

MPLUS ve R ile İleri Düzey Psikometri Uygulamaları

Esin YILMAZ KOĞAR • Hakan KOĞAR

2. Baskı





Doç. Dr. Esin YILMAZ KOĞAR - Doç. Dr. Hakan KOĞAR

MPLUS VE R İLE İLERİ DÜZEY PSİKOMETRİ UYGULAMALARI

ISBN 978-625-8044-59-1

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2023, PEGEM AKADEMİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. AŞ'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz. Bu kitap, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayınevi**dir. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından yayınları taranmaktadır, indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 1000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilir.

1. Baskı: Şubat 2022, Ankara

2. Baskı: Şubat 2023, Ankara

Yayın-Proje: Şehriban Türüldür
Dizgi-Grafik Tasarım: Müge Kuyrukcu
Kapak Tasarımı: Pegem Akademi

Baskı: Sonçağ Yayıncılık Matbaacılık Reklam San Tic. Ltd. Şti.
İstanbul Cad. İstanbul Çarşısı 48/48 İskitler/Ankara
Tel: (0312) 341 36 67

Yayıncı Sertifika No: 51818

Matbaa Sertifika No: 47865

İletişim

Macun Mah. 204. Cad. No:141 A/131 Yenimahalle/ANKARA

Yayınevi: 0312 430 67 50

Dağıtım: 0312 434 54 24

Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60

İnternet: www.pegem.net

E-ileti: pegem@pegem.net

WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

Doç. Dr. Esin YILMAZ KOĞAR

1987 yılı Samsun doğumludur. İlk, orta ve lise öğrenimini Ordu'da tamamladıktan sonra lisans eğitimini 2008 yılında Başkent Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği, yüksek lisans eğitimini 2011 yılında Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İlköğretim Bölümü, doktora eğitimini ise 2016 yılında Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalında tamamladı. 2012-2013 yılları arasında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Bölümünde araştırma görevlisi, 2013-2016 yılları arasında ise Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmıştır. Doktora eğitimini tamamladıktan sonra Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesine 2016 yılında geri dönmüş ve 2017 yılında üniversitenin Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Bölümü Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalında doktor öğretim üyesi olarak görev almıştır. Aynı fakültede Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır.

Lisans düzeyinde ölçme ve değerlendirme, istatistik, bilimsel araştırma yöntemleri dersleri yürütmektedir. Madde tepki kuramı uygulamaları, faktör yapısının incelenmesi, meta analiz, geniş ölçekli sınavlar gibi konular akademik ilgi alanlarını oluşturmaktadır.

ORCID No: 0000-0001-6755-9018

Doç. Dr. Hakan KOĞAR

1986 yılı Eskişehir doğumludur. İlk, orta ve lise öğrenimini Eskişehir'de tamamladıktan sonra lisans eğitimini 2008 yılında Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği, yüksek lisans eğitimini 2010 yılında Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, doktora eğitimini ise 2014 yılında Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalında tamamladı. 2009-2014 yılları arasında Başkent Üniversitesi Eğitim Fakültesinde araştırma görevlisi, 2014-2015 yılları arasında ise aynı fakültede öğretim görevlisi olarak çalışmıştır. 2015-2020 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Bölümü Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalında doktor öğretim üyesi olarak görev almıştır. Aynı fakültede hâlen doçent olarak görev yapmaktadır.

Lisans düzeyinde ölçme ve değerlendirme, istatistik, bilimsel araştırma yöntemleri; yüksek lisans düzeyinde test geliştirme teknikleri, maksimum performansın ölçülmesi, psikolojik ölçmenin temelleri, bilgisayarda ölçme uygulamaları, ölçme ve değerlendirmede güncel konular; doktora düzeyinde ise madde tepki kuramına giriş, madde tepki kuramı uygulamaları, psikometriye giriş ve ölçekleme teknikleri gibi dersleri yürütmektedir. Madde tepki kuramı uygulamaları, mokken ölçekleme analizleri, parametrik olmayan ve yarı parametrik madde tepki kuramı, boyutluluk analizleri, test geliştirme, kısa form geliştirme, ölçekleme gibi konular akademik ilgi alanlarını oluşturmaktadır.

ORCID No: 0000-0001-5749-9824

ÖN SÖZ

Psikometri alanındaki yeni, güncel ve ileri düzey uygulamalarla ilgili, özellikle Türkçe alanyazında yeterli kaynağın bulunmaması, yazarlarda bu kitabın yazılması için gerekli motivasyonu oluşturmuştur. Türkçe alanyazındaki Psikometri alanındaki kaynakların lisans düzeyindeki ders kitapları ve gelenekselleşmiş Psikometri uygulamaları çıkmazına girdiği görülmektedir. Özellikle 21. yüzyılla birlikte yazılım alanındaki önemli gelişmeler ve çok disiplinli çalışmalardaki artış, Psikometri alanına çok sayıda yeni yöntemin teorik ve uygulama boyutunda kazandırılmasına olanak sağlamıştır. Mplus ve R, bu süreçte en çok kullanılan iki istatistiksel yazılımdır.

Lisanslı bir yazılım olan Mplus, özellikle Yapısal Eşitlik Modeli çerçevesine ait alt bir model olan ölçme modellerine yeni yaklaşımların kazandırılmasına öncülük etmiştir. Hiyerarşik Modellere, Bifaktör Modellere ve Açımlayıcı Yapısal Eşitlik Modellerine ait uygulamalar temel olarak bu yazılım üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bahsedilen bu modeller ile faktör yapılarına ait yeni ölçme modelleri tanımlanmıştır. Ölçeklerin tek boyutluluğa veya ikinci düzey modellere sıkışıp kalmış faktör yapısına ait tartışmalar, bu yeni faktör yapıları sayesinde farklı bir boyut kazanmıştır. Ayrıca son zamanlarda önemi artan Bayes yaklaşımı çerçevesinde Açımlayıcı ve Doğrulamalı Faktör Analizi uygulamalarına verilen önem artmıştır. Bu konudaki diğer bir tartışma, güvenilirlik indeksi raporlamalarında Cronbach alfa katsayısının yanlış kestirimlere neden olduğu ve bazı özel durumlar hariç puanların güvenilirliğini kestirmede yeterli bir katsayı olmadığı bilinmesine rağmen yoğun kullanımın hâlen devam etmesidir. Alternatif olarak yıllardır uluslararası alanyazında kullanılan Omega katsayısı, Alfa'nın sınırlılıklarına cevap verebilen ve çok çeşitli faktör yapılarında da kullanılabilen bir güvenilirlik indeksidir. Özellikle son yıllarda SSCI düzeyindeki dergilerde yer alan yayınlar incelendiğinde ölçek geliştirme ve uyarlama çalışmalarında bu yeni faktör yapılarına sıklıkla yer verildiği görülmektedir. Bu nedenle bu faktör yapılarına ait teori ve uygulama konusunda Türkçe alanyazına katkı getirmenin Türkiye'deki Psikometri alanı için önemli olduğu düşünülmektedir.

R yazılımı ise açık kaynak kodlu olması ve tüm dünyadaki bilim insanlarının katkısı ile geliştirilmesi nedeniyle İstatistik ve Psikometri alanlarında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle Psikometri alanında geliştirilen hemen hemen her yeni yöntemle ait uygulamaya dönük çabalar öncelikle R yazılımında karşılığını bulmaktadır. Bu kitap çerçevesinde R yazılımındaki geleneksel Psikometri uygulamalarından uzaklaşarak daha güncel ve Türkçe alanyazında karşılığı henüz yeterince olmayan yöntemlere odaklanılmıştır. Değişen Madde Fonksiyonu, güncel bir yöntemle ait uygulamalar ile çok boyutlu yapılarıdaki uygulamalar;

Ölçme Değişmezliği ise Bayes yaklaşımı çerçevesinde ele alınmıştır. Madde Tepki Kuramı uygulamaları ise karma formatlı veri yapıları, çok gruplu analizler, madde takımı (testlet), parametrik olmayan ve yarı parametrik modeller ve bireyselleştirilmiş bilgisayarlı testler konularına yoğunlaşmıştır. Bu modeller ile ilgili çok sınırlı Türkçe alanyazın yer almaktadır. Ayrıca Genellenebilirlik Kuramı gibi geleneksel bir Psikometri uygulamasına da yer verilmiştir.

Bu kitapta yer alan tüm konuların okurlar tarafından daha iyi anlaşılabilmesi için okurların sahip olması gereken bazı yeterliklerden bahsedilebilir. Okurların geleneksel Psikometri konularına (özellikle Faktör Analizi ve Madde Tepki Kuramı) ve temel istatistiğe hâkim olması beklenmektedir. Ayrıca Mplus ve R yazılımlarına aşina olan okurlar için kitap çok daha faydalı olacaktır. Bu kitapta özellikle Mplus ve R yazılımları için bir giriş yapılmamıştır. Bu kitabın hedef kitlesi, Ölçme ve Değerlendirme alanındaki doktora öğrencileri, Ölçme ve Değerlendirme alanı akademisyenleri, ölçek geliştirme ve uyarlama çalışmalarındaki yeni yöntemlere ilgi duyan akademisyenler ve Psikometri alanındaki güncel yaklaşımlara ilgi duyan diğer bilim insanlarıdır.

Akademik hayatımız boyunca desteğini bizden esirgemeyen değerli hocamız Prof. Dr. Şener BÜYÜKÖZTÜRK'e en içten teşekkürlerimizi iletiriz.

Kitabın Mplus uygulamaları içeren bölümlerini Dr. Esin YILMAZ KOĞAR, R uygulamaları içeren bölümlerini ise Dr. Hakan KOĞAR yazmıştır. Kitapta yer alan veri setlerine <https://github.com/hkogar/mplus-ve-r-ile-ileri-duzey-psikometri-uygulamaları> adresinden ulaşılabilir. Ayrıca kitapla ilgili her türlü eleştirinin esinyilmazz@gmail.com ve hkogar@gmail.com eposta adresleri aracılığı ile tarafımıza iletilmesi kitabın sonraki baskılarında eksikliklerin giderilmesi ve kitabın genel olarak geliştirilmesi adına oldukça önemlidir.

Doç. Dr. Esin YILMAZ KOĞAR
ORCID No: 0000-0001-6755-9018

Doç. Dr. Hakan KOĞAR
ORCID No: 0000-0001-5749-9824

İÇİNDEKİLER

Doç. Dr. Esin YILMAZ KOĞAR.....	iii
Doç. Dr. Hakan KOĞAR.....	iv
Ön Söz.....	v

1. BÖLÜM

FAKTÖR YAPILARININ TEST EDİLMESİNDE KULLANILAN YENİ MODELLER

Hiyerarşik Doğrulayıcı Faktör Analizi Modeli.....	3
Bifaktör Modeli.....	18
Doğrulayıcı Bifaktör Modeli.....	19
Açımlayıcı Bifaktör Modeli.....	31
Açımlayıcı Yapısal Eşitlik Modeli.....	43
Hedef Döndürme Tekniği ile ESEM.....	44
Bifaktör-ESEM.....	56
Kategorik Değişkenler İçin Ki-Kare Fark Testi	69
Hiyerarşik-ESEM	72

2. BÖLÜM

BAYES FAKTÖR ANALİZİ

Bayes Açımlayıcı Faktör Analizi.....	88
Bayes Doğrulayıcı Faktör Analizi.....	97

3. BÖLÜM

BİFAKTÖR MODELLERDE KULLANILAN DİĞER İSTATİSTİKLER

Omega Katsayısı	113
Alt Ölçekler İçin Omega Katsayısı	114
Hiyerarşik Omega Katsayısı.....	114
Alt Ölçekler İçin Hiyerarşik Omega Katsayısı.....	115
Açıklanan Ortak Varyans (Explained Common Variance – ECV)	115
Saf Korelasyonların Yüzdesi (Percentage of Uncontaminated Correlations-PUC)..	117
Güvenilir Varyans Yüzdesi (Percentage of Reliable Variance-PRV).....	118
İndekslerin Mplus Uygulması ile Hesaplanması.....	118

4. BÖLÜM

MADDE TEPKİ KURAMINA DAYALI İLERİ DÜZEY UYGULAMALAR

Karma Formatlı Verilerde MTK Modellemesi	131
Çok Gruplu MTK Modellemesi	144

Madde Takımı MTK Modellemesi.....	159
Yarı Parametrik MTK Modelleri	168
Filtreli Monoton Polinomiyal MTK Modeli.....	169
Parametrik Olmayan MTK Modelleri	179
Kernel Düzleştirmesi MTK Modeli	180
Parametrik Olmayan Açılma MTK Modeli.....	190
Bireyselleştirilmiş Bilgisayarlı Testler	198

5. BÖLÜM

DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONU VE ÖLÇME DEĞİŞMEZLİĞİ

Değişen Madde Fonksiyonu (DMF).....	211
Sıralı Doğrusal Regresyon ve MTK'ya Dayalı Hibrit Yaklaşım	213
Çok Boyutlu Faktör Yapılarında DMF'nin İncelenmesi	219
Ölçme Değişmezliği	226
Ölçme Değişmezliğinde Bayes Yaklaşımın Uygulanması.....	228

6. BÖLÜM

GENELLENEBİLİRLİK KURAMI

Tek Yüzeyle Desen Uygulaması (b x m).....	244
İki Yüzeyle Çaprazlanmış Desen Uygulaması (b x m x d).....	250
İki Yüzeyle Karışık Desen Uygulaması (b x d : m)	256
Kaynakça	263

1. BÖLÜM

FAKTÖR YAPILARININ TEST EDİLMESİNDE KULLANILAN YENİ MODELLER

Kitabın bu bölümünde faktör yapılarının test edilmesinde kullanılan yeni modeller üzerinde durulacaktır. Bu yeni modeller Yapısal Eşitlik Modellemesi – YEM (Structural Equation Modeling – SEM) çerçevesinde ele alınmaktadır. Bu modellere ilişkin uygulamalar temel olarak beş adım üzerinden gerçekleştirilmektedir.

1. *Model belirleme (specification)*. Araştırmacının test etmek istediği yapısal eşitlik modelinin doğru bir şekilde belirlenmesini ifade eder. Model, teorik bilgilere veya önceki araştırmaların bulgularına dayanarak belirlenebilir. Genel bir yapısal eşitlik modeli, ölçüm modeli ve yapısal model olmak üzere iki bölüme ayrılır.

2. *Model tanımlama (identification)*. Bu adım, belirtilen modeldeki tüm serbest parametreler için benzersiz (unique) bir çözüm olup olmadığını belirler. Model tanımlama, serbestçe kestirilen model parametrelerinin sayısı ile girdi olarak sunulan varyans-kovaryans matrisindeki bilgilerin arasındaki farkla ilgilidir (Brown, 2006). Model içerisindeki her bir parametre için benzersiz bir değer elde edilmesi parametrelerin tanımlı olduğunu dolayısıyla modelin de tanımlı olduğunu gösterir. Modelin tanımlanmadığı durumlarda model kestirimi, yakınsamaya bilmez veya bir çözüme ulaşamaz.

3. *Parametre kestirimi (estimation)*. Bu adım, YEM kestirimleri için kullanılan çeşitli parametre kestirim yöntemlerinden biri aracılığıyla parametrelerin kestirilmesi sürecini içerir. Kullanılan kestirim yöntemlerinin her birinin amacı, gözlemlenen kovaryans matrisindeki öğelere mümkün olduğunca yakın olan parametre kestirimlerine ulaşılmasını sağlamaktır (Kline, 2011).

4. *Modelin değerlendirilmesi (evaluation)*. Model parametre kestirimleri elde edildikten sonra araştırmacının modelin verilere uyup uymadığını değerlendirmesi gerekir. Model-veri uyumu iyi ve sonuçlar yorumlanabilirse bu adımdan sonra modelleme işlemi sonlandırılabilir. Model uyumunu değerlendirmek için

birçok farklı istatistikten faydalanılmaktadır. Bu bölümde en çok kullanılan istatistiklerden bazılarını kısaca değinilmiştir.

- Ki-kare İstatistiği (Chi-square Statistics): Ki-kare (χ^2) değerinin istatistiksel olarak anlamlı olmaması, model uyumunun iyi olduğunu göstermektedir. Bu istatistik bir uyumsuzluk ölçüsü (badness-of-fit measure) olduğundan büyük χ^2 değerleri kötü uyuma, küçük χ^2 değerleri iyi uyuma işaret etmektedir (Wang ve Wang, 2020). Ancak ki-kare testinin örneklem büyüklüğünden etkilenmesi söz konusudur. Bu nedenle modelin değerlendirilmesinde χ^2/sd sonucu elde edilen değer kullanımı daha yaygındır. χ^2/sd değerinin 5'in altında olması kabul edilebilir, 3'ün altında olması ise çok iyi uyumu göstermektedir (Schumacker ve Lomax, 2004).
- Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (Comparative Fit Index – CFI): Test edilen modele ilişkin hipotez ile gözlenen değişkenler arasındaki kovaryansın sıfır olduğunu varsayan hipotezin karşılaştırılmasıyla elde edilir. CFI, 0 ile 1 arasında değişir. Önceleri CFI > 0.90 değerleri için modelin veriye uygun olduğu kabul edilse de (Bentler, 1992), daha sonraları CFI için kesme noktası olarak 0.95 değeri tavsiye edilmiştir (Hu ve Bentler, 1999).
- Tucker Lewis İndeksi (Tucker Lewis Index – TLI): Aynı zamanda normleştirilmemiş uyum indeksi (non-normed fit index – NNFI) olarak da isimlendirilen bu indeks, belirli bir modelin uyum eksikliğini boş modelin uyum eksikliğiyle karşılaştırmanın başka bir yoludur. TLI'nın alt sınırı 0'dır; üst sınırdaki 1'i aşabilmesine rağmen 1'i aşan değerler 1 gibi değerlendirilmektedir (Kelloway, 2015). TLI değerleri için de 0.90'dan büyük değerler kabul edilebilir olarak yorumlanır (Bentler ve Bonett, 1980).
- Tahmin Hatalarının Ortalamasının Karekökü (Root Mean Square Error of Approximation – RMSEA): Örneklem büyüklüğünden en az etkilenen ve model uyumu değerlendirmelerinde en sık kullanılan istatistiklerden biridir. RMSEA, varsayımsal bir modelin mükemmel bir modelden ne kadar uzak olduğunu değerlendirdiği için mutlak bir uyum indeksidir (Xia ve Yang, 2019). RMSEA değerinin 0.05'ten küçük olmasının iyi uyumu, 0.05 ile 0.08 arasında bir değerde olmasının ise iyiye yakın bir uyumu ifade ettiği belirtilmektedir (Schumacker ve Lomax, 2004).
- Artıkların Standartlaştırılmış Ortalama Karekökü (Standardized Root Mean Squared Residual – SRMR): Artık tabanlı (residual-based) model uyum indeksi olan SRMR için kesme noktası olarak 0.08 değeri önerilmektedir (Hu ve Bentler, 1999).

5. *Model modifikasyonu (modification)*. Test edilen modelin veri setine uymadığı belirleniyorsa modelin yeniden tanımlanması veya değiştirilmesi gerekir. Araştırmacı, modeldeki parametreleri nasıl sileceğine, ekleyeceğine veya değiştireceğine ilişkin bir karar verirken modifikasyon indekslerinden faydalanabilir. Ancak model yeniden tanımlandıktan sonra 1'den 4'e kadar olan adımlar tekrar gerçekleştirilmelidir.

Bu bölümde test edilen modeller için özellikle ilk dört adım takip edilmektedir. Modellerin test edilmesi amacıyla uluslararası alanda sıklıkla kullanılan bir bilgisayar yazılımı olan Mplus 8.3'ten yararlanılmakta ve her örnek model için Mplus programı üzerinden oluşturulan girdi ve çıktı dosyaları sunulmaktadır.

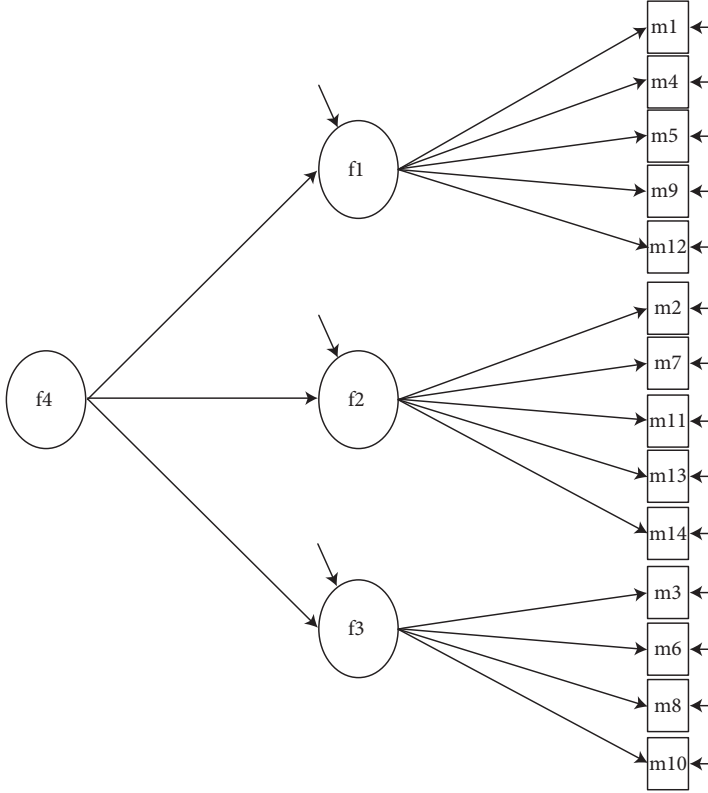
Hiyerarşik Doğrulamalı Faktör Analizi Modeli

Hiyerarşik doğrulamalı faktör analizi (hierarchical confirmatory factor analysis) modellerinde en az bir faktör, herhangi bir gösterge/madde tarafından doğrudan ölçülemeyen daha yüksek düzey bir faktör olarak ele alınarak modeldeki faktörlerin varyans/kovaryans yapısı incelenir. Başlangıçta test edilen yapının tek boyutlu olduğu düşünülse de gösterge kümeleri arasındaki değişkenliği açıklamak için birden fazla faktöre gerek olan durumlarla karşılaşmaktadır (Kline, 2011). Bu gibi durumlarda, birden fazla faktör arasındaki ortak değişkenliği hesaba katmak için genellikle daha yüksek düzey bir faktöre ihtiyaç duyulur (Brown, 2006). Birinci düzey faktörleri arasındaki ortak değişimi ele almak amacıyla modele ikinci düzey faktör(ler); birden fazla ikinci düzey faktörün olduğu ve bu faktörler arasında ortak bir değişkenlik bulunduğu durumlarda da modele üçüncü düzey faktör(ler) dâhil edilebilir. Bu tür modellere yüksek düzeyli model veya hiyerarşik DFA modeli denir.

Gerçek veriye dayalı uygulamalı araştırmalarda genellikle ikinci düzey DFA modelleriyle karşılaşıldığı ifade edilmektedir (Wang ve Wang, 2020). İkinci düzey DFA modelinde, birinci düzeyde yer alan faktörler arasındaki korelasyonları/kovaryansları açıklamak için modele ikinci düzey faktör(ler) eklenir ve ikinci düzey faktörler, birinci düzey faktörlerin göstergeleri aracılığıyla dolaylı olarak ölçülür. Hiyerarşik bir DFA modelini tanımlamak için model, en az üç tane birinci düzey faktör ve birinci düzey faktörlerin her birinde de en az iki gösterge içermelidir (Kline, 2011). Aksi takdirde modele ilişkin yanıltıcı sonuçlara erişilebilir.

Bu bölümde test edilen model, 14 maddelik 5'li likert tipi bir ölçekten elde edilen verilerle oluşturulan ikinci düzey bir DFA modelidir. Bu modelde (a) üç tane birinci düzey faktör (f1, f2 ve f3) bulunmaktadır; (b) her maddenin ölçmek için tasarlandığı birinci düzey faktörde sıfırdan farklı bir faktör yükü bulunurken

diğer iki birinci düzey faktörde faktör yükü sıfırdır; (c) her bir maddenin artık değerleri birbiriyle ilişkisizdir; (d) birinci düzeyde yer alan üç faktör arasındaki ilişkiyi açıklayan ikinci düzey bir faktör (f4) içermektedir. Test edilen modele ilişkin yol diyagramı Şekil 1’de sunulmaktadır.



Şekil 1. İkinci Düzey DFA Modeline İlişkin Yol Diyagramı

Şekil 1’de (1) m1, m4, m5, m9 ve m12 faktör 1’in; m2, m7, m11, m13 ve m14 faktör 2’nin; m3, m6, m8 ve m10 ise faktör 3’ün göstergelerini; (2) bu faktörlerin her biri, birinci düzey faktörleri; (3) f4 faktörü ise birinci düzey faktörlerin göstergeleri aracılığıyla dolaylı olarak ölçülen, herhangi bir gösterge değişkeni bulunmayan ancak birinci düzey faktörlerin bu faktörün göstergesiymiş gibi ele alındığı ikinci düzey bir faktörü göstermektedir.

İkinci düzey DFA modeline ait Mplus girdi dosyası aşağıdaki gibidir. Mplus girdi dosyasında “!” işareti, yapılan analizlere ilişkin tanımlayıcı bilgilerin not edilmesine olanak verir ve program, bu ifadeleri birer analiz komutu olarak algılamaz.

TITLE:	İkinci Düzey DFA Modeli	!1.1
DATA:		!1.2
	FILE = "h-dfa.dat";	!1.2.1
VARIABLE:		!1.3
	NAMES = m1-m14;	!1.3.1
	USEVARIABLE = m1-m14;	!1.3.2
ANALYSIS:		!1.4
	TYPE = GENERAL;	!1.4.1
	ESTIMATOR = ML;	!1.4.2
MODEL:		!1.5
	f1 BY m1 m4 m5 m9 m12;	!1.5.1
	f2 BY m2 m7 m11 m13 m14;	!1.5.2
	f3 BY m3 m6 m8 m10;	!1.5.3
	f4 BY f1-f3;	!1.5.4
OUTPUT:	SAMPSTAT STDYX MODINDICES;	!1.6

!1.1: TITLE komutu, gerçekleştirilecek olan analize bir başlık vermek için kullanılır. Bu örnekte test edilen model ikinci düzey DFA modeli olduğu için başlık olarak İkinci Düzey DFA Modeli kullanılmıştır.

!1.2: DATA komutu, analiz edilecek veri setini tanıtmak için kullanılır.

!1.2.1: FILE ifadesi ile analiz edilecek veri setini içeren dosyanın adı belirtilir. Mplus'ta .dat uzantılı veri seti dosyasında değişkenlerin isimleri yer almamalıdır. Veri dosyası (h-dfa.dat) ile Mplus'ta oluşturulan .inp uzantılı dosya aynı klasörde yer aldığı için bu kısımda herhangi bir yol tanımlamaya gerek kalmamıştır. Bu nedenle bu girdi dosyasında tırnak işareti içerisinde doğrudan veri dosyasının adı belirtilmiştir.

!1.3: VARIABLE komutu, analiz edilecek veri setinde yer alan değişkenler hakkındaki bilgileri belirtmek için kullanılır. Veri setindeki kategorik değişkenler (CATEGORICAL = cinsiyet gibi), veri setindeki kayıp verilerin veri dosyasında kodlanma şekli (MISSING = ALL (-9) gibi, kayıp verilerin -9 olarak kodlandığını gösterir.) bu komut altında tanımlanır. Bu örnekteki tüm değişkenler sürekli kabul edildiğinden ve veri setinde kayıp veri olmadığından bu seçeneklere ilişkin tanımlamalar yapılmamıştır.

!1.3.1: NAMES seçeneği, veri setinde yer alan değişkenlerin tümü için isimlendirme yapılmasını sağlar. Bu kısımda yazılan değişken isimlerinin sırası ile veri setindeki sıralamanın eşleşmesi gerekir. Bu örnekte veri setinde m1-m14 değişkenleri yer almaktadır.

!1.3.2: USEVARIABLES seçeneği, yalnızca modelde yer alacak değişkenleri belirtmek için kullanılır. Bu örnekte, veri setindeki tüm değişkenler kullanıldığı için USEVARIABLES = ALL ifadesi yeterli olmuştur. Veri setindeki tüm değişkenler modele dâhil edildiğinde bu seçenek yazılmadan da analizler gerçekleştirilecektir.

!1.4: ANALYSIS komutu, analiz teknik detaylarını belirtmek için gereklidir.

!1.4.1: TYPE seçeneği, analiz türünü tanımlamak için kullanılır. Mplus'ta GENERAL, MIXTURE, TWOLEVEL ve EFA olmak üzere dört temel analiz türü bulunmaktadır. TYPE = GENERAL, varsayılan olarak ayarlı olan türdür ve gözlenen değişkenler, sürekli gizil değişkenler ve gözlenen değişkenler ile sürekli gizil değişkenler arasındaki ilişkileri içeren modellerin analizinde kullanılır. Bu örnekte, varsayılan olarak ayarlı seçenek kullanılmıştır.

!1.4.2: ESTIMATOR seçeneği, analizde kullanılacak kestirim yönteminin belirtilmesini sağlar. Mplus'ta ML, MLR, WLSMV gibi farklı kestirim yöntemlerini kullanma olanağı bulunmaktadır. Daha detaylı bilgi için Mplus kullanım kılavuzu incelenebilir. ESTIMATOR = ML (maximum likelihood) varsayılan olarak ayarlı kestirim yöntemidir. Beş ve üzeri derecelendirmeye sahip değişkenlere genel olarak sürekli değişkenler olarak yaklaşılmaktadır. Bu örnekte de derecelendirme 5'li olduğundan ML kestirim yöntemi kullanılmıştır.

!1.5: MODEL komutu, test edilecek modeli tanımlamak için kullanılır. Bir ölçme modelinde, gizil değişken ile ilgili gözlenen değişkenlerin arasındaki regresyon bağlantısı BY ifadesiyle tanımlanır. Modeli tanımlamak için her örtük değişkene ilişkin bir ölçeklendirme yapılmalıdır. Bu amaçla Mplus'ta varsayılan olarak ayarlı seçenek, her faktördeki ilk maddenin faktör yükünün 1'e sabitlenmesidir. Bunun yanı sıra faktördeki ilk maddenin faktör yükünü yıldız (*) işaretiyle serbest bırakıp faktör varyansını 1'e sabitleyerek de ölçeklendirme işlemi gerçekleştirilebilir. Örneğin bu örnekteki ilk faktör olan f1'e ilişkin bu uygulamayı yapmak için model komutuna

```
MODEL: f1 BY m1* m4 m5 m9 m12;
       f1@1;
```

yazılabilir. Ancak bu örnekte ölçeklendirme işlemi, varsayılan olarak ayarlı seçenek üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yani her faktörün ilk göstergesine ait faktör yükü 1'e sabitlenmiş, ölçeklendirme işlemi için model komutuna herhangi bir özel seçenek yazılmamıştır.

!1.5.1: Modeldeki birinci düzey faktörlerden ilki f1 olarak isimlendirilmiştir ve bu faktöre ait göstergeler/maddeler (m1, m4, m5, m9, m12) tanımlanmıştır. Diğer maddelerin bu faktörde faktör yükü vermesine izin verilmemiştir.