



MODEL BELİRLEMESİ, ÖRNEKLEM HACMİ VE TAHMİN YÖNTEMİNİN YAPISAL EŞİTLİK MODELLERİ UYUM ÖLÇÜTLERİNE ETKİSİ¹

Rana ŞEN

Arş. Gör. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, ranasen@ogu.edu.tr

Veysel YILMAZ

Prof. Dr. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, vyilmaz@ogu.edu.tr

ÖZET: Yapısal Eşitlik modelleri (YEM), ortaya çıkışı 1970'lere dayanan yeni bir metottur. Birçok araştırmacı tarafından, psikolojide, sosyolojide, biyolojide, eğitim araştırmalarında, politik bilimlerde ve pazarlama araştırmalarında kullanılmaktadır. YEM gözlenen değişkenlerin lineer bileşimi olarak yazılabilen çok sayıda içsel ve dışsal gizil değişkeni birlikte ele alan bir modelleme yöntemidir. Bu yüzden, YEM araştırmalarında model uyumunun değerlendirilmesi zorlu bir konudur. YEM'de model uyumunun deneysel olarak değerlendirilmesi ve istatistiksel tahminlerin elde edilmesinde Monte Carlo (MC) simülasyonu yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, model belirlemesinin, örneklem hacminin ve tahmin yönteminin YEM'de kullanılan uyum ölçütlerine etkisi, bir MC simülasyonu düzenlenerek araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapısal Eşitlik Modellemesi, Uyum Ölçütleri, Model Belirlemesi, Monte Carlo Simülasyonu.

EFFECTS OF MODEL MISSPECIFICATION, SAMPLE SIZE AND ESTIMATION METHODS ON STRUCTURAL EQUATION MODELING FIT INDICES

ABSTRACT: Structural Equation Modeling (SEM) is a relatively new method, having its roots in the 1970s. Most applications have been in psychology, sociology, the biological sciences, educational research, political science, and market research. SEM is a modeling technique that can handle a large number of endogenous and exogenous variables, as well as latent variables specified as linear combinations of the observed variables. Because of this reason, the assessment of model fit in structural equation modeling (SEM) has long been a difficult issue in SEM applications. The use of Monte Carlo (MC) simulations for empirical assessment of statistical estimators and model fit is becoming more common in structural equation modeling. In this study, a Monte Carlo simulation study was conducted to investigate the effects on structural equation modeling (SEM) fit indices of, model specification, sample size and estimation method.

239

Keywords: Structural Equation Modeling, Fit Indices, Model Misspecification, Monte Carlo Simulation

GİRİŞ

Yapısal Eşitlik Modelleri (YEM), gözlenen (observed) ve gizil (latent) değişkenleri beraber ele alan çok değişkenli istatistiksel bir yöntemdir.

YEM, gizil değişkenler arasında nedensellik yapısının var olduğunu ve gizil değişkenlerin gözlenen değişkenler aracılığıyla ölçülebildiğini varsayar (Yılmaz, 2004). Ayrıca YEM, dolaylı ve doğrudan etkileri birlikte ele alarak önerilen modelin test edilmesini ve geliştirilmesini sağlar (Kline, 2005; Raykov and Marcoulides, 2006). YEM'de modelin yanlış belirlenmesi, örneklem hacminin büyüklüğü ve kullanılan parametre tahmin yöntemi gibi faktörler önerilen modelin uyum düzeyini yakından etkilemektedir. YEM'de verinin önerilen modele uyumu hesaplanan çeşitli uyum ölçütleri ile değerlendirilir. Bu uyum ölçütleri yukarıda ifade edilen faktörlerinden etkilenmektedir. Bu çalışmada, bahsedilen faktörlerin model uyumunu etkileme düzeyi simülasyon çalışmasıyla belirlenmeye çalışılmıştır.

YEM'de model uyumunun değerlendirilmesinde kullanılan uyum ölçütleri, son yıllarda teorik ve deneysel çalışmaların odak noktası olmuştur (Fan and Sivo, 2005). Uyum ölçütlerinin performansları, örneklem hacmi, tahmin

¹ Bu makale Arş.Gör.Rana Şen'in Prof.Dr.Veysel Yılmaz'ın danışmanlığında yaptığı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.



yöntemi, modelin doğru ya da yanlış belirlenmesi, normallik varsayımlarının sağlanıp sağlanamaması durumlarına göre çeşitli simülasyon çalışmalarıyla incelenmiştir. YEM çalışmalarında, özellikle son yıllarda sıkça rastladığımız MC simülasyonu, belirli şartlar altında uyum ölçütlerinin performanslarının değerlendirilmesi amacıyla veri üretiminde kullanılan bir simülasyon yöntemidir (Paxton et.al., 2001).

Daha önceki çalışmalarda, örneklem hacmi, tahmin yöntemi, model belirlemesi ve farklı veri setleri gibi durumların uyum indeksleri üzerine etkisi araştırılmıştır (Gerbing and Anderson, 1993; Marsh, et.al., 1996; Fan and Wang, 1998; Fan, et.al., 1999). Daha sonra benzer çalışmalar, Monte Carlo simülasyonuna doğru kaymıştır (Hu and Bentler 1998, 1999; Yu and Muthen, 2002; Enders and Finley, 2003 gibi). Bu alandaki en etkili çalışmalar Hu and Bentler (1998, 1999) tarafından yapılmıştır. Monte Carlo simülasyonuna dayanan diğer çalışmalar (Enders and Finley, 2003; Fan and Sivo, 2005; Marsh, et. al., 2004; Sivo, et. al., 2006), bazı potansiyel sorunlara dikkat çekmiş ve sonuçlarını Hu and Bentler (1998, 1999)'in bulduğu bulgularla ilişkilendirmişlerdir.

Bearden ve arkadaşları (1982), çalışmasında her biri üç gözlenen değişkenden oluşan iki (bir içsel bir dışsal) gizil değişkenli ve dört gizil (iki içsel iki dışsal) değişkenli iki model ele almışlardır. Simülasyon, 25, 50, 75, 100, 500, 1000, 2500, 5000 ve 10000 örneklem hacimlerinde, normallik varsayımı altında, ML yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

La Du and Tanaka (1989), yaptıkları simülasyon çalışmada, bilinen bir kitle modelinden yararlanarak, öncelikle normallik varsayımı altında, 35, 100 ve 300 örneklem hacimlerinde, ML ve GLS tahmin yöntemlerini kullanarak, model belirlemenin üç farklı durumu için (doğru model, yanlış model, aşırı yanlış model) her biri üç gözlenen değişken tarafından açıklanan iki gizil değişkenli (biri içsel biri dışsal) modeli ele almışlardır. Daha sonra, yine aynı koşullar altında sadece verilerin dağılımını normalden uzaklaştırarak örneklem hacminin 70, 200, 600 olduğu durumu ele almışlardır. Modelin uyumunun değerlendirilmesinde, NFI ve GFI uyum indekslerini kullanılmıştır.

240

Mulaik ve arkadaşları (1989), yaptıkları çalışmada, altı farklı model belirleme durumunu (sırasıyla, null model, ilişkisiz model, yanlış model, doğru model, ölçüm modeli ve doymuş (saturated) model) ele almışlardır. Bu modelleri χ^2/sd ve NFI, PNFI, NFI2, PNFI2, GFI, PGFI, AGFI, AIC uyum indeksleri yardımıyla değerlendirmişlerdir.

Bentler (1990), yaptığı simülasyon çalışmasında, her biri iki gözlenen değişkenden oluşan bir dışsal ve iki içsel gizil değişkenli modeli ele almışlardır. Normallik varsayımı altında, ML tahmin yöntemi kullanılarak, 50, 100, 200, 400, 800 ve 1600 örneklem hacimlerinde, modelin doğru ve yanlış belirlendiği durumlar ayrı ayrı dikkate alınarak, karşılaştırmalı (comperative) uyum ölçütleri (CFI, FI, NFI, NNFI, CFIW, FIW, NFIW, NNFIW)'nin performansları değerlendirilmiştir.

Fan ve diğerleri (1999)'nin çalışmasında χ^2 , GFI, AGFI, CFI, NNFI, NFI, IFI, Rho1, CENTRA ve RMSEA uyum indekslerini ML ve GLS yöntemlerine göre değerlendirmişlerdir. Çalışmada doğru model, az yanlış (slightly misspecified) model ve orta derecede yanlış (moderately misspecified) model olmak üzere 3 durum ele alınmıştır. Örneklem hacmi 50 ila 1000 arasında değişmektedir.

Schermelleh-Engel ve arkadaşları (2003), yaptıkları simülasyon çalışmasında, ikisi doğru, ikisi yanlış model olmak üzere dört model kullanmışlardır. Çalışmada kullanılan parametre tahmin yöntemleri En Çok Olabilirlik (Maximum Likelihood - ML) ve Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler (Weighted Least Squares - WLS)'dir. Örneklem hacmi sabit ve 200 olarak alınmıştır.

Fan ve Fan (2005), çalışmasında, ML ve GLS tahmin yöntemlerini kullanarak, model belirlenmesini doğru ve yanlış model olarak ele almışlar ve 100, 200, 500 ve 1000 örneklem hacimlerinde simülasyonu tasarlamışlardır. Ayrıca verilerin normal dağıldığı ve normal dağılmadığı durumları ele almışlardır. Uyum indekslerinin performanslarını bu kriterlere göre değerlendirilmiştir.

Fan ve Sivo (2007), yaptıkları çalışmada, 3 farklı model kullanmışlardır. Bunlardan ikisi DFA (Doğrulayıcı Faktör Analizi) modeli iken, biri YEM modelidir. Her bir model, model belirlemenin 3 farklı durumuna (doğru model, yanlış model, aşırı yanlış model) göre ele alınmıştır. Çalışmanın devamında bir DFA ve bir YEM modeli daha çalışmaya



eklenmiştir. Veriler çok değişkenli normal dağılımdan üretilmiş ve parametre tahmin yöntemi olarak ML kullanılmıştır. Örneklem hacmi, 100 ile 1000 arasında 100'er birim aralıklarla değişen 10 durum olarak ele alınmıştır.

Mahler (2011), yaptığı çalışmada, YEM'de kullanılan uyum indekslerinin, davranışlarını, model belirlemesi ve değişkenlerin durumlarına göre değerlendirmiştir. Tek gizil değişkenli, iki gizil değişkenli ve üç gizil değişkenli farklı faktör yüklerine sahip DFA modelleri ele alınmıştır.

Bu çalışmada amaç, normallik varsayımı altında, model belirlemesi, tahmin yöntemi ve örneklem hamine göre, YEM'de en sık kullanılan uyum indekslerinin performanslarını değerlendirmektir. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı, uyum ölçütlerini etkileyen üç faktörün birden ele alınması ve en çok kullanılan 11 uyum ölçütünün bu faktörler açısından değerlendirilmesidir. Bu değerlendirmenin, okuyucuya hangi durumda hangi uyum ölçütünün kullanılması gerektiği hakkında yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

YÖNTEM

Yapısal Eşitlik Modelleri

Yapısal eşitlik modelleri, yapısal modelin ve ölçüm modelinin birleşiminden oluşur. Yapısal model, gizil değişkenler arasındaki ilişkileri özetleyen yapısal eşitlikleri içerir. Modelde yer alan tüm yapısal eşitlikler yapısal ilişkileri tanımlar. Yapısal model, matris notasyonuyla, Eşitlik 1'de verildiği gibidir (Sharma, 1996; Bollen, 1989; Kaplan, 2000).

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (1)$$

Eşitlik 1'de m: içsel gizil değişken sayısı, n: dışsal gizil değişken sayısı olmak üzere, η : $m \times 1$ boyutlu içsel gizil değişken vektörünü, B : $m \times m$ boyutlu, ana diagonalı sıfır olan içsel gizil değişkenler arasındaki katsayılar matrisini, Γ : $m \times n$ dışsal gizil değişkenlerle içsel gizil değişkenler arasındaki katsayılar matrisini, ξ : $n \times 1$ boyutlu dışsal gizil değişken vektörünü, ζ : $m \times 1$ boyutlu gizil hata terimleri vektörünü göstermektedir.

Yapısal modele ait varsayımlar: $E(\eta) = 0$, $E(\xi) = 0$, $E(\zeta) = 0$, $(1 - B)$ tekil olmayan matris, ξ ile ζ 'ler ilişkisiz ve $Var(\zeta_i)$ 'ler sabit. Yapısal modelin eşitliklerle gösterimi Eşitlik 2'de verildiği gibidir.

$$\eta_1 = \gamma_{11} + \xi_1 + \zeta_1 \quad (2)$$

$$\eta_2 = \beta_{21}\eta_1 + \gamma_{21}\xi_2 + \zeta_2 \quad (3)$$

Ölçüm modeli ise, gözlenen değişkenlerle bağlı oldukları gizil değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlayan eşitlikleri içerir. Ölçüm modeli, matris notasyonuyla Eşitlik 4 ve Eşitlik 5'de verildiği gibidir.

$$Y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \quad (4)$$

$$X = \Lambda_x \xi + \delta \quad (5)$$

Eşitlik 4 ve Eşitlik 5'de, p: içsel gizil değişkenlerin ölçümünde kullanılan gözlenen değişken sayısı, q: dışsal gizil değişkenlerin ölçümünde kullanılan gözlenen değişken sayısı olmak üzere, Y : $p \times 1$ boyutlu içsel gizil değişkenlere ait gözlenen değişkenler vektörünü, Λ_y : $p \times m$ boyutlu içsel gizil değişkenlere ait gözlenen değişkenlerin katsayılar matrisini (faktör yükleri ya da yapısal katsayılar matrisi), ε : $p \times 1$ boyutlu içsel gizil değişkenlere ait gözlenen değişkenlerin hata vektörünü, X : $q \times 1$ boyutlu dışsal gizil değişkenlere ait gözlenen değişkenler vektörünü, Λ_x : $q \times n$ boyutlu dışsal gizil değişkenlere ait gözlenen değişkenlerin katsayılar matrisini (faktör yükleri ya da yapısal katsayılar matrisi), δ : $q \times 1$ boyutlu dışsal gizil değişkenlere ait gözlenen değişkenlerin hata vektörünü göstermektedir.

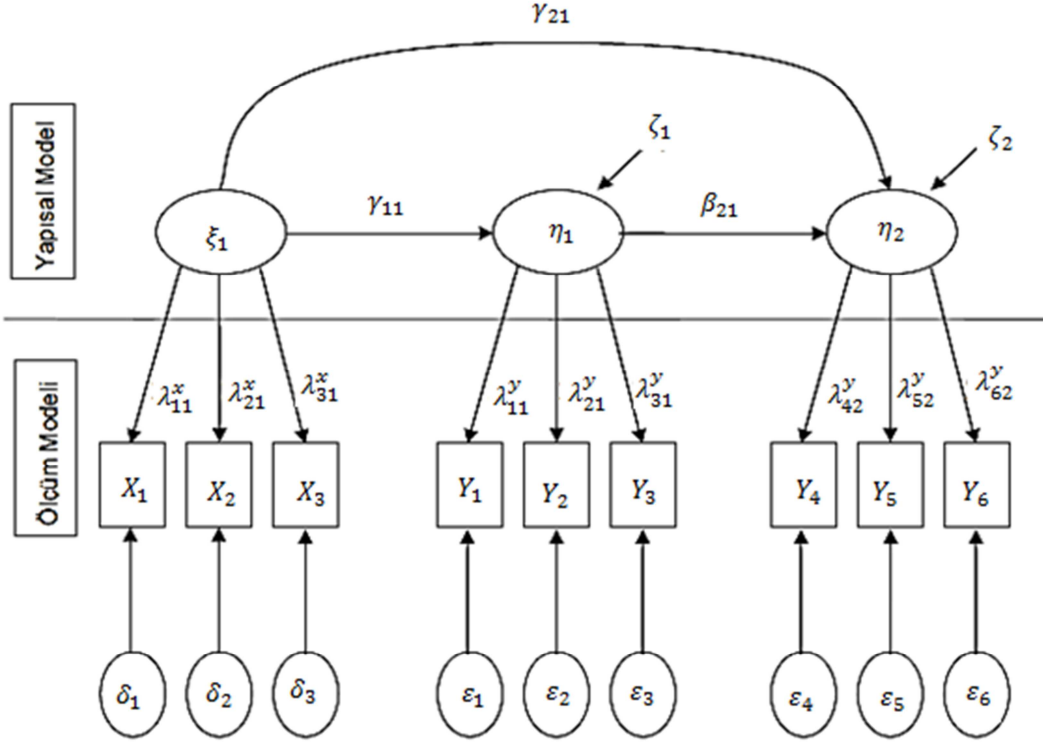
Ölçüm modeline ait varsayımlar: $E(\eta) = 0$, $E(\xi) = 0$, $E(\varepsilon) = 0$, $E(\delta) = 0$, ε ile δ , ξ ve η 'lar ve δ ile ε , ξ ve η 'lar ilişkisiz. Ölçüm modelinin eşitliklerle gösterimi Eşitlik 6-8 'de verildiği gibidir.

$$X_1 = \lambda_{11}^x \xi_1 + \delta_1 \quad (6)$$

$$X_2 = \lambda_{21}^x \xi_1 + \delta_2 \quad (7)$$

$$X_3 = \lambda_{31}^x \xi_1 + \delta_3 \quad (8)$$

Görsel gösterimle, yapısal modelden ve ölçüm modelinden oluşan bir yapısal eşitlik modeli örneği Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 1. Bir Yapısal Eşitlik Modeli Örneği

Yapısal Eşitlik Modellerinde Monte Carlo Simülasyonu

YEM'de, MC simülasyonu, örneklem hacmi, model karmaşıklığı, model belirlemesi, değişkenlerin dağılımları ve tahmin yöntemleri gibi model uyumunu etkileyen faktörlerin farklı kombinasyonları söz konusu olduğunda, uyum ölçütlerinin değerlendirilmesi için mükemmel bir yöntemdir. MC simülasyonunda ele alınacak sayısız faktörle, söz konusu birçok durum değerlendirilebilir. Bu sebeple, MC simülasyonun YEM araştırmalarında kullanımı hızlı bir şekilde artmıştır (Paxton et.al., 2001).

Monte Carlo simülasyonun amacı, teorik olarak desteklenen araştırma sorusuyla deneysel dizayn arasındaki optimal eşleşmeyi veren yapıyı (modeli) elde etmektir. Bu yüzden, öncelikle, çalışmanın amacı kapsamında geliştirilen araştırma sorusu belirlenecek ve ardından bu amacı temsil eden model ortaya konulacaktır.

Bu çalışmada izlenecek yol, sırasıyla, çalışmanın amacının amacına uygun modelin oluşturulması, oluşturulan modele ilişkin deneysel şartların belirlenmesi, belirlenen şartlar altında simülasyonun çalışmasının yürütülmesi ve çalışma sonucunda elde edilen sonuçların yorumlanması şeklindedir.

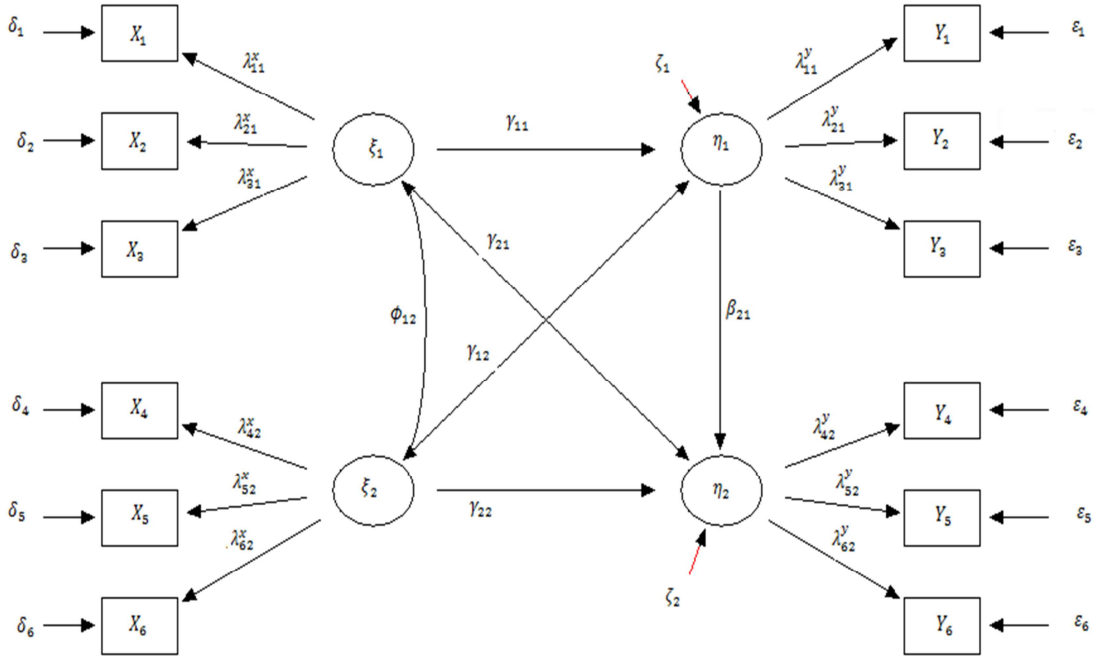
Bu simülasyon çalışmasının amacı, normallik varsayımı altında, belirli şartlara göre, YEM’de en sık kullanılan uyum indekslerinin performanslarını değerlendirmektir. Uyum indekslerinin performanslarını etkileyeceği düşünülen bu şartlar, bu çalışma kapsamında 3’e ayrılabilir:

- 1) Modelin belirlenmesi (model misspecification): Model 0 ile 4 arasında sıralı ölçek ile sınıflandırıldığında 0: doğru model, 1: az yanlış model, 2: orta derecede yanlış model, 3: yanlış model, 4: çok yanlış model ’i temsil etmektedir. Bu çalışmada ele alınan modeller: 0, 1 ve 2 ile temsil edilen modellerdir.
- 2) Tahmin yöntemleri: ML, GLS ve LS.
- 3) Örneklem hacmi: 50, 100, 200, 400, 800 ve 1600.

O halde araştırma sorusu “YEM’de model belirleme, örneklem hacmi ve tahmin yöntemine göre uyum ölçütlerinin performansları nasıl değişir?” ya da “Uyum indekslerinin performanslarını etkileyen faktörler nelerdir?” şeklinde oluşturulabilir.

a) Modelin Oluşturulması

MC simülasyonunun en önemli basamağı, araştırma sorusunu temsil eden modeli oluşturmaktır. Bu çalışmada, 2’si içsel, 2’si dışsal olmak üzere 4 gizil değişkenli bir YEM ele alınmıştır. Modelde, her gizil değişken 3 gözlenen değişkenden oluşmaktadır. Bu çalışmada, temsiliyet açısından, orta karmaşıklıkta sayılabilecek bir model kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan model, Bearden ve diğerleri (1982)’nin çalışmasından alınmıştır. Simülasyon çalışmasında kullanılacak doğru model Şekil 4’deki gibidir.



Şekil 2. Model



Şekil 2 ile temsil edilen Yapısal Eşitlik Modeli

$$y = \Lambda_y \eta + \varepsilon$$

$$x = \Lambda_x \xi + \delta$$

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$$

olmak üzere, denklemde yer alan parametreler Eşitlik 9-14 ile gösterilmiştir.

$$\Lambda_x^T = \begin{bmatrix} \lambda_{11}^x & \lambda_{21}^x & \lambda_{31}^x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_{42}^x & \lambda_{52}^x & \lambda_{62}^x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0,78 & 1,57 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1,09 & 1,23 \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$\Lambda_y^T = \begin{bmatrix} \lambda_{11}^y & \lambda_{21}^y & \lambda_{31}^y & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_{42}^y & \lambda_{52}^y & \lambda_{62}^y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0,80 & 1,05 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1,43 & 1,46 \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\Gamma = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,61 & 0,62 \\ 0,34 & 0,34 \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\theta_\delta(\text{diagonal}) = [\delta_1 \ \delta_2 \ \delta_3 \ \delta_4 \ \delta_5 \ \delta_6] = [0,43 \ 0,35 \ 0,39 \ 0,43 \ 1,06 \ 0,30] \quad (12)$$

$$\theta_\varepsilon(\text{diagonal}) = [\varepsilon_1 \ \varepsilon_2 \ \varepsilon_3 \ \varepsilon_4 \ \varepsilon_5 \ \varepsilon_6] = [0,36 \ 0,81 \ 0,58 \ 0,55 \ 1,58 \ 0,39] \quad (13)$$

$$\beta_{21} = 0,24, \zeta_1 = 0,79 \ \zeta_2 = 0,71, \phi_{12} = 0,5 \quad (14)$$

244

b) Deney Şartlarının Belirlenmesi

Simülasyon çalışmasında kullanılacak deneysel şartlar, araştırma sorusuna dayanak oluşturduğu için önemlidir. Araştırma sorusunu destekleyen deneysel şartlar, bu çalışmada 3 başlık altında incelenmiştir: Modelin Belirlenmesi, Tahmin Yönteminin Belirlenmesi ve Örneklem Hacminin Belirlenmesi.

Model belirlenmesi 3 boyutta (doğru model, az yanlış model ve orta derecede yanlış model), tahmin yöntemleri 3 boyutta (ML, GLS ve LS) ve örneklem hacmi 6 boyutta (50, 100, 200, 400, 800 ve 1600) ele alınmış ve dolayısıyla 54 (3x3x6=54) tasarım belirlenmiştir. Çalışmada çoğaltma (replikasyon) sayısı 200'dür. Bu tasarıma göre her bir uyum ölçütü için 10800 (54x 200=10800) çoğaltma yapılmıştır. Yineleme (iterasyon) sayısı ise 25 olarak belirlenmiştir.

c) Modelin Belirlenmesi

YEM ile ilgili simülasyon çalışmalarında ele alınan önemli bir kriter modelin doğruluğunu değiştirmektir. Tahmin yöntemleri, uyum ölçütleri ve diğer faktörler üzerinde, model belirlemenin etkisi kayda değer derecede önemlidir (Paxton et.al.,2001).

Bu çalışmada Şekil 4'de verilen doğru modele ek olarak iki model daha ele alınmıştır. Bu iki model, doğru modelin bozulmasıyla elde edilen, az ve orta derecede yanlış modellerdir.

Az Yanlış Model: Doğru modelin path diyagramındaki mevcut yollardan birinin silinmesiyle elde edilmiştir. Yani bu modelde, doğru modeldeki mevcut ilişkilerden biri yok sayılmıştır. $\gamma_{12} = 0$.

Orta Derecede Yanlış Model: Az yanlış modele ek olarak, doğru modeldeki mevcut yollardan birinin daha silinmesiyle elde edilmiştir. Yani bu modelde, doğru modeldeki mevcut ilişkilerden ikisi yok sayılmıştır. $\gamma_{12} = 0$, $\gamma_{22} = 0$.



d) Tahmin Yöntemlerinin Belirlenmesi

Simülasyon çalışmalarında, tahmin yöntemlerinin uyum indekslerine etkisi son zamanlarda çalışmalarda sıkça yer almaktadır.

Bir parametre tahmin yönteminin seçimi, modelin seçimine, tahmin yöntemlerinin varsayımlarına, örneklem hacmine, değişkenlerin ölçüm düzeylerine ve değişkenlerin dağılımına bağlıdır (Golob, 2003).

Bu çalışmada, çok değişkenli normal dağılımdan türetilmiş veriler kullanıldığı için, normallik varsayımını temel alan parametre tahmin yöntemleri incelenmiştir. Bu tahmin yöntemleri ML, GLS ve LS'dir.

e) Örneklem Hacminin Belirlenmesi

Paxton ve diğerleri (2001), simülasyonda uyum ölçütlerini etkileyen en önemli faktörün örneklem hacmi olduğunu söylemiştir. Uyum ölçütlerinin küçükten büyüğe doğru değişen örneklem hacimlerine verdiği tepkilerin bilinmesi önemlidir. Bu bilgi, pratikte, belirli şartlar altında hangi örneklem hacminin tercih edilmesi gerektiğine yardımcı olur.

Araştırmacılar, ele alacakları örneklem hacmi konusunda geniş bir seçeneğe sahiptirler. Fakat önemli bir nokta, küçük örneklem hacimlerinin ($N < 100$) de değerlendirilmesi gerektiğidir. Çünkü mevcut çalışmalarda, küçük örneklem hacimlerinde, tahmin yöntemlerinin ve model belirlemesinin performansları hakkında çok fazla bilinmeyen vardır. Bu konuda yapılan bazı çalışmalarda, küçük örneklem hacimlerinde uygun olmayan çözümlere çokça rastlandığı için, bu örneklem hacminin sonuçları çalışma kapsamında değerlendirilememiştir (Örneğin, Fan, et.al.,1999).

Bu çalışmada incelenen örneklem hacimleri 50, 100, 200, 400, 800 ve 1600 şeklindedir. Bu örneklem hacimlerinin seçilmesinde Bentler (1990)'ın çalışmasından esinlenilmiştir.

245

Simülasyonun Yürütülmesi ve İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada kullanılan veriler, EQS (Versiyon 6.2) paket programı yardımıyla çok değişkenli normal dağılımdan üretilmiştir.

Veriler hangi paket programda üretilirse üretilsin, simülasyonun performansı değerlendirilmelidir. Rassal seçimle istenilen sayıda veri üretilebilir, fakat bunlardan bazıları problemlili olabilir. Özellikle, üretilen veri yakınsak olmayabilir ya da yanlış çözüme yakınsayabilir (Paxton et.al, 2001). Yakınsak olmayan çözümlerin sayısı, şüphesiz ki, izin verilen iterasyon sayısına bağlıdır. Bu çalışmada, iterasyon sayısı 25 olarak alınmıştır. Yine de yakınsak olmayan çözümlerle karşılaşmış ve bu çözümler çalışmadan çıkartılmıştır. Bunun yanı sıra uygun olmayan çözümler de analizden çıkartılmıştır.

Simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesinde Faktöriyel ANOVA kullanılmıştır. Faktöriyel ANOVA için SPSS paket programından yararlanılmıştır. Bağımlı değişkenler uyum ölçütleri, bağımsız değişkenler ise model belirlemesi, tahmin yöntemleri ve örneklem hacmi olarak ele alınmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan çoklu karşılaştırmalar için Bonferroni testi kullanılmıştır.

BULGULAR

Elde edilen simülasyon sonuçlarının %5,24 (566/10800)'ü yakınsak olmayan ve uygun olmayan çözümler içerdiğinden çalışmadan çıkartılmıştır.

Model belirlemesi, örneklem hacmi ve tahmin yönteminin çalışmada kullanılan uyum ölçütleri (χ^2 , GFI, AGFI, IFI, MFI, NFI, NNFI, CFI, RMR, SRMR ve RMSEA) üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olup olmadığı $\alpha = 0,05$ anlam düzeyinde Faktöriyel ANOVA ile araştırılmıştır. Bu faktörlerin her bir uyum ölçütüne ilişkin ana etkileri, ikili ve üçlü etkileşimlerine ait p (sig.) değerleri Tablo 1 'de verilmiştir. Faktöriyel ANOVA sonucunda anlamlı bulunan her bir faktörün her bir uyum ölçütüne ait ikili karşılaştırmaları Bonferfoni testi ile yapılmıştır. Model belirlemesine ait ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 2 ile, örneklem hacmine ait ikili karşılaştırmaların sonuçları Tablo 3 ile, tahmin yöntemlerine ait ikili karşılaştırma sonuçları ise Tablo 4 ile verilmiştir.



Tablo 1. Uyum Ölçütlerinin p Değerleri

p (sig.) Etkileşimler	Uyum Ölçütleri										
	χ^2	GFI	AGFI	IFI	MFI	NFI	NNFI	CFI	RMR	SRMR	RMSEA
Model	<0,001	<0,001	<0,001	,944	,578	<0,001	,994	,533	<0,001	<0,001	,929
Hacim	,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Tahmin Y.	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Model *	,888	<0,001	<0,001	,999	,877	<0,001	1,000	1,000	<0,001	<0,001	,999
Hacim											
Model *	,730	<0,001	<0,001	,578	,773	<0,001	,978	,377	,482	,003	,918
Tahmin Y.											
Hacim *	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Tahmin Y.											
Model *	,941	,049	<0,001	,965	,999	,048	1,000	,840	,159	,956	1,000
Hacim *											
Tahmin Y.											

Tablo 2. Model Belirlemesine Göre İkili Karşılaştırmalar

Model Belirlemesi	Uyum Ölçütleri										
	χ^2	GFI	AGFI	IFI	MFI	NFI	NNFI	CFI	RMR	SRMR	RMSEA
TM - MM	,125	<0,001	,046	,783	,315	<0,001	,963	,510	<0,001	<0,001	,701
TM - SM	<0,001	<0,001	<0,001	,754	,443	<0,001	,952	,264	<0,001	<0,001	,842
MM - SM	,011	<0,001	,003	,968	,811	<0,001	,914	,638	<0,001	<0,001	,853

Tablo 3. Örneklem Hacmine Göre İkili Karşılaştırmalar

Örneklem Hacmi	Uyum Ölçütleri										
	χ^2	GFI	AGFI	IFI	MFI	NFI	NNFI	CFI	RMR	SRMR	RMSEA
50 - 100	,109	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
50 - 200	,000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
50 - 400	,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
50 - 800	,030	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
50 - 1600	,008	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
100 - 200	,040	<0,001	<0,001	,246	<0,001	<0,001	,563	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
100 - 400	,084	<0,001	<0,001	,434	<0,001	<0,001	,777	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
100 - 800	,564	<0,001	<0,001	,456	<0,001	<0,001	,795	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
100 - 1600	,279	<0,001	<0,001	,280	<0,001	<0,001	,622	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
200 - 400	,748	<0,001	<0,001	,708	,516	<0,001	,770	,001	<0,001	<0,001	<0,001
200 - 800	,142	<0,001	<0,001	,681	,393	<0,001	,752	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
200 - 1600	,333	<0,001	<0,001	,938	,166	<0,001	,933	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
400 - 800	,251	<0,001	<0,001	,971	,838	<0,001	,838	,072	<0,001	<0,001	,001
400 - 1600	,519	<0,001	<0,001	,767	,462	<0,001	,462	,004	<0,001	<0,001	<0,001
800 - 1600	,616	<0,001	<0,001	,739	,596	<0,001	,596	,285	<0,001	<0,001	,001



Tablo 4. Tahmin Yöntemine Göre İkili Karşılaştırmalar

Tahmin Yöntemi	Bağımlı Değişken										
	χ^2	GFI	AGFI	IFI	MFI	NFI	NNFI	CFI	RMR	SRMR	RMSEA
ML - GLS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
ML - LS	,836	,000	,000	,615	,000	,418	,723	,590	,000	,000	,044
GLS - LS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Faktöriyel ANOVA sonucunda, model belirlemesi, örneklem hacmi ve tahmin yönteminin χ^2 değeri üzerindeki etkisi, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca örneklem hacmi ve tahmin yönteminin ikili etkileşiminin de anlamlı olduğu görülmüştür. İkili karşılaştırmalar model belirlemesi açısından incelendiğinde, doğru model ile az yanlış model arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Buna rağmen, doğru model ile orta derecede yanlış model arasında ve az yanlış model ile orta derecede yanlış model arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür.

İkili karşılaştırmalar örneklem hacimleri açısından değerlendirildiğinde, 50 birim örneklem hacmi ile 100 birim örneklem hacmi arasında anlamlı farka rastlanmazken, 50 birim örneklem hacmi ile diğer örneklem hacimleri arasında anlamlı farka rastlanmaktadır. Ayrıca, 100 birim örneklem hacmi ile 200 birim örneklem hacmi arasında anlamlı fark varken, 100 birim örneklem hacmi ile diğer örneklem hacimleri arasında anlamlı fark olmadığı gözlenmiştir. Örneklem hacmi 200 ve 200'den büyük olduğunda ise tüm ikili karşılaştırmalar arasında anlamlı farklar söz konusudur.

Tahmin yöntemlerine göre değerlendirildiğinde ise, ML ile LS yöntemi arasında anlamlı fark gözlenmezken, ML ile GLS ve LS ile GLS arasında anlamlı farka olduğu gözlenmiştir.

247

GFI uyum indeksine ait Faktöriyel ANOVA sonuçları incelendiğinde, tüm faktörlerin ve bu faktörlere ilişkin tüm ikili ve üçlü etkileşimlerin GFI uyum indeksi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca örneklem hacmi, model belirlemesi ve tahmin yöntemi açısından tüm ikili karşılaştırmaların anlamlı olduğu gözlenmiştir.

AGFI uyum indeksine ait Faktöriyel ANOVA sonuçları incelendiğinde, tüm faktörlerin ve bu faktörlere ilişkin tüm ikili ve üçlü etkileşimlerin AGFI uyum indeksi üzerinde anlamlı etkisinin olduğu gözlenmiştir. İkili karşılaştırmalar incelendiğinde ise, model belirlemesi, örneklem hacmi ve tahmin yöntemi açısından tüm ikili karşılaştırmaların anlamlı olduğu gözlenmiştir.

IFI uyum indeksine ait Faktöriyel ANOVA sonuçları incelendiğinde, örneklem hacmi ve tahmin yöntemi faktörlerinin ve bu iki faktör arasındaki ikili etkileşimin anlamlı olduğu görülmektedir. Örneklem hacmine ilişkin ikili karşılaştırmalar incelendiğinde, 50 birim örneklem hacmiyle diğer tüm örneklem hacimleri arasında anlamlı bir farka rastlanırken, örneklem hacmi 50'den büyük olduğunda, örneklem hacimleri arasında anlamlı bir farka rastlanmamaktadır. Tahmin yöntemleri açısından incelendiğinde ise, ML ile GLS ve GLS ile LS arasında anlamlı fark olmasına rağmen, ML ile LS arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir.

MFI uyum indeksinin Faktöriyel ANOVA sonuçları incelendiğinde, örneklem hacmi ve tahmin yöntemi faktörlerinin ve bu iki faktör arasındaki ikili etkileşimin anlamlı olduğu, model belirlemesinin ise bu uyum indeksi üzerinde anlamlı olmadığı görülmektedir. İkili karşılaştırmalar örneklem hacmi açısından incelendiğinde, 50 birim örneklem hacmiyle diğer örneklem hacimleri arasında ve 100 birim örneklem hacmi ile diğer örneklem hacimleri arasında anlamlı bir fark varken, 200 ve üstünde örneklem hacimleri arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Tahmin yöntemleri arasında ise tüm ikili karşılaştırmaların anlamlı olduğu gözlenmiştir.

NFI uyum indeksine ait Faktöriyel ANOVA sonuçları incelendiğinde, tüm faktörlerin ve bu faktörlere ilişkin tüm ikili ve üçlü etkileşimlerin NFI uyum indeksi üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmektedir. İkili karşılaştırmalar incelendiğinde ise, model belirlemesi ve örneklem hacmi açısından tüm ikili karşılaştırmaların anlamlı olduğu, tahmin yöntemi açısından ise ML ve LS dışındaki tüm ikili karşılaştırmaların anlamlı olduğu bulunmuştur.



NNFI uyum indeksinin Faktöriyel ANOVA sonuçları incelendiğinde, örneklem hacmi ve tahmin yöntemi faktörlerinin ve bu ikisi arasındaki ikili etkileşimin anlamlı olduğu görülmektedir. Örneklem hacmine ilişkin ikili karşılaştırmalar incelendiğinde, örneklem hacmi 50'den büyük olduğunda örneklem hacimleri arasında anlamlı bir farka rastlanmazken, 50 örneklem hacmiyle diğer tüm örneklem hacimleri arasında anlamlı bir farkla karşılaşılmaktadır. Tahmin yöntemlerinde ise, ML ile GLS ve GLS ile LS arasında anlamlı fark olmasına rağmen, ML ile LS arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir.

CFI uyum indeksine ait Faktöriyel ANOVA sonuçları incelendiğinde, örneklem hacmi ve tahmin yöntemi faktörlerinin ve bu iki faktör arasındaki ikili etkileşimin anlamlı olduğu gözlenmiştir. Örneklem hacmine ilişkin ikili karşılaştırmalar incelendiğinde, 400 ile 800 ve 800 ile 1600 örneklem hacmi arasında anlamlı bir farka rastlanmazken, diğer tüm örneklem hacimleri arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir. Tahmin yöntemlerine ilişkin ikili karşılaştırmalar incelendiğinde ise, ML ile LS arasında anlamlı fark olmadığı, ML ile GLS ve GLS ile LS arasında ise anlamlı fark olduğu görülmektedir.

RMR uyum indeksine ait Faktöriyel ANOVA sonuçları incelendiğinde, model belirlemesi, örneklem hacmi ve tahmin yöntemi faktörlerinin yanı sıra model belirlemesi ile tahmin yöntemi ve örneklem hacmi ile tahmin yöntemi arasındaki ikili etkileşimlerin de RMR uyum indeksi üzerinde etkili olduğu görülmektedir. İkili karşılaştırmalar incelendiğinde ise tüm faktörlere ait ikili karşılaştırmaların anlamlı olduğu görülmektedir.

SRMR uyum indeksine ait Faktöriyel ANOVA sonuçları incelendiğinde, tüm faktörlerin ve bu faktörlere ilişkin tüm ikili etkileşimlerin SRMR uyum indeksi üzerinde anlamlı etkisinin olduğu, faktörlere ait üçlü etkileşimin ise anlamsız olduğu görülmektedir. İkili karşılaştırmalar incelendiğinde, tüm ikili karşılaştırmalar arasında da anlamlı fark olduğu gözlenmektedir. İkili karşılaştırmalar incelendiğinde ise tüm faktörlere ait ikili karşılaştırmaların anlamlı olduğu görülmüştür.

248

RMSEA uyum ölçütüne ilişkin ait Faktöriyel ANOVA sonuçları incelendiğinde, örneklem hacmi ve tahmin yöntemi faktörlerinin ve bu iki faktör arasındaki ikili etkileşimin anlamlı olduğu görülmektedir. İkili karşılaştırmalar incelendiğinde ise tüm faktörlere ait ikili karşılaştırmaların anlamlı olduğu gözlenmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMALAR

Bu çalışmada, model belirlemesi, örneklem hacmi ve tahmin yönteminin uyum ölçütlerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin de uyum ölçütleri üzerinde etkili olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırma sonucunda, örneklem hacmi ve tahmin yönteminin tüm uyum ölçütlerini etkilediği, model belirlemesinin ise sadece χ^2 , GFI, AGFI, NFI, RMR ve SRMR uyum ölçütlerini etkilemediği gözlenmiştir. Örneklem hacmi ve tahmin yönteminin ikili etkileşimi tüm uyum ölçütleri üzerinde etkiliyken, model belirlemesi ve örneklem hacminin ikili etkileşimi GFI, AGFI, NFI, RMR ve SRMR üzerinde, model belirlemesi ve tahmin yönteminin ikili etkileşimi ise GFI, AGFI, NFI ve SRMR üzerinde etkili bulunmuştur.

χ^2 uyum ölçütüne göre doğru modelle az yanlış model arasında anlamlı fark olmadığı gözlenmiştir. Model belirlemesini etkileyen diğer uyum indekslerine göre ise doğru model - az yanlış model ve orta derecede yanlış modeller arasında anlamlı fark olduğu ortaya çıkmıştır. IFI, MFI, NNFI, CFI ve RMSEA, model belirlemesinden etkilenmemektedir.

IFI ve NNFI'de 100 ve üstü örneklem hacimlerindeki ikili karşılaştırmalara göre anlamlı farklar elde edilmediğinden, IFI ve NNFI için 100 örneklem hacminin yeterli olduğu söylenebilir. Benzer şekilde MFI için ise 200 örneklem hacminin yeterli olduğu söylenebilir. χ^2 için 50 ile 100 birim örneklem hacmi arasında anlamlı fark yokken, 50 ile diğer örneklem hacimleri arasında ve 100 ile 200 birim örneklem hacmi arasında anlamlı farka rastlanmıştır. GFI, AGFI, NFI, RMR, SRMR ve RMSEA için ise tüm örneklem hacimleri arasında anlamlı farklar vardır.

χ^2 , IFI, NFI, NNFI ve CFI uyum ölçütleri, ML ile LS tahmin yöntemleri arasındaki farktan etkilenmezken, ML ile GLS ve GLS ile LS arasındaki farktan etkilenmektedir. Benzer sonuçlar, Weng ve Cheng (1997)'nin ML, LS ve GLS



tahmin yöntemlerinin NFI ve NNFI uyum ölçütlerine etkisini incelediği çalışmada da bulunmuştur. Diğer uyum ölçütlerine göre elde edilen değerler tüm tahmin yöntemlerinin etkisi altındadır.

Bu çalışmada, model belirlenmesine en duyarlı uyum ölçütünün SRMR olduğu bulunmuştur. Hu ve Bentler (1998) ve Fan ve Sivo (2005, 2007) 'nin çalışmaları incelendiğinde de model belirlenmesinden en çok etkilenen uyum ölçütünün SRMR olduğu görülmektedir. Fan ve diğerleri (1999)'nin çalışmasında ise model belirlenmesinden en çok etkilenen uyum ölçütünün RMSEA olduğu bulunmuştur. Fakat bu çalışmada SRMR uyum indeksi incelenmemiştir.

Tahmin yönteminden en çok etkilenen uyum ölçütleri NFI, GFI ve AGFI'dır. Bunu ise RMR ve SRMR izlemektedir. Fan ve diğerleri (1999) ise GFI ve AGFI'nın tahmin yöntemlerine (ML ve GLS) duyarlı olmadığını bulmuştur.

Örneklem hacmine en duyarlı uyum ölçütleri GFI, AGFI ve NFI'dir. Bunların ardından SRMR ve RMR gelmektedir. Daha sonra ise RMSEA gelmektedir. Benzer şekilde Hu ve Bentler (1998), Fan ve diğerleri (1999), Lei ve Lomax (2005), Fan ve Sivo (2007) ve Mahler (2011) de örneklem hacmine en duyarlı uyum ölçütlerinin GFI ve AGFI olduğunu söylemiştir. Bunun yanı sıra, literatürdeki çalışmaların çoğunda GFI, AGFI, NFI, RMR, SRMR ve RMSEA uyum ölçütlerinin örneklem hacminden daha çok etkilendiği gözlenmiştir. IFI, MFI ve NNFI ve CFI'nın ise örneklem hacminden daha az etkilendiği görülmektedir. Marsh ve diğerleri (1998) ve Fan ve diğerleri (1999), NNFI'nın; Bentler ve Bonett (1980), MacCallum ve diğerleri (1993) ve Fan ve diğerleri (1999), CFI'nın; Tanaka (1993) ise IFI'nın örneklem hacmine fazla duyarlı olmadığını bulmuştur.

Örneklem hacmi ile tahmin yöntemi etkileşiminden en çok etkilenen uyum ölçütleri GFI ve AGFI'dır. Ardından NFI, onun ardından RMR ve SRMR gelir.

Bentler (1990)'nin çalışmasında olduğu gibi bu çalışmada da model doğru olduğunda ve örneklem hacmi büyük olduğunda iyi uyum söz konusu olmuştur. Özellikle N=1600 örneklem hacminde, model yanlış olsa bile neredeyse tüm uyum indekslerinin iyi uyum gösterdiği gözlenmiştir.

Olsson ve diğerleri (2000)'nin çalışmasında olduğu gibi bu çalışmada da GLS'nin küçük örneklemelerde daha hassas olduğu bulunmuştur. Ayrıca model yanlış belirlendiğinde ML, GLS'den daha gerçekçi sonuçlar vermektedir.

IFI, MFI ve NNFI uyum ölçütlerinin değerleri, GLS yöntemine göre tüm model ve hacimlerde "1" olarak bulunmuştur. Bu durumda, GLS yöntemine göre bu uyum ölçütlerinin model belirlenmesine ve örneklem hacmine duyarlı olduğu söylenebilir.

NFI uyum ölçütü, model doğru model olsa bile, örneklem hacmi küçük olduğunda küçük değerlere sahiptir. Ullman (2001)'in çalışmasında da benzer sonuçlar bulunmuştur.

Bu çalışmada, literatüre katkı sayılabilecek en önemli bulgular;

- Model belirlenmesi, örneklem hacmi ve tahmin yöntemi üçlü etkileşiminin sadece GFI, AGFI ve NFI üzerinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak, GFI, AGFI ve NFI'nın diğer uyum ölçütlerine göre belirlenen faktörlerden daha çok etkilendiği, başka bir ifadeyle bu faktörlere daha duyarlı olduğu söylenebilir.
- Literatürdeki çalışmalardan, IFI, NNFI ve CFI'nın örneklem hacminden daha az etkilendiği belirlenmiştir. Literatürdeki bu çalışmalarda MFI simülasyona dâhil edilmemiştir. Bu çalışmada yer alan MFI'nın literatürdeki örneklem hacminden az etkilenen uyum ölçütleri grubunun içinde yer aldığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında, normallik varsayımının sağlanmadığı durum, aşırı yanlış modeller ve model karmaşıklığı gibi uyum ölçütlerini etkileyen diğer faktörler ele alınmamıştır.

KAYNAKÇA

BEARDEN, W.O., SHARMA, S. and TEEL, J. E. (1982). "Sample Size Effects on Chi Square and Other Statistics Used in Evaluating Causal Models", *Journal of Marketing Research*, 19: 425-430.



BENTLER, P.M. and BONETT, D.G. (1980). “Significance Tests and Goodness of Fit in the Analysis of Covariance Structures”, *Psychological Bulletin*, 88, 3: 588-606.

BENTLER, P. M. (1990). “Comparative Fit Index in Structural Models”, *Psychological Bulletin*, 10, 2: 238-246.

BOLLEN, K. A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. New York: Wiley.

ENDERS, C. and FINLEY, S. (2003). “SEM Fit Index Criteria Re-Examined: An Investigation of ML And Robust Fit Indices in Complex Models”, Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago.

FAN, X. and WANG, L. (1998). “Effects of Potential Confounding Factors on Fit Indices and Parameter Estimates for True and Misspecified SEM Models”, *Educational and Psychological Measurement*, 58: 699-733.

FAN, X., THOMPSON, B. and WANG, L. (1999). “Effects of Sample Size, Estimation Methods, and Model Specification on Structural Equation Modeling Fit Indexes”, *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6, 1: 56-83.

FAN, X. and SIVO, S.A. (2005). “Sensitivity of Fit Indices to Model Misspecified Structural or Measurement Model Components: Rationale of Two-Index Strategy Revisited”, *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 12, 3: 343-367.

250

FAN, X. and SIVO, S.A. (2007). “Sensitivity of Fit Indices to Model Misspecification and Model Types”, *Multivariate Behavioral Research*, 42,3: 509-529.

FAN, Xitao and FAN, Xiaotao (2005). “Using SAS for Monte Carlo Simulation Research in SEM”, *Structural Equation Modeling*, 12, 2: 299-333.

GERBING, D. W. and ANDERSON, J. C. (1993). “Monte Carlo Evaluation of Goodness-of-Fit Indices for Structural Equation Models”, *Testing Structural Equation Models*, K. A. Bollen and J. S. Long (Eds.), Newport Beach, CA: Sage, 40-65.

GOLOB, T.F. (2003). “Structural Equation Modeling for Travel Behavior Research”, *Transportation Research Part B: Methodological*, 37: 1-25.

HU, L. and BENTLER, P. M. (1998). “Fit Indices in Covariance Structure Modeling: Sensitivity to Under Parameterized Model Misspecification”, *Psychological Methods*, 3: 424-453.

HU, L. and BENTLER, P. M. (1999). “Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria Versus New Alternatives”, *Structural Equation Modeling*, 6: 1-55.

KAPLAN, D. (2000). *Structural Equation Modelling: Foundations and Extensions*. Newbury Park, CA: Sage Publications.

KLİNE, B. R. (2005). *Principles and Practice of Structural Modeling*. New York, London: The Guilford Press.

LA DU, T. J. and TANAKA, J. S. (1989). “Influence of Sample Size, Estimation Method, and Model Specification on Goodness-of-Fit Assessments in Structural Equation Models”, *Journal of Applied Psychology*, 74, 4: 625-635.



- LEİ, M. and LOMAX, R. G. (2005). “The Effect of Varying Degrees of Nonnormality in Structural Equation Modeling”, *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 12, 1: 1-27.
- MACCALLUM, R. C., WEGENER, D. T., UCHİNO, B. N. and FABRİGAR, L. R. (1993). “The Problem of Equivalent Models in Applications of Covariance Structure Analysis”, *Psychological Bulletin*, 114: 185-199.
- MAHLER, C. (2011). *The Effects of Misspecification Type and Nuisance Variables on The Behaviors of Population Fit Indices Used in Structural Equation Modeling*. B.A: The University of British Columbia.
- MARSH, H. W., BALLA, J. R. and MCDONALD, R. P. (1988). “Goodness-of-Fit Indexes in Confirmatory Factor Analysis: The Effect of Sample Size”, *Psychological Bulletin*, 103: 391-410.
- MARSH, H. W., BALLA J. R. and HAU, K. T. (1996). “An Evaluation of Incremental Fit Indices: A Clarification of Mathematical and Empirical Properties”, *Advanced Structural Equation Modeling: Issues and Techniques*, G.A. Marcoulides and R.E. Schumacker (Eds.) Erlbaum: Mahwah, NJ, 315-353.
- MARSH, H. W., HAU, K. T. and WEN, Z. (2004). “In Search of Golden Rules: Comment on Hypothesis-Testing Approaches to Setting Cutoff Values for Fit Indexes and Dangers in Overgeneralizing Hu And Bentler’s (1999) Findings”, *Structural Equation Modeling*, 11: 320-341.
- MULAİK, S. A., JAMES L. R., VAN ALSTİNE, J., BENNETT, N., LİND, S. and STİLWELL C. D. (1989). “Evaluation of Goodness-of-Fit Indexes for Structural Equation Models”, *Psychological Bulletin*, 105, 3: 430-445.
- OLSSON, U. H., FOSS, T., TROYE S. V. and HOWELL, R. D. (2000). “The Performance of ML, GLS, and WLS Estimation in Structural Equation Modeling Under Conditions of Misspecification and Nonnormality”, *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 7, 4: 557-595.
- PAXTON, P., CURRAN, P.J., BOLLEN, K.A., KİRBY, J. and CHEN, F. (2001). “Monte Carlo Experiments: Design and Implementation”, *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 8, 2: 287-312.
- RAYKOV, T. and MARCOULİDES, G. A. (2006). *A First Course in Structural Equation Modeling*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahlah-New Jersey-London: Lawrence Erlbaum Associates.
- SCHERMELLEH-ENGEL, K., MOOSBRUGGER, H. and MÜLLER, H. (2003). “Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures”, *Methods of Psychological Research Online*, 8, 2: 23-74.
- SHARMA, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*. Inc: John Wiley and Sons.
- SİVO, S. A., FAN, X., WİTTA, E. L. and WİLLSE, J. (2006). “The Search for "optimal" Cutoff Properties: Fit Index Criteria in Structural Equation Modeling”, *Journal of Experimental Education*, 74, 3: 267-288.
- TANAKA, J. S. (1993). “Multifaceted Conceptions of Fit in Structural Equation Models”. In K.A. Bollen and J.S. Long (Eds.), *Testing Structural Equation Models* (pp. 136-162). Newbury Park, CA: Sage.
- ULLMAN, J. B. (2001). “Structural Equation Modeling”, B.G. Tabachnick, L.S. Fidell, *Using Multivariate Statistics*, 4th Edition, Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, 653- 771.
- WENG, L-J. and CHENG C-P. (1997). “Why Might Relative Fit Indices Differ Between Estimators?”, *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 4, 2, 121-128.



YILMAZ, V. (2004). “Consumer Behaviour of Shopping Center Choice”, *Social Behavior and Personality*, 32, 8, 783-790.

YU, C. and MUTHEN, B. (2002). “Evaluation of the Model Fit Indices for Latent Variable Models with Categorical and Continuous Outcomes”, Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA.