48’inin 1, %43’ünün 2, % 8’inin de 3 numaralı sınıfta yer aldığı görülmektedir.

Koşullu olasılıklara tabloda yer verilirken cevap örüntülerine göre tamamen katılıyorum, biraz katılıyorum ve hiç katılmıyorum seçeneklerinden 2’si sunulmuştur, sunulmayan seçenek için olasılık değerleri toplam 1 olacağından kolaylıkla hesaplanabilmektedir. Örneğin 14. Madde için, 2. sınıfta yer alanların hiç katılmıyorum deme olasılıkları; $1 - (0 \text{ (tamamen katılıyorum deme olasılığı)} + 0.10 \text{ (biraz katılıyorum deme olasılığı)}) = 0.90$ olarak hesaplanabilir.

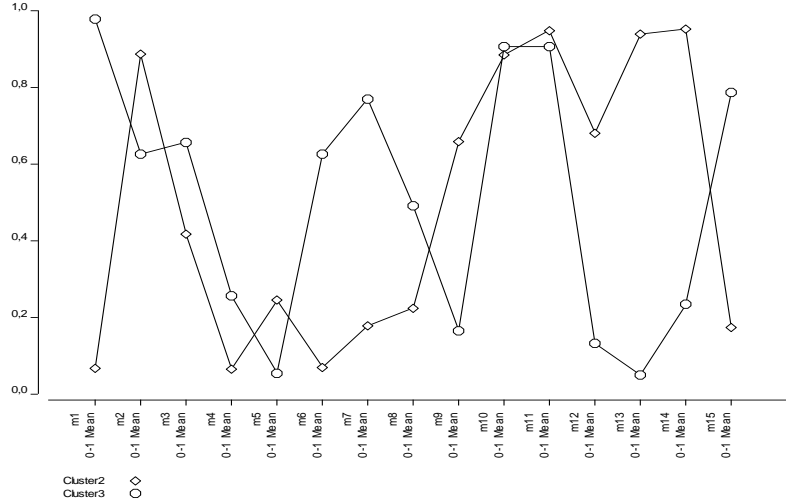
Koşullu olasılıklar incelendiğinde, “İstatistik dersinde işime yarayacak şeyler öğreneceğime inanıyorum” maddesine “hiç katılmıyorum” cevabı veren katılımcı bulunmadığı görülmektedir. 1. sınıfta yer alanların %74’ü, 2. sınıfta yer alanların %93’ü bu maddeye “tamamen katılıyorum” cevabı verme olasılığına sahipken, 3. sınıfta yer alan katılımcıların %98’i “biraz katılıyorum” seçeneğini tercih etme olasılığına sahiptir. “İstatistik dersinde öğrendiklerimi meslek hayatımda kullanacağımı sanmıyorum” maddesine 2. sınıfta yer alan katılımcıların “hiç katılmıyorum” deme olasılıkları .80 iken, bu oran 1. ve 3. sınıfta yer alan katılımcılarda sırasıyla .64 ve .45’e düşmüştür. 3. sınıfta yer alan katılımcıların “tamamen katılıyorum” deme olasılıkları ise .20 oranındadır. “İstatistik dersinde öğrendiklerimi günlük hayatta kullanabileceğime inanıyorum” maddesinde ise “tamamen katılıyorum” deme olasılığı en yüksek olan grup .23 olasılıkla 2. sınıftır. “İstatistik dersinde öğrendiklerimin bilimsel yayınları anlamamda faydası olacağına inanıyorum” maddesine “tamamen katılıyorum” cevabı verenlerden 1. sınıfta yer alanların sınıfın %72’sini 2. sınıfta yer alanlar ise %87’sini oluşturma olasılığındadır. 3. sınıf için ise bu oran %52’dir, bu sınıfta yer alanların “biraz katılıyorum” seçeneğini işaretleme olasılıkları .44 olarak tespit edilmiştir. Katılımcıların bu maddeye “hiç katılmıyorum” deme olasılıkları ise 0’a yakın bulunmuştur (sınıf sırasıyla;.01, .0 ve .03) “İstatistik dersini anlamak için iyi bir matematik bilgisi gerektiğine inanıyorum” maddesine 3. sınıfta yer alanların “tamamen katılıyorum” deme olasılıkları .89’dur, bu oran 1. ve 2. sınıf için .53 ve .52 şeklindedir. Katılımcıların bu maddeye de “hiç katılmıyorum” deme olasılıkları ise 0’a yakın bulunmuştur (sınıf sırasıyla;.01, .01, .0). “İstatistik dersi psikoloji eğitim programında yer almalıdır” maddesine “tamamen katılıyorum” deme olasılığı 1 ve 2. sınıftaki katılımcılarda .68 ve .87 iken, 3.

sınıfta yer alan katılımcıların %72'si “biraz katılıyorum”, %27'si de “hiç katılmıyorum” seçeneklerini tercih etme olasılığına sahiptir. “*İstatistik dersinin ilgimi çekeceğine inanıyorum*” maddesine 2. sınıfta yer alan katılımcıların %65'i “tamamen katılıyorum”, 1. sınıfta yer alan katılımcıların %85'i “biraz katılıyorum”, 3. sınıfta yer alan katılımcıların ise %54'ü “hiç katılmıyorum” cevaplarını verme olasılığındadır. “*İstatistik dersini başaracağıma inanıyorum*” maddesine 2. sınıftaki katılımcıların “tamamen katılıyorum” deme olasılıkları .57 iken, 1 ve 3. sınıfta yer alanların biraz katılıyorum deme olasılıkları .64 ve .71 olarak bulunmuştur. “*İstatistik dersi beni korkutuyor*” maddesine 3. sınıfta yer alan katılımcıların “tamamen katılıyorum” deme olasılıkları .69 iken 1 ve 2. sınıfta yer alan katılımcıların .56 ve .50'dir. Bu maddeye “hiç katılmıyorum” deme olasılığı 2. sınıf için .41 olarak tespit edilmiştir. “*İstatistik bir bilim değildir*” maddesine 3 sınıftaki katılımcılar da “hiç katılmıyorum” cevabı verme eğiliminde bulunmuştur (.75, .81 ve .84). “*İstatistik insanı bilimsel düşünmeye yöneltmez*” maddesi de bir önceki madde ile benzer özellikte olup “hiç katılmıyorum” cevabını seçme olasılıkları sırasıyla .82, .91 ve .85'tir. “*İstatistik ile ilgili yayınlar ilgimi çekmez*” maddesine 3. sınıfta yer alan katılımcıların “tamamen katılıyorum” deme olasılıkları .74 iken 1 ve 2. sınıfta yer alanların “biraz katılıyorum” deme olasılıkları .67 ve .56'dır. 3. sınıfta yer alan katılımcıların %40'ı ise bu maddeye “hiç katılmıyorum” şeklinde cevap verme olasılığına sahiptir. “*Mümkün olsa istatistik yerine başka bir ders alırdım*” maddesi 3. sınıftaki katılımcılar tarafından %90 oranında “tamamen katılıyorum”, 1. sınıftakiler için %66 oranında “biraz katılıyorum” ve 2. sınıftakiler tarafından %88 oranında “hiç katılmıyorum” şeklinde cevaplandırılma olasılığına sahiptir. “*İstatistik sıkıcıdır*” maddesine 1. sınıftakilerin “biraz katılıyorum” deme olasılıkları .89, 2. sınıftakilerin “hiç katılmıyorum” deme olasılıkları .90, 3. sınıftakilerin de “tamamen katılıyorum” deme olasılıkları .54'tür. “*İstatistik dersine isteyerek çalışacağımı düşünüyorum*” maddesine 3. sınıfta yer alanların %58'i “hiç katılmıyorum”, 1. sınıfta yer alanların %76'sı “biraz katılıyorum”, 2. sınıftakilerin ise %66'sı “tamamen katılıyorum” cevaplarını verme olasılığına sahiptir.

Tablo 2'den de izlendiği üzere, sınıf büyüklüğü % 48 olan sınıf 1'in en yüksek olasılıkla “biraz katılıyorum” örüntüsünü sergileyen örtük grup olduğu görülmektedir. Bu örüntü grubun istatistikle ilgili tutumlarında çekimser bir tutum gösterdiklerine işaret etmektedir. Özellikle örneğin; 12. 13. 14. ve 15. maddelerin içerikleri incelendiğinde, istatistik dersine ilgi göstermekte çekimser yanıtlar verdikleri ancak buna karşın genel anlamda istatistik dersinin işlevselliği hakkında olumlu tutum örüntüsü de gösterdikleri tespit edilmiştir. Benzer olarak tüm grubun içerisinde %43 sınıf büyüklüğü ile sınıf 2'nin olumlu tutum ifadeleri için tamamen katılıyorum, olumsuz tutum ifadeleri içinse hiç katılmıyorum yanıt örüntüsünü sergileyen istatistik dersine karşı olumlu tutumu gösteren örtük grup olarak tanımlayabiliriz. örneğin bu grupta “istatistik dersi sıkıcıdır” ya da “mümkün olsa istatistik yerine başka bir ders alırdım” ifadelerine tamamen katılıyorum yanıtını veren hiçbir katılımcı bulunmamaktadır. Benzer şekilde “istatistik dersi psikoloji eğitim programında yer almalıdır” maddesine de hiç katılmıyorum diyen hiçbir katılımcı olmamıştır. Dolayısıyla bu örtük grupta yer alan öğrencilerin dersin önemine ve dersi başaracağına inanan, dersi ilgi çekici bulan bir tutum sergiledikleri söylenebilir. Son olarak 3. örtük grup olumlu tutum sergileyen 2. örtük grubun aksine olumlu ifadelere hiç katılmıyorum, olumsuz ifadelere ise tamamen katılıyorum yanıtını verme eğilimindedirler. Şekil 1'de sunulan bu iki örtük grubun cevap örüntülerine dayalı koşullu olasılık değerlerinin iki ayrı uca ayrıldığı izlenebilmektedir. (Latent Gold programı her örtük grup için grafiği sunabilmektedir, burada yorumlama kolaylığı için sadece bu iki grup sunulmuştur). Bu örtük grubu temsil eden maddeler ise, örneğin” istatistik dersi beni korkutuyor (%69)”, “mümkün olsa istatistik dersi yerine başka bir ders alırdım (%90) ifadelerine tamamen katılıyorum ile ve “istatistik dersinin ilgimi çekeceğine inanıyorum(%54) ifadesine de hiç katılmıyorum cevaplarını vermişlerdir. Grubun %8'ini oluşturan bu son örtük grubun ilgi çekici bir diğer özelliği de “ istatistik dersini anlamak için iyi bir matematik bilgisi gerektiğine inanıyorum” maddesine tamamen katılıyorum deme olasılığı en yüksek grup olmasıdır. Genel anlamda bu son grup istatistik dersi için matematik bilgisi gerektiğine inanan, istatistik dersini sıkıcı ve korkutucu bulan yani istatistik dersine karşı olumsuz tutumları olan grup olarak nitelendirilebilir.

Tablo 2. Olasılıksal olarak hesaplanmış parametre tahminleri (sütun olarak)

Sınıf Büyüklüğü	Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3
Göstergeler	0,48	0,43	0,08
<i>İstatistik dersinde işime yarayacak şeyler öğreneceğime inanıyorum.</i>			
Tamamen Katılıyorum	0,74	0,93	0,02
Biraz Katılıyorum	0,26	0,07	0,98
<i>İstatistik dersinde öğrendiklerimi meslek hayatımda kullanacağımı sanmıyorum.</i>			
Biraz Katılıyorum	0,27	0,17	0,35
Hiç Katılmıyorum	0,64	0,80	0,45
<i>İstatistik dersinde öğrendiklerimi günlük hayatta kullanabileceğime inanıyorum.</i>			
Biraz Katılıyorum	0,66	0,71	0,62
Hiç Katılmıyorum	0,30	0,06	0,34
<i>İstatistik dersinde öğrendiklerimin bilimsel yayınları anlamamda faydası olacağına inanıyorum.</i>			
Tamamen Katılıyorum	0,72	0,87	0,52
Biraz Katılıyorum	0,27	0,13	0,44
<i>İstatistik dersini anlamak için iyi bir matematik bilgisi gerektiğine inanıyorum.</i>			
Tamamen Katılıyorum	0,53	0,52	0,89
Biraz Katılıyorum	0,46	0,47	0,11
<i>İstatistik dersi psikoloji eğitim programında yer almalıdır.</i>			
Tamamen Katılıyorum	0,68	0,87	0,02
Hiç Katılmıyorum	0,00	0,00	0,27
<i>İstatistik dersinin ilgimi çekeceğine inanıyorum.</i>			
Biraz Katılıyorum	0,85	0,35	0,46
Hiç Katılmıyorum	0,02	0,00	0,54
<i>İstatistik dersini başaracağıma inanıyorum.</i>			
Tamamen katılıyorum	0,30	0,57	0,16
Biraz katılıyorum	0,64	0,42	0,71
<i>İstatistik dersi beni korkutuyor.</i>			
Tamamen Katılıyorum	0,27	0,09	0,69
Biraz Katılıyorum	0,56	0,50	0,29
<i>İstatistik bir bilim değildir.</i>			
Biraz Katılıyorum	0,17	0,14	0,12
Hiç Katılmıyorum	0,75	0,81	0,84
<i>İstatistik insanı bilimsel düşünmeye yöneltmez.</i>			
Biraz Katılıyorum	0,13	0,08	0,12
Hiç Katılmıyorum	0,82	0,91	0,85
<i>İstatistik ile ilgili yayınlar ilgimi çekmez.</i>			
Tamamen Katılıyorum	0,21	0,04	0,74
Biraz Katılıyorum	0,67	0,56	0,25
<i>Mümkün olsa istatistik yerine başka bir ders alırdım.</i>			
Tamamen Katılıyorum	0,03	0,00	0,90
Biraz Katılıyorum	0,66	0,12	0,10
<i>İstatistik sıkıcıdır.</i>			
Tamamen Katılıyorum	0,03	0,00	0,54
Biraz Katılıyorum	0,89	0,10	0,46
<i>İstatistik dersine isteyerek çalışacağımı düşünüyorum.</i>			
Biraz Katılıyorum	0,76	0,34	0,42
Hiç Katılmıyorum	0,09	0,00	0,58



Şekil 1. Sınıf 2 ve Sınıf 3'ün Koşullu Olasılık Parametrelerinin Görseli

Tartışma

Bu çalışmada olduğu gibi, birbirine benzeyen özelliklere göre heterojen bir gruptaki homojen alt grupları belirlemek için kullanıldığı haliyle açımlayıcı ve geleneksel ÖSA, kümeleme analizinin gelişmiş halidir ve örtük sınıf kümeleme (latent class cluster) analizi olarak da adlandırılmaktadır (Vermunt ve Magidson, 2002). Sunulan örnekte de öğrencilerin istatistik dersine yönelik heterojen tutumları incelenmiş ve katılımcıların homojen 3 örtük sınıfı bulunan bir yapıyı oluşturduğu tespit edilmiştir. Çok değişkenli bir teknik olarak kümeleme analizi de gözlemleri, katılımcıları, ürünleri vb. benzer özelliklerine göre sınıflandırmada kullanılan bir yöntem olarak bilinmektedir. Kümeleme analizi betimleyici bir analiz yöntemi olmakla birlikte, kuramsal ve çıkarımsal bir analiz yöntemi değildir (Hair ve Black, 2002). Kümeleme analizinin örneklemden evrene genellebilirliği olan istatistiksel bir temeli yoktur ve esasen açımlayıcı bir teknik olarak kullanılır. ÖSA ile kümeleme analizi arasındaki en temel fark ÖSA'nın matematiksel değil istatistiksel bir yöntem olmasıdır (Vermunt ve Magidson, 2002). Kümeleme analizinde benzer gruplar genellikle uzaklık ölçüleri ile hesaplanan matematiksel basamakları içerirken, ÖSA'da beklenti-maksimizasyon algoritması kullanılarak örtük değişkenleri eksik veri olarak modele dahil etmekte ve parametre hesapları bu algoritma ile yapılan istatistiksel basamakları içermektedir (Fraley ve Raftery, 1998).

Kümeleme analizi sonuçları yönteme ve analize dahil edilen verilere bağlıdır, tek ve biricik bir sonuç çıkmaz ve uygun model seçimi keyfidir (Hair ve Black, 2002). Oysa ÖSA'da model seçim süreci en-çok olabilirlik fonksiyonları temel alınarak hesaplanan bilgi kriterleri kullanılarak yapılmakta, pek çok istatistiksel hesap gerektirmekte ve bireylerin/gözlemlerin sınıf üyelikleri bileşik ve koşullu olasılık terimleriyle ifade edilmektedir. Kümeleme amacıyla kullanılan ÖSA'nın diğer bir avantajı sınıflandırma kalitesini gösteren entropi (entropy) istatistiklerini araştırmacıya sunmasıdır.

Bir örtük değişken modeli olarak ÖSA ve hatta kümeleme analizi karmaşık veri setlerini yorumlanabilir daha az sayıda boyuta indirgeme özellikleri ile açımlayıcı faktör analizine benzetilmektedir. Örtük değişken modellerinde gözlenen değişken sistematik ya da rassal ölçme hataları barındırırken, varsayımsal olan örtük değişken ya da değişkenler bu hatalardan arınıktır. Bu noktada örtük değişkenin uygun ölçekleme düzeyinde varsayılması ve dağılımlara uygun analiz yöntemi seçilmesi kritik önem taşımaktadır. Bilindiği üzere geleneksel faktör analizinin çok değişkenli normal dağılım, bağımsız değişkenlerin en az aralıklı ölçek düzeyinde olması ve tek boyutluluk varsayımları bulunmakta ve çoğu araştırmada bu varsayımlar ihlal edilebilmektedir (İstatistiksel analiz paket programlarının "kullanıcı dostu" kolaylıkları araştırmacıları bu varsayımları sınanmadan analiz çıktılarını yorumlamaya sevk etmektedir). Psikoloji araştırmalarında sadece bağımsız değişkenler değil, çoğu zaman örtük yapılar da süreksiz düzeyde olabilmektedir. Bu kapsamda ÖSA'nın araştırmacılara sunduğu en önemli avantajlardan biri örtük değişkenin de süreksiz yapıda

varsayılabilmesi ve tek boyutluluk varsayımına ihtiyaç duyulmamasıdır. Örneğin bu çalışma için tespit edilen 3 sınıf kategorik yapıdadır. Bir öğrenci istatistik dersini seviyor ancak korkuyor olabilir, başka biri hem sevmiyor, hem korkuyor olabilir bir diğeri de hem korkmuyor hem sevmiyordur gibi. Dolayısıyla süreksiz yapıdaki örtük değişkenlerin söz konusu olduğu pek çok incelemede, örtük sınıf modelleri araştırmacılara alternatif analiz yöntemlerini sunmaktadır. Geleneksel ÖSA dışında, örtük sınıf kümeleme analizi ile çeşitli sınırlandırılmış ve doğrulayıcı modeller test etmek, ya da ÖSA ile boylamsal çalışmalar yapılabilir. Ayrıca ÖSA'nın ölçek/test geliştirme çalışmalarında kullanımı doğrulayıcı ya da açılımlayıcı örtük sınıf faktör analizi ve bir bağımlı değişkenin yordanması da örtük sınıf regresyon analizleriyle mümkün olabilmektedir.

Kaynaklar

- Bartholomew, P. M., Knott, M. ve Moustaki, I. (2011). *Latent variable models and factor analysis a unified approach 3rd edition*. West Sussex: John Wiley& Sons, Ltd.
- Bornovalova, M. A., Levy, R., Gratz, K. ve Lejuez, C. W. (2010). Understanding the heterogeneity of BDP symptoms through latent class analysis: initial results and clinical correlates among inner-city substance users. *Psychological Assessment* , 233-245.
- Brown, R. S. (2007). Using latent class analysis to set academic performance standarts. *Educational Assessment* , 283-301.
- Campbell, S. B., Morgan-Lopez, A. A., Cox, M. J. ve McLoyd, V. C. (2009). A latent class analysis of maternal depressive symptoms over 12 years and offspring adjustment in adolescence. *Journal of Abnormal Psychology* , 479-493.
- Cavanaugh, C. E., Messing, J. T., Petras, H., Fowler, B., LaFlair, L., Kub, J. (2011). Patterns of violence against women: A latent class analysis. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*. , doi: 10.1037/a0023314.
- Collins L. M., Lanza S. T. (2010) *Latent class and latent transition analysis with applications in the social, behavioral, and health Sciences*, John Wiley& Sons, Inc., Publication, New Jersey.
- Delucchi, K. L., Matzger, H. ve Weisner, C. (2004). Dependent and problem drinking over 5 years: a latent class growth analysis. *Drug and Alcohol Dependence* , 235-244.
- Dias, J.G., (2006). Latent class analysis and model selection, In Spiliopolou, M.R. Kruse, C. Borgelt, A. Nürnberger, W. Gaul (Ed.), *From data and information analysis to knowledge engineering*, (ss. 95-102) Berlin: Springer- Verlag.
- Fraley, C.ve Raftery, A. E. (1998). How many clusters? Which clustering method? Answers via model-based cluster analysis. *The Computer Journal* , 41:8, 578-588.
- Goodman L., (2002) Latent class analysis In, Hagenaars J., McCutcheon A. (Ed.), *Applied Latent Class Analysis* (ss. 3-55) Cambridge University Press, New York.
- Hair, J. F., Black, W.C. (2002) *Cluster Analysis* In Grimm, L.G., Yarnold, P.R.(Ed.) *Reading and understanding more multivariate statistics* American Psychological Association USA.
- Kankaras, M., Moors, G.B.D. ve Vermunt, J.K. (2010). Testing for measurement invariance with latent class analysis. In E. Davidov, P. Schmidt, & J. Billiet (Ed.), *Cross-cultural analysis. Methods and applications* (ss. 359-384). Taylor & Francis Group: Routledge.
- Kayri, M. ve Gökdaş, İ. (2006). Karışıklı model analiz tekniğinin eğitim bilimleri araştırmalarında uygulanabilirliği üzerine bir araştırma örneği. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri (KUYEB) Dergisi*, 6(3), 753-778.
- Klonsky, D. E., & Olino, T. M. (2008). Identifying clinically distinct subgroups of self-injurers among young adults:a latent class analysis. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* , 22-27 doi:10.1037/0022-006X.76.1.22.
- Laudy, O., Hoijsink, H. (2005) *Applications of Confirmatory Latent Class Analysis in Developmental Psychology*.European Journal of Developmental Psychology 2(1): 1-15.
- Mallou, J. V., Boubeta, A. R., Tobio, T. B., Lopez, C. V. (2008). Application of latent class analysis to the investigation of customer loyalty in service companies. *Methodology* , 87-96.

- McCutcheon, A.L.,(1987) *Latent class analysis*, Beverly Hills: Sage Publications.
- Muthen, L.K. ve Muthen, B.O. (1998-2007). *Mplus statistical analysis with latent variables user's guide*. Fifth Edition. Los Angeles, CA: Muthen&Muthen.
- Silvia, P. J., Kaufman, J. C., Pretz, J.E. (2009). Is creativity domain-specific? Latent class models of creative accomplishments and creative self-descriptions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts* , 139-148 doi:10.1037/a0014940.
- Vermunt, J. K. ve Madigson, J. (2002). Latent class cluster analysis.In Hageaars, J.A., McCutcheon A. L.(Ed.) *Applied latent class analysis* (ss.89-107) Cambridge University Press, New York.
- Vermunt, J. K. ve Madigson, J. (2004). Local Independence. In A. B. M.S. Lewis Beck, *The Sage Encyclopedia of Social Sciences Research Methods* (ss. 732-733). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Vermunt, J.K. ve Magidson, J. (2005). *Latent GOLD 4.0 user's guide*.Belmont, Massachusetts.
- Vermunt, J.K. ve Magidson, J. (2008). Latent GOLD 4.5 [Bilgisayar Yazılımı]. Statistical Innovations Inc. Belmont, Massachusetts.
- Waasdorp, T. E. ve Bradshaw, C. P. (2011). Examining student responses to frequent bullying: a latent class approach. *Journal of Educational Psychology* , 336-352 doi:10.1037/a0022747.