



YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNDE PARAMETRELERİN KLASİK TEST KURAMI VE MADDE TEPKİ KURAMINA GÖRE SINIRLANDIRILMASININ UYUM İNDEKSLERİNE ETKİSİ*

STRUCTURAL EQUATION MODELING EFFECT OF RESTRICTED WITH PARAMETERS FROM THE CLASSICAL TEST THEORY AND ITEM RESPONSE THEORY

Ayfer SAYIN**, Selahattin GELBAL***

ÖZET: Ölçme aracının gözlenen puanlarına ilişkin güvenilirlik ve geçerliğinin belirlenebilmesi, ölçme hatalarının kestirilebilmesi amacıyla doğrulayıcı faktör analizi hesaplanmaktadır. Doğrulayıcı faktör analizi çok değişkenli bir istatistik olduğundan çeşitli varsayımlara dayanmaktadır. Bu varsayımların incelenmesinin ardından modelin hesaplanması ve model-veri uyum indekslerinin değerlendirilmesi aşamasına geçilmektedir. Ancak ölçme aracının geliştirme ve uyarlama çalışmalarında model hesaplaması değerlendirilmeden ya da yeterince raporlanmadan uyum indekslerine geçildiği belirlenmiştir. Bu durum sonuçların yanlı olmasında neden olmaktadır. Bu çalışmada doğrusallık ve örneklem büyüklüğü varsayımları üzerinde durulmuştur. Doğrusallık varsayımını karşılamayan göstergelerin modelden çıkarılması ya da parametre sınırlama yoluna gidilmesi gerekmektedir. Parametre sınırlamasında faktör yükü en yüksek maddelerle en düşük maddelerin parametreleri sınırlanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sınırlama değeri olarak 1, KTK ve MTK'den kestirilen değerler kullanılmıştır. Bu doğrultuda örneklem büyüklüğü (4) x parametre kestirim yöntemi (3) x parametre sınırlama veya çıkarma (7) olmak üzere toplam 84 durum üzerinde incelemeler gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar sonucunda doğrusallık ve örneklem büyüklüğü varsayımlarının karşılanmadığı durumda modelin yanlı kestirimler gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Doğrusallık varsayımının karşılamayan maddelerin modelden çıkarılmadan uyum indekslerinin yorumlanmaması gerektiği görülmüştür. Parametre sınırlamasında yüksek faktör yüküne sahip maddelerin KTK'den elde edilen değerlere sınırlanabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Parametre sınırlama, doğrulayıcı faktör analizi, klasik test kuramı, madde test kuramı, doğrusallık, örneklem büyüklüğü

ABSTRACT: Even though confirmatory factor analysis and structural equation modeling consists of way analysis are frequently used by researchers, prior to analysis it is seen that examination of assumptions, appropriate parameter estimation method for selecting the operations are not performed or reported. In situation of model assumptions of not meeting or number of parameters estimated is less than data in variance-covariance matrix, parameters are restricted. At the phase of defining a model, parameters in the model is indicated that should be defined as free parameter, constant parameter, or restricted parameter. Determination of items in accordance with the structure of the models, as a consequence of different scenarios based on limited parameters (1, KTK and MTK values), a comparison is aimed between estimation methods for different parameters of models and estimated goodness of fit index. In the context of research is analysed consists of 4 sample size x 3 parameter estimation methods x 7 scenarios (restricted parameter-extraction item) and 20 iterations. As a result of study; determination of items in accordance with the structure of the models, as a consequence of different scenarios based on limited parameters KTK. X^2 goodness-of-fit of the index and GFI should not report confirmatory factor analysis studies.

Keywords: restrict parameter, constraint parameter, confirmatory factor analysis, classical test theory, item response theory, linearity, sample size

* Bu çalışma "Klasik Test Kuramı ve Madde Tepki Kuramına Göre Kestirilen Parametrelerle Sınırlanılan Yapısal Eşitlik Modellerinin Uyum İndekslerinin Karşılaştırılması" adlı doktora tez çalışmasından özetlenerek hazırlanmıştır.

** Okt. Dr., Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Ana Bilim Dalı, ayfersayin@yahoo.com

*** Prof. Dr, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Ana Bilim Dalı, sgelbal@hacettepe.edu.tr

1. GİRİŞ

Sosyal ve eğitim bilimlerinde bireylerin nesnelere, olaylar ve davranışları hakkındaki görüşlerini belirlemek, özelliklerini gözlemleyip gözlem sonuçlarını betimleyebilmek amacıyla ölçme işlemi gerçekleştirilmektedir (Stevens, 1946). Bilgisayar alanındaki gelişmelere de paralel olarak geçerli ve güvenilir ölçme sonuçlarına ulaşabilmek için yeni ölçme teknik ve araçları geliştirilmiştir (Morris ve Langari, 2012). Bu teknikler ve araçlarla bireylerin daha çok doğrudan gözlemleneyen gizil özellikleri üzerinde durulmaktadır. Bu doğrultuda gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki ilişki hipotezini test eden ve özellikle teorinin test edilmesinde kullanılan karşılaştırmalı çok değişkenli istatistiksel bir yaklaşım olan yapısal eşitlik modellemesi kullanılmaktadır (Hoyle, 1995; Savalei ve Bentler, 2006).

Yapısal eşitlik modellemesinin araştırmacılar tarafından yaygın olarak tercih edilmesinin nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Araştırmacıların bilimsel gerçekleri daha iyi anlayabilmek için çoklu gözlenen değişkenleri kullanma ihtiyaçlarının farkına varmaları,
- Ölçme aracının gözlenen puanlarına ilişkin güvenilirlik ve geçerliğin belirlenebilmesi, ölçme hatalarının kestirilebilmesi,
- Grupların yeteneklerinin analize dahil edilmesine olanak tanınması, çoklu grup yapısal eşitlik modellerinin oluşturulabilmesi,
- Yapısal eşitlik modelleri için kullanılan paket programların kullanıcı dostu olmasıdır (Raykoy ve Marcoulides, 2000; Schumacker ve Lomax, 2004; Tabachnick ve Fidell, 2007).

Ölçme araçlarının geliştirilmesi, uyarlanması, ölçme hatalarının kestirilebilmesi aşamalarında yapısal eşitlik modellemesinin bir türü olan doğrulayıcı faktör analizi hesaplanabilmektedir. Yapısal eşitlik modellemesi çok değişkenli bir istatistiktir ve normallik, uç değer, doğrusallık, çoklu bağlantı, örneklem büyüklüğü gibi bazı temel varsayımlara dayanmaktadır (Byrne, 2010). Yapısal eşitlik modellemelerinde gözlenen değişkenler doğru ölçme araçları ile ölçülemediyse ya da veri seti modelin varsayımlarını karşılamıyorsa, modeldeki gözlenen değişkenler ile gizil değişkenler açıklanmak istendiğinde tüm sonuçlar yanlış hesaplanacaktır (Quesnel, Scherling ve Wallis, 2007).

Yapısal eşitlik modellemesi analizlerinde örneklem büyüklüğüne ilişkin kesin bir kabul olmamakla birlikte örneklem büyüklüğünün parametre kestirim yöntemleri ile uyum indeksleri üzerinde etkisi olduğu bilinmektedir. Minimum örneklem sayısının belirlenmesi yapısal eşitlik modellerinde önemli bir sorun olarak görülmektedir (Jackson, Voth ve Frey, 2013). Birçok araştırmacı (Bentler, 1990; Fan, Thompson ve Wang, 1999; Kim, 2009; Iacobucci, 2009; Kline, 2011; Jackson ve diğerleri, 2013). Örneklem büyüklüğü üzerine çalışmalar gerçekleştirmiş ancak örneklem büyüklüğüne ilişkin kesin bir öneri getirilememiştir. Bu araştırmada, kestirimler için gerekli örneklem büyüklüğünün de belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada modelde ayrıca doğrusallık varsayımlarının uyum indekslerine etkisi incelenmiştir. Doğrusallık, çok değişkenli normal dağılımdan etkilenmektedir. Doğrulayıcı faktör analizinde eğrisel ilişkileri kestirmek de mümkündür (Kline, 2011). Ancak veri setinde doğrusal olmayan ilişkiler, hesaplanan Pearson korelasyon katsayısının büyüklüğünü

azaltmaktadır. Değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiler arttıkça korelasyon katsayısı da artış göstermektedir (Schumacker ve Lomax, 2004). Yapısal eşitlik modellerinin bir yönü olan doğrulayıcı faktör analizlerinde gözlenen değişkenlerle gizil değişkenler açıklanmaya çalışılmaktadır. Diğer bir yön olan yol analizinde de gözlenen değişkenlerin kendi aralarındaki ilişkiler üzerinde durulmaktadır. Modelin hesaplanabilmesi ve doğrulanabilmesi için ise değişkenler arasında doğrusal ilişkiler bulunması gerekmektedir. Ancak bazen modelin teorik yapısında var olan ve modelde kalması gereken değişkenler ile diğer değişkenler arasında doğrusal bir ilişki bulunmayabilir. Bu durumda değişkenin modelden çıkarılması ve yeni bir modelin oluşturulması önerilmektedir (Schumacker ve Lomax, 2004). Buna karşın araştırmacının modelin betimleme aşamasında modelde kalmasını istediği durumlar ortaya çıkabilir ve bu durumda da madde parametrelerinin sınırlandırılması yoluna gidilmektedir. Bu araştırmada doğrusallık varsayımını karşılamayan bir değişkenin modelde kalmasına yönelik alternatifler oluşturulacak şekilde incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda öncelikle doğrusallık varsayımını karşılamayan maddenin çıkarılması yoluna gidilmiş, ardından madde parametrelerinin sınırlandırılması gerçekleştirilmiştir. Bu sınırlandırmalarda KTK ve MTK parametre değerleri kullanılmıştır.

Klasik Test Kuramı (KTK), gözlenen puan ile gerçek puan arasındaki doğrusal bir bağlantı üzerine kurulmakta ve kuramda madde istatistikleri örnekleme bağlıdır (Crocker ve Algina, 1986; Hambleton ve Swaminathan, 1985; McDonald, 1999; Kline, 2005). Madde Tepki Kuramı (MTK) ise bir maddenin doğru yanıtlandırılma olasılığı ile o maddenin ölçmeyi amaçladığı bireyin yetenek düzeyi arasındaki ilişkiyi tanımlayan matematiksel bir modeldir. Kurulan matematiksel model, farklı yetenek düzeyindeki yanıtlayıcıların bir maddeyi yanıtlama olasılıklarına ilişkin bilgi vermektedir ve madde istatistikleri örneklemden bağımsızdır (Crocker ve Algina, 1986; Embretson ve Reise, 2000; Baker, 2001).

Yapısal eşitlik modellerinde varsayımların incelenmesinin ardından analiz aşamasına geçilmektedir. Yapısal eşitlik modellerinin analiz aşamaları temel olarak modeli betimleme, modeli tanımlama, model parametrelerini hesaplama/tahmin etme, modeli test etme modifikasyondur (Jöreskog ve Sörbom, 1993; Schumacker ve Lomax, 2004; Tabachnick ve Fidell, 2007). Yapısal eşitlik modellerinde modelin tanımlanmasının ardından modelin hesaplanma aşamasına geçilmektedir. Bu aşamada örneklem kovaryans matrisi ile evren kovaryans matrisi arasındaki farkın en aza indirgemeye çalışıldığı birçok yöntem vardır ve bu yöntemlerin farklı varsayımları ile duyarlılıkları bulunmaktadır (Suguwara ve MacCallum, 1993; Fan ve diğerleri, 1999). Bu araştırma kapsamında farklı parametre yöntemlerinden EÇO, AEKK ve GEKK'nin uyum indekslerine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Böylece yapısal eşitlik modellerinin hesaplanmasında parametre kestirim yöntemi seçimi ile bu yöntemlerin modelin doğruluğunun test edilmesine yönelik etkilerinin belirlenmesi de amaçlanmaktadır.

Doğrulayıcı faktör analizinde modelin hesaplanmasının ardından modelin test edilmesi aşamasında da veri-model uyumunun değerlendirilmesi, başka bir deyişle teorik modelin örnek veriler tarafından ne derece desteklendiğinin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmektedir. Veri uyumunun farklı yönlerini, farklı ölçütler temelinde değerlendiren çok sayıda uyum indeksi bulunmaktadır. Araştırmalarda raporlanan değerlerin birbirinden farklılık gösterdiği ve bazı uyum değerlerinin modeli doğrulamaya yönelik değer üretirken bazılarının ise üretmediği durumlarla karşılaşabilmektedir. Bu durumda hangi değerlere dayalı model doğruluğunun belirleneceği de bir tartışma konusu oluşturmaktadır. Bu araştırmada Kline (2011) tarafından

raporlanması önerilen uyum indekslerine paralel olarak azalan uyum indekslerinden X^2/sd , RMSEA ve SRMR; artan uyum indekslerinden de GFI, CFI ve NFI uyum indeksleri üzerinde incelemeler gerçekleştirilmiştir. Uyum değerlerinin birbiri ve araştırma kapsamında kurulan modellerle olan ilişkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada doğrusallık problemi bulunan bir modelde doğrulayıcı faktör analizinde madde çıkarılmasına ve parametre sınırlandırmasına (1'e, KTK ve MTK değerlerine) dayalı olarak modelin farklı parametre kestirim yöntemi ve örneklem büyüklüğünde hesaplanan uyum indekslerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında örneklem büyüklüğü (4) x parametre kestirim yöntemi (3) x parametre sınırlandırma veya birleştirme/çıkarma (7) olmak üzere toplam 84 durum üzerinde incelemeler gerçekleştirilmiştir.

Eğitim araştırmalarında doğrulayıcı faktör analizi çalışmaları sıklıkla kullanılsa da hesaplama sürecinde varsayımların karşılanmadığı, parametre kestirim yöntemleri ve uyum indekslerinin raporlanmasında bir standardın olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada varsayımların farklı parametre ve örneklem büyüklüklerindeki etkisinin incelenmesi bu açıdan önem taşımaktadır. Birçok çalışmada parametre sınırlandırmasına ilişkin yöntemler denenmiş olsa da ölçme modelleri olan klasik test kuramı ve madde tepki kuramına göre sınırlandırma işlemi gerçekleştirilmemiş olması da çalışmayı ayrıca önemli kılmaktadır.

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın desenine, araştırma grubuna, verilerin toplanması ve analizine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

2.1. Araştırma Deseni

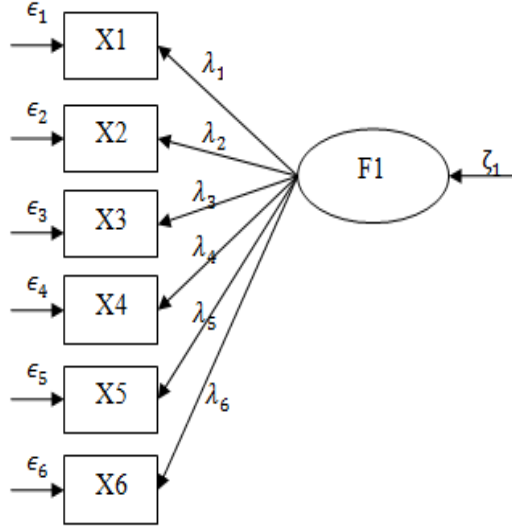
Bu araştırma temel araştırma niteliği taşımaktadır.

2.2. Veri Üretim Çalışması

Veri üretim çalışmasında modele, model parametresine, örneklem büyüklüğüne, iterasyon sayısına ve Monte Carlo çalışmasına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

2.2.1. Model

Bu çalışmada altı maddeden tek boyuttan oluşan bir model oluşturulmuştur. Modelin oluşturulmasında TIMSS 2011 çalışmasında bulunan matematik öğrenme ölçeğinde yer alan Şekil 1'deki maddeler referans alınmıştır.



Şekil 1. Araştırma Kapsamında İncelenen ve Doğrusallık Problemi Olan Model

TIMSS 2011 çalışmasına 8. sınıf düzeyinde katılan ve ölçekte yer alan maddelerin tamamını cevaplayan 6148 öğrencinin cevapları doğrultusunda öncelikle açımlayıcı faktör analizi hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda ölçek maddelerinin Şekil’de gösterildiği gibi tek boyutta toplandığı, toplam varyansın %43,315’ni açıkladığı belirlenmiştir. Maddelerin faktör yük değerlerinin 0,799 ile 0,208 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Ölçek maddelerine verilen cevapların Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı da 0,710 olarak hesaplanmıştır. Ölçekte yer alan maddeler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Ölçek Maddeleri

Matematik	X1. Matematik benim için diğer alanlardan daha zordur.***
	X2. Matematik öğrenmenin günlük yaşantımda bana yardımcı olacağını düşünürüm.
	X3. Diğer dersleri öğrenmek için matematiğe ihtiyacım var.
	X4. Üniversitede istediğim bölümü kazanabilmem için matematikte iyi olmam gerekir.
	X5. İstedğim işi elde etmek için matematikte iyi olmam gerekir.
	X6. Matematiği kullanmayı gerektiren bir iş isterim.

***ters kodlanan maddeler

Ölçekte yer alan altıncı maddenin ilk hesaplama sonucunda modelde anlamlı t değerine sahip olmadığı, diğer bir anlatımla faktöre anlamlı bir açıklık getirmediği tespit edilmiştir.

Söz konusu maddelerle oluşturulan tek faktörlü modelin serbestlik derecesi hesaplanmıştır. Gözlenen beş değişkeninin bulunduğu modelin varyans-kovaryans matrisinde $6 \cdot (6+1) / 2 = 21$ değişken bulunmaktadır. Şekil’de de görüldüğü gibi modelde altı faktör yükü ve altı hata varyansı olmak üzere toplam 12 parametre kestirilecektir. Modelin serbestlik derecesi $21-12=9$ olduğundan modelin "aşırı tanımlanmış model" olduğu görülmektedir.

2.2.2. Model Parametresi

Veri üretiminde model parametreleri Türkiye’de TIMSS 2011 çalışmasına 8. sınıf düzeyinde katılan ve anket maddelerinin tamamına yanıt veren 6148 öğrencinin yanıtları

doğrultusunda belirlenmiştir. Veri üretiminde referans alınan korelasyon matrisi ve betimsel istatistikler Tablo 2 ve Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 2. Veri Üretimi İçin Referans Alınan Korelasyon Matrisi

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1	1					
X_2	0,113	1				
X_3	0,072	0,365	1			
X_4	0,114	0,289	0,348	1		
X_5	0,138	0,302	0,375	0,661	1	
X_6	0,334	0,289	0,333	0,378	0,440	1

Tablo 3. Veri Üretimi İçin Referans Alınan Ortalama ve Standart Sapma Değeri

Maddeler	\bar{X}	SS
X_1	2,84	1,160
X_2	1,72	,975
X_3	1,82	,923
X_4	1,58	,899
X_5	1,70	,924
X_6	2,52	1,144

Standart olarak üretilen veriler ham puanlara dönüştürülmüş; ardından da en yakın olan tam sayıya yuvarlama işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.2.3. Örneklem Büyüklüğü

Bu araştırmada 100, 250, 500 ve 1000 örneklem büyüklüğü üzerinde incelemeler gerçekleştirilmiştir.

2.2.4. İterasyon Sayısı

Araştırmada her bir verinin üretimi 20 tekrarlı gerçekleştirilmiştir. Analizlerde 20 iterasyon amaçlı $20 \times 12 = 240$ veri üretimi yapılmıştır.

2.2.5. Monte Carlo Çalışması

Matematiksel veya fiziksel problemlerde özellikle çözüm olasılığı hesaplanmış her bir değer aralığı için yaklaşık çözümler elde etmek için kullanılan rastgele örneklem teknikleri ve genellikle bilgisayar simülasyonu kullanımı olarak tanımlanan Monte Carlo çalışmaları, (Fan, Felsovályi, Sivo, & Keenan, 2012) veriler tarafından karşılanmayan varsayımların istatistiksel analizlerin gücü gibi özellikleri nasıl etkilendiğinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Davidian, 2005).

2.3. Verilerin Çözülmesi

2.3.1. Varsayımların İncelenmesi

Her bir model için üretilen dört farklı veri setinin varsayımları incelenmiştir. Yapısal eşitlik modellemesinin temel varsayımları olan kayıp veri, uç değer, normallik, çoklu bağlantı ve eş varyanslılık üzerinde incelemeler gerçekleştirilmiştir. Örneklem büyüklüğü araştırmanın değişkeni olduğu için örneklem büyüklüğü varsayımı üzerinde durulmamıştır. Aynı zamanda modelde doğrusallık problemi olduğu göz önünde bulundurulmuştur.

2.3.2. Analizler

Veri üretiminden sonra en çok olabilirlik (EÇO), ağırlıklandırılmamış en küçük kareler (AEKK) ve genelleştirilmiş en küçük kareler (GEKK) parametre kestirim yöntemleri kullanılarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Analizler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Analiz Aşamalarının Gösterimi

Hesaplamalar	Örneklem büyüklüğü			
	100	250	500	1000
PS*	X	X	X	X
MÇ**	X	X	X	X
PKY***	X	X	X	X
UII****	X	X	X	X

* PS: Parametre sınırlandırması (1, KTK- MTK)

** MÇ: Madde çıkarma

*** PKY: Parametre kestirim yöntemleri (EÇO- AEKK-GEKK)

****UII: Uyum indeksleri (X^2/sd , RMSEA, GFI, CFI, SRMR, NFI)

Bu çalışmada doğrusallık problemine neden olan madde ihmal edilerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Ardından madde çıkarılarak analizler yenilenmiştir. Ancak bu durumda modelde madde kaybı yaşanmıştır. Madde kaybı olmaması amacıyla doğrusallık problemine neden olan madde parametrelerinin sınırlandırması yapılmıştır. Sınırlandırmalarda KTK ölçme modeline bağlı olarak madde-toplam korelasyon katsayıları kullanılmıştır. MTK ölçme modelinde ise madde ayırıcılığını tanımlayan a_{ij} parametresinden yararlanılmıştır. Madde karakteristik eğrisinin eğimine eşit olan a_{ij} parametresi, maddenin kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Kestirilen a_{ij} parametresinin artması, maddenin ayırt ediciliğinin arttığını göstermektedir (Embretson ve Reise, 2000). Çalışmada önce en düşük faktör yük değerlerine ardından en yüksek faktör yük değerlerine sahip maddelerin madde parametrelerinin sınırlandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Verilerin üretimi ve üretimin doğrulanmasında SAS 9.1.3 paket programından yararlanılmıştır. Modellerin parametre kestirimi ve hesaplamalarında SAS 9.1.3, LISREL 8.7 programı kullanılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. KTK'ya dayalı parametre tahminlerinde SPSS 21.0, MTK'ye dayalı parametre kestirimlerinde MULTILOG programları kullanılmış; sonuçlar tablollaştırılarak raporlanmıştır.

3.BULGULAR

Bu bölümde araştırma problem doğrultusunda bulgulara yer verilmiştir.

3.1.Doğrusallık Problemi Olan Modelin Farklı Parametre Kestirim Yöntemleri İle Hesaplanan Uyum İndeksleri Nedir?

Altı maddeden oluşan ölçek üzerinde gerçekleştirilen incelemelerde altıncı maddenin anlamlı t değerlerine sahip olmadığı ve/veya düşük regresyon değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumda istatistiki anlamda maddenin ölçekten çıkarılması gerekmektedir (Hambleton ve Patsula 1999, Tabachnick ve Fidell, 2007). Bu çalışmada modelde doğrusallık problemine neden olan altıncı madde modelden çıkarılarak farklı parametre kestirim yöntemleri ile farklı örneklem büyüklüklerinde hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan uyum indeks değerleri Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Maddenin Çıkarılması Sonucunda Farklı Parametre Kestirim Yöntemlerine Göre Hesaplanan Uyum İndeksleri

Örneklem Büyükülüğü	Parametre Kestirim Yöntemi	Uyum indeksleri						
		X ² (sd)	X ² /sd	RMSEA	SRMR	GFI	CFI	NFI
100	EÇO	22,00 (5)	4,4	0,220	0,093	0,90	0,89	0,86
	AEKK	9,13 (5)	1,83	0,140	0,091	0,98	0,96	0,94
	GEKK	9,67 (5)	1,93	0,140	0,14	0,85	0,82	0,81
250	EÇO	67,93 (5)	11,85	0,19	0,092	0,92	0,89	0,89
	AEKK	24,23 (5)	4,84	0,091	0,078	0,98	0,97	0,95
	GEKK	24,44 (5)	4,89	0,14	0,140	0,85	0,82	0,80
500	EÇO	67,96 (5)	13,59	0,15	0,056	0,95	0,95	0,95
	AEKK	25,58 (5)	5,11	0,088	0,052	0,99	0,98	0,98
	GEKK	24,44 (5)	4,89	0,11	0,140	0,87	0,76	0,74
1000	EÇO	140,75 (5)	28,15	0,16	0,057	0,95	0,95	0,95
	AEKK	51,93 (5)	10,39	0,10	0,050	0,99	0,98	0,98
	GEKK	59,02 (5)	11,8	0,10	0,079	0,94	0,91	0,89

Tablo 6’da yer alan bilgiler doğrultusunda, altıncı maddenin çıkarılmasıyla oluşturulan modelin X²/sd ile RMSEA değerlerinin AEKK ile GEKK tüm örneklem büyüklüklerinde benzer kestirildiği; EÇO parametre kestirim yöntemi ile diğer yöntemlere göre daha yüksek hesaplamalar gerçekleştirildiği belirlenmiştir. X²/sd uyum indeksinin örneklem büyüklüğüne bağlı olarak artış gösterdiği; RMSEA ve SMRMR değerlerinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda örneklem büyüklüğünün artışına bağlı olarak azalan uyum indekslerinden X²/sd indeksinin yanlı sonuçlar üretebileceği görülmektedir.

Tablo 6 incelendiğinde artan uyum indekslerinden GFI, CFI ve NFI uyum indekslerinin örneklem büyüklüğüne bağlı olarak GFI, CFI ve NFI uyum iyiliği değerlerinin artış gösterdiği; 500 örneklem büyüklüğünde söz konusu uyum iyiliği değerlerinin genel olarak sabitlendiği saptanmıştır.

Beş madde tek boyuttan oluşan modelin AEKK ile 100; EÇO ile 500; GEKK ile de 1000 örneklem büyüklüğünde model-veri uyumunun genel olarak sağlandığı belirlenmiştir. Model-

veri uyumları genel olarak incelendiğinde doğrusallık problemine neden olan maddenin modelden çıkarılması, uyum indekslerinde artış olmasını sağlamıştır. Bununla birlikte özellikle örneklem büyüklüğüne bağlı olarak modele anlamlı bir açıklayıcılık getirmeyen madde bulunsa bile model-veri uyumunun sağlandığı belirlenmiştir.

3.2. Doğrusallık Problemine Neden Olan Maddenin Sınırlandırılması Sonucunda Farklı Parametre Kestirim Yöntemleri İle Hesaplanan Uyum İndeksleri Nedir?

Maddelerin çıkarılması durumunda bir madde kaybı söz konusudur ve özellikle uyarlama çalışmalarında maddelerin ölçekten çıkarılması sorun teşkil edebilmektedir. Bu durumda Schumacker ve Lomax (2004) tahmin edilebilir değerler olduğunda madde parametrelerini sabitlemede o değerlerin kullanılabilirliğini belirtmektedir. Madde parametrelerinin sınırlandırılmasında faktör yükü en yüksek (madde 3, madde 4) ile en düşük (madde 1, madde 6) maddelerin parametrelerinin sınırlandırılması yoluna gidilmiştir.

3.3. Faktör Yükü En Yüksek Olan Maddelerin Parametre Değerlerinin Sınırlandırılması

Araştırmada madde sınırlandırılmasında öncelikle faktör yük değeri en yüksek olan maddelerin (madde 3, madde 4) parametrelerinin sınırlandırılması yoluna gidilmiştir. Sınırlama sürecinde öncelikle madde parametrelerinin 1'e, daha sonra KTK ve MTK değerlerine sabitlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Sınırlandırmalar sonucunda hesaplanan model-veri uyum indeksleri Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7'deki bilgiler incelendiğinde, en yüksek faktör yük değerine sahip maddelerin parametrelerinin sabitlenmesi sonucunda AEKK parametre kestirim yöntemi ile 100; EÇO ile 500; GEKK kestirim yöntemi ile de genel olarak 1000 örneklem büyüklüğünde model-veri uyumunun sağlandığı belirlenmiştir. Parametrelerin 1'e ve KTK değerlerine sabitlenmesi sonucunda genel olarak MTK değerlerine sınırlandırılan parametrelerden daha yüksek değerler üretildiği belirlenmiştir. Parametrelerin sınırlandırılması sonucunda kestirilen uyum değerlerinin doğrusallık varsayımı ihlal edilerek kestirilen değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

X^2/sd değerinin benzer şekilde örneklem büyüklüğüne göre daha yüksek hesaplandığı görülmektedir. Parametre kestirim yöntemleri içerisinde de en yüksek kestirimlerin EÇO ile hesaplandığı görülmektedir. RMSEA ve SRMR uyum değerlerinin ise örneklem büyüklüğüne bağlı olarak azalma gösterdiği tespit edilmiştir. GFI, CFI ve NFI uyum iyiliği değerleri incelendiğinde; üç uyum indeksinin de AEKK parametre kestirim yöntemi ile diğer yöntemlere göre daha yüksek hesaplandığı görülmektedir. EÇO ile söz konusu uyum iyiliği değerlerinin de GEKK ile hesaplanan değerlerden daha yüksek kestirildiği tespit edilmiştir.

Tablo 7. Faktör Yükü En Yüksek Olan Maddelerin Sınırlandırılması Sonucunda Farklı Parametre Kestirim Yöntemlerine Göre Hesaplanan Uyum İndeksleri

ÖB	PKY	İşlem	Uyum İndeksleri						
			X^2 (sd)	X^2/sd	RMSEA	SRMR	GFI	CFI	NFI
EÇO		$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	46,25 (10)	4,63	0,230	0,13	0,85	0,76	0,71
		$\lambda_3=0,739; \lambda_4=0,626$	40,49 (10)	4,05	0,180	0,11	0,88	0,81	0,76
		$\lambda_3=4,260; \lambda_4=1,500$	31,06 (10)	3,11	0,210	0,16	0,86	0,80	0,79
100	AEKK	$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	20,23 (10)	2,02	0,120	0,11	0,97	0,93	0,87
		$\lambda_3=0,739; \lambda_4=0,626$	17,48 (10)	1,75	0,110	0,10	0,96	0,95	0,89
		$\lambda_3=4,260; \lambda_4=1,500$	14,41 (10)	1,44	0,140	0,10	0,96	0,92	0,90

250	GEKK	$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	26,31 (10)	2,63	0,130	0,26	0,76	0,62	0,54
		$\lambda_3=0,739; \lambda_4=0,626$	20,23 (10)	2,02	0,100	0,20	0,81	0,76	0,65
		$\lambda_3=4,260; \lambda_4=1,500$	16,76 (10)	1,68	0,150	0,40	0,75	0,65	0,62
	EÇO	$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	136,55 (10)	13,66	0,19	0,12	0,87	0,80	0,79
		$\lambda_3=0,626; \lambda_4=0,731$	89,83 (10)	8,98	0,18	0,096	0,89	0,87	0,85
		$\lambda_3=2,780; \lambda_4=5,030$	122,38 (10)	12,24	0,15	0,12	0,91	0,85	0,78
	AEKK	$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	46,49 (10)	4,65	0,10	0,086	0,96	0,94	0,93
		$\lambda_3=0,626; \lambda_4=0,731$	42,04 (10)	4,20	0,11	0,082	0,98	0,95	0,93
		$\lambda_3=2,780; \lambda_4=5,030$	58,66 (10)	5,87	0,099	0,100	0,97	0,95	0,91
GEKK	$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	46,20 (10)	4,62	0,12	0,160	0,80	0,77	0,73	
	$\lambda_3=0,626; \lambda_4=0,731$	41,95 (10)	4,2	0,11	0,170	0,82	0,77	0,74	
	$\lambda_3=2,780; \lambda_4=5,030$	59,69 (10)	5,97	0,10	0,210	0,85	0,80	0,71	
500	EÇO	$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	137,42 (10)	13,74	0,16	0,092	0,96	0,94	0,92
		$\lambda_3=0,683; \lambda_4=0,702$	141,70 (10)	14,17	0,16	0,090	0,91	0,88	0,87
		$\lambda_3=2,750; \lambda_4=2,600$	129,47 (10)	12,95	0,15	0,085	0,92	0,89	0,88
	AEKK	$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	63,45 (10)	6,35	0,10	0,079	0,98	0,95	0,94
		$\lambda_3=0,683; \lambda_4=0,702$	66,11 (10)	6,61	0,087	0,081	0,98	0,95	0,94
		$\lambda_3=2,750; \lambda_4=2,600$	58,66 (10)	6,19	0,086	0,076	0,98	0,97	0,95
	GEKK	$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	64,75 (10)	6,48	0,10	0,160	0,88	0,78	0,75
		$\lambda_3=0,683; \lambda_4=0,702$	67,84 (10)	6,78	0,11	0,130	0,88	0,80	0,76
		$\lambda_3=2,750; \lambda_4=2,600$	59,69 (10)	6,54	0,086	0,140	0,89	0,84	0,77
1000	EÇO	$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	200,01 (10)	20,00	0,140	0,059	0,94	0,93	0,93
		$\lambda_3=0,705; \lambda_4=0,751$	210,03 (10)	21,00	0,14	0,063	0,93	0,93	0,92
		$\lambda_3=3,490; \lambda_4=3,630$	205,23 (10)	20,52	0,14	0,061	0,94	0,93	0,93
	AEKK	$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	81,82 (10)	8,18	0,085	0,054	0,99	0,97	0,97
		$\lambda_3=0,705; \lambda_4=0,751$	86,91 (10)	8,69	0,088	0,056	0,99	0,97	0,97
		$\lambda_3=3,490; \lambda_4=3,630$	84,49 (10)	8,45	0,067	0,055	0,99	0,97	0,97
	GEKK	$\lambda_3=1,000; \lambda_4=1,000$	81,06 (10)	8,11	0,084	0,082	0,92	0,87	0,86
		$\lambda_3=0,705; \lambda_4=0,751$	86,90 (10)	8,69	0,088	0,096	0,91	0,86	0,85
		$\lambda_3=3,490; \lambda_4=3,630$	84,09 (10)	8,41	0,083	0,089	0,91	0,87	0,85

3.4. Faktör Yüğü En Düşük Olan Maddelerin Parametre Değerlerinin Sınırlandırılması

Bu araştırmada madde sınırlandırılmasında faktör yük değeri en düşük olan maddelerin (madde 1, madde 6) parametrelerinin sınırlandırılması yoluna gidilmiştir. Sınırlama sürecinde öncelikle madde parametrelerinin 1'e, daha sonra KTK ve MTK değerlerine sabitlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Sınırlandırmalar sonucunda hesaplanan model-veri uyum indeksleri Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Faktör Yüğü En Düşük Olan Maddelerin Sınırlandırılması Sonucunda Farklı Parametre Kestirim Yöntemlerine Göre Hesaplanan Uyum İndeksleri

ÖB	PKY	İşlem	Uyum İndeksleri						
			X ² (sd)	X ² /sd	RMSE A	SRM R	GFI	CFI	NFI
100	EÇO	$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	36,10 (10)	3,61	0,160	0,13	0,89	0,81	0,76
		$\lambda_1=0,527; \lambda_6=0,328$	35,10 (10)	3,51	0,160	0,12	0,89	0,82	0,77
		$\lambda_1=0,610; \lambda_6=0,180$	33,49 (10)	3,35	0,150	0,11	0,90	0,84	0,79
	AEKK	$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	17,09 (10)	1,71	0,085	0,12	0,94	0,95	0,89
		$\lambda_1=0,527; \lambda_6=0,328$	16,22 (10)	1,62	0,079	0,12	0,95	0,95	0,89
		$\lambda_1=0,610; \lambda_6=0,180$	14,98 (10)	1,5	0,071	0,10	0,96	0,96	0,90

		$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	--	--	--	--	--	--	--	
	GEKK	$\lambda_1=0,527; \lambda_6=0,328$	17,73 (10)	1,77	0,088	0,20	0,84	0,82	0,69	
		$\lambda_1=0,610; \lambda_6=0,180$	16,55 (10)	1,66	0,081	0,16	0,85	0,85	0,71	
250	EÇO	$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	140,31 (10)	14,03	0,23	0,190	0,84	0,77	0,76	
		$\lambda_1=0,568; \lambda_6=0,130$	116,29 (10)	11,63	0,21	0,150	0,87	0,82	0,81	
		$\lambda_1=0,860; \lambda_6=0,210$	117,02 (10)	11,70	0,21	0,150	0,86	0,82	0,80	
	AEKK	$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	66,65 (10)	6,67	0,15	0,190	0,86	0,91	0,86	
		$\lambda_1=0,568; \lambda_6=0,130$	56,82 (10)	5,68	0,14	0,140	0,92	0,92	0,91	
		$\lambda_1=0,860; \lambda_6=0,210$	57,19 (10)	5,72	0,14	0,150	0,92	0,92	0,91	
	GEKK	$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	---	---	---	---	---	---	---	
		$\lambda_1=0,568; \lambda_6=0,130$	57,26 (10)	5,73	0,14	0,280	0,77	0,70	0,67	
		$\lambda_1=0,860; \lambda_6=0,210$	57,59 (10)	5,76	0,14	0,280	0,76	0,70	0,67	
	500	EÇO	$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	183,25 (10)	18,33	0,21	0,200	0,87	0,82	0,82
			$\lambda_1=0,615; \lambda_6=0,232$	145,76 (10)	14,58	0,17	0,130	0,91	0,87	0,87
			$\lambda_1=1,010; \lambda_6=0,230$	134,93 (10)	13,49	0,21	0,210	0,87	0,82	0,81
AEKK		$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	87,74 (10)	8,77	0,14	0,210	0,91	0,93	0,92	
		$\lambda_1=0,615; \lambda_6=0,232$	66,89 (10)	6,69	0,11	0,13	0,95	0,95	0,94	
		$\lambda_1=1,010; \lambda_6=0,230$	60,45 (10)	6,05	0,16	0,210	0,83	0,91	0,91	
GEKK	$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	108,66 (10)	10,87	0,19	0,500	0,70	0,38	0,38		
	$\lambda_1=0,615; \lambda_6=0,232$	78,45 (10)	7,85	0,12	0,220	0,85	0,72	0,70		
	$\lambda_1=1,010; \lambda_6=0,230$	---	---	---	---	---	---	---		
1000	EÇO	$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	459,70 (10)	45,97	0,190	0,160	0,89	0,82	0,82	
		$\lambda_1=0,649; \lambda_6=0,131$	294,82 (10)	29,48	0,16	0,110	0,91	0,89	0,89	
		$\lambda_1=1,140; \lambda_6=0,280$	458,40 (10)	45,84	0,16	0,097	0,92	0,89	0,88	
	AEKK	$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	203,00 (10)	20,30	0,120	0,160	0,92	0,93	0,93	
		$\lambda_1=0,649; \lambda_6=0,131$	126,08 (10)	12,61	0,11	0,110	0,96	0,96	0,95	
		$\lambda_1=1,140; \lambda_6=0,280$	255,97 (10)	25,6	0,100	0,095	0,97	0,95	0,94	
GEKK	$\lambda_1=1,000; \lambda_6=1,000$	353,33 (10)	35,33	0,140	0,340	0,80	0,60	0,58		
	$\lambda_1=0,649; \lambda_6=0,131$	138,54 (10)	13,85	0,11	0,180	0,86	0,77	0,76		
	$\lambda_1=1,140; \lambda_6=0,280$	---	---	---	--	--	--	--		

Tablo 8'deki bilgiler doğrultusunda, GEKK parametre kestirim yöntemi ile bazı örneklem büyüklüklerinde ve sınırlamalarda modelin converge etmediği tespit edilmiştir. En düşük faktör yük değerlerine sahip parametrelerin sınırlandığı modelde AEKK parametre kestirim yöntemi ile model-veri uyumunun sağlandığı, diğer parametre kestirim yöntemlerinde ise model-veri uyumunun tam olarak sağlanamadığı tespit edilmiştir. Uyum indekslerindeki değişimin de parametre kestirim yöntemi ve örneklem büyüklüğüne bağlı olarak benzer bir değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada doğrusallık problemine neden olan bir maddenin bulunduğu bir model oluşturulmuştur. Modelde anlamlı t değerlerine sahip olmayan değişkenler olsa bile model-veri uyumunun sağlandığı belirlenmiştir. Yapısal eşitlik modellemelerinin analizinde modelin hesaplama aşamasında madde parametreleri üzerinde incelemeler yapılmadan modelin test edilme aşamasına geçilmemesi gerektiği, sonuçların yanıltıcı olabileceği belirlenmiştir. Araştırmada modele anlamlı bir açıklık getirmeyen maddenin modelden çıkarılması gerektiği vurgulanmaktadır. Birçok çalışmada bu konuya değinilmiş, anlamlı açıklayıcılık değerine sahip olmayan maddelerin modelden çıkarılması gerektiği belirtilmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2007). Ayrıca anlamlı t değerlerine sahip olsalar da düşük açıklayıcılık gösteren değişkenlerin de

modelde yer almaması gerekmektedir (Kline, 2011). Hambleton ve Patsula (1999) da ölçek uyarlama sürecinde ön uygulama sonrasında gerçekleştirilen faktör analizi ile ayırt edici olmayan maddelerin ölçekte kalmaması gerektiğini belirtmektedir. Ancak bu durumda modelde madde kaybı yaşanmaktadır. Bu durumda Schumacker ve Lomax (2004) madde parametrelerinin 0 ve 1 ile sınırlandırılabilmesi gibi tahmin edilebilir değerler olduğunda madde parametrelerini sabitlemede o değerlerin kullanılabilmesini belirtmektedir. Savalei ve Kolenikov (2008), gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında parametre ya da fark testlerinin gelişigüzel sınırlandırılması ile yanlış tanımlanmış bir modelin gizlenebileceğini belirtmektedir. Karma dağılımların parametre sınırlandırmasına uygun olmadığını ayrıca Heywood vakalarının parametrelerin uygun değerlere sınırlandırılarak giderilebileceğini belirtmektedir. Tüm kısıtlamaların parametre değerlerinin yokluk hipotezi ile test edildiğini ifade eden Stoel, Garre, Dolan ve Wittenboer (2006) parametre sınırlandırması için yeterli bilgiye ihtiyaç duyulması gerektiğini belirtmektedir. Andrews (1999) de rastgele sayılarla gerçekleştirilen sınırlandırmalar sonucunda bazı değişkenlerin varyanslarının sifira eşitlendiği sonucuna ulaşmışlardır. Rindskopf (1983) de parametrelerin eşit ya da sabit değerlerden ziyade eşit olmayan değerlerle sınırlandırılması gerektiğini belirtmektedir. Tüm bu bilgiler ışığında ve araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda anlamlı t değerlerine sahip olmayan modellerde, madde parametrelerinin pratikte birbirine eşit olması çok mümkün olmadığından, parametre sınırlandırmasının KTK'den elde edilen değerlerle gerçekleştirilmesi gerektiği görülmektedir. Bunun yanı sıra geniş örneklem büyüklüklerinde madde parametrelerinin MTK değerlerine sabitlenebileceği de belirlenmiştir.

Parametrelerin sınırlandırılmasında da faktör yükü en düşük parametreler yerine en yüksek parametrelerin seçilmesinin modeli daha uyumlu hale getirdiği, araştırma sonucunda ayrıca tespit edilmiştir.

AEKK ile gerçekleştirilen hesaplamaların EÇO ve GEKK parametre hesaplama yöntemlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Andrews (2001), araştırmalarında sorunlu parametrelerin yer aldığı yapısal eşitlik modellerinde asimptotik dağılımların kullanılması gerektiğini belirtmektedir.

Örneklem büyüklüğü varsayımı incelendiğinde madde parametrelerinin sınırlandırılması sonucunda hesaplanan uyum değerlerinin 500 örneklem büyüklüğünden sonra sabitlenmeye başladığı tespit edilmiştir. Diğer birçok araştırmada yapısal eşitlik modellemesinde geniş örneklem büyüklüğüne ihtiyaç duyulduğu yönünde görüş ortaya konulmuştur (Marsh, Hau, Balla, & Grayson, 1998; Schermelleh-Engel, Moosbrugger & Müller, 2003; Jackson, 2007). Çerezci de (2010) araştırma sonuçlarından biri olan 300 örneklem büyüklüğünden sonra uyum indekslerinin sabitlendiği bulgusunu destekler niteliktedir.

Hesaplanan uyum indeksleri incelendiğinde, X^2 uyum indeksinin örneklem büyüklüğüne bağlı olarak artış gösterdiği; model-veri uyumunun sağlandığı durumda bile ki-kare istatistiğinin örneklem büyüklüğüne bağlı olarak anlamlı ve yüksek değerler alma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. RMSEA ve SRMR uyum indeksinin örneklem büyüklüğüne bağlı olarak artış gösterdiği, 500 örneklem büyüklüğünden sonra genel olarak benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Artan uyum indekslerinden GFI uyum indeksinin CFI ve NFI indeksine göre tüm örneklem büyüklüklerinde ve parametre kestirim yöntemlerinde daha yüksek hesaplanma eğiliminde olduğu ve GFI'nın modellerin değişiminden (madde çıkarılması, parametre sınırlandırılması) çok fazla etkilenmediği saptanmıştır. Bu doğrultuda model-veri uyumunun değerlendirilmesinde azalan uyum indekslerinden X^2/sd 'nin, artan uyum indekslerinden GFI'nin dikkat edilmesi gerektiği görülmektedir. Kim (2009) de örneklem büyüklüğü ve güç değişkenlerinin uyum indekslerine etkisini araştırdığı çalışmasında güç değişkeninin uyum indeksleri üzerinde etkili olduğunu; CFI değerinin 0,95 olduğu durumda RMSEA değerinin 0,05 olmadığını belirtmiştir. Suguwara ve MacCallum (1993) araştırmalarında artan uyum indekslerinin farklı parametre kestirim yöntemi ile durumlara göre büyük değişiklikler gösterdiğini ve oldukça kararsız değerler aldığını ortaya koymuşlardır.

Yapısal eşitlik modellerinin hesaplanmasında varsayımların incelenmesinin ve incelemeye ilişkin bilgilerin raporlanması önerilmektedir. Aksi durumda yanlış hesaplamaların gerçekleştirileceği unutulmamalıdır. Doğrusallık varsayımının ihlali durumunda modelde değişken kaybı olarak hesaplamaların gerçekleştirilmesi isteniyorsa varsayımın ihlaline neden olan değişkenlerin modelden çıkarılması gerekmektedir. Madde kaybının olmasının istenmediği durumda parametrelerin sınırlandırılması önerilmektedir. Parametre sınırlandırma çalışmalarında parametrelerin sabit ya da farklı parametrelerin birbirine eşit değerlerle sınırlandırılması yerine uygun değerlerin KTK değerlerine sabitlenmesi önerilmektedir. Büyük örneklem gruplarında (1000 gibi) parametrelerin MTK'den elde edilen değerlere de sabitlenebileceği söylenebilmektedir. Parametre sınırlandırmalarında faktör yük değeri düşük parametreler yerine faktör yük değerleri yüksek parametrelerin sınırlandırılması önerilmektedir.

Araştırma kapsamında incelenen uyum değerlerinin genel olarak 500 örneklem büyüklüğünden sonra sabitlendiği belirlendiğinden yapısal eşitlik modellemesi analizlerinin 500 örneklem büyüklüğünde gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Yapısal eşitlik modellemelerinde model-veri uyumunun değerlendirilmesinde örneklem büyüklüğüne bağlı olarak monoton bir artış gösteren χ^2/sd değeri dışındaki uyum indekslerinin ölçüt olarak kabul edilmesi önerilmektedir.

Modeller bazında oluşturulan durumlardan en az etkilenen uyum indeksinin GFI olduğu belirlendiğinden kurulan teorik modelden tam olarak emin olunmadığında model-veri uyumunun değerlendirilmesinde GFI uyum iyiliğinin temel ölçüt olarak kabul edilmemesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Andrews, D. W. K. (1999). Estimation when a parameter is on a boundary. *Econometrica*, 67(6), 1341-1383.
- Andrews, D. W. K. (2001). Testing when a parameter is on the boundary of the maintained hypothesis. *Econometrica*, 69(3), 683-734.
- Baker, F. B. (2001). The basics of item response theory. Eric Clearinghouse on Assessment and Evaluation.
- Bentler, P.M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107(2), 238-246.
- Crocker, L. M. & Algina, L. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Çerezci, E.T. (2010). *Yapısal eşitlik modelleri ve kullanılan uyum iyiliği indekslerinin karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Davidian, M. (2005). Simulation studies in statistics, ST810A.
- Embretson, S. E. & Reise, S. (2000). *Item response theory for psychologists*. Mahwah, NJ: Erlbaum Publishers.
- Fan, X., Felsovályi, Á., Sivo, S. & Keenan, S. (2002). *SAS for monte carlo studies a guide for quantitative researchers*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Fan, X., Thompson B. & Wang, L. (1999). Effects of sample size, estimation methods, and model specification on structural equation modeling fit indexes. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 56-83.

- Hambleton, R. K. & Patsula, L. (1999). Increasing the validity of adapted tests: Myths to be avoided and guidelines for improving test adaptation practices. *Journal of Applied Testing Technology*, 1(1), 1-30.
- Hambleton, R. K. & Swaminathan, H. (1985). *Item response theory principles and applications*. Boston: Kluwer.
- Hoyle, R. H. (1995). *Structural equation modeling concepts, issues, and applications*. SAGE Publications, California.
- Iacobucci, D. (2009). Structural equations modeling: Fit Indices, sample size, and advanced topics, *Journal of Consumer Psychology*, 20, 90-98.
- Jackson, D. L. (2007). The effect of the number of observations per parameter in misspecified confirmatory factor analytic models. *Structural Equation Modeling*, 14, 48-76.
- Jackson, D.L., Voth, J. & Frey, M.P. (2013). A note on sample size and solution propriety for confirmatory factor analytic models. *Structural Equation Modeling*, 20, 86-97.
- Jöreskog, K.G., & Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Chicago, Scientific Software International, USA.
- Kim, K.H. (2009). The relation among fit indexes, power, and sample size in structural equation modeling. *Structural Equation Modeling*, 12(3), 368-390.
- Kline, R. X. (2005). Classical test theory assumptions, equations, limitations, and item analyses Loken (Chp. 5). In *Psychological testing: A practical approach to design and evaluation*, SAGE Publications, California.
- Kline, R. B. (2011). *Principals and practice of structural equation modeling*. New York. The Guilford Press.
- Marsh, H. W., Hau, K. T., & Grayson, D. (2005). Goodness of fit in structural equation models. In A. Maydeu-Olivares & J. J. McArdle (Eds.). *Contemporary psychometrics: A festschrift for Roderick P. McDonald*, 275-340. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- McDonald, R.P. (1999). *Test theory: a unified treatment*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Morris, A. S. & Langari, R. (2012). *Measurement and instrumentation theory and application*. Elsevier Inc., California.
- Quesnel, C., Scherling, C. & Wallis, N. (2007). *Structural equation modeling: A simple-complex multivariate technique*. SEMWHORKSHOP Presentation.
- Raykoy, T. & Marcoulides, G.A. (2000). *A first course in structural equation modeling*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., New Jersey.
- Rindskopf, D. (1983). A general framework for using latent class analysis to test hierarchical and nonhierarchical learning models. *Psychometrika*, 48, 85-97.
- Savalei, V., & Bentler, P. M. (2006). Structural equation modeling. In R. Grover & M. Vriens (Eds.), *The handbook of marketing research: Uses, misuses, and future advances*, 330-36. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Savalei, V. & Kolenikov, S. (2008). Constrained versus unconstrained estimation in structural equation modeling, *Psychol Methods*, 13(2), 150-170.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. & 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.
- Schumacker, R.E. & Lomax, R.G. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.

- Stoel, R. D., Garre, F. G., Dolan C. & Wittenboer G. (2006). On the likelihood ratio test in structural equation modeling when, parameters are subject to boundary constraints. *Psychological Methods, 11*(4), 439-455.
- Suguwara, H. M. & MacCallum, R.C. (1993). Effect of estimation method on incremental fit indexes for covariance structure models. *Applied Psychological Measurement, 17*(4), 365-377.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics*. Boston: Allyn and Bacon.