

Açımlayıcı Faktör Analizinde Kullanılan Faktör Çıkartma Yöntemlerinin Karşılaştırılması *

The Comparison of Factor Extraction Methods Used in Exploratory Factor Analysis

Haydar KARAMAN¹, Burcu ATAR², Derya ÇOBANOĞLU AKTAN³

¹Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, karaman28haydar@gmail.com

²Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, buircugulum@gmail.com

³Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, coderya@gmail.com

Makalenin Geliş Tarihi: 27.04.2017

Yayına Kabul Tarihi: 08.12.2017

ÖZ

Bu çalışmanın amacı açımlayıcı faktör analizinde kullanılan faktör çıkartma yöntemlerini açıklanan varyans ve çıkartılan faktör sayısı bakımından çeşitli örneklem büyüklüğü ve ortak varyans düzeyi koşullarına göre karşılaştırmaktır. Bu çalışma bir simülasyon (benzetim) çalışmasıdır. Bu bağlamda çalışmada kullanılacak veriler SAS programı kullanılarak örneklem büyüklüğüne (100, 500), ortak varyans düzeylerine (yüksek [0.6-0.8], geniş [0.2-0.8], düşük [0.2-0.4]), sabit faktör sayısına (3), sabit değişken sayısına (20) göre 1000 replikasyonla korelasyon matrisleri biçiminde üretilmiştir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda ortak varyansı yüksek veya düşük olarak üretilen veri için örneklem büyüklüğü arttıkça, açıklanan varyans miktarı da artmaktadır. Fakat ortak varyansı geniş olarak üretilen veri grubu için örneklem büyüklüğü arttıkça açıklanan toplam varyansın azaldığı görülmüştür. Analiz edilen tüm durumlarda toplam varyansı en yüksek açıklayan yöntemin temel bileşen analizi ve en düşük açıklayan yöntemin ise imaj faktör yöntemi olduğu gözlenmiştir. Faktör yükleri bakımından yapılan karşılaştırmalara göre temel bileşen analizi her durum için en yüksek faktör yükünü çıkartmıştır. Öte yandan imaj faktör yöntemi ise en düşük faktör yükünü çıkartmıştır. Ortak varyansın geniş aralıkta ya da yüksek aralıkta üretildiği veri için yöntemler arasında faktör sayıları bakımından bir farklılık yoktur. Ortak varyansın düşük olduğu ve örneklem büyüklüğünün küçük olduğu gruplar için imaj faktör yöntemi istenilen faktör sayısını çıkartamamıştır. Dolayısıyla örneklem sayısının ve ortak varyansın düşük olduğu gruplar için imaj faktör yönteminin kullanılması önerilmemektedir.

***Anahtar Sözcükler:** Faktör Çıkartma Yöntemleri, Açımlayıcı Faktör Analizi, Faktör Analizi*

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare factor extraction methods used in exploratory factor analysis in terms of variance and factor number according to sample size and the communality level conditions. In this simulation study, data were generated with respect to two levels of sample sizes (100, 500), three levels of communality (high, wide and low), with 20 variables, 3 factors, and

1000 replications by using SAS program. As a result of comparisons, it was found that total explained variance increased when sample size increased for data with high or low communality levels. However, total explained variance decreased when sample size increased, for the data with wide communality level. Component analysis yielded the biggest total explained variance compared to other methods, whereas image analysis yielded the lowest explained variance. The rest of the factor extracting methods provided the similar results to each other. Component analysis produced the biggest factor loadings and image analysis yielded the lowest factor loadings and there was no difference concerning factor loadings for the remaining methods. For the data generated with high and wide communality levels, no difference was observed among the extraction methods in terms of number of factors. However, for data generated with low communality level image analysis didn't extract three factors. Hence, image analysis is not recommended for data with low communality level and low sample sizes.

Keywords: Factor Extraction Methods Exploratory Factor Analysis, Factor Analysis

GİRİŞ

Açımlayıcı faktör analizi (AFA), sosyal bilimlerdeki araştırmalarda en çok kullanılan istatistiksel analiz yöntemlerinin başında gelmektedir. Bütün popülerliğine rağmen, literatürde AFA sonuç raporlarının niteliği hakkında son zamanlarda bazı endişeler bulunmaktadır (Fabrigar, MacCallum, Wegener ve Strahan, 1999). Henson ve Roberts (2006) yaptığı çalışmada faktör analizi ile ilgili yayınları incelemiş ve AFA'nın sonuçlarının uygun bir şekilde raporlaştırılmadığı sonucuna varmışlardır. Henson ve Roberts'ın (2006) ele aldıkları problemlerden bir tanesi, ilgili yayınlarda faktör analizi gerçekleştirilirken hangi faktör çıkartma yönteminin neden tercih edildiğinin belirtilmemesidir. Açımlayıcı faktör analizinde yedi faktör çıkartma yöntemi mevcuttur. Bunlar temel bileşenler analizi yönteminin (TBA), temel eksen faktörler analizi (TEA), maksimum olabilirlik analizi (MO), imaj-faktör analizi (İF), ağırlıklandırılmamış en küçük kareler analizi (AEK), genelleştirilmiş en küçük kareler analizi (GEK) ve alfa analizidir (AF). En sık kullanılan faktör çıkartma yöntemi temel bileşenler analizidir (Büyüköztürk, 2002; Brown 2006; Fabrigar vd., 1999; Gorsuch, 2008; Harman, 1967; Henson ve Roberts, 2006; Hogarty, Hines, Kromrey, Ferron ve Mumford, 2005; Kline, 2005; Maccallum ve Tucker, 1991; Mulaik, 1972; Şencan, 2005; Tatlıdil, 1996; Thompson, 2004; Velicer ve Jackson, 1990a).

Faktör çıkartma yöntemlerinde amaç R (korelasyon) matrisini yeniden üretmek grup bileşenlerini ya da faktörleri hesaplamaktır. Faktör çıkartma tekniklerinde farklı ölçütler kullanılmaktadır. Bu ölçütler, açıklanan varyansı maksimum yapmayı ya da artık korelasyonları minimum yapmayı amaçlamaktadır. Bu tekniklerden temel bileşenler analizi yönteminin (TBA) amacı her bir bileşen için maksimum varyansı çıkarmaktır. Öte yandan temel eksenler analizinin (TEA) amacı ise faktörlerin birbirine dik olduğu yeni bir korelasyon matrisi üretmek ve gizil yapıyı ortaya çıkarmaktır (Tabachnick ve Fidell, 2013; Şencan, 2005).

Faktör çıkartma tekniklerinden maksimum olabilirlik yönteminde, evren parametrelerini örneklem istatistiklerinden tahmin etmek amaçlanır (Gorsuch, 2008; Kline, 1994, Tabachnick ve Fidell, 2013; Thompson, 2004). Bu kestirimi tahmin etmek için örneklem korelasyon matrisinin olasılığını en yüksek yapan faktör yükleri kullanılır (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu yöntemin önemli iki avantajı vardır. İlk avantajı, önerilen modelin uyumluluk indeksinin hesaplanmasına olanak sağlamasıdır. İkinci avantajı ise diğer faktör çıkartma yöntemlerinden farklı olarak faktörler için manidarlık testi sağlamasıdır ve bu sayede araştırmacı kurduğu hipotezle başta kaç tane faktör belirlediyse bu testle hipotezini test edebilir (Cudeck ve O'Dell, 1994). Ayrıca bu sebeple çoklu normallik sağlanan veri grubu için maksimum olabilirlik yönteminin kullanılması önerilir (Fabrigar vd., 1999). TEA ortak ve özgün faktörlerin nasıl ilişkili olduğunu söyler ama bu model, bir araştırmacının bu parçaları herhangi bir veri grubu için nasıl belirleyeceğini göstermez. Dolayısıyla burada özgün ve ortak varyansın belirgin olarak açıklanması için Guttman tarafından imaj faktör yöntemi alternatif bir yöntem olarak sunulmuştur. Bu yöntemde göre bir değişkenin ortak parçası diğer tüm değişkenler tarafından çoklu regresyon yöntemiyle kestirilen parçadır (Mulaik, 1972). İmaj faktör çıkartma yöntemi sonuçları yorumlanırken elde edilen faktör yükleri, değişkenler ile faktörler arasındaki kovaryansı gösterir (Gorsuch, 2008; Tabachnick ve Fidell, 2013). Alfa faktör çıkartma yöntemi ortak faktörlerin güvenilirlik katsayısı olan alfa ya da Kuder Richardson'ı maksimum yapmayı amaçlar (Gorsuch, 2008; Kline, 1994; Tabachnick ve Fidell, 2013). Diğer bir adı "asgari artık" olan ağırlıklandırılmamış en küçük kareler yönteminin

(AEKF) amacı gözlenen ve yeniden üretilen korelasyon matrisleri arasındaki farkların karesini minimum yapmaktır. Sadece matrisin köşegeni dışındaki farklar dikkate alınır ve ortak varyans bu çözümden elde edilir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Genelleştirilmemiş en küçük kareler yöntemi de ağırlıklandırılmamış en küçük kareler yöntemi gibi gözlenen ve üretilen korelasyon matrisleri arasındaki farkın karelerini (köşegen dışı) minimum yapar. Ancak bu yöntemin farkı, değişkenlerin kendi ağırlıklarına sahip olmasıdır. Değişkenlerin diğer değişkenler ile var olan ortak (paylaşılan) varyansı kendi özgün varyanslarına göre daha ağırlıklıdır.

Literatürde temel bileşenler analizini faktör analizinden ayrı bir yöntem olarak değerlendiren araştırmacılar yer almaktadır (Gorsuch,1990; Harman, 1967; Fabrigar vd., 1999; Mulaik 1972; Velicer ve Jackson, 1990a, 1990b). Gorsuch'a (1990) göre birçok faktör çıkartma yöntemi bulunmasına rağmen bunlar genel olarak ortak faktör model (common factor model) ve bileşenler modeli (components model) olmak üzere iki grupta toplanabilir. Bu iki model arasındaki temel fark, ikisinin amaçlarının farklı olmasıdır. Eğer araştırmacının amacı gözlenen değişkenler arasındaki ilişkileri açıklayan gizil değişkenleri anlamaksa ortak faktör modeli; eğer amaç ölçülen değişken üzerindeki varyansı açıklamaksa temel bileşenler analizi kullanılması önerilmektedir (Convary ve Hutcoff, 2003; Fabrigar vd., 1999; Velicer ve Jackson, 1990b). TBA yöntemi değişkenleri grupladığından, değişkenler arasındaki “ortak faktörü” temsil etmez. Çünkü bu yöntemde, ortak faktör analizinde yer alan “ortak varyans”, “hata varyansı” ve “özgün varyans” birbirinden ayrı ayrı olarak değil birlikte hesaplanmaktadır. Temel bileşenler analizinde ortaya çıkan bileşenler arasında yüksek derecede ilişki olması beklenmez, yani bu bileşenler birbirinden bağımsızdır (Şencan, 2005). Snook ve Gorsuch (1989) bu yöntemler arasındaki farkı belirleyen iki temel durum olduğunu ifade etmişlerdir. Bunlar ortak varyansın ve değişkenlerin sayısıdır. Ortak varyans değerlerinin 1 olduğu durumlar için elde edilen sonuçlar büyük oranda birbirine benzerdir. Fakat ortak varyans değerinin düşük olduğu durumlar için temel bileşenler analizinin daha belirgin bir çözüm olduğu söylenebilir (Fabrigar vd., 1999; Gorsuch, 2008; Wideman; 1999). Bu durum bu analizde ortak varyans değerine göre analiz yapılmamasından kaynaklanmaktadır (Gorsuch,

2008). Aynı şekilde Tucker, Koopman ve Linn (1969) temel bileşenler analizinin ve temel eksenler analizinin 20 değişkenin hepsi için ortak varyans değerlerinin yüksek olduğu zaman aynı faktörleri ürettiğini (çıkardığını) belirtmişlerdir.

Her bir yöntemin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır. Fabrigar, Wegener, MacCallum ve Strahan (1999) tarafından yapılan bir çalışma sonucunda, veri grubu çok değişkenli normal dağılım gösteriyorsa, maksimum olabilirlik faktör çıkartma yönteminin en iyi seçenek olduğu belirtilmektedir. Aynı zamanda bu yöntem modelin uyumluluk derecesini belirleyen çeşitli indekslerin hesaplanmasına da olanak sağlar. Fakat veri çok değişkenli normallik göstermiyorsa, bu yöntem karmaşık sonuçlar verebilir (Curran, West ve Finch, 1996). Çok değişkenli normallik özelliği göstermeyen bir durumda kullanılması gereken yöntem temel faktörler analizidir. Ancak bu yöntem modelin uyumluluk derecesini gösteren indeksleri hesaplamak için kullanışlı bir yöntem değildir (Fabrigar vd, 1999). Gorsuch (2008) bazı ortak varyans değerlerinin düşük olduğu ve değişkenlerin sayısının büyük olmadığı (20'den az) durumlarda yöntemler arasında belirgin bir fark olduğunu belirtmiştir.

Literatür incelendiğinde açımlayıcı faktör analizinde kullanılan temel bileşenler analizi (TBA), temel eksen analizi (TEA), maksimum olabilirlik analizi (MO), imaj-faktör analizi (İF), ağırlıklandırılmamış en küçük kareler analizi (AEK), genelleştirilmiş en küçük kareler analizi (GEK) ve alfa analizi (AF) faktör çıkartma yöntemlerinin ayrı ayrı birbirleriyle karşılaştıran çalışmalar mevcut olmakla birlikte bütün yöntemleri bir arada ele alan çalışmalar rastlanmamıştır. Bu çalışmada ilgili faktör çıkartma yöntemleri birlikte ele alındığından literatüre bu alanda katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

Bu bağlamda çalışmanın amacı açımlayıcı faktör analizde kullanılan faktör çıkartma yöntemlerinin örneklem büyüklüğü ve ortak varyans düzeyi koşullarında karşılaştırılmasıdır. Buna göre;

1. Faktör çıkartma yöntemleri arasında, çeşitli örneklem büyüklüğü ve ortak varyans değerleri koşulları altında, açıklanan toplam varyans yüzdesi değerleri bakımından bir fark var mıdır?

2. Faktör çıkartma yöntemleri arasında, çeşitli örneklem büyüklüğü ve ortak varyans değerleri koşulları altında faktör yüklerine ve faktör sayısına göre bir fark var mıdır?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada değişen örneklem büyüklüğü ve ortak varyans değerlerine göre faktör çıkartma yöntemleri arasındaki farkların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, belirlenen koşullara göre korelasyon matrisleri üretilmiştir. Çalışma bu özelliklerinden dolayı bir simülasyon çalışmasıdır. Çalışmada faktör çıkartma yöntemleri farklı koşullarda üretilen simülasyon verileri ile karşılaştırılmıştır

Simülasyon Koşulları

Bu çalışmada değişkenlik gösteren koşullar örneklem büyüklüğü ve ortak varyans değerleridir. Madde sayısı, faktör sayısı ve replikasyon sayısı sabit olarak alınmıştır. Madde sayısı bütün koşullarda 20 olarak alınmıştır. Gorsuch (2008) madde sayısı arttıkça ortak varyans değerlerinin ve kullanılan yöntemlerin etkisinin azalacağını belirtmiş, yöntemler arasındaki farkı gözlemlemek için madde sayısının çok büyük olmamasını (20 veya daha az) önermiştir.

Bir faktörün çok kararlı olabilmesi için en az 3 tane maddeye sahip olması gerekmektedir (Velicer ve Fava, 1998). Literatürde madde sayısının faktör sayısına oranı (n:p) bundan dolayı önem kazanmıştır. Cattell'e (1978) göre bu oranın 3 ile 6 arasında olması gerekir (Akt. MacCallum, Widaman, Zhang ve Hong, 1999). Gorsuch (2008) bu oranın en az 5 olması gerektiğini belirtmişlerdir. Fabrigar vd (1999) n:p 2:1 ile 30:1 arasında olması gerektiğini belirtmiştir. Bu çalışmada 20:3 oranı alınmıştır ve faktör sayısı 3 olarak belirlenmiştir.

Araştırmacıların AFA ile ilgili yaptıkları çalışmalarda minimum örneklem sayısının N=100 ve N=200 olması gerektiği belirtilmiştir (Comrey, 1973, 1988; Gorsuch, 1983; Guilford, 1954; Akt. Velicer ve Fava, 1998). Örneklem sayısının en az 100-200 olarak

belirlenmesinin temel nedeni bu seviyede daha güvenilir sonuçlar elde edilmesinden dolayıdır (Velcer ve Fava, 1998; Maccallum vd, 1999). Bu çalışmada minimum örneklem büyüklüğü 100 olarak alınmıştır. Yöntemler arasındaki farklar incelendiğinden dolayı örneklem büyüklüğü 100 ve 500 olarak ele alınmıştır.

Ortak varyans değerlerinin etkisi faktör analizinde önemli ölçüde yer almaktadır (Coughlin vd., 2013; Fabrigar vd, 1999; Gorsuch, 2008; Hogarty vd, 2005; Maccallum vd., 1999). Düşük ortak varyans değerleri faktör analizi sonuçlarını etkilemektedir. Gorsuch (2008) ortak varyans değerleri 1'e yaklaştıkça faktör çıkartma yöntemleri arasında fark olmadığını, sonuçların benzer olduğunu fakat bu değerler küçüldükçe bu yöntemler arasında fark olabileceğini belirtmiştir. Bu çalışmada ortak varyans değerleri 3 grupta ele alınmıştır (Hogarty vd., 2005; Maccallum vd., 1999). Bunlar düşük, geniş ve yüksek gruptur. Düşük grupta ortak varyans değerleri 0.2 ile 0.4 arasında, geniş grupta 0.2 ile 0.8 arasında, yüksek grupta ise 0.6 ile 0.8 arasında değişmektedir.

Tablo 1. 20 Değişkenli ve 3 Faktörlü Olarak Üretilen Korelasyon Matrisleri İçin Simülasyon Koşulları

Örneklem Büyüklüğü	Ortak Varyans Düzeyi
(Küçük) 100	Yüksek (0.6-0.8)
	Geniş (0.2-0.8)
	Düşük (0.2-0.4)
(Büyük) 500	Yüksek (0.6-0.8)
	Geniş (0.2-0.8)
	Düşük (0.2-0.4)

Bu çalışmada değişkenlik gösteren koşullar örneklem büyüklüğü ve ortak varyans değerleridir. Bu çalışmada Coughlin, Komrey ve Hibbord Coughlin vd. (2013) tarafından üretilen korelasyon matris yöntemi kullanılmıştır. Veri üretme SAS programı ile yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Üretilen her bir korelasyon matrisi SPSS betiği kullanılarak her bir faktör çıkarma yöntemiyle ayrı ayrı faktör analizine tabi tutulmuştur. SPSS standart ayarları kullanılarak veri analiz edilmiştir.

Tabachnick ve Fidell (2013) faktör çıkartma yöntemlerinin döndürme işlemi uygulanarak yorumlanması gerektiğini belirtmektedir. Bundan dolayı yapılan incelemelerde sadece döndürülmüş faktör matrislerine göre maddelerin faktör yükleri karşılaştırılmıştır. Çıkarılan faktör sayısına karar verebilmek için her bir yöntemde döndürülmüş faktör matrisine bakılması gerekir. Faktör sayısını belirlerken çeşitli kurallar kullanılmaktadır. Alanyazında bir faktörün en az 3 madde içermesi gerektiği belirtilmiştir (Maccallum vd, 1999). Faktör yükleri faktörlerin kararlılığını belirtir. Bir faktörün kararlı olabilmesi için en az 3 maddeden oluşması ve faktör yüklerinin de yüksek olması gerekmektedir (Ford, MacCallum ve Tait, 1986; Hogarthy vd; 2005; Maccallum vd, 1999). Bir faktör yükünün minimum 0.30 olması gerekmektedir. Ayrıca bir değişkenin birden fazla faktöre verdiği faktör yükleri arasındaki farkın minimum 0.1 olması gerekmektedir. (Stevens, 2002). Tabachnick ve Fidell'e (2013) göre bir maddenin bir faktöre olan faktör yükünün minimum 0.32 olması gerekmektedir. Bir faktör yükü negatif işaretli de olabilir. Negatif işaretli bir faktör yükü, faktörün söz konusu değişkenle olan ters ilişkisini belirtmektedir (Kline, 1994). Bu çalışmada karşılaştırmayı daha kolay yapabilmek için negatif faktör yükü veren maddeler ilgili faktörlere ait değildir. Bu çalışmada minimum faktör yükü olarak 0.30 ve faktör sayısı için de faktörlerin en az 3 maddeden oluşmasına göre karar verilmiştir. Faktör çıkartma yöntemleri çıkartılan faktör sayısı, faktör yüklerinin büyüklüğü ve açıklanan varyans yüzdelere göre bağlı olarak karşılaştırılmıştır.

BULGULAR

Araştırma Problemi 1: Faktör çıkartma yöntemleri arasında, çeşitli örneklem büyüklüğü ve ortak varyans değerleri koşulları altında, açıklanan toplam varyans yüzdesi değerleri bakımından bir fark var mıdır?

Her bir faktör çıkartma yöntemi için, çalışmadaki simülasyon koşulları altında öz değerler tarafından açıklanan toplam varyans yüzdeleri Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Açıklanan Varyans Yüzdeleri

	Ortak Var.(Yüksek)		Ortak Var.(Geniş)		Ortak Var.(Düşük)	
	N=100	N=500	N=100	N=500	N=100	N=500
TBA	72.359	73.154	58.257	55.418	40.847	41.07
TEA	67.498	68.497	49.997	48.493	30.493	30.99
MO	67.499	68.498	49.998	48.496	30.497	30.994
AF	67.494	68.497	49.994	48.495	30.497	30.991
İF	61.891	62.926	42.788	41.094	21.897	21.953
GEKF	67.499	68.499	49.999	48.497	30.498	30.995
AEKF	67.498	68.497	49.995	48.495	30.495	30.992

TBA: Temel Bileşen Analizi; TEA: Temel Eksen Analizi; MO: Maksimum Olabilirlik; AF: Alfa Faktör Yöntemi; İF: İmaj Faktör Yöntemi; GEK: Genelleştirilmiş En Küçük Kareler; AEKF: Ağırlıklandırılmamış En Küçük Kareler

Tablo 2’ye göre temel bileşenler analizinin çalışmada ele alınan her koşul altında varyansı en çok açıklayan yöntem olduğu görülmektedir. İmaj faktör yönteminin ise her koşulda varyansı en az açıklayan yöntem olduğu gözlenmiştir. Diğer beş yöntem için ise açıklanan toplam varyans değerleri birbirine çok yakın veya eşit olarak elde edilmiştir. Açıklanan toplam varyans yüzdeleri ortak varyans değeri düştükçe azalmaktadır. Faktörlerin açıkladığı en yüksek varyans, ortak varyans aralığının yüksek olarak (0.6 ile 0.8 arasında) üretildiği veri grubu için elde edilmiştir. Tablo 2’ye göre ortak varyansın yüksek ya da düşük olduğu veri grupları için örneklem büyüklüğü arttığında açıklanan toplam varyans artmaktadır. Ancak ortak varyansın geniş aralıkta olduğu (0.2 ile 0.8) veri grubu için örneklem sayısı arttıkça açıklanan toplam varyans azalmasına rağmen aradaki fark büyük değildir.

Araştırma Problemi 2: Faktör çıkartma yöntemleri arasında, çeşitli örneklem büyüklüğü ve ortak varyans değerleri koşulları altında, çıkarılan faktör sayısı ve faktör yüklerine göre bir fark var mıdır?

Döndürülmüş faktör matrisleri için bu bölümde sadece üç yonteme ait faktör yüklerine yer verilmiştir. Bunun nedeni ise, tüm koşullarda imaj faktör yöntemi ve temel bileşen analizi arasında fark bulunması, öte yandan maksimum olabilirlik (MO), temel eksen analizi (TEA), alfa faktör yöntemi (AF), ağırlıklandırılmamış en küçük kareler yöntemi (AEKF), genelleştirilmiş en küçük kareler faktör yöntemlerinin (GEKF) birbirleri ile aynı faktör yüklerini vermiş olmasıdır. Bundan dolayı döndürülmüş faktör matrisleri için bu beş yöntem için faktör yüklerini ayrı ayrı vermek yerine her koşul için bir yöntem örnek olarak tablolarda gösterilmiştir. Ayrıca Tablo 1'deki toplam 6 koşula göre faktör yükleri her bir koşul için karşılaştırılmıştır. Örneklem büyüklüğün 100 ve ortak varyansın geniş ya da küçük olduğu koşullarda yöntemler arasında fark elde edilmiştir.

Küçük örneklem ve ortak varyans değerleri geniş bir aralıkta olan veri grubu için (0.2 ile 0.8 arası) faktör yükleri ve faktör sayısı:

Tablo 3. Döndürülmüş Faktör Matrisi

	TBA			İF			TEA		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	0.688			0.598			0.629		
2	0.499	0.634		0.492	0.535		0.506	0.585	
3	0.462			0.393			0.409		
4	0.819			0.762			0.811		
5			0,824			0.698			0.805
6	0.46	0.518		0.434	0.412		0.448	0.445	
7		0.855			0.717			0.825	
8	0.661		0,374	0.626		0.337	0.652		0.356
9	0.72		0,439	0.679		0.396	0.716		0.429
10			0,67			0.498			0.547
11		0.784			0.619			0.693	
12	0.305		0,556			0.428			0.464
13	0.718		0,446	0.676		0.402	0.713		0.436
14			0,825			0.682			0.774
15	0.395	0.577		0.383	0.455		0.393	0.494	
16	0.845			0.777			0.832		
17		0.757	0.416		0.646	0.37		0.728	0.404
18	0.499			0.415			0.434		
19	0.369		0.364	0.322			0.334		
20	0.684			0.597			0.627		

İncelemeler sonucu elde edilen faktör sayıları bakımından yöntemden yönteme farklılık gözlenmemiştir. Her bir yöntem 3 faktör çıkarmıştır. Döndürülmüş faktör matrisine göre maddelerin hangi faktörlere gittiği incelenmiştir. Bu sonuçlar tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3'e göre en yüksek faktör yükü temel bileşenler analizi yöntemi ile en düşük faktör yükü ise imaj faktör yöntemiyle elde edilmiştir. Diğer yöntemler benzer faktör yükleri çıkartmışlardır. İki faktöre giden 6. maddenin faktör yükleri arasında olması gereken minimum fark kuralına uymadığı için atılması gerekmektedir. Ancak 2 nolu madde yöntemlerin hepsinde 6. madde gibi iki faktöre gitmiştir. Fakat bu sadece temel bileşenler

analizinde faktör yükleri arasındaki farkı 0.1'den büyüktür. Dolayısıyla diğer yöntemlerde bu maddenin atılması gerekirken TBA' da atılmasına gerek yoktur. Tüm yöntemlerde üç faktörde de en az 3 madde yer almaktadır ve tüm yöntemlerde çıkarılan faktör sayısı aynıdır. Ortak varyansı geniş aralıkta olan maddeler için çıkarılan faktör sayısında faktör çıkartma yöntemlerine göre bir fark elde edilmemiştir.

Küçük örneklem ve ortak varyans değerleri düşük aralıkta olan veri grubu için (0.2 ile 0.4 arası) faktör yükleri ve faktör sayısı:

Tablo 4'e göre en yüksek faktör yükü temel bileşenler analizi yöntemi ile en düşük faktör yükü ise imaj faktör yöntemiyle elde edilmiştir. Diğer yöntemler benzer faktör yükleri çıkartmışlardır. Temel bileşenler analizinde maddelerin faktörlere ilişkin faktör yükleri diğer yöntemlere göre büyük elde edilirken imaj analiz yönteminde faktör yükleri en düşük olarak elde edilmiştir.

Faktör sayısına göre yöntemler arasında fark elde edilmiştir. İmaj faktör analizine göre üçüncü boyuta 2 ve 13 nolu maddeler girmiştir. Altıncı madde imaj faktörü yönteminde iki faktöre de gitmiştir fakat faktör yükleri arasındaki fark 0.1'den küçük olduğu için bu analizde çıkarılması gerekir. Dolayısıyla bu yönteme göre faktör sayısında bir değişiklik vardır. Üç faktöre göre üretilen bir veri için düşük ortak varyans değerinde imaj faktörü 3 faktör yerine 2 faktör çıkarmıştır. Başka önemli bir bulgu da imaj faktör yönteminde 4 ve 5. maddeler hiçbir faktöre yük vermemiştir. Son olarak üçüncü faktöre temel bileşen analizinde 5 tane madde gitmiştir ama diğer beş yöntem için bu faktöre 3 madde gitmiştir.

Tablo 4. Döndürülmüş Faktör Matrisi

	TBA			İF			TEA		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1		0.651			0.417			0.531	
2			0.634			0.359			0.544
3	0.653			0.533			0.607		
4	0.341		0.463				0.316		0.314
5			0.65						0.435
6		0.408	0.545		0.383	0.331		0.384	0.48
7	0.661			0.54			0.613		
8		0.634			0.42			0.521	
9	0.618			0.477			0.545		
10	0.69			0.543			0.631		
11	0.59			0.466			0.525		
12	0.465			0.392			0.428		
13			0.666			0.339			0.514
14	0.543			0.438			0.488		
15	0.602			0.472			0.534		
16		0.525			0.345			0.405	
17	0.41			0.334			0.364		
18		0.659			0.41			0.534	
19		0.635			0.417			0.521	
20	0.621			0.475			0.546		

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada yedi farklı faktör çıkartma yöntemi açıkladıkları varyanslar, faktör sayısı ve faktör yükleri bakımından bağıl olarak karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucundan faktör çıkartma yöntemleri arasında farklılıklar gözlenmiştir. Tüm koşullarda maksimum olabilirlik (MO), temel eksen analizi (TEA), alfa faktör yöntemi (AF), ağırlıklandırılmamış en küçük kareler yöntemi (AEKF), genelleştirilmiş en küçük kareler faktör yöntemlerinin (GEKF) birbirleri ile benzer sonuçlar göstermiştir. Araştırmada ele alınan yöntemlerden temel bileşen analizi (TEA) ve imaj faktör yöntemi diğer yöntemlerle en çok farklılık gösteren yöntem olduğu için sonuçlar ve tartışma bu iki faktör çıkartma yöntemi üzerinde yoğunlaşmıştır.

Analizler sonucunda faktörlerin açıkladığı toplam varyans ve her faktörün toplam varyansa olan katkısında yöntemlere göre farklılıklar gözlenmiştir. Açıklanan varyans yüzdesi, ortak varyansı yüksek olarak üretilen 100 ve 500 bireylik veri grupları için diğer veri gruplarına göre daha yüksektir. Ortak varyansı düşük aralıkta üretilen veri için ise açıklanan varyans yüzdesi daha düşüktür. Ayrıca üç ortak varyans koşulu için de varyansı en fazla açıklayan yöntem temel bileşen analizi olurken, varyansı en az açıklayan yöntem imaj faktör yöntemi olmuştur. Toplam varyansın 2/3'ünü açıklayan faktör sayısı, elde edilmek istenen faktör sayısı olarak değerlendirilir. Uygulamada, özellikle davranış bilimlerinde, ölçek geliştirmede sözü edilen miktara ulaşmak genellikle güçtür. Açıklanan varyansın yüksek olması, ilgili kavram ya da yapının o denli iyi ölçüldüğünün bir göstergesi olarak yorumlanır (Büyüköztürk, 2002). Sonuç olarak, temel bileşen analizi ölçülmek istenen yapıda varyansı tüm koşullar altında en çok açıklayan yöntem olurken, imaj faktörü yönteminin ise ölçülmek istenen yapıda varyansı diğer yöntemler kadar iyi açıklamadığı gözlenmiştir. Temel bileşen analizi ve imaj faktör yöntemi haricindeki diğer yöntemler ise birbirine çok yakın sonuçlar vermiştir.

Ortak varyansın düşük olduğu ve örneklem büyüklüğünün 100 olduğu durumlarda çıkarılan faktör sayısı bakımından yöntemler arasında fark elde edilmiştir. İmaj faktör yöntemi bu koşulda 3 faktör çıkaramazken örneklem büyüklüğü 500 olduğunda 3 faktör

çıkarmıştır. Literatürde ortak varyansın düşük olduğu ve faktörlerin fazla kararlı olmadığı veri grupları için örneklem büyüklüğünün etkisi olabileceği belirtilmiştir (Fabrigar vd., 1999; Gorsuch, 2008; Maccallum vd., 1999). Maccallum, vd'ye (1999) göre ortak varyans değerinin düşük olduğu durumlarda büyük örneklemelere ihtiyaç duyulabileceğini de belirtmiştir. İmaj faktör yöntemi ile ilgili bulgular bu yönden literatürde yer alan bu görüşü destekler niteliktedir.

Tabachnick ve Fidell (2013) ortak varyans aralıklarının düşük olduğu durumlarda faktör çıkartma yöntemleri arasında fark olabileceğini belirtmiştir. İmaj faktör yöntemi ortak varyansın düşük olduğu veri için tercih edilmemelidir. Sonuç olarak ortak varyans değerlerine göre oluşturulan verilerde, yöntemler arasında fark bulunmuştur. Snook ve Gorsuch'a (1989) göre ortak faktör analizi ile temel bileşenler analizi arasındaki farkı oluşturan iki etmeden biri ortak varyansın değeridir. Ortak varyans değerlerinin 1 olduğu durumlar için elde edilen sonuçlar birbirine benzerdir. Fakat ortak varyans değerinin düşük olduğu durumlar için temel bileşenler analizinin daha belirgin bir çözüm olduğu söylenebilir (Fabrigar vd., 1999; Gorsuch, 2008). Aynı şekilde Maccallum vd., (1999) faktör analizinde sonuçların daha anlaşılabilir olmasını ortak varyans değerlerine bağlamaktadır. Bu çalışmada ortak varyansın düşük olduğu koşullarda çıkarılan faktör sayılarındaki yöntemler arasında bulunan farklılık literatürde yer alan bu görüşleri desteklemektedir.

Literatür incelendiğinde birçok araştırmacı bu yöntemler arasındaki farkın açımlayıcı faktör analizinde önemsiz olduğunu ve en çok kullanılan yöntemin temel bileşenler analizi olduğunu belirtmişlerdir (Velicer ve Jackson, 1990b). Bu yöntemin en çok tercih edilmesinin nedenlerinden biri faktör yüklerinin büyüklüğünden kaynaklanabilir. Yani, faktör yükleri temel bileşenler analizinde diğer yöntemlere göre daha yüksek olarak elde edilir. Bu yöntemle daha yüksek faktör yükleri elde edilmesi nedeniyle sonuçlar yanıltıcı olabilir. Ancak bu duruma karşın araştırmacılara bu yöntem "daha net" gelmektedir (Glass ve Taylor, 1966; Akt. Snook ve Gorsuch, 1989). Yöntemleri karşılaştırırken daha çok temel bileşenler analizi ve temel eksenler analizi (ortak faktör analizi) arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Literatür incelendiğinde bu iki yöntem arasındaki temel fark,

bileşenler analizinin ortak faktör analizine göre döndürme işlemleri uygulanmadığında daha yüksek faktör yükleri vermesidir (Gorsuch, 2008; Lee ve Comrey, 1979). Bunun temel nedeni bileşenler analizinin ortak ve özgün varyansları ayrı ayrı ele almamasıdır. Velicer ve Jackson (1990b) yaptıkları çalışmada bileşenler analizi ile ortak faktör analizi teknikleri için benzer faktör yükleri olduğunu ve aralarında farkın sadece mevcut veri için çok fazla bileşen ya da faktör olduğu durumda görüldüğünü belirtmişlerdir. Bu durumda temel bileşenler analizinin kullanılması gerektiğini önermişlerdir. Eğer araştırmacının amacı gözlenen değişkenler arasındaki ilişkileri açıklayan gizil değişkenleri anlamaksa ortak faktör modeli; eğer amaç ölçülen değişken üzerindeki varyansı açıklamaksa temel bileşenler analizi kullanılması önerilmektedir (Conway ve Hutcoff, 2003; Fabrigar vd., 1999; Velicer ve Jackson, 1990b).

Tüm durumlar için bakıldığında yöntemler arasında temel bileşenler analizi ile imaj faktörü arasında farklar elde edilmiştir. İleride yapılacak araştırmalarda bu araştırmanın bulguları doğrultusunda bu iki yöntem arasındaki farkların daha fazla koşul eklenerek araştırılması önerilmektedir. Bu koşullar, farklı faktör sayısı, farklı madde sayıları, farklı örneklem büyüklükleri olabilir. Son olarak ortak varyansın düşük olduğu durumlarda hem örneklem hem de yöntemler arasında fark olduğu gözlenmiştir. Fakat bu farkların neden kaynaklandığı belirtilmemiştir. Sosyal bilimlerde sıkça karşılaşılan çarpık dağılımına uygun simülatif verilerde faktör çıkartma yöntemlerinin performansları karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

- Büyüköztürk, Ş. (2002). Faktör analizi: Temel kavramlar ve ölçek geliştirmede kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 32, 470-483.
- Brown, T.A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research* (First Edition). NY: Guilford Publications.
- Comrey, A. L. & Lee, H. B. (1973). *A first course in factor analysis*. New York: Academic Press.
- Conway, J. M., & Huffcutt, A. I. (2003). A review and evaluation of exploratory factor analysis practices in organizational research. *Organizational Research Methods*, 6, 147- 168.
- Coughlin, K. B., Kromrey, J. & Hibbard, S. (2013, October). *Using predetermined factor structures to simulate a variety of data conditions*. Paper presented at the annual meeting of South East SAS User Group, Florida.
- Cudeck, R. & O'Dell, L. L. (1994). Application of standard error estimates in unrestricted factor analysis: Significance tests for factor loadings and correlations. *Psychological Bulletin*, 115(3), 475-487.
- Curran, P. J., West, S. G. & Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, 1(1), 16-29.
- Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R. C. & Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*, 4(3), 272-299.
- Ford, J. K., MacCallum, R. C. & Tait, M. (1986). The applications of exploratory factor analysis in applied psychology: A critical review and analysis. *Personnel Psychology*, 39, 291-314.
- Gorsuch, R. L. (2008). *Factor analysis* (Second Edition). New York: Psychology Press.
- Harman, H.H. (1967). *Modern factor analysis*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Henson, R. K. & Roberts, J. K. (2006). Exploratory factor analysis in published research: Common errors and some comment on improved practice. *Educational and Psychological Measurement*, 66(3), 393-416.

- Hogarty, K. Y., Hines, C. V., Kromrey, J. D., Ferron, J. M. & Mumford, K. R. (2005). The quality of factor solutions in exploratory factor analysis: The influence of sample size, communality and overdetermination. *Educational and Psychological Measurement*, 65, 202-226.
- Kline, P. (1994). *An easy guide to factor analysis*. New York: Routledge.
- Kline, R. B. (2005). *Principle and practice of structural equation modelling* (Second Edition). New York: The Guilford Press.
- Lee, H. B. & Comrey, A. L. (1979). Distortions in a commonly used factor analytic procedure. *Multivariate Behavioral Research*, 14, 301- 321.
- MacCallum, R. C. & Tucker, L. R. (1991). Representing sources of error in common-factor model; Implications for theory and practice. *Quantitative Methods in Psychology. Psychological Bulletin*, 109(3), 502-511.
- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Zhang, S., & Hong, S. (1999). Sample size in factor analysis. *Psychological Methods*, 4, 84-99.
- Mulaik, S. A. (1972). *The foundations of factor analysis*. USA: McGraw-Hill Inc.
- Snook, S. C. & Gorsuch, R. L. (1989). Component analysis versus common factor-analysis: A monte carlo study. *Psychological Bulletin*, 106(1), 148-154.
- Stevens, J. P. (2002). *Applied multivariate statistics for the social sciences* (Fourth Edition). New Jersey: Lawrance Erlbaum Association..
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik* (Birinci Baskı). Ankara: Seçkin Yayınları.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (Sixth Edition). USA: Pearson Education Limited.
- Tatlıdil, H. (1992). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel analiz* (Birinci Baskı). Ankara: Engin Yayınları.
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications* (First Edition). Washington: American Psychological Association.
- Tucker, L. R., Koopman, R. F. & Linn, R. L. (1969). Evaluation of factor analytic research procedures by means of simulated correlation matrices. *Psychometrika*, 34, 421-459.

- Velicer, W. F. & Fava, J. L. (1998). Effects of variable and subject sampling on factor pattern recovery. *Psychological Methods*, 3(2), 231-251.
- Velicer, W. F. & Jackson, D. N. (1990a). Component analysis versus common factor analysis: Some issues in selecting an appropriate procedure. *Multivariate Behavioral Research*, 25, 1-28.
- Velicer, W. F. & Jackson, D. N. (1990b). Component analysis versus common factor analysis: Some further observations. *Multivariate Behavioral Research*, 25(1), 97-114.

SUMMARY

Exploratory factor analysis (EFA) has been one of the most widely used statistical procedures in psychological and educational research. The use of factor analysis in psychological research has often been also criticized (Fabrigar, Wegener, MacCallum and Strahan, 1999). According to Henson and Roberts (2006) in many articles that included factor analysis, researchers generally didn't mention the reasons of their choice of factor extraction method. Moreover, these researchers generally preferred to use principal component analysis because it was considered mostly used technique in exploratory factor analysis.

One of the issues when conducting exploratory factor analysis is the selection of extraction method to be used. The decision about the selection of extraction models can have important effect on research results (Ford, MacCallum and Tait, 1986). According to Castello and Osborne (2006) there is little difference between factor extraction methods and principal component analysis that has been widely used method as extraction method. On the other hand, Gorsuch (2008) states that there may be some difference between techniques according to the communality values. That is, techniques may have similar results when these values close to 1 but when it decreases, these techniques may have different results.

There are seven factor extraction methods in exploratory factor analysis. They are principal component analysis, principal axis factoring, maximum likelihood analysis, image factoring, unweighted least squares and generalized least square and alpha factoring. The mostly used technique is principal component analysis as factor extraction method (Büyükoztürk, 2002; Brown 2006; Fabrigar vd., 1999; Gorsuch, 1983; Thompson, 2004; Harman, 1967; Hogarty vd., 2005; Henson ve Roberts, 2006; Kline, 2005; Tucker ve MacCallum, 1991; Mulaik, 1972; Şencan, 2005; Tatlıdil, 1996; Velicer ve Jackson, 1990).

The purpose of this study is to examine whether there is difference or similarities between different seven factor extraction methods with respect to two sample size ($N=100$ and $N=500$) and three communality level as low (0.2 to 0.6) , medium (0.2 to 0.8) and high (0.6 to 0.8).

In this simulation study, Monte Carlo simulation procedure was used to generate data. Random samples can be taken under control and they are generated according to given population conditions for Monte Carlo study (Hogarty, Hines, Kromrey, Ferron and Mumford, 2005). Matrices held by using in this way can provide quite good construct and they can be used in other simulation studies. Correlation matrices was generated with respect to two levels of sample sizes (100, 500), three levels of communality (high, wide

and low), with 20 variables, 3 factors, and 1000 replications by using SAS program. The syntax for generation the data was developed by Coughlin, Komrey and Hibbord (2013). Then, these generated matrices were analyzed by using SPSS syntax and the differences among extraction methods in terms of explained total variance and number of factor and factor loadings after rotation were investigated. In this study, the number of iteration is selected as 25 and varimax rotation which is mostly used rotation method in orthogonal rotation is selected as rotation method. Factor loadings greater than .30 are taken into consideration for analysis.

Firstly, the explained variance was compared for all factor extraction methods and it has been found that for high (from 0.6 to 0.8) or low communality levels (from 0.2 to 0.4), when sample size increased, total explained variance also increased. However, total explained variance decreased when sample size increased, for the condition in which data was generated with respect to wide communality level (from 0.2 to 0.8). In addition, the principle component analysis yielded the biggest total explained variance compared to other methods, whereas image analysis yielded the lowest explained variance. The other factor extracting methods provided the similar results to each other.

The comparisons were also made for factor loadings. Principle component analysis yielded the biggest factor loadings and image analysis yielded the lowest factor loadings and there was no difference in terms of the factor loadings for the remaining methods. For the data generated with high and wide communality levels, no difference was observed among the extraction methods in terms of the number of factors. The difference among them in these conditions was just numerical. However, for data generated with low communality level, a difference between methods was found. That is, image analysis didn't extract the same number factors. Hence, image analysis is not recommended for data with low communality level and low sample sizes. For future studies, it is suggested that component analysis and image analysis should be studied for different simulation conditions.