

**KAYIP VERİ İLE BAŞ ETME YÖNTEMLERİNİN ÖLÇME
DEĞİŞMEZLİĞİNE ETKİSİ AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

**COMPARISON OF INFLUENCE OF THE MISSING DATA
HANDLING METHODS ON MEASUREMENT INVARIANCE**

Mehmet Ali IŞIKOĞLU

Hacettepe Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

olarak hazırlanmıştır.

2017

KABUL ve ONAY

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Mehmet Ali IŞIKOĞLU'nun hazırladığı "KAYIP VERİ İLE BAŞ ETME YÖNTEMLERİNİN ÖLÇME DEĞİŞMEZLİĞİNE ETKİSİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından **Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Yrd. Doç. Dr. Derya ÇOBANOĞLU AKTAN



Üye (Danışman)

Doç. Dr. Burcu ATAR



Üye

Doç. Dr. Hakan Yavuz ATAR



ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 09 / 06 / 2017 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca / / tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali Ekber ŞAHİN
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

☐ Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, teziniz arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir)

☒ Tezimin/Raporumun 01/09/2019 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir).

☐ Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

☐ Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi:

15 / 06 / 2017


(İmza)

Mehmet Ali İŞİKOĞLU

ETİK BEYANNAMESİ

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.



İmza

Mehmet Ali IŞIKOĞLU

TEŞEKKÜR

Başta, tezimin her aşamasında bana destek olan, yardımlarını esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Burcu ATAR'a, önerileri ve desteğiyle tezimin gelişimine katkı sunan Yrd. Doç. Dr. Derya ÇOBANOĞLU AKTAN'a, önerileri ile tezime katkıda bulunan Doç. Dr. Hakan Yavuz ATAR'a, yüksek lisans eğitimimde çok büyük katkıları bulunan Hacettepe Üniversitesi Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı'nın değerli öğretim üyelerine, aileme ve eşim Yağmur IŞIKOĞLU'na

çok teşekkür ederim.



KAYIP VERİ İLE BAŞ ETME YÖNTEMLERİNİN ÖLÇME DEĞİŞMEZLİĞİNE ETKİSİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Mehmet Ali IŞIKOĞLU

ÖZ

Bu araştırmanın amacı kayıp veri ile baş etme yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi açısından karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla PISA 2015 uygulamasına Türkiye'den katılmış ve fen okuryazarlığına ilişkin duyuşsal özelliklerden fen öğrenme motivasyonu ile ilgili maddelere eksiksiz yanıt vermiş 5496 öğrenci verisi kullanılmıştır. Farklı örneklem büyüklüklerinde ve farklı oranlardaki kayıp verilerde araştırma yapmak için eksiksiz veri setinden 300, 1000 ve 2000 kişilik örneklem oluşturulmuş ve her bir örneklem büyüklüğünden tamamen rassal olarak kayıp (TROC) mekanizmasına sahip olacak şekilde %5, %10 ve %20 kayıp veri oluşturulmuştur. Elde edilen tüm veri setlerinde kayıp veriler, dizin silme (DS), seri ortalaması atama (SO), regresyon atama (RA), beklenti maksimizasyonu (BM) ve çoklu atama (ÇA) yöntemleri ile tamamlanmış ve çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi (ÇGDFA) yöntemi ile cinsiyetler arası ölçme değişmezliği çalışması yapılmıştır. Her bir veri setinden elde edilen bulgular, referans değerler ile karşılaştırılmıştır.

Araştırmanın sonuçlarında, 300 kişilik ve %5 kayıp içeren veri setinde BM yöntemi, 300 kişilik %10 ve %20 kayıp içeren veri setlerinde ise ÇA ve BM yöntemleri, referans değerlere diğer yöntemlerden daha yakın sonuçlar vermiştir. 1000 kişilik veri setlerinde; %5 kayıp içeren veri setinde RA yöntemi, %10 kayıp içeren veri setinde BM ve ÇA yöntemi, %20 kayıp içeren veri setinde ise BM yöntemi diğer yöntemlere göre referans değerlere daha yakın sonuçlar ortaya koymuştur. 2000 kişilik veri setlerinde; %5 kayıp içeren veri setinde RA, BM ve ÇA yöntemleri, %10 kayıp içeren veri setinde ÇA yöntemi, %20 kayıp içeren veri setinde ise BM yöntemi referans değerlere en yakın sonuçları vermiştir.

Anahtar sözcükler: Kayıp veri ile baş etme yöntemleri, ölçme değişmezliği, çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi, örneklem büyüklüğü

Danışman: Doç. Dr. Burcu ATAR, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı



COMPARISON OF INFLUENCE OF THE MISSING DATA HANDLING METHODS ON MEASUREMENT INVARIANCE

Mehmet Ali İŞİKOĞLU

ABSTRACT

The purpose of this study is to compare the missing data handling methods in terms of the influence on measurement invariance. For this purpose, data of 5496 students participated in PISA 2015 tests from Turkey and responded to the items about science learning motivation was used. Sampling of 300, 1000, and 2000 students were created from the complete data to research on missing data of different sample sizes and different rates. 5%, 10% and 20% missing data were generated as having missing completely at random (MCAR) mechanism from the size of each sample. In all data sets, missing data was completed with listwise deletion (LD), serial mean imputation (SMI), regression imputation (RI), expectation maximization (EM) and multiple imputation (MI) methods, and measurement invariance study between genders was investigated with multiple-group confirmatory factor analysis. Findings from each dataset were compared with reference values.

In the result of the study, EM method in the data set with 300 students and 5% missing, MI and EM methods in the data sets with 300 students and 10% and 20% missing gave more similar results than the other methods. In data sets of 1000 students, RI method in the data set with 5% missing, EM and MI methods in the data set with 10% missing, EM method in the data set with 20% missing show more similar results than the other methods. In the data sets of 2000 students, RI, EM and MI methods in the data set with 5% missing, MI method in the data set with 10% missing and EM method in the data set with 20% missing gave more similar results than the other methods.

Keywords: Missing data handling methods, measurement invariance, multiple group confirmatory factor analysis, sample size

Advisor: Assoc. Prof. Burcu ATAR, Hacettepe University, Department of Educational Sciences, Division of Measurement and Evaluation in Education

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY	ii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iii
ETİK BEYANNAMESİ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
TEŞEKKÜR	iv
ÖZ	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	lix
TABLolar DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi:	2
1.3. Problem Cümlesi:	3
1.3.1. Alt Problemler:	3
1.4. Sayıtlar:	3
1.5. Sınırlılıklar:	3
1.6. Tanımlar:	4
1.7. Araştırmanın Kuramsal Temeli	4
A. Ölçme Değişmezliği	4
A.1. Şekilsel Değişmezlik	6
A.2. Metrik Değişmezlik	6
A.3. Ölçek Değişmezliği	6
A.4. Katı Değişmezlik	7
A.5. Kısmi Ölçme Değişmezliği	7
A.6. Uyum İyiliği Katsayıları	7
B. Kayıp Veri	8
B.1. Kayıp Veri Örüntüleri	9
B.2. Kayıp Veri Mekanizmaları	11
B.2.1. Tamamen Rassal Olarak Kayıp (TROC)	11
B.2.2. Rassal Olarak Kayıp (ROK)	11
B.2.3. İhmal Edilemez Kayıp (İEK)	11
B.3. Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemleri	12
B.3.1. Dizin Silme (DS) Yöntemi	12
B.3.2. Seri Ortalaması (SO) Atama Yöntemi	13
B.3.3. Regresyon Atama (RA) Yöntemi	13
B.3.4. Beklenti Maksimizasyonu (BM) Yöntemi	13
B.3.5. Çoklu Atama (ÇA) Yöntemi	14
2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	15
2.1. Ölçme Değişmezliği ile İlgili Çalışmalar	15
2.1.2. Dünyada Ölçme Değişmezliği ile İlgili Çalışmalar	15
2.1.2. Türkiye’de Ölçme Değişmezliği ile İlgili Çalışmalar	16
2.2. Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemleri ile İlgili Çalışmalar	18

2.2.1. Dünyada Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemleri ile İlgili Çalışmalar	18
2.2.2. Türkiye’de Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemleri ile İlgili Çalışmalar	19
2.3. İlgili Araştırmalar Özet.....	20
3. YÖNTEM	22
3.1. Araştırmanın Yöntemi	22
3.2. Çalışma Grubu.....	22
3.2.1. Çalışma Grubunun Özellikleri.....	22
3.2.2. Katılımcılarla İlgili Demografik Bilgiler	22
3.3. Veri Toplama Araçları	23
3.4. Veri Toplama Araçlarının Uygulanışı	23
3.5. Verilerin İşlenmesi ve Çözümlemesi	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. 300 Kişilik Örneklem Büyüklüğünde Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren (%5, %10, %20) Veri Setlerinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi.....	30
4.1.1. %5 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi	31
4.1.2. %10 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi	33
4.1.3. %20 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi	35
4.2. 1000 Kişilik Örneklem Büyüklüğünde Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren (%5, %10, %20) Veri Setlerinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi.....	37
4.2.1. %5 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi	38
4.2.2. %10 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi	40
4.2.3. %20 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi	42
4.3. 2000 Kişilik Örneklem Büyüklüğünde Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren (%5, %10, %20) Veri Setlerinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi.....	44
4.3.1. %5 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi	45
4.3.2. %10 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi	47
4.3.3. %20 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi	49
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	52
5.1. Sonuçlar.....	52
5.2. Öneriler.....	53
5.2.1. Araştırmaya Dönük Öneriler.....	53
5.2.2. Uygulamaya Dönük Öneriler	53
KAYNAKÇA.....	55
EKLER DİZİNİ	59

EK 1. ETİK KOMİSYONU İZİN MUAFİYETİ FORMU	60
EK 2. ORJİNALLİK RAPORU	61
EK 3. DEĞİŞKENLER ARASI KORELASYON VE ÇOKLU BAĞLANTI İSTATİSTİKLERİ	63
ÖZGEÇMİŞ	65



TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 3.1: Farklı örneklem büyüklüklerinde cinsiyet frekansları	22
Tablo 3.2: Fen öğrenme motivasyonu ile ilgili ifadeler	23
Tablo 3.3: Little'ın MCAR (TROC) testi: Sig. değerleri.....	26
Tablo 3.4: Farklı örneklem büyüklüklerinde KMO ve Bartlett test istatistikleri.....	26
Tablo 3.5: Farklı örneklem büyüklüklerindeki veri setlerinde uyum katsayıları	27
Tablo 4.1: 300 kişilik eksiksiz veri setinde uyum katsayıları	30
Tablo 4.2: 300 kişilik, %5 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	31
Tablo 4.3: 300 kişilik, %5 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	32
Tablo 4.4: 300 kişilik, %5 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	32
Tablo 4.5: 300 kişilik, %5 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	32
Tablo 4.6: 300 kişilik, %5 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	33
Tablo 4.7: 300 kişilik, %10 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	33
Tablo 4.8: 300 kişilik, %10 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	34
Tablo 4.9: 300 kişilik, %10 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	34
Tablo 4.10: 300 kişilik, %10 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	34
Tablo 4.11: 300 kişilik, %10 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	35
Tablo 4.12: 300 kişilik, %20 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	35
Tablo 4.13: 300 kişilik, %20 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	36
Tablo 4.14: 300 kişilik, %20 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	36
Tablo 4.15: 300 kişilik, %20 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	36
Tablo 4.16: 300 kişilik, %20 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	37
Tablo 4.17: 1000 kişilik eksiksiz veri setinde uyum katsayıları	38

Tablo 4.18: 1000 kişilik, %5 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	38
Tablo 4.19: 1000 kişilik, %5 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	39
Tablo 4.20: 1000 kişilik, %5 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	39
Tablo 4.21: 1000 kişilik, %5 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	39
Tablo 4.22: 1000 kişilik, %5 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	40
Tablo 4.23: 1000 kişilik, %10 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	40
Tablo 4.24: 1000 kişilik, %10 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	41
Tablo 4.25: 1000 kişilik, %10 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	41
Tablo 4.26: 1000 kişilik, %10 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	41
Tablo 4.27: 1000 kişilik, %10 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	42
Tablo 4.28: 1000 kişilik, %20 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	42
Tablo 4.29: 1000 kişilik, %20 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	43
Tablo 4.30: 1000 kişilik, %20 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	43
Tablo 4.31: 1000 kişilik, %20 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	43
Tablo 4.32: 1000 kişilik, %20 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	44
Tablo 4.33: 2000 kişilik eksiksiz veri setinde uyum katsayıları	45
Tablo 4.34: 2000 kişilik, %5 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	45
Tablo 4.35: 2000 kişilik, %5 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	46
Tablo 4.36: 2000 kişilik, %5 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	46
Tablo 4.37: 2000 kişilik, %5 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	46
Tablo 4.38: 2000 kişilik, %5 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları.....	47

Tablo 4.39: 2000 kişilik, %10 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	47
Tablo 4.40: 2000 kişilik, %10 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	48
Tablo 4.41: 2000 kişilik, %10 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	48
Tablo 4.42: 2000 kişilik, %10 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	48
Tablo 4.43: 2000 kişilik, %10 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	49
Tablo 4.44: 2000 kişilik, %20 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	49
Tablo 4.45: 2000 kişilik, %20 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	50
Tablo 4.46: 2000 kişilik, %20 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	50
Tablo 4.47: 2000 kişilik, %20 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	50
Tablo 4.48: 2000 kişilik, %20 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları	51

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kayıp veri örüntüleri	10
Şekil 3.1. 300 kişilik örneklem büyüklüğünde Fen okuryazarlığı modeli	27
Şekil 3.2. 100 kişilik örneklem büyüklüğünde Fen okuryazarlığı modeli	27
Şekil 3.3. 200 kişilik örneklem büyüklüğünde Fen okuryazarlığı modeli	28



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

PISA: Programme for International Student Assessment

TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study

DS: Dizin Silme Yöntemi

SO: Seri Ortalaması Atama Yöntemi

RA: Regresyon Atama Yöntemi

BM: Beklenti Maksimizasyonu Yöntemi

ÇA: Çoklu Atama Yöntemi

MCMC: Markov Chain Monte Carlo

TROK: Tamamen Rassal Olarak Kayıp

ROK: Rassal Olarak Kayıp

İEK: İhmal Edilemez Kayıp

AFA: Açımlayıcı Faktör Analizi

DFA: Doğrulayıcı Faktör Analizi

ÇGDFA: Çok Gruplu Doğrulayıcı Faktör Analizi

VIF: Varyans Şişkinlik Değeri

CFI: Comparative Fit Index

TLI: Tucker-Lewis Fit Index

RMR: Root Mean Square Residual

SRMR: Standardized Root Mean Square Residual

RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation

OECD: Organization for Economic Cooperation and Development

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

1. GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, sayıtları, sınırlılıkları ve araştırmanın kuramsal temelleri yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

Ölçme araçlarının eğitim sistemleri içerisinde birçok kullanım alanı bulunmaktadır. İhtiyaca uygun nitelikli insan gücü yetiştirmek için bireylerin eğitim kurumlarına yerleştirilmesi, eğitim sistemlerinde ihtiyaca uygun olarak değişiklikler ve geliştirmeler yapılabilmesi ölçme araçlarından elde edilen bulgular sonucunda yapılabilmektedir. Ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan ölçme ve değerlendirme çalışmaları sonucunda, ülkeler eğitim politikalarında dahi değişikliklere gidebilmektedir. Özellikle uluslararası karşılaştırmaların yapılmasına olanak sağlayan büyük ölçekli ölçme ve değerlendirme çalışmalarının sonuçları, eğitimin tüm paydaşları tarafından ilgiyle takip edilmektedir.

Uluslararası düzeyde uygulanan PISA (Programme for International Student Assessment) ve TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) projeleri, ülkeler arası karşılaştırma yapılmasını amaçlamaktadır. Özellikle uluslararası düzeyde yapılan ve sonucunda karşılaştırma yapılan sınavlarda, elde edilen sonuçların karşılaştırılabilir olması, ülkeler arası değerlendirmelerde büyük önem taşımaktadır.

Aynı ölçme aracının uygulandığı, özellikleri birbirinden farklı gruplardan elde edilen bulguların yorumlanabilmesi için, ölçme aracının bütün gruplar için aynı anlama gelmesi gerekmektedir. Bu bağlamda karşımıza ölçme değişmezliği kavramı ortaya çıkmaktadır. Drasgow (1984) ölçme değişmezliğini “gözlenen test puanları ile gizil özelliklerin arasındaki ilişkinin tüm alt gruplar arasında benzer olması” şeklinde tanımlamıştır.

Ölçme araçları tarafından elde edilen veriler her zaman eksiksiz şekilde elde edilememektedir. Yanıtlayıcıdan, ölçme aracından veya uygulayıcıdan kaynaklanan sebeplerden dolayı veri setlerinde, bazı değişkenlerde kayıp veriler bulunabilmektedir. Kayıp veriler, veri setleri üzerinde yapılan istatistiksel işlemlerin sonuçlarını doğrudan etkileyen önemli bir problemdir. Bu problemi ortadan kaldırabilmek için araştırmacılar tarafından, silmeye ve basit atamaya dayalı, en

çok olabilirlik yaklaşımına dayalı, çoklu atamaya dayalı vb. birçok yöntem ortaya atılmıştır. Yapılacak analizlerden önce kayıp veri probleminin kontrol edilip çözülmesi gerekmektedir. Ölçme değişmezliği çalışmaları yapılırken kullanılan veri setlerinde de eksik gözlem sonucu kayıp veriler oluşmaktadır. Bu kayıp verilerin analize en uygun kayıp veri yöntemleriyle tamamlanması gerekmektedir. Bu araştırmada, ölçme değişmezliği çalışmalarında örneklem büyüklüğü ve kayıp veri oranı dikkate alınarak, en uygun kayıp veri yönteminin seçilmesine yönelik çalışma yapılmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi:

Bu araştırmanın amacı, kayıp veri yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi açısından karşılaştırılmasıdır. Yapılan ölçme değişmezliği çalışmalarında kayıp veri durumu, analizlere başlamadan önce kontrol edilmesi ve çözülmesi gereken bir problemdir. Kayıp verilerin varlığı, doğrulayıcı faktör analizi de dahil olmak üzere birçok analizin sonucunu etkileyebilir. Kayıp verilerin veri setinden çıkarılması örnekleme küçülteceğinden, elde edilen sonuçların evrene genellenebilme gücü azalır. Ayrıca kayıp verilerin varlığı, analizlerden elde edilen anlamlılık değerlerini etkileyerek tip I ve tip II hataların oluşmasına sebep olabilir. Kayıp veri problemini çözmek için kullanılan yöntemlerin farklılığı bile, analizlerden farklı bulgular elde edilmesine neden olabilir (Harrington, 2009). Ayrıca farklı örneklem büyüklüklerinde ve farklı oranlarda kayıp içeren veri setlerinde, kullanılan yöntemin bulgulara etkisi farklılaşmaktadır.

Kültür, etnik köken, dil, cinsiyet gibi farklı gruplardan bireylerin karşılaştırılmasında kullanılan testlerin öncelikle ölçme değişmezliğinin sağlanması gerekmektedir. Ölçme değişmezliği analizlerinden elde edilen bulguların doğru bir şekilde yorumlanabilmesi için ise kayıp veri probleminin çözülmesi gerekmektedir. Örneklem büyüklüğüne ve kayıp veri oranlarına bağlı olarak, farklı kayıp veri ile baş etme yöntemlerinin karşılaştırıldığı bu araştırmadan elde edilen bulgularla, yapılacak olan ölçme değişmezliği çalışmalarında veri setine uygun olan kayıp veri ile baş etme yönteminin seçilebilmesi amaçlanmıştır.

1.3. Problem Cümlesi:

“Kayıp veriler ile baş etmede kullanılan dizin silme (DS), seri ortalaması atama (SO), regresyon atama (RA), beklenti maksimizasyonu (BM) ve çoklu atama (ÇA) yöntemlerinin, farklı oranlarda kayıp içeren ve farklı örneklem büyüklüklerine sahip veri setlerinde ölçme değişmezliğine etkisi ne düzeydedir?”

1.3.1. Alt Problemler:

- 1) 300 kişilik örneklem büyüklüğünde, farklı oranlarda kayıp içeren (%5, %10, %20) veri setlerinde DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi ne düzeydedir?
- 2) 1000 kişilik örneklem büyüklüğünde, farklı oranlarda kayıp içeren (%5, %10, %20) veri setlerinde DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi ne düzeydedir?
- 3) 2000 kişilik örneklem büyüklüğünde, farklı oranlarda kayıp içeren (%5, %10, %20) veri setlerinde DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi ne düzeydedir?

1.4. Sayıtlar:

PISA uygulamasında, öğrencilerin ölçme aracına verdikleri yanıtların gerçek düşüncelerini yansıttıkları ve gruplar arasında çıkan farkların yalnızca ölçme değişmezliğinden kaynaklandığı varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar:

Araştırma, kayıp veri ile baş etme yöntemleri, kayıp veri mekanizması, veri setlerinin faktör yapısı, örneklem özellikleri ve ölçme değişmezliği yaklaşımı açısından sınırlandırılmıştır.

- Kayıp veri ile baş etme yöntemlerinden dizin silme (DS), seri ortalaması atama (SO), regresyon atama (RA), beklenti maksimizasyonu (BM) ve çoklu atama (ÇA) yöntemlerine yer verilmiştir.
- Veri setleri, kayıp veri mekanizmalarından tamamen rassal olarak kayıp (TROC) mekanizmasına sahiptir.
- Veri setleri olarak, tek faktöre sahip veri setleri kullanılmıştır.
- Araştırma, PISA 2015 uygulamasına katılan Türkiye örneklemini ile sınırlıdır.

- Ölçme değişmezliği doğrulayıcı faktör analizi yaklaşımıyla ele alınmıştır.

1.6. Tanımlar:

Kayıp veri, çeşitli sebeplerden dolayı veri setindeki değişkenlerden bazılarında gözlem sonuçlarının bulunmaması durumudur.

Ölçme değişmezliği, gözlenen test puanları ile gizil özelliklerin arasındaki ilişkinin tüm alt gruplar arasında benzer olmasıdır (Drasgow, 1984).

1.7. Araştırmanın Kuramsal Temeli

Bu bölümde ölçme değişmezliği ve kayıp veri ile baş etme yöntemleri ile ilgili kuramsal çerçeveye yer verilmiştir. Ölçme değişmezliğinden kısaca bahsedildikten sonra, Çok Gruplu Doğrulayıcı Faktör Analizi (ÇGDFA) yöntemi ile ölçme değişmezliği ele alınmış ve ölçme değişmezliğinin aşamaları açıklanmıştır. Kayıp veri bölümünde ise kayıp veri örüntüleri, kayıp veri mekanizmaları ve kayıp veri ile baş etme yöntemlerinden bahsedilmiştir.

A. Ölçme Değişmezliği

Farklı özelliklere sahip gruplara uygulanan bir ölçme aracından elde edilen sonuçların karşılaştırılabilmesi için, ölçme aracının gruplar arasında ölçme değişmezliğinin sağlanması gerekmektedir. Eğer gruplar arasındaki puanlar karşılaştırılabilir değilse, ortalamalarda ve testin dışsal değişkenlerle olan korelasyon modellerinde yapay sonuçlar ortaya çıkmakta ve yanıltıcı sonuçlar elde edilebilmektedir (Reise, Widaman & Pugh, 1993). Ölçme değişmezliği testleri, bir yapının heterojen gruplar arasında aynı psikometrik özelliklere sahip olup olmadıklarını inceler (Chen, 2007).

Ölçme değişmezliği testleri farklı şekillerde yapılabilmektedir. Genellikle, aynı ölçme aracı uygulanan birden fazla grup arasında karşılaştırma yapılabilmesi için, farklı gruplar arasında ölçme değişmezliği çalışması yapılmaktadır. Aynı grubun zaman içindeki farklı ölçüm sonuçlarından elde edilen yapılar, verilere eşit şekilde uyum sağlıyor ise boylamsal ölçme değişmezliğinden söz edilebilir (Little, 2013). Boylamsal olarak ölçülmek istenen yapının zaman içerisinde özelliği değişmese bile, geçen zaman zarfında grubun özellikleri değişebilmektedir. Bu nedenle, ölçüm sonuçlarından elde edilen bulgular yorumlanırken, grubun farklı zamanlardaki ölçüm sonuçlarında ölçme değişmezliğine bakılması gerekmektedir.

Ölçme değişmezliği testlerinde doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ve madde tepki kuramı (MTK) olmak üzere iki yaklaşım bulunmaktadır (Reise, Widaman & Pugh, 1993). Ölçme değişmezliği genellikle bir dizi aşamalı adımlar içeren ÇGDFA yöntemiyle incelenmektedir (Whitaker & McKinney, 2007).

ÇGDFA, ölçme değişmezliğini test ederken, gizil değişkenin ortalamalarını, varyanslarını ve kovaryanslarını gruplar arasında karşılaştırmayı amaçlamaktadır (Asparouhov & Muthen, 2014).

g, grup indisi ve k madde indisi olmak üzere ölçme değişmezliğinin genel denklemi şu şekildedir;

$$X_k^g = \tau_k^g + \Lambda_k^g \xi^g + \delta_k^g$$

Denklemden bulunan X_k^g , g grubu ve k maddesi için gözlenen değerler vektörünü; τ_k^g , g grubu ve k maddesi için regresyon kesişimlerinin vektörünü; Λ_k^g , g grubu ve k maddesi için faktör yükleri matrisini; ξ^g , g grubu için gizil faktörler vektörünü ve δ_k^g , g grubu ve k maddesi için bağımsız gözlenen değişkenlerin hata vektörünü temsil etmektedir.

Gizil faktörler ile hata faktörünün arasındaki kovaryansın sıfır olduğu kabul edilerek $E(\xi^g, \delta_k^g) = 0$, aşağıdaki kovaryans eşitliği elde edilmektedir;

$$\Sigma^g = \Lambda_X^g \Phi^g \Lambda_k^{g'} + \Theta_\delta^g$$

Denklemden bulunan Σ^g , g grubu için k maddeleri arasındaki varyans ve kovaryans matrisini; Λ_X^g , gizil faktörde maddelerin faktör yüklerinin matrisini belirtmektedir. Φ^g , gizil faktörler arasındaki varyans ve kovaryansı içerir. Θ_δ^g ise varyansların köşegen matrisini temsil etmektedir (Vandenberg & Lance, 2000).

ÇGDFA ile gruplar arasında ölçme değişmezliğinin kontrol edilebilmesi için; gruplar arasında faktör yapılarının eşitliğini gerektiren şekilsel değişmezliğin, gruplar arasında faktör yüklerinin eşitliğini gerektiren metrik değişmezliğinin, gruplar arasında kesişimlerin eşitliğini gerektiren ölçek değişmezliğinin ve gruplar

arasında artık varyansların eşitliğini gerektiren katı değişmezliğin aşamalı olarak test edilmesi gerekmektedir (Schout, Lugtig & Hox, 2012).

A.1. Şekilsel Değişmezlik (Configural Invariance)

Ölçme değişmezliği testlerinin ilk aşaması şekilsel değişmezlik olarak adlandırılmaktadır. Her bir parametre serbest bırakıldığından ölçme değişmezliğinin en az kısıtlanmış aşamasıdır. Jöreskog (1971) tarafından grupların aynı DFA yapısına sahip olup olmadığının kontrol edilmesi önerilmiştir. Şekilsel değişmezliğin ilk aşaması her grupta ayrı ayrı DFA yapılması ve modelin her iki gruba da uyumlu olduğunun belirlenmesidir. Bu şart sağlandıktan sonra ÇGDFA'nın da kontrol edilmesi gerekmektedir (Milfont & Fischer, 2010). Şekilsel değişmezliğin sağlanması, grupların aynı faktör yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Yani her bir maddenin, tüm gruplarda aynı faktör ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Ancak faktör yükleri gruplar arasında farklılık gösterebilir (Chen, 2007).

A.2. Metrik Değişmezlik (Metric Invariance)

Ölçme değişmezliğinin ikinci aşaması olan metrik değişmezlik, gruplar arasında tüm madde faktör yükleri parametrelerinin değişmez olduğunu kabul etmektedir. Her bir maddenin gruplar arasındaki faktör yükleri eşit olduğunda, faktörün aynı birimde olduğu söylenebilir. Bu değişmezlik seviyesi karşılandığında, gruplar arasındaki değişim birimleri aynı olacağından, faktör ve diğer değişkenler arasındaki ilişkiler karşılaştırılabilir (Chen, Sousa & West, 2005). Metrik değişmezlik sağlanmadığında, psikolojik olarak farklı yapıları göstereceğinden gizil yapıların ortalamalarını karşılaştırmak anlamsızdır (Xu & Tracey, 2017).

A.3. Ölçek Değişmezliği (Scalar Invariance)

Ölçek değişmezliği, gizil yapıların ortalamalarını karşılaştırmak için gereklidir. Ölçek değişmezliğinin sağlanması gözlenen değerler ile gizil değişkenlerin ilişkili olduğunu gösterir. Yani gizil yapı üzerinde aynı puana sahip olan kişiler, grup değişkenine bağlı olmaksızın gözlenen değişken üzerinde de aynı puana sahip olacaktır (Milfont & Fischer, 2010). Ölçek değişmezliği test edilirken, gizil değişkenlerin faktör yüklerine ek olarak, ölçülen değişkenlerin kesişimlerinin de gruplar arasında eşit olarak sınırlandırılması gerekmektedir (Chen, Sousa & West,

2005; Kline, 2013). Ölçek değişmezliği sağlandığında, her grup için elde edilen değerlerin aynı ölçek üzerinde olduğu söylenebilir.

A.4. Katı Değişmezlik (Strict Invariance)

Ölçme değişmezliğinin en güçlü aşaması olan katı değişmezlik, gruplar arasında metrik değişmezliği, ölçek değişmezliğini ve hataların varyans ve kovaryanslarının eşitliğini belirtir (Kline, 2013). Katı değişmezlik testinde, metrik ve ölçek değişmezliğine ek olarak madde artıkları (ölçme hataları), gruplar arasında eşit olacak şekilde sınırlandırılır (Chen, Sousa & West, 2005). Katı değişmezliğin sağlandığı durumda gruplar arasındaki farkların tümü, sadece ortak faktör üzerindeki farktan kaynaklanmaktadır (Chen, 2007). Fakat pratikte katı değişmezliğin sağlanması zor olabilmektedir (Widaman & Reise, 1997).

A.5. Kısmi Ölçme Değişmezliği (Partial Measurement Invariance)

Ölçme değişmezliğinin sağlanmadığı durumlarda, değişmezlik parametrelerinden çoğunun değişmezliği sağladığı gösteriyorsa, kısmi ölçme değişmezliğine bakılabilir. Ancak, gruplar arasında parametrelerin yaklaşık olarak aynı yapıyı ölçtüğüne karar verebilmek için, kısmi ölçme değişmezliğinin kabul edilebilir derecesini belirten bir kılavuz bulunmamaktadır (Kline, 2013). Vandenberg ve Lance (2010), ölçme değişmezliğinin grupların çoğunda sağlandığı durumlarda ve herhangi bir değişmezlik basamağındaki parametrelerin çoğunun değişmez olduğu durumlarda kullanılmasını önermiştir.

Bu araştırmada, her aşamada ölçme değişmezliği tam olarak sağlandığından kısmi ölçme değişmezliği incelenmemiştir.

A.6. Uyum İyiliği Katsayıları

Modelin veriye uygunluğunu kontrol etmek amacıyla birçok uyum iyiliği katsayısı bulunmaktadır. Araştırmalarda modelin veriye uygunluğunu göstermek için genellikle birden fazla katsayı kullanılmaktadır. Ölçme değişmezliği çalışmalarında model uyumu önemli bir yer tutmaktadır. İyi bir genel model uyumu, gizil faktör yapısının gruplar arasında değişmez olduğunu belirtir (Vandenberg & Lance, 2000). ÇGDFA yöntemiyle yapılan ölçme değişmezliği, sınırlandırılmamış modeller ile sınırlandırılmış modeller arasındaki uyum iyiliği katsayıları karşılaştırılarak test edilir (Cheung & Rensvold, 2002). Sınırlandırılmamış modelde, faktör yükleri, kesişimler ve madde artıkları serbestçe kestirilir. Sınırlandırılmış modellerde ise

aşamalı olarak faktör yükleri, kesişimler ve madde artıkları gruplar arasında eşit olacak şekilde sınırlandırılarak kestirimler yapılır.

Model veri uyumunu değerlendirmek için temel olarak χ^2 istatistiği kullanılmaktadır. Ancak χ^2 istatistiğinin örneklem büyüklüğüne duyarlı olduğu bilinmektedir (Byrne, Shavelson & Muthen, 1989). χ^2 istatistiğinin bu zayıflığını ortadan kaldırmak amacıyla, örneklem büyüklüğünden daha az etkilenen χ^2/df istatistiğine yer verilmektedir. χ^2/df istatistiğinin değeri <5 olduğunda model veri uyumunun sağlandığı söylenebilir (West, Taylor & Wu, 2012).

χ^2 istatistiğinin dışında model veri uyumunu değerlendirmek için sıklıkla kullanılan uyum katsayıları incelenmiştir.

Karşılaştırmalı uyum katsayıları olarak bilinen Comparative Fit Index (CFI) ve Tucker-Lewis Index (TLI) katsayıları, araştırmalarda en çok kullanılan uyum katsayılarından biridir. Bu katsayılar, incelenen modeli temel model ile karşılaştıran katsayılarıdır. CFI ve TLI değerlerinin >.90 olması model veri uyumunun iyi düzeyde olduğunu göstermektedir (Schoot, Lugtig & Hox, 2012).

Root Mean Square Residual (RMR)'nin standartlaştırılmış versiyonu olan Standardized Root Mean Square Residual (SRMR), bir uyuşmazlık istatistiğidir. Gözlenen ve tahmin edilen kovaryans matrisleri arasındaki ortalama tutarsızlığı yansıtır (Brown, 2006). Hu ve Bentler (1999), model uyumunun sağlanması için SRMR değerinin <.08 olmasını önermiştir.

Araştırmalarda sıklıkla kullanılan bir diğer uyum katsayısı olan Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), yaklaşık hataların karekökünden elde edilen bir uyum katsayısıdır. RMSEA uyumu mükemmel olmadığında, uyum fonksiyonunun dağılımı merkezi olmayan χ^2 dağılımına dayanır (Brown, 2006). Örneklem büyüklüğüne duyarsız ancak model karmaşıklığına karşı duyarlı olan RMSEA katsayısı için <.08 değeri uyumun sağlanması için yeterli görülmektedir (Schoot, Lugtig & Hox, 2012).

B. Kayıp Veri

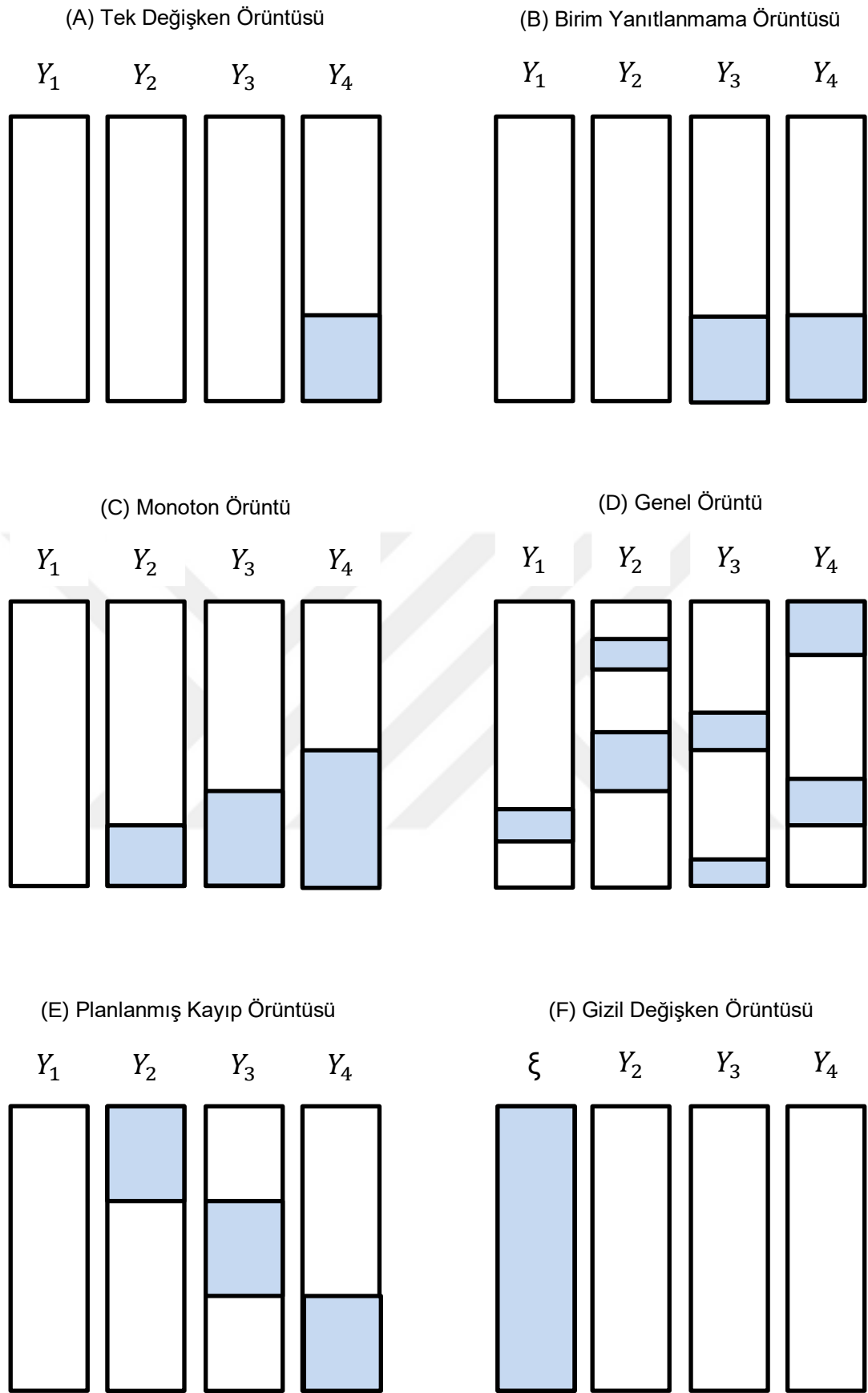
Bir gözlemden elde edilen verilerin, çoğu zaman eksiksiz şekilde elde edilmesi mümkün olmamaktadır. Veri setlerini analiz edebilmek için birçok istatistiksel

yöntem geliştirilmiştir. Bu istatistiksel yöntemler, gözlemler ve değişkenlerden oluşan veri matrisinin eksiksiz olduğu koşullar için geliştirilmiştir. Ancak bazı sebeplerden dolayı veri setlerinde gözlenemeyen “kayıp” değerler oluşabilmektedir. Kayıp veri analizlerinin sağlıklı şekilde yapılabilmesi için, kayıp veri örüntüleri, kayıp veri mekanizmaları ve kayıp veri yöntemlerinin araştırılması gerekmektedir.

B.1. Kayıp Veri Örüntüleri

Kayıp veri örüntüleri, kayıp verilerin veri setindeki konumlarını ifade eden bir kavramdır. Enders (2010), kayıp veri örüntülerinin, eksik değerlerin yerini ifade ettiğini ancak verilerin neden eksik olduğuna açıklama getiremediğini belirtmiştir. Şekil 1.1’de kayıp veri örüntülerini betimleyen grafiklere yer verilmiştir.

Tek değişken örüntüsünde kayıp veriler veri setindeki değişkenlerden yalnızca birinde gözlenmektedir. Bu durum genellikle diğer değişkenlerin manipüle edildiği deneysel çalışmalarda ortaya çıkmaktadır. Birim yanıtlanmama örüntüsü genellikle anket araştırmalarında, bazı değişkenlere kişilerin cevap vermekten kaçınması sonucu ortaya çıkmaktadır. Genellikle boylamsal çalışmalarda karşılaşılan monoton örüntüde, zamanın geçmesiyle katılımcıların çalışmaya geri dönmemeleri sonucu giderek artan miktarda kayıp veri oluşmaktadır. Kayıp verilerin en yaygın olarak görülen örüntüsü, kayıp verilerin değişkenlerdeki konumlarının, düzensiz şekilde dağıldığı genel örüntüdür. Ancak, genel örüntüde herhangi iki değişkende görülen kayıp veriler arasında sistematik bir ilişki olabileceği için görünüşte rastgele olan desen aldatıcı olabilmektedir. Veri toplama sırasında, katılımcıların yükünü azaltmak için, anketlerin farklı formlara dağıtılmasıyla planlanmış kayıp örüntüleri oluşabilmektedir. Gizil değişken örüntüsü, oluşturulan bir modeldeki gizil değişkenin değerinin, tüm katılımcılar için eksik olduğuna dayanmaktadır (Enders, 2010).



Kaynak: Enders, C. K. (2010). Applied missing data analysis, Newyork: The Guilford Press

Şekil 1.1: Kayıp veri örüntüleri

B.2. Kayıp Veri Mekanizmaları

Kayıp veri olasılığının veri setiyle ilişkisini açıklayan kayıp veri mekanizmaları için ilk sınıflama Rubin (1976) tarafından yapılmıştır. Kayıp veri yöntemleri, bu mekanizmalara bağlı olduğu için, kayıp veri mekanizmalarının belirlenmesi oldukça önemlidir (Little & Rubin, 2002). Kayıp veri mekanizmaları, Tamamen Rassal Olarak Kayıp (TROK), Rassal Olarak Kayıp (ROK) ve İhmal Edilemez Kayıp (İEK) olmak üzere Little ve Rubin (2002) tarafından üç kategoride ele alınmıştır.

B.2.1. Tamamen Rassal Olarak Kayıp (TROK)

Kayıp verinin gözlenme olasılığının, veri setindeki değerlere bağlı olmaması durumu TROK mekanizmasını göstermektedir. Eksiksiz veri matrisi $Y = (y_{ij})$, kayıp veri gösterge matrisi $M = (M_{ij})$ ve kayıp veri parametresi Φ olmak üzere;

gözlenen veya kayıp tüm Y , Φ için; $f(M | Y, \Phi) = f(M | \Phi)$ koşulu TROK mekanizmasını göstermektedir (Little & Rubin, 2002). Yani kayıp veri oluşma durumunun, veri setindeki diğer gözlenen veya kayıp değerlere bağlı olmaması TROK mekanizmasını işaret etmektedir.

B.2.2. Rassal Olarak Kayıp (ROK)

TROK mekanizmasından daha kısıtlayıcı bir durumu içeren ROK mekanizması, veride kayıp oluşma durumunun sadece veri setindeki gözlenen bileşenlere bağlı olduğunu belirtmektedir.

Y_{obs} veri setinde gözlenen bileşenler, Y_{mis} de veri setindeki kayıp bileşenler olmak üzere;

kayıp tüm Y_{mis} , Φ için; $f(M | Y, \Phi) = f(M | Y_{mis}, \Phi)$ koşulu ROK mekanizmasını göstermektedir (Little & Rubin, 2002).

B.2.3. İhmal Edilemez Kayıp (İEK)

Kayıp verilerin oluşma olasılığının, veri setindeki kayıp verilerin bulunduğu değişkene bağlı olması durumu İEK mekanizmasını göstermektedir (Little & Rubin, 2002). Bu durumda kayıp verilerin rastgeleliğinden söz edilemez. TROK veya ROK mekanizmasına sahip olmayan kayıp verilerin veri setinden çıkarılarak ihmal edilmesi mümkün değildir. Bu durumda iyi parametreler elde edebilmek için kayıp veri mekanizmasının modellenmesi gerekmektedir (Allison, 2001).

B.3. Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemleri

Veri setlerinde bulunan kayıp veri problemini çözmek için önerilmiş birçok yöntem bulunmaktadır. Allison (2001) çalışmasında kayıp veri ile baş etme yöntemlerini geleneksel yöntemler, en çok olabilirlik (Maximum Likelihood) ve çoklu atama yaklaşımlarına dayalı yöntemler olarak sınıflamıştır. Geleneksel yöntemlerde, Dizin Silme (Listwise Deletion), Kısmi Silme (Pairwise Deletion), Kukla Değişken Atama (Dummy Variable Adjustment) ve atama yöntemleri (Imputation) gibi yöntemler kullanılmaktadır. En Çok Olabilirlik yaklaşımına dayalı olarak, Beklenti Maksimizasyonu (Expectation Maximization) ve Tam Bilgi En Çok Olabilirlik (Full Information Maximum Likelihood) yöntemleri bulunmaktadır. Çoklu atama yaklaşımına dayalı olarak ise Markov Chain Monte Carlo'ya (MCMC) dayalı çoklu atama yönteminden bahsedilebilir.

Bu araştırmada, geleneksel yöntemlerden dizin silme yöntemi, seri ortalaması atama yöntemi ve regresyon atama yöntemi; en çok olabilirlik yaklaşımına dayalı olarak beklenti maksimizasyonu yöntemi; MCMC'ye dayalı çoklu atama yöntemi kullanılmıştır.

B.3.1. Dizin Silme (DS) Yöntemi

DS, içerisindeki değişkenlerden herhangi birinde kayıp bulunan gözlenen durumların tamamının veri setinden çıkarılmasıyla eksiksiz veri setinin elde edilmesini sağlayan yöntemdir. Bu yöntemin uygulanmasıyla elde edilen örnekleme kayıp veriler bulunmadığından, her türlü istatistiksel işlemler gerçekleştirilebilir. Kayıp verilerin TROK mekanizması olması durumunda, kayıp verilerin çıkarılmasıyla elde edilen veri seti, orijinal veri setinin seçkisiz bir örnekleme olacağından standart hata kestirimleri, gerçek verinin standart hata kestirimlerine yakın olacaktır (Allison, 2003). Ancak, DS yöntemi kayıp verilerin ihmal edilemez olması durumunda parametre tahminlerini hatalı kestirmektedir. Ayrıca kayıp verilerin oranı genel veri sayısına göre düşük olsa da, her bir kayıp verinin farklı gözlemlerde bulunması durumunda örneklem büyüklüğü, bu durumdan oldukça fazla etkilenecektir. Bu durum kayıp verilerin TROK mekanizmasına sahip olması durumunda bile sorun yaratabilmektedir (Enders, 2010). Bu nedenle örneklem büyüklüğünün yeterli olmadığı durumlarda ya da kayıp veri mekanizmasının TROK olmadığı durumlarda DS yönteminin kullanılması önerilmemektedir (Acock, 2005).

B.3.2. Seri Ortalaması (SO) Atama Yöntemi

Basit atama yöntemlerinden oldukça sık kullanılan bir yöntem olan SO, kayıp verilerin yerine, kayıp verinin bulunduğu değişkendeki gözlenen verilerin ortalamasını atamaktadır (Little & Rubin, 2002). Kayıp verilerin yerine değişkenin ortalaması atandığından, değişkenin ortalama değerini değiştirmez fakat kayıp verilerin ortalamadan uzaklığını sıfıra indirdiğinden, varyansı olduğundan düşük göstermektedir (Tabachnick & Fidell, 2013; Enders, 2010).

B.3.3. Regresyon Atama (RA) Yöntemi

RA yönteminde, veri setinde bulunan kayıp veriler, kayıp ve gözlenen değişkenlerden elde edilen bir regresyon ile tamamlanmaktadır (Little & Rubin, 2002). Gözlenen değişkenler kullanılarak regresyon denklemi elde edilir ve kayıp veriler tahmin edilir. Regresyon yönteminin kullanılmasının bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar;

- Puanlar, diğer değişkenlerden tahmin edildiği için, gerçekte olması gerekenden daha iyi uyum göstermektedir.
- Tahmin edilen değer büyük olasılıkla ortalamaya yakın olacağı için varyans azalmaktadır.
- Diğer değişkenler, kayıp verinin bulunduğu değişkenin iyi bir tahmincisi olmadığı zaman regresyondan elde edilen tahmin ile ortalama eklemek arasında fark olmamaktadır.
- Regresyondan elde edilen değer, gözlenen verilerin değer aralığında olmadığından kullanılmamaktadır (Tabachnick & Fidell, 2013).

B.3.4. Beklenti Maksimizasyonu (BM) Yöntemi

Dempster, Laird ve Rubin (1977) tarafından geliştirilen BM yöntemi, B (Beklenti) basamağı ve M (Maksimizasyon) basamağından oluşan iki aşamalı bir yöntemdir. B basamağında gözlenen değerler kullanılarak bir dizi regresyon denklemi elde edilir ve kayıp verilere atama yapılır. M basamağında ise, atama yapılan değerler de kullanılarak yeni değer atamaları yapılır. Bu adımlar çok sayıda tekrar edilerek B ve M basamaklarından her adımda yeni değerler hesaplanır. Ardışık M basamakları arasında değerler artık değişmediğinde, maksimum olasılık tahmini yapılmış olur (Enders, 2010). BM yöntemi kullanılarak elde edilen standart

hataların gerçek standart hatalarla tutarlı olmaması bu yöntemin dezavantajı olarak gösterilmektedir (Allison, 2003).

B.3.5. Çoklu Atama (A) Yöntemi

Rubin (1987) tarafından geliştirilen A yönteminde, veri setindeki kayıp değerlerin yerine birden fazla atama yapılarak, birden fazla sayıda veri seti elde edilmektedir. Elde edilen veri setlerini analiz etmek için standart eksiksiz veri yöntemleri kullanılır (Little & Rubin, 2002). BM yöntemine benzer olarak, gözlenen değişkenlerden elde edilen doğrusal regresyon denklemi yardımıyla değerler elde edilir, fakat BM yönteminden farklı olarak değerlere rastgele varyans eklenmektedir (Allison, 2003). A yönteminin dezavantajlarından birisi, rastgele varyans eklenmesinden dolayı, aynı veri setinde yapılan A yönteminden her seferinde farklı sonuçlar elde edilmesidir. Bir diğeri ise A için birçok farklı yaklaşım arasından hangisinin seçileceğine karar vermenin zor olmasıdır (Allison, 2003). Kayıp verilerin birden fazla değışkende toplanması, bu yöntemin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Bu sorunun çözümü olarak, veri artırma için MCMC algoritması kullanılmaktadır (Allison, 2003).

2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, ilgili alan yazında ölçme değişmezliği ve kayıp veri ile baş etme yöntemleri ile ilgili dünyada ve Türkiye’de yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Ölçme Değişmezliği ile İlgili Çalışmalar

Ölçme değişmezliği ile ilgili alan yazındaki çalışmalar, Türkiye’de ve dünyada yapılan çalışmalar olarak ayrı ayrı ele alınmıştır.

2.1.1. Dünyada Ölçme Değişmezliği ile İlgili Çalışmalar

Reise, Widaman ve Pugh (1993), doğrulayıcı faktör analizi ve madde tepki kuramı modellerinin, psikolojik ölçmelerin değişmezliğine etkilerini araştırmışlardır. Minnesota ve Çin’den toplanan gerçek psikolojik veriler her iki yöntemle de incelenmiş ve yöntemlerin avantaj ve dezavantajları araştırılmıştır.

Cheung ve Rensvold (2002), ölçe değişmezliği çalışmalarında genellikle kullanılan çok gruplu doğrulayıcı faktör analizinde, GFI uyum iyiliği istatistiğinin ne şekilde değiştiğini araştırmışlardır. İki gruptan oluşan simülasyon verisinde gerçekleştirilen değişmezlik çalışmasının sonucunda, GFI indeksini temel alan 20 farklı uyum indeksinden, ΔCFI , $\Delta Gamma$ ve $\Delta McDonald's$ indekslerinin kullanılması önerilmiştir.

Chen (2007), ölçme değişmezliği çalışmalarında uyum iyiliği katsayılarının hassasiyetlerini belirlemek amacıyla 300, 500 ve 1000 birimlik veri setleri üzerinde simülasyon çalışmaları yapmıştır. Elde edilen bulgularda, CFI, SRMR, Gamma ve McDonald’s uyum iyiliği istatistiklerinin örneklem büyüklüğünden çok etkilenmediği, RMSEA katsayısındaki değişikliklerin ise örneklem büyüklüğünden az da olsa etkilendiği görülmüştür.

Sass (2011), ölçme değişmezliği çalışmasının önemini vurgulamak ve çalışma yapacaklara rehberlik etmek amacıyla, değişmez maddelerin potansiyel sebeplerini, ölçme önyargısı ile ölçme değişmezliği arasındaki farkı ve model kestirimi ile ilgili düşünceleri tartışmıştır. İlkokul ve ortaokulda görev yapan 491 gerçek öğretmen verisi üzerinde değişmezlik çalışması örneği de gerçekleştirmiştir.

Wang, Willett ve Eccles (2011), ortaokul düzeyindeki 1103 öğrenci verisi üzerinde okul sözleşmesinin faktör yapısını ve cinsiyet ve etnik kökenlerine göre ölçme

değişmezliğini incelemiştir. DFA yöntemiyle incelenen değişmezlik çalışması sonucunda, gruplar arasında cinsiyet ve etnik köken açısından ölçme değişmezliği sağlanmıştır.

Schnabel, Kelava, Vijver ve Seifert (2015), Almanya ve Brezilya'da uygulanan Kültürlerarası Yetkinlik Ölçüm Testi'nin kısa bir versiyonunda ölçme değişmezliği çalışması yapmıştır. Çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi yaklaşımıyla incelenen ölçme değişmezliği çalışmasında, ölçeğin kültürlerarası metrik ve ölçek değişmezliğini sağladığı görülmüştür.

Xu ve Tracey (2017), ölçme değişmezliğinin şekilsel, metrik ve skaler değişmezlik aşamalarının teorik bilgilerini ve analitik stratejilerini incelemiştir. Her bir değişmezlik basamağının, gözlem sonuçları ile gizil yapılar arasındaki ilişkinin bir yönünü tasvir ettiğini belirterek ve çok gruplu doğrulayıcı faktör analizine dayanan aşamalı bir değişmezlik testi geliştirilmiştir. Ayrıca, ölçme değişmezliği çalışmasının teorik temelleri ve karar verme süreçlerini göstermek amacıyla örnek bir uygulama yapılmıştır.

2.1.2. Türkiye'de Ölçme Değişmezliği ile İlgili Çalışmalar

Önen (2007), Epistemolojik İnançlar Envanteri'nin Türkçe uyarlamasını yaparak, envanterin Türkçe formunun cinsiyetler arası ölçme değişmezliğini incelemiştir. Ankara Üniversitesi'nde öğrenim görmekte olan 1318 öğrenci üzerinde gerçekleştirilen çalışmanın ölçme değişmezliği çalışması sonucunda, envanterin cinsiyete göre sadece şekilsel ve metrik ölçme değişmezliğinin sağlandığı görülmüştür.

Uzun ve Öğretmen (2010), fen başarısı ile ilgili bazı değişkenlerin TIMMS-R Türkiye örnekleminde cinsiyete göre ölçme değişmezliğini incelemiştir. 1999 yılında, TIMMS-R uygulamasına Türkiye'den katılan, 7841 8. sınıf öğrencisinin verileri, Yapısal Eşitlik Modellemesi tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda cinsiyetler arasında yalnızca şekilsel ve metrik değişmezliğin sağlandığı görülmüştür.

Uyar (2011) çalışmasında PISA 2009 Türkiye örnekleminde, öğrenme stratejileri modelinin farklı gruplarda ölçme değişmezliğini incelemiştir. PISA 2009 uygulamasına Türkiye'den katılan 4340 kişilik öğrenci verisi üzerinde, cinsiyet, okul türü ve istatistiksel bölge değişkenlerine göre ÇGDFA yaklaşımıyla ölçme

değişmezliği çalışması yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre, cinsiyete ve okul türüne göre sadece şekilsel ve metrik değişmezliğin sağlandığı, bölge değişkenine göre ise tüm değişmezlik aşamalarının sağlandığı görülmüştür.

Başusta ve Gelbal (2015), çalışmalarında gruplar arası ölçme değişmezliğini test etmek amacıyla, PISA 2006 uygulamasına Türkiye'den katılmış 4942 öğrencinin verileri üzerinde cinsiyetler arası ölçme değişmezliğini kontrol etmişlerdir. ÇGDFA yöntemiyle aşamalı olarak test edilen ölçme değişmezliği çalışmasının sonuçlarına göre, epistemolojik inanç boyutları açısından cinsiyetler arasında ölçme değişmezliğinin sağlandığı görülmüştür.

Kıbrıslıoğlu (2015), PISA 2012 Matematik Öğrenme Modelinin kültürlere ve cinsiyete göre ölçme değişmezliğini, Türkiye, Çin (Şangay), Endonezya örneklemelerinde incelemiştir. Türkiye, Çin (Şangay) ve Endonezya örneklemelerinden 5211 öğrenci verisi ile yürütülen çalışmada ölçme değişmezliği ÇGDFA yaklaşımıyla ele alınmıştır. Aşamalı olarak test edilen ölçme değişmezliği analizlerinin sonuçlarına bakıldığında, kültürler arası ölçme değişmezliğinin sadece şekilsel değişmezlik aşamasının sağlandığı, cinsiyetler arası ölçme değişmezliğinin ise tüm aşamalarının sağlandığı görülmüştür.

Karakoç Alatl (2016) çalışmasında, PISA 2012 uygulamasının Matematik ve Fen Okuryazarlığı ve Okuma Becerileri alt testlerinin dil değişkenine göre ölçme değişmezliğini incelemiştir. Fransa, Çin(Şangay) ve Türkiye örneklemelerinden 2149 öğrenci verisi üzerinden gerçekleştirdiği çalışmasında, ölçme değişmezliğini ÇGDFA yaklaşımıyla ele almıştır. Aşamalı şekilde gerçekleştirilen analizler, alt testlerin dil değişkenine göre ölçme değişmezliğinin sadece şekilsel değişmezlik aşamasını sağladığını göstermiştir.

Yandı, Köse ve Uysal (2017), istatistiksel varsayımlar açısından farklı olan yöntemler kullanarak, aynı veri setinin ölçme değişmezliğinin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. PISA 2012 alt ölçeklerinden Problem Çözmeye Açıklık ölçeğini Türkiye ve Finlandiya örneklemelerinde, Ortalama Kovaryans Yapılarının Değişmezliği Analizi ve Çoklu Grup Örtük Sınıf Analizi yapılmıştır. Normallik varsayımı gerektiren Ortalama Kovaryans Yapılarının Değişmezliği Analizinde ölçme değişmezliği tüm aşamalarda sağlanıyorken, normallik varsayımı gerektirmeyen Çoklu Grup Örtük Sınıf Analizinde ölçme değişmezliği tam olarak

sağlanamamıştır. Araştırmadan, yapılacak olan yöntemin gerekli varsayımlarının kontrol edilerek, varsayımlara uygun yöntemler seçilmesi sonucu çıkarılmaktadır.

2.2. Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemleri ile İlgili Çalışmalar

Kayıp veri ile baş etme yöntemleri ile ilgili yapılmış çalışmalar, dünyada yapılan çalışmalar ve Türkiye’de yapılan çalışmalar olmak üzere, ayrı ayrı incelenmiştir.

2.2.1. Dünyada Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemleri ile İlgili Çalışmalar

Downey ve King (1998), likert tipi ölçeklerde kayıp verileri tamamlamada kullanılan madde ortalaması ve kişi ortalaması metotlarını karşılaştırmışlardır. Bunun için 834 kişilik eksiksiz veri setinden, kayıp veri içeren 49 veri seti üretilmiştir. %20 ve daha az kayıp içeren veri setlerinde her iki yöntem de orijinal veriye yakın sonuçlar üretmişlerdir. %20’den fazla kayıp içeren veri setlerinde iki yöntemden elde edilen sonuçlar farklılaşmıştır. Kişi ortalaması metodundan, kayıp veri miktarın fazla olduğu durumlarda daha yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Allison (2003) çalışmasında, yapısal eşitlik modelleri için kayıp veri tekniklerini incelemiştir. Geleneksel silme yöntemleri, beklenti maksimizasyonu, doğrudan en çok olabilirlik yöntemi ve çoklu atama yöntemlerini gerçek veri seti üzerinde uygulayarak yöntemleri karşılaştırmıştır. Elde edilen bulgularda, en çok olabilirlik ve çoklu atama yöntemlerinin daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Olinsky, Chen ve Harlow (2003) yapısal eşitlik modelinde kayıp veri tamamlamak için kullanılan beş modern yöntemi karşılaştırmışlardır. Beklenti maksimizasyonu, en çok olabilirlik, ortalama atama, çoklu atama, regresyon atama yöntemleri farklı oranlarda kayıp içeren 100 ve 500 kişilik veri setlerinde karşılaştırılmıştır. Araştırmanın sonucunda %24 ve üzerinde kayıp içeren veri setleri hariç diğer veri setlerinde çoklu atama yönteminin verileri en iyi şekilde tahmin eden yöntem olduğu belirtilmiştir.

Shrive, Stuart, Quan ve Ghali (2006) depresyon ölçeğinde kayıp verileri tamamlamak için kullanılan atama metotlarını karşılaştırmışlardır. 1580 kişiden elde edilen veri seti üzerinde çoklu atama, regresyon atama, bireysel ortalama atama, toplam ortalama atama ve önceki cevabı atama ve rastgele atama yöntemleri uygulanmış ve kappa istatistiği karşılaştırılmıştır. Verilerin %10’u kayıp iken rastgele atama dışındaki diğer yöntemler oldukça iyi sonuç üretmiştir. Yöntemler arasında en iyi sonucu üreten, çoklu atama yöntemi olarak görülmüştür.

Chen, Wang ve Chen (2012), açımlayıcı ve doğrulamayı faktör analizinde kayıp veri yöntemlerini karşılaştırmak amacıyla, farklı oranlarda kayıp içeren veri setleri üzerinde simülasyon çalışması yapmıştır. Altı farklı yöntemin incelendiği çalışmada, tüm yöntemler açımlayıcı ve doğrulamayı faktör analizinde modele uygun sonuçlar üretmiştir. Açımlayıcı faktör analizi için en uygun yöntemin beklenti maksimizasyonu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. %20'nin altında kayıp olması durumunda yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak eksik veriler %30'dan fazla olduğunda, seri ortalaması atama yöntemi ve doğrusal eğim yöntemi kullanılması önerilmiştir.

2.2.2. Türkiye’de Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemleri ile İlgili Çalışmalar

Baygül (2007), kayıp veri analizinde kullanılan etkin yöntemlerin değerlendirilmesi amacıyla, üretilen sanal veri setlerinde kayıp veri ile baş etme yöntemlerini uygulamış ve elde edilen sonuçları gerçek sonuçlarla karşılaştırmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, silme ve atama yöntemlerinin uygun şekilde kullanıldığında, kayıp veri sorununa çözüm olabileceğini belirtmiştir.

Çokluk ve Kayrı (2011), kayıp verilere yaklaşık değer atama yöntemlerinin geçerlik ve güvenilirlik üzerindeki etkisini araştırmıştır. Yapılan araştırma sonucunda, orijinal veri setindeki faktör yapısının korunduğunu fakat açıklanan varyans oranlarında, öz değerlerde ve iç tutarlık katsayısında düşüş olduğunu belirtmişlerdir.

Demir ve Parlak (2012), Türkiye’de eğitim alanında yapılan çalışmalarda kayıp veri sorununun çözümüne yönelik hangi yöntemlerin yaygın olarak kullanıldığını araştırmıştır. Araştırma sonucunda, kayıp veri sorununa neredeyse tamamen ilgisiz kalındığı sonucu çıkarılmıştır.

Demir (2013), çoktan seçmeli testlerden farklı kayıp veri ile baş etme yöntemi kullanılarak kestirilen madde ve test parametreleri arasındaki ilişkileri incelemiş ve çoktan seçmeli testlerde kullanılması en uygun olan yöntemlerin belirlenmesi için çalışma yapmıştır. Yapılan analizler sonucunda, en çok olabilirlik ve çoklu atama yöntemlerini, çoktan seçmeli testlerde kullanılması en uygun yöntemler olarak değerlendirmiştir.

Demir (2013), kayıp verilerin varlığında iki kategorili puanlanan maddelerden oluşan testlerin psikometrik özelliklerini incelemiş ve ihmal edilemeyen kayıp

verilerin varlığında en çok olabilirlik ve çoklu atama yöntemlerinin bu tarz veri setlerine daha uygun olduğunu belirtmiştir.

Kürşad (2014), çalışmasında kayıp veri ile baş etme yöntemlerini betimsel istatistik, güvenilirlik ve geçerlik açısından karşılaştırmıştır. Farklı örneklem büyüklüklerinde ve farklı oranda kayıp içeren veri setlerinde, 9 farklı kayıp veri ile baş etme yöntemini karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda betimsel istatistik, güvenilirlik ve geçerlik açısından yöntemlerin büyük oranda benzer olduğu sonucuna varmıştır.

Başman (2014), kayıp verilere değer atamada yapay sinir ağlarının kullanımını incelemiştir. Farklı oranlarda kayıp içeren veri setlerinde, yapay sinir ağları kullanarak kayıp verilerini tamamlamış ve elde ettiği sonuçlara göre ölçme aracının faktör yapısının değişmediğini, açıklanan varyans oranı, güvenilirlik gibi özelliklerin de gerçek veri setiyle tutarlı sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Öztemür (2014), kayıp veri ile baş etme yöntemlerinin varyans analizi parametreleri üzerine etkisini incelemiştir. Farklı örneklem büyüklüklerine ve farklı oranlarda kayıp içeren veri setlerinde yapılan analizlerin sonucunda, düşük birimli örneklerde regresyon atama ve beklenti maksimizasyonu yöntemlerinin, yüksek birimli örneklerde regresyon atama ve seri ortalaması koyma yöntemlerinin daha tutarlı sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Akbaş ve Tavşancıl (2015), farklı örneklem büyüklüklerinde ve farklı kayıp veri örüntülerinde, ölçeklerin psikometrik özelliklerini kayıp veri ile baş etme yöntemleri açısından incelemiştir. Beklenti maksimizasyonu ve çoklu atamanın genel olarak iyi sonuçlar verdiğini söylemelerine rağmen, kesin olarak en iyi sonucu veren bir yöntemin bulunmadığını belirtmişlerdir.

2.3. İlgili Araştırmalar Özet

Dünyada ve Türkiye’de ölçme değişmezliği ile ilgili yapılan çalışmalara genel olarak bakıldığında, çalışmaların genelinde gerçek veriler kullanılarak cinsiyet ve kültür gibi farklı gruplar arasında ölçme değişmezliğinin sağlanıp sağlanmadığıyla ilgili olduğu görülmektedir. Bir kısım araştırmaların da, ölçme değişmezliği incelenirken kullanılan uyum iyiliği katsayılarının karşılaştırılmasına yönelik olduğu görülmüştür.

Kayıp veri ile baş etme yöntemleri ile ilgili olan çalışmalara bakıldığında ise, çalışmalar genellikle kayıp verilerin tamamlanmasında hangi yöntemin daha başarılı olduğunu belirlemeye yöneliktir. Kullanılan veri setleri genellikle simülasyon verileri olup, başarılı yöntemlerin, farklı örneklem büyüklüklerinde ve farklı oranlarda kayıp içeren veri setlerinde değiştiği görülmektedir. Kayıp veri çalışmaları son zamanlarda artış göstermiştir. Kayıp veri sorunu, artık göz ardı edilmeyerek, sorunun çözümüne yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu araştırmada, kayıp veri ile baş etme yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi araştırılmaktadır. Alan yazında yapılacak ölçme değişmezliği çalışmalarında, farklı örneklem büyüklüklerinde ve farklı oranlardaki kayıp verilerde, kayıp veri probleminin çözümüne yönelik öneriler getirmek amaçlanmaktadır.



3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmada, farklı kayıp veri ile baş etme yöntemleri ile tamamlanmış veri setleri üzerinde ölçme değişmezliği çalışması yapılmıştır. Çalışmanın amacı, DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemlerinin ölçme değişmezliği çalışmalarında incelenmesidir. Bu bağlamda çalışma, yeni bir bilgi üretmeye yönelik olduğundan temel araştırma biçimindedir.

3.2. Çalışma Grubu

3.2.1. Çalışma Grubunun Özellikleri

Araştırmanın çalışma grubunu, PISA 2015 Türkiye uygulamasına katılan 15 yaş grubu öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmanın evrenini, Türkiye’de 15 yaş grubunda bulunan 1324089 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem seçimi, tabakalı seçkisiz örnekleme yöntemi ile okul seçimi ve ardından seçilen okullarda uygulamaya katılacak öğrencilerden seçkisiz yöntemle öğrenci seçimi şeklinde iki aşamadan oluşmaktadır (MEB, 2016). Araştırmanın örneklemini ise PISA 2015 uygulamasına Türkiye’den katılmış 5895 öğrenciden, fen okuryazarlığına ilişkin duyuşsal özelliklerden, fen öğrenme motivasyonu ile ilgili maddelere eksiksiz yanıt vermiş 5496 öğrenci oluşturmaktadır.

3.2.2. Katılımcılarla İlgili Demografik Bilgiler

Araştırmada, 5496 kişilik eksiksiz veri setinden seçkisiz yöntemle elde edilen 300, 1000 ve 2000 kişilik alt örneklem grupları oluşturularak, cinsiyetler arası ölçme değişmezliği çalışmaları yapılmıştır. Farklı örneklem büyüklüklerindeki öğrencilerin, cinsiyet değişkenine göre bilgileri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Farklı örneklem büyüklüklerinde cinsiyet frekansları

<i>Örneklem Büyüklüğü</i>	<i>Kadın</i>	<i>Erkek</i>
5496 (eksiksiz)	2790 (%50.8)	2706 (%49.2)
300	163 (%54.3)	137 (%45.7)
1000	492 (%49.2)	508 (%50.8)
2000	1000 (%50)	1000 (%50)

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada kullanılan veriler, OECD tarafından organize edilen, 15 yaşındaki öğrencilerin fen, matematik, okuma, problem çözme ve finansal okuryazarlık alanlarındaki bilişsel ve duyuşsal özelliklerini test ederek ülkelerin eğitim sistemlerini değerlendirmeyi amaçlayan PISA 2015 uygulamasından elde edilmiştir. PISA uygulaması, zorunlu eğitimi bitiren öğrencilerin, modern topluma katılım sağlayabilmeleri için gerekli bilgi ve becerileri ne düzeyde kazandıklarını ölçmek için yapılan bir uygulamadır. Fen, matematik ve okuma gibi temel alanlara odaklanmasının yanı sıra, 2015 uygulamasında yenilikçi alan olarak işbirlikli problem çözme ve finansal okuryazarlık alanlarına da yer verilmiştir (OECD, 2016). Her üç yılda bir uygulanan PISA araştırmalarında, her uygulamada bir alana odaklanılmış ve bu alan ağırlıklı alan olarak belirlenmiştir. PISA 2015 uygulamasında fen okuryazarlığı ağırlıklı alan olarak belirlenmiştir (MEB, 2016).

3.4. Veri Toplama Araçlarının Uygulanışı

PISA 2016 uygulamasına, katılımcı 72 ülkeden 15 yaş grubundaki 29 milyon öğrenciyi temsilen yaklaşık 540000 öğrenci katılmıştır (OECD, 2016). Uygulamaya katılan öğrencilere başarı testi ve öğrenci anketi uygulanmıştır. Uygulamanın çoktan seçmeli ve açık uçlu maddelerden oluşan başarı testi bölümü, iki oturum olarak toplam 120 dakika sürmüştür. Başarı testinden sonra öğrenciler 35 dakika süren öğrenci anketine katılmışlardır (MEB, 2016).

Bu araştırmada, öğrencilerin katıldığı öğrenci anketi uygulamasının fen okuryazarlığı alanında, fen öğrenme motivasyonu ile ilgili ifadeler kullanılmıştır. PISA 2015 uygulamasına ait veri seti OECD'nin internet sayfasından elde edilmiştir (<http://www.oecd.org/pisa/data/2015database/>). Fen öğrenme motivasyonu ile ilgili kullanılan ifadeler Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2: Fen öğrenme motivasyonu ile ilgili ifadeler

<i>İfadeler</i>	<i>Kesinlikle katılmıyorum</i>	<i>Katılmıyorum</i>	<i>Katılıyorum</i>	<i>Kesinlikle katılıyorum</i>
Fen bilimleri konularını öğrenirken genellikle eğlenirim. (ST094Q01)				
Fen ile ilgili okuma yapmaktan hoşlanırım. (ST094Q02)				
Fen konularına çalışmaktan mutluluk duyarım. (ST094Q3)				
Fen ile ilgili yeni bilgiler edinmekten hoşlanırım. (ST094Q04)				
Fen ile ilgili konuları öğrenmeye ilgi duyarım. (ST094Q05)				

Bu araştırmada kullanılan ifadeler 4'lü likert tipi ölçek maddeleridir. Maddelerin puanları eşit aralıklı ölçek düzeyinde ele alınmış ve bu şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.5. Verilerin İşlenmesi ve Çözömlenmesi

Veri analizine başlamadan önce verilerin doğru bir şekilde taranması önemlidir. Örneğin gruptan birinde, diğerine oranla daha fazla sayıda uç değerler olabilir (Schoot, Lugtig & Hox, 2012). Analize başlamadan önce veri setinde kayıp verilerin, normallik sayıltısının, uç değerlerin ve çoklu bağlantının kontrol edilmesi gerekmektedir.

Tabachnick ve Fidell'e (2013) göre çok değişkenli normallik, bütün değişkenlerin ve bu değişkenlerin bütün doğrusal kombinasyonlarının normal dağıldığının varsayımıdır. Çok değişkenli normallik testleri aşırı hassas olmasına rağmen, normallik, değişkenlerin ayrı ayrı basıklık ve çarpıklık katsayıları ile test edilebilir. Normallik varsayımının sağlanıp sağlanmadığı kontrol etmek için, tüm veri setlerinde, değişkenlerin basıklık ve çarpıklık katsayıları incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda, 300 kişilik veri seti için çarpıklık değerleri -.474 ile -.243 arasında, basıklık değerleri -.894 ile -.666 arasında; 1000 kişilik veri seti için çarpıklık değerleri -.526 ile -.298 arasında, basıklık değerleri -.771 ile -.479 arasında; 2000 kişilik veri setinde ise çarpıklık değerleri -.515 ile -.313 arasında, basıklık değerleri -.757 ile -.477 arasında bulunmuştur. Normal dağılımın basıklık ve çarpıklık değeri sıfırdır (Tabachnick & Fidell, 2013). Basıklık ve çarpıklık değerinin sıfıra yakın olması dağılımın normal dağılıma yakın olduğunu göstermektedir. Elde edilen değerlere bakıldığında, her bir değişkenin normal dağıldığı görölmüştür.

Tabachnick ve Fidell (2013) uç değerleri, veri setindeki herhangi bir değişkende bulunan ve aşırı değerler alabilen durumlar olarak tanımlamıştır. Veri setindeki değişkenlerin değerlerinde, diğer değerlerden farklı sonuçlar almış değişkenler, veri setinden elde edilen analiz sonuçlarını etkileyebilmektedir. Bu nedenle analizlere başlamadan önce uç değerlerin kontrol edilmesi gerekmektedir. Uç değerleri tespit etmenin birden fazla yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerden birisi, z puan dağılımlarının incelenerek uç değerlerin tespit edilmesidir. $|z| > 3.29$ olduğu durumlar uç değer olarak tanımlanabilir (Tabachnick & Fidell, 2013). Bu çalışmada z puan dağılımlarına bakılarak uç değerler tespit edilmeye çalışılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, 300 kişilik örneklem büyüklüğü için z puanlarının veri setindeki tüm değişkenler için -1.85 ile 1.44 arasında; 1000 kişilik örneklem büyüklüğü için -1.96 ile 1.47 arasında; 2000 kişilik örneklem büyüklüğü için ise -1.95 ile 1.48 değerleri arasında değiştiği görülmüştür. Bu değerlere göre veri setlerinde herhangi bir uç değere rastlanmamıştır.

Bir veri setinde birden fazla değişkenin aynı şeyi ölçmesi, veri setinde çoklu bağlantı sorununu ortaya çıkarmaktadır. Değişkenler arasında çoklu bağlantının olup olmadığını test edebilmek için birden fazla yöntem bulunmaktadır. Gujarati (2004), her bir değişken çifti arasındaki R^2 değerinin .90'dan büyük olması, varyans şişkinlik değerinin (VIF) 10'dan büyük olması ve tolerans değerinin .10'dan küçük olması durumunda, veri setinde çoklu bağlantı sorununun bulunduğunu belirtmiştir.

Yapılan analiz sonucunda, EK.2'de verilen değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları, tolerans değerleri ve VIF incelendiğinde, veri setlerinde çoklu bağlantı sorunu bulunmamaktadır.

Bu araştırmada, kayıp veri ile baş etme yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi araştırılmaktadır. Bunun için öncelikle, PISA 2015 uygulamasına Türkiye'den katılmış ve fen okuryazarlığına ilişkin duyuşsal özelliklerden, fen öğrenme motivasyonu ile ilgili maddelere eksiksiz yanıt vermiş 5496 kişilik eksiksiz veri seti elde edilmiştir. Eksiksiz veri seti oluşturulurken, veri setindeki değişkenlerden en az birinde kayıp bulunan tüm gözlemler veri setinden çıkarılmış ve 5496 kişilik kayıp içermeyen veri seti elde edilmiştir. Farklı örneklem büyüklüklerindeki etkiyi tespit edebilmek amacıyla, 5496 kişilik veri setinden 300, 1000 ve 2000 kişilik veri setleri oluşturulmuştur. Alan yazında, Sass (2011) 491 birimlik veri setinde, Xu ve Tracey (2017) 684 birimlik veri setinde, Chen, Sousa ve West (2005) 924 birimlik veri setinde, Wang, Willett ve Eccles (2011) 1103 birimlik veri setinde, Schnabel, Kelava, Vijver ve Seifert (2015) 1801 birimlik veri setinde, Karakoç Atılgıl (2016) ise 2149 birimlik veri setinde ölçme değişmezliği çalışmaları yapmıştır. Örneklem büyüklükleri, ölçme değişmezliği çalışmalarının küçük gruplar arasında veya kültürlerarası çalışmalarda olduğu gibi büyük gruplar arasında yapıldığı göz önünde bulundurularak, küçük örneklem için 300, orta büyüklükteki örneklem için 1000 ve büyük örneklem için 2000 olarak belirlenmiştir. Oluşturulan eksiksiz veri setlerinden, hücre bazında %5, %10 ve %20 oranında rastgele seçilen

hücrelerdeki değerler silinmiş ve kayıp veriler oluşturulmuştur. Veri setlerindeki toplam hücre sayısından her bir oran için belirlenen kayıp veri sayıları kadar hücre seçkisiz olarak belirlenip, belirlenen hücrelerdeki değerler silinmiştir. Oluşturulan veri setlerinde bulunan kayıp verilerin mekanizmasının belirlenebilmesi için, her veri setinde Little'ın TROK testi yapılmıştır. Tablo3.2'deki sonuçlara bakıldığında, tüm veri setlerinin TROK mekanizmasını sağladığı görülmektedir.

Tablo 3.3: Little'ın MCAR (TROK) Testi: Sig. Değerleri

	%5	%10	%20
300	.77	.75	.40
1000	.58	.54	.49
2000	.87	.45	.13

Daha sonra, her bir veri seti kayıp veri ile baş etme yöntemlerinden DS, SO, RA, BM ve ÇA ile tamamlanmış ve cinsiyetler arası ölçme değişmezliği çalışmaları ÇGDFA yaklaşımı ile incelenmiştir.

300, 1000 ve 2000 kişilik veri setlerinde, modelin faktör yapısını belirlemek amacıyla, ilk olarak açımlayıcı faktör analizi (AFA) yapılmıştır. KMO ve Barlett test sonuçları veri setlerinin faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir. KMO ve Barlett test sonuçları Tablo 3.3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.4: Farklı örneklem büyüklüklerinde KMO ve Bartlett test istatistikleri

Örneklem Büyüklüğü	KMO Measure	Bartlett Sphericity
300	.914	.000
1000	.904	.000
2000	.903	.000

Daha sonra her bir veri setinde AFA yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda bütün örneklem büyüklüklerinde, 5 maddenin tek bir faktör altında toplandığı görülmüştür. Bu faktörün toplam varyansı açıklama oranları, 300 kişilik örneklem büyüklüğünde %84.327; 1000 kişilik örneklem büyüklüğünde %82.712 ve 2000 kişilik örneklem büyüklüğünde %82.362 olarak bulunmuştur.

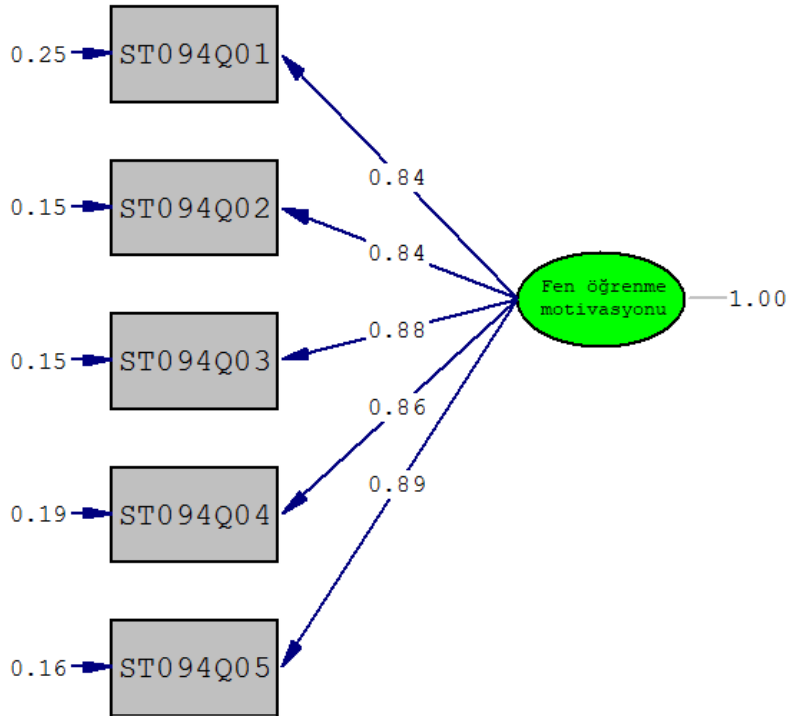
Her bir örneklem büyüklüğünde AFA yapıldıktan sonra, modelin doğruluğunu test etmek için DFA analizine geçilmiştir.

Modelin doğruluğunu test etmek için DFA yapılmış ve 300, 1000, 2000 kişilik örneklem büyüklüklerinde Tablo 3.4’de verilen uyum katsayıları elde edilmiştir.

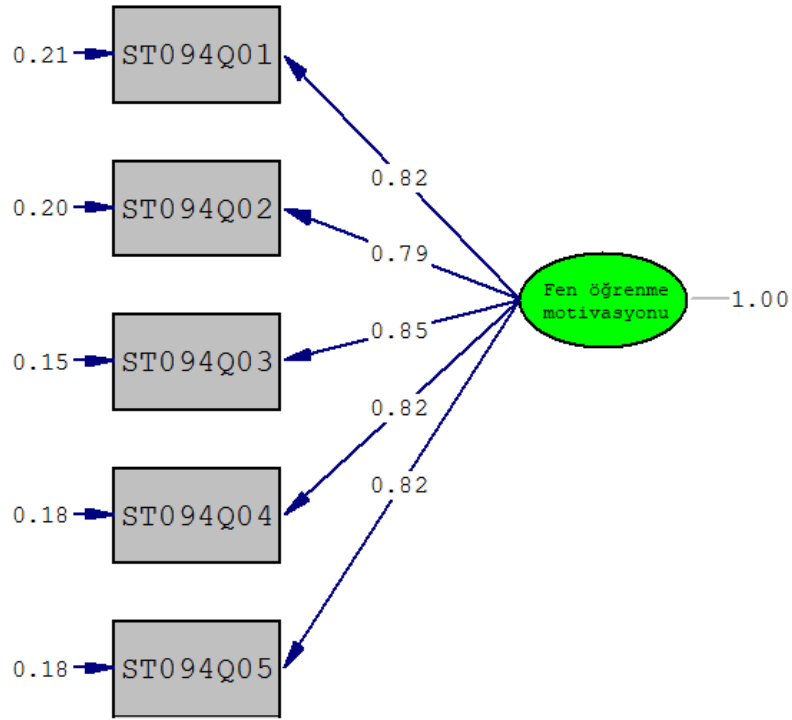
Tablo 3.5: Farklı örneklem büyüklüklerindeki veri setlerinde uyum katsayıları

Örneklem Büyüküğü	χ^2 / df	RMSEA	CFI	TLI	SRMR	GFI
300	1.69	.05	1.00	1.00	.01	.99
1000	18.67	.13	.99	.97	.02	.96
2000	36.28	.13	.99	.97	.02	.96

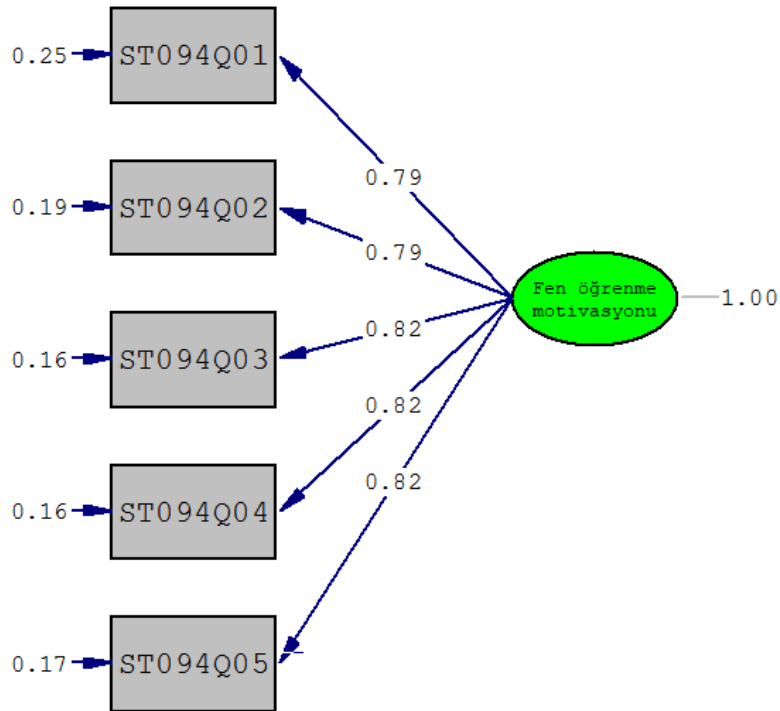
Tablo 3.4’de verilen uyum katsayıları incelendiğinde, CFI, TLI, SRMR ve GFI değerlerinin istenilen aralıkta olduğu ve her bir örneklem büyüklüğünde modelin doğrulandığı görülmektedir. DFA sonucunda elde edilen modeller, 300 kişilik örneklem büyüklüğü için Şekil 3.1’de; 1000 kişilik örneklem büyüklüğü için Şekil 3.2’de ve 2000 kişilik örneklem büyüklüğü için Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1: 300 kişilik örneklem büyüklüğünde fen öğrenme motivasyonu modeli



Şekil 3.2: 1000 kişilik örneklem büyüklüğünde fen öğrenme motivasyonu modeli



Şekil 3.3: 2000 kişilik örneklem büyüklüğünde fen öğrenme motivasyonu modeli

300, 1000 ve 2000 kişilik, %5, %10 ve %20 oranında kayıp içeren veri setleri, DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleriyle tamamlanmıştır. DS yöntemi uygulanırken, veri setinde herhangi bir değişkende kayıp olan gözlem tamamen veri setinden çıkarılmıştır. SO yönteminde, değişkenlerin gözlenen değer ortalamaları kayıp verilerin yerine atanmıştır. RA yönteminde, kayıp verinin yerine, gözlenen değerlerden elde edilen regresyon denklemi yardımıyla atama yapılmıştır. RA yönteminde kayıp değer bulundugu değişken bağımlı, gözlenen değerlerin bulunduğu değişkenler bağımsız değişken olarak alınıp regresyon ataması yapılmıştır. BM yönteminde, diğer değişkenlerden elde edilen değer kayıp verinin yerine atandıktan sonra, atanan değer maksimize edilmesi sonucu veri seti tamamlanmıştır. ÇA yönteminde ise birden fazla atama yapılarak en uygun değer ataması yapılmıştır. Yöntemlerin uygulanmasında istatistik paket programlarından yararlanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, alt problem sırasına göre araştırmanın bulgularına yer verilmiştir. İlk olarak, farklı örneklem büyüklüklerinde ve farklı oranlarda kayıp veri içeren veri setlerinin karşılaştırılacağı referans değerler, eksiksiz veri setlerinde aşamalı olarak ölçme değişmezliği çalışması yapılarak elde edilmiştir. Daha sonra 300, 1000, 2000 kişilik örneklem büyüklüklerinde; %5, %10, %20 kayıp içeren ve kayıp veri ile baş etme yöntemlerinden DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleriyle tamamlanmış veri setlerinde, ölçme değişmezliği çalışmalarının sonuçlarına yer verilmiştir.

4.1. 300 Kişilik Örneklem Büyüklüğünde Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren (%5, %10, %20) Veri Setlerinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

Araştırmanın bu bölümünde, 1. alt probleme yönelik bulgulara yer verilmiştir. Alt problemde “300 kişilik örneklem büyüklüğünde, farklı oranlarda kayıp veri içeren (%5, %10, %20) veri setlerinde DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi ne düzeydedir?” sorusuna yanıt aranmaktadır. Bunun için öncelikle eksiksiz veri setinden, çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi yaklaşımıyla ölçme değişmezliğinin her bir aşaması için referans değerler elde edilmiştir. Daha sonra %5, %10 ve %20 oranında kayıp içeren veri setleri DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleri ile tamamlanarak cinsiyetler arası ölçme değişmezliği aşamalı olarak incelenmiş ve raporlanmıştır.

Eksiksiz veri setinde, ölçme değişmezliğine ait her aşamada elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: 300 kişilik eksiksiz veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	27.922	10	2.792	.012	.109	.989	.977	
Metrik Değişmezlik	30.544	14	2.182	.029	.089	.989	.985	.000
Ölçek Değişmezliği	40.517	18	2.251	.043	.091	.986	.984	-.003
Katı Değişmezlik	60.005	24	2.500	.087	.100	.977	.981	-.012

Model veri uyumuna genel olarak bakıldığında, tüm değişmezlik aşamalarında, RMSEA indeksinin dışındaki diğer indekslerin modele uyum sağladığı görülmektedir. Ölçme değişmezliğinin sağlanıp sağlanmadığının belirlenebilmesi için hiyerarşik olarak, her bir aşamadaki CFI değerinin ilk aşamaya göre ne kadar değiştiğine bakılmıştır. Tablo 4.1'deki değerler incelendiğinde, ΔCFI değeri istenen değer aralığında olduğu için $(-.01 \leq \Delta CFI \leq .01)$ model, cinsiyetler arası ölçme değişmezliğini sağlamıştır.

4.1.1 %5 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

%5 kayıp içeren veri setleri, kayıp veri ile baş etme yöntemlerinden DS, SO, RA, BM ve ÇA ile tamamlanmıştır. Daha sonra aşamalı olarak ölçme değişmezliğinin adımları uygulanmış ve uyum indekslerine ait sonuçlar elde edilmiştir. DS yöntemine ait sonuçlar Tablo 4.2'de, SO yöntemine ait sonuçlar Tablo 4.3'te, RA yöntemine ait sonuçlar Tablo 4.4'te, BM yöntemine ait sonuçlar Tablo 4.5'te ve ÇA yöntemine ait sonuçlar Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.2: 300 kişilik, %5 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	25.342	10	2.534	.014	.111	.988	.976	
Metrik Değişmezlik	27.282	14	1.949	.029	.087	.989	.985	.001
Ölçek Değişmezliği	35.569	18	1.976	.042	.089	.986	.985	-.002
Katı Değişmezlik	44.670	24	1.861	.076	.083	.984	.986	-.004

Tablo 4.3: 300 kişilik, %5 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	20.555	10	2.056	.013	.084	.992	.985	
Metrik Değişmezlik	23.533	14	1.681	.036	.067	.993	.990	.001
Ölçek Değişmezliği	30.806	18	1.711	.045	.069	.991	.990	-.001
Katı Değişmezlik	36.897	24	1.537	.076	.060	.991	.992	-.001

Tablo 4.4: 300 kişilik, %5 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	21.796	10	2.180	.012	.089	.992	.985	
Metrik Değişmezlik	24.262	14	1.733	.028	.070	.993	.990	.001
Ölçek Değişmezliği	31.389	18	1.744	.040	.070	.991	.990	-.001
Katı Değişmezlik	47.129	24	1.964	.085	.080	.985	.987	-.007

Tablo 4.5: 300 kişilik, %5 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	28.366	10	2.837	.012	.111	.989	.977	
Metrik Değişmezlik	30.037	14	2.146	.024	.087	.990	.986	.001
Ölçek Değişmezliği	40.890	18	2.272	.038	.092	.986	.984	-.003
Katı Değişmezlik	56.415	24	2.351	.075	.095	.980	.983	-.009

Tablo 4.6: 300 kişilik, %5 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	25.411	10	2.541	.013	.102	.990	.980	
Metrik Değişmezlik	26.392	14	1.885	.020	.077	.992	.988	.002
Ölçek Değişmezliği	35.245	18	1.958	.033	.080	.989	.987	-.001
Katı Değişmezlik	48.498	24	2.021	.076	.083	.984	.987	-.006

Tablo 4.2, Tablo 4.3, Tablo 4.4, Tablo 4.5 ve Tablo 4.6 incelendiğinde, beş farklı kayıp veri ile baş etme yöntemiyle tamamlanmış veri setlerinde gerçekleştirilen ölçme değişmezliği çalışmalarında, beş farklı yöntemin hepsinde ölçme değişmezliğinin tüm aşamalarının sağlandığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.1’de verilen referans değerler ile karşılaştırıldığında, referans değerlere en yakın sonuçlar BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinden elde edilmiştir.

4.1.2 %10 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

300 kişilik örneklem büyüklüğünde, %10 kayıp içeren veri setleri DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleriyle tamamlanmış ve tamamlanan veri setlerinde ölçme değişmezliği aşamalı olarak test edilmiştir. Beş farklı yöntemle tamamlanmış veri setlerinde ölçme değişmezliğinin her aşamasına ait uyum katsayıları sırasıyla Tablo 4.7, Tablo 4.8, Tablo 4.9, Tablo 4.10 ve Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.7: 300 kişilik, %10 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	23.512	10	2.351	.015	.116	.988	.975	
Metrik Değişmezlik	24.865	14	1.776	.029	.088	.990	.986	.002
Ölçek Değişmezliği	30.149	18	1.675	.036	.082	.989	.988	.001
Katı Değişmezlik	44.567	24	1.857	.115	.093	.981	.984	-.007

Tablo 4.8: 300 kişilik, %10 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	23.796	10	2.380	.016	.096	.989	.979	
Metrik Değişmezlik	26.442	14	1.889	.036	.077	.990	.986	.001
Ölçek Değişmezliği	36.167	18	2.009	.050	.082	.986	.984	-.003
Katı Değişmezlik	43.442	24	1.810	.102	.073	.985	.987	-.004

Tablo 4.9: 300 kişilik, %10 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	21.446	10	2.145	.013	.087	.992	.984	
Metrik Değişmezlik	23.583	14	1.685	.029	.068	.993	.991	.001
Ölçek Değişmezliği	35.474	18	1.971	.038	.080	.988	.987	-.004
Katı Değişmezlik	47.127	24	1.964	.090	.080	.984	.987	-.008

Tablo 4.10: 300 kişilik, %10 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	39.537	10	3.954	.014	.140	.982	.965	
Metrik Değişmezlik	41.894	14	2.992	.028	.115	.983	.976	.001
Ölçek Değişmezliği	50.055	18	2.781	.040	.109	.981	.979	-.001
Katı Değişmezlik	63.666	24	2.653	.091	.105	.976	.980	-.006

Tablo 4.11: 300 kişilik, %10 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	33.882	10	3.388	.015	.128	.984	.969	
Metrik Değişmezlik	36.039	14	2.574	.029	.104	.985	.979	.001
Ölçek Değişmezliği	43.047	18	2.392	.039	.098	.983	.982	-.001
Katı Değişmezlik	53.799	24	2.242	.089	.092	.980	.984	-.004

Tablo 4.7, Tablo 4.8, Tablo 4.9, Tablo 4.10 ve Tablo 4.11 incelendiğinde, farklı yöntemlerle tamamlanmış veri setlerinde gerçekleştirilen ölçme değişmezliği çalışmalarının hepsinde ölçme değişmezliğinin tüm aşamalarının sağlandığı görülmüştür ($-.01 \leq \Delta CFI \leq .01$). Değerler, Tablo 4.1’de verilen referans değerler ile karşılaştırıldığında diğer yöntemlere göre daha yakın sonuçlar veren yöntemler RA ve BM yöntemleridir. RA yönteminde χ^2/df değeri referans değerlerden daha düşük çıkarken, BM yöntemi χ^2/df değerini referans değerlere daha yakın çıkarmıştır.

4.1.3 %20 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

300 kişilik örneklem büyüklüğünde, %20 kayıp içeren veri setlerinde kayıp verileri tamamlamak için DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleri uygulanmış ve elde edilen eksiksiz veri setleri için ölçme değişmezliğinin her bir aşaması test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.12, Tablo 4.13, Tablo 4.14, Tablo 4.15 ve Tablo 4.16’da gösterilmiştir.

Tablo 4.12: 300 kişilik, %20 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	23.668	10	2.367	.019	.143	.982	.963	
Metrik Değişmezlik	25.489	14	1.821	.037	.111	.985	.978	.003
Ölçek Değişmezliği	26.984	18	1.499	.039	.086	.988	.987	.006
Katı Değişmezlik	45.463	24	1.894	.059	.116	.971	.976	-.011

Tablo 4.13: 300 kişilik, %20 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	16.989	10	1.699	.016	.068	.993	.987	
Metrik Değişmezlik	23.488	14	1.678	.057	.067	.991	.987	-.002
Ölçek Değişmezliği	30.573	18	1.699	.072	.068	.988	.987	-.005
Katı Değişmezlik	36.981	24	1.541	.092	.060	.988	.990	-.005

Tablo 4.14: 300 kişilik, %20 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	23.554	10	2.355	.014	.095	.990	.980	
Metrik Değişmezlik	27.538	14	1.967	.041	.080	.990	.986	.000
Ölçek Değişmezliği	34.904	18	1.939	.054	.079	.987	.986	-.003
Katı Değişmezlik	51.880	24	2.162	.089	.088	.979	.983	-.011

Tablo 4.15: 300 kişilik, %20 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	36.269	10	3.627	.012	.132	.986	.971	
Metrik Değişmezlik	40.003	14	2.857	.032	.111	.986	.980	.000
Ölçek Değişmezliği	46.813	18	2.601	.042	.103	.984	.983	-.002
Katı Değişmezlik	62.967	24	2.624	.074	.104	.979	.982	-.007

Tablo 4.16: 300 kişilik, %20 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	38.182	10	3.818	.016	.141	.981	.962	
Metrik Değişmezlik	41.602	14	2.972	.035	.118	.982	.974	.001
Ölçek Değişmezliği	46.982	18	2.610	.044	.106	.981	.978	.000
Katı Değişmezlik	57.160	24	2.382	.073	.099	.978	.982	-.003

Tablo 4.12, Tablo 4.13, Tablo 4.14, Tablo 4.15 ve Tablo 4.16 incelendiğinde, farklı yöntemlerle tamamlanmış eksiksiz veri setlerinde gerçekleştirilen ölçme değişmezliği çalışmalarının tamamında, ölçme değişmezliğinin tüm aşamalarının sağlandığı görülmüştür ($-.01 \leq \Delta CFI \leq .01$). Elde edilen sonuçlar Tablo 4.1’de elde edilen uyum katsayıları ile karşılaştırıldığında, RA ve BM yöntemleri ile tamamlanan veri setlerine ait ölçme değişmezliği sonuçlarının referans değerlere daha yakın çıktığı görülmüştür.

4.2. 1000 Kişilik Örneklem Büyüklüğünde Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren (%5, %10, %20) Veri Setlerinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

Araştırmanın bu bölümünde, 2. alt probleme yönelik bulgulara yer verilmiştir. Bu bölümde “1000 kişilik örneklem büyüklüğünde, farklı oranlarda kayıp veri içeren (%5, %10, %20) veri setlerinde DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi ne düzeydedir?” sorusuna yanıt aranmaktadır. Öncelikle 1000 kişilik eksiksiz veri setinden, ÇGDFA yaklaşımıyla ölçme değişmezliğinin her bir aşaması için referans değerler elde edilmiştir. Bu veri setinden elde edilen ve %5, %10, %20 oranında kayıp içeren veri setleri DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleri ile tamamlanmış, ölçme değişmezliği aşamalı olarak test edilmiş ve raporlanmıştır.

1000 kişilik eksiksiz veri setinde, ölçme değişmezliğine ait her aşamada elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.17’de gösterilmiştir.

Tablo 4.17: 1000 kişilik eksiksiz veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	91.439	10	9.144	.015	.128	.983	.966	
Metrik Değişmezlik	95.039	14	6.789	.024	.108	.983	.976	.000
Ölçek Değişmezliği	99.808	18	5.545	.028	.095	.983	.981	.000
Katı Değişmezlik	128.715	24	5.363	.040	.093	.978	.982	-.005

Model veri uyumuna bakıldığında, modelin veriye genel olarak uyum sağladığı söylenebilir. Ölçme değişmezliğinin sağlanıp sağlanmadığının belirlenebilmesi için hiyerarşik olarak, her bir aşamadaki CFI değerinin, ilk aşamaya göre ne kadar değiştiğine bakılmıştır. Her aşamadaki ΔCFI değeri istenen değer aralığında olduğu için ($-.01 \leq \Delta CFI \leq .01$) eksiksiz veri setinde ölçme değişmezliğinin her aşamada sağlandığı görülmüştür.

4.2.1 %5 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri ile Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

1000 kişilik %5 kayıp içeren veri setleri, kayıp veri ile baş etme yöntemlerinden DS, SO, RA, BM ve ÇA ile tamamlanmıştır. Daha sonra hiyerarşik olarak ölçme değişmezliğinin adımları uygulanmış ve her bir aşamadaki uyum indekslerine ait sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.18, Tablo 4.19, Tablo 4.20, Tablo 4.21 ve Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.18: 1000 kişilik, %5 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	79.802	10	7.980	.016	.130	.982	.965	
Metrik Değişmezlik	83.014	14	5.930	.025	.109	.982	.975	.000
Ölçek Değişmezliği	87.764	18	4.876	.030	.097	.982	.980	.000
Katı Değişmezlik	113.455	24	4.727	.032	.095	.977	.981	-.005

Tablo 4.19: 1000 kişilik, %5 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	75.676	10	7.568	.016	.115	.985	.970	
Metrik Değişmezlik	78.282	14	5.592	.023	.096	.985	.979	.000
Ölçek Değişmezliği	82.802	18	4.600	.028	.085	.985	.983	.000
Katı Değişmezlik	113.059	24	4.711	.039	.086	.979	.983	-.006

Tablo 4.20: 1000 kişilik, %5 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	96.323	10	9.632	.016	.131	.981	.963	
Metrik Değişmezlik	99.445	14	7.103	.023	.110	.982	.974	.001
Ölçek Değişmezliği	104.912	18	5.828	.028	.098	.981	.979	.000
Katı Değişmezlik	130.923	24	5.455	.042	.094	.977	.981	-.004

Tablo 4.21: 1000 kişilik, %5 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	104.424	10	10.442	.016	.137	.981	.962	
Metrik Değişmezlik	107.817	14	7.701	.024	.116	.981	.973	.000
Ölçek Değişmezliği	113.173	18	6.287	.028	.103	.981	.978	.000
Katı Değişmezlik	144.565	24	6.024	.042	.100	.975	.980	-.006

Tablo 4.22: 1000 kişilik, %5 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	101.372	10	10.137	.017	.136	.980	.961	
Metrik Değişmezlik	104.133	14	7.438	.023	.114	.981	.973	.001
Ölçek Değişmezliği	109.952	18	6.108	.028	.102	.980	.978	.000
Katı Değişmezlik	137.196	24	5.717	.040	.098	.976	.980	-.004

Tablo 4.18, Tablo 4.19, Tablo 4.20, Tablo 4.21 ve Tablo 4.22 incelendiğinde, farklı yöntemlerle tamamlanmış veri setlerinde gerçekleştirilen ölçme değişmezliği çalışmalarının tamamında, ölçme değişmezliğinin tüm aşamalarının sağlandığı görülmüştür ($-.01 \leq \Delta CFI \leq .01$). Elde edilen sonuçlar Tablo 4.17’de verilen referans değerler ile karşılaştırıldığında, DS ve RA yöntemlerinin referans değerlere daha yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. DS yönteminde χ^2/df değerinin olduğundan daha düşük çıktığı gözlenirken, BM ve ÇA yöntemlerinde olduğundan yüksek çıktığı görülmüştür.

4.2.2 %10 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

1000 kişilik %10 kayıp içeren veri setleri, kayıp veri ile baş etme yöntemlerinden DS, SO, RA, BM ve ÇA ile tamamlanmıştır. Daha sonra ölçme değişmezliğinin her aşaması test edilmiş ve her aşamadaki uyum katsayılarına ait sonuçlar Tablo 4.23, Tablo 4.24, Tablo 4.25, Tablo 4.26 ve Tablo 4.27’de gösterilmiştir.

Tablo 4.23: 1000 kişilik, %10 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	58.883	10	5.888	.015	.120	.985	.970	
Metrik Değişmezlik	65.401	14	4.672	.035	.104	.984	.977	-.001
Ölçek Değişmezliği	67.998	18	3.778	.038	.091	.984	.983	-.001
Katı Değişmezlik	108.535	24	4.522	.068	.102	.974	.978	-.011

Tablo 4.24: 1000 kişilik, %10 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	55.524	10	5.552	.014	.095	.988	.977	
Metrik Değişmezlik	63.142	14	4.510	.034	.084	.987	.982	-.001
Ölçek Değişmezliği	70.433	18	3.913	.037	.076	.987	.985	-.001
Katı Değişmezlik	95.341	24	3.973	.049	.077	.982	.985	-.006

Tablo 4.25: 1000 kişilik, %10 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	75.069	10	7.507	.015	.114	.985	.970	
Metrik Değişmezlik	78.420	14	5.601	.024	.096	.985	.979	.000
Ölçek Değişmezliği	81.497	18	4.528	.026	.084	.986	.984	.001
Katı Değişmezlik	136.013	24	5.667	.059	.097	.974	.979	-.011

Tablo 4.26: 1000 kişilik, %10 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	103.233	10	10.323	.015	.137	.982	.964	
Metrik Değişmezlik	106.889	14	7.635	.024	.115	.982	.974	.000
Ölçek Değişmezliği	111.631	18	6.202	.028	.102	.982	.980	.000
Katı Değişmezlik	139.294	24	5.804	.047	.098	.978	.981	-.004

Tablo 4.27: 1000 kişilik, %10 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	84.814	10	8.481	.015	.124	.984	.968	
Metrik Değişmezlik	90.602	14	6.472	.029	.106	.984	.977	.000
Ölçek Değişmezliği	95.856	18	5.325	.033	.094	.983	.982	-.001
Katı Değişmezlik	123.748	24	5.156	.047	.092	.979	.982	-.005

DS, SO, RA, BM ve RA yöntemlerine ait Tablo 4.23, Tablo 4.24, Tablo 4.25, Tablo 4.26 ve Tablo 4.27’de elde edilen uyum katsayıları incelendiğinde, her bir yöntemle tamamlanmış veri setlerinin, ölçme değişmezliğinin her aşamasını sağladığı görülmüştür ($-.01 \leq \Delta CFI \leq .01$). Değerler Tablo 4.17’deki referans değerler ile karşılaştırıldığında, BM ve ÇA yöntemlerinin referans değerlere daha yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. DS ve SO yöntemleri χ^2/df değerini olduğundan daha düşük göstermiştir.

4.2.3 %20 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

1000 kişilik %20 kayıp içeren veri setleri, DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleri ile tamamlanmıştır. Tamamlanan veri setleri üzerinde aşamalı olarak ölçme değişmezliği test edilmiş ve uygulanan yöntemle göre ölçme değişmezliğinin her bir aşamasında elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.28, Tablo 4.29, Tablo 4.30, Tablo 4.31 ve Tablo 4.32’de verilmiştir.

Tablo 4.28: 1000 kişilik, %20 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	24.965	10	2.497	.011	.078	.994	.987	
Metrik Değişmezlik	26.813	14	1.915	.021	.061	.994	.992	.000
Ölçek Değişmezliği	31.308	18	1.73	.025	.055	.994	.994	.000
Katı Değişmezlik	38.850	24	1.619	.042	.050	.994	.995	.000

Tablo 4.29: 1000 kişilik, %20 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	34.789	10	3.479	.014	.070	.992	.985	
Metrik Değişmezlik	37.275	14	2.663	.024	.058	.993	.990	.001
Ölçek Değişmezliği	43.438	18	2.413	.022	.053	.992	.991	.000
Katı Değişmezlik	52.166	24	2.714	.037	.048	.991	.993	-.001

Tablo 4.30: 1000 kişilik, %20 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	73.781	10	7.378	.017	.113	.984	.968	
Metrik Değişmezlik	75.989	14	5.428	.023	.094	.984	.978	.000
Ölçek Değişmezliği	79.469	18	4.415	.027	.083	.985	.983	.001
Katı Değişmezlik	87.699	24	3.654	.040	.073	.984	.987	.000

Tablo 4.31: 1000 kişilik, %20 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	96.604	10	9.660	.014	.132	.984	.968	
Metrik Değişmezlik	99.106	14	7.079	.020	.110	.984	.977	.000
Ölçek Değişmezliği	103.064	18	5.726	.024	.097	.984	.982	.000
Katı Değişmezlik	126.371	24	5.265	.041	.092	.981	.984	-.003

Tablo 4.32: 1000 kişilik, %20 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	61.864	10	6.186	.013	.105	.988	.976	
Metrik Değişmezlik	64.999	14	4.643	.023	.088	.988	.983	.000
Ölçek Değişmezliği	66.607	18	3.700	.025	.076	.989	.987	.001
Katı Değişmezlik	83.263	24	3.469	.036	.072	.986	.988	-.002

Tablo 4.28, Tablo 4.29, Tablo 4.30, Tablo 4.31 ve Tablo 4.32’de elde edilen uyum katsayıları incelendiğinde, her bir yöntemle tamamlanmış veri setlerinin ölçme değişmezliğinin her aşamasını sağladığı görülmüştür ($-.01 \leq \Delta CFI \leq .01$). Her yöneme ait uyum katsayıları Tablo 4.17’deki referans değerler ile karşılaştırıldığında, BM yönteminden elde edilen katsayıların referans değerlere daha yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. DS ve SO yöntemlerinin χ^2/df değerini gerçek değerden oldukça düşük gösterdiği gözlenmiştir.

4.3. 2000 Kişilik Örneklem Büyüklüğünde Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren (%5, %10, %20) Veri Setlerinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

Araştırmanın bu bölümünde, 3. alt probleme yönelik bulgulara yer verilmiştir. Bu bölümde “2000 kişilik örneklem büyüklüğünde, farklı oranlarda kayıp veri içeren (%5, %10, %20) veri setlerinde DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi ne düzeydedir?” sorusuna yanıt aranmaktadır. Öncelikle 2000 kişilik eksiksiz veri setinden, ÇGDFA yaklaşımıyla ölçme değişmezliğinin her bir aşaması için referans değerler elde edilmiştir. Daha sonra %5, %10 ve %20 oranında kayıp içeren veri setleri DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleri ile tamamlanmıştır. Her bir yöntem için aşamalı olarak ölçme değişmezliği test edilmiş ve elde edilen uyum katsayıları raporlanmıştır.

2000 kişilik eksiksiz veri setinde ölçme değişmezliğinin her aşamasına ait uyum katsayıları Tablo 4.33’de gösterilmiştir.

Tablo 4.33: 2000 kişilik eksiksiz veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	177.527	10	17.753	.015	.129	.982	.965	
Metrik Değişmezlik	179.161	14	12.797	.018	.109	.983	.975	.001
Ölçek Değişmezliği	191.644	18	10.647	.022	.098	.982	.980	.000
Katı Değişmezlik	217.284	24	9.054	.034	.090	.980	.983	-.002

Eksiksiz veri setinde ölçme değişmezliğinin sonuçları incelendiğinde, CFI, TLI ve SRMR değerlerinin istenen düzeyde olduğu görülmüştür. Bu nedenle model veri uyumunun sağlandığını söylenebilir. Ayrıca, 2000 kişilik örneklem büyüklüğünde cinsiyetler arası ölçme değişmezliğinin her aşamada sağlandığı görülmüştür.

4.3.1 %5 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

2000 kişilik %5 kayıp içeren veri setleri, DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleri ile tamamlanmış ve tamamlanan veri setleri üzerinde aşamalı olarak ölçme değişmezliği test edilmiştir. Farklı yöntemlere göre ölçme değişmezliğinin her bir aşamasında elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.34, Tablo 4.35, Tablo 4.36, Tablo 4.37 ve Tablo 4.38’de verilmiştir.

Tablo 4.34: 2000 kişilik, %5 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	154.073	10	15.407	.016	.131	.982	.964	
Metrik Değişmezlik	155.654	14	11.118	.019	.110	.982	.974	.000
Ölçek Değişmezliği	165.416	18	9.190	.022	.099	.981	.979	-.001
Katı Değişmezlik	213.853	24	8.911	.036	.097	.976	.980	-.006

Tablo 4.35: 2000 kişilik, %5 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	141.597	10	14.160	.016	.115	.985	.970	
Metrik Değişmezlik	143.144	14	10.225	.018	.096	.985	.979	.000
Ölçek Değişmezliği	151.878	18	8.438	.021	.086	.985	.983	.000
Katı Değişmezlik	188.056	24	7.836	.035	.083	.981	.984	-.004

Tablo 4.36: 2000 kişilik, %5 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	168.619	10	16.862	.016	.126	.983	.966	
Metrik Değişmezlik	171.200	14	12.229	.019	.106	.983	.976	.000
Ölçek Değişmezliği	188.968	18	10.498	.023	.097	.981	.979	-.002
Katı Değişmezlik	227.833	24	9.493	.037	.092	.978	.982	-.005

Tablo 4.37: 2000 kişilik, %5 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	197.167	10	19.717	.016	.137	.981	.962	
Metrik Değişmezlik	199.065	14	14.219	.018	.115	.981	.973	.000
Ölçek Değişmezliği	210.348	18	11.686	.021	.103	.981	.978	.000
Katı Değişmezlik	250.652	24	10.444	.035	.097	.977	.981	-.004

Tablo 4.38: 2000 kişilik, %5 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	179.944	10	17.994	.016	.131	.982	.964	
Metrik Değişmezlik	182.104	14	13.007	.019	.110	.982	.974	.000
Ölçek Değişmezliği	191.847	18	10.658	.021	.099	.981	.979	-.001
Katı Değişmezlik	228.840	24	9.535	.034	.093	.978	.982	-.004

Tablo 4.34, Tablo 4.35, Tablo 4.36, Tablo 4.37 ve Tablo 4.38’de elde edilen uyum katsayıları incelendiğinde, her bir yöntemle tamamlanmış veri setlerinde, cinsiyetler arası ölçme değişmezliğinin her aşamada sağlandığı görülmüştür ($-.01 \leq \Delta CFI \leq .01$). Her yöntem için elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.33’de verilen referans değerler ile karşılaştırıldığında, RA, BM ve ÇA yöntemlerinden elde edilen katsayıların referans değerlere daha yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. DS ve SO yöntemleri χ^2/df değerini referans değerden düşük gösterirken, ÇA yöntemi en yakın sonucu vermiştir.

4.3.2 %10 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

2000 kişilik örneklem büyüklüğünde %10 kayıp içeren veri setleri, DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleri ile tamamlanmıştır. Tamamlanan veri setleri üzerinde aşamalı olarak ölçme değişmezliği test edilmiştir. Farklı yöntemlere göre ölçme değişmezliğinin her bir aşamasında elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.39, Tablo 4.40, Tablo 4.41, Tablo 4.42 ve Tablo 4.43’de gösterilmiştir.

Tablo 4.39: 2000 kişilik, %10 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	138.170	10	13.817	.016	.138	.980	.961	
Metrik Değişmezlik	139.849	14	9.989	.019	.116	.981	.973	.001
Ölçek Değişmezliği	149.173	18	8.287	.023	.104	.980	.978	.000
Katı Değişmezlik	164.994	24	6.875	.033	.094	.979	.982	-.001

Tablo 4.40: 2000 kişilik, %10 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	116.972	10	11.697	.015	.103	.986	.973	
Metrik Değişmezlik	118.766	14	8.483	.018	.087	.987	.981	.001
Ölçek Değişmezliği	130.098	18	7.228	.023	.079	.986	.984	.000
Katı Değişmezlik	152.349	24	6.348	.034	.073	.984	.986	-.002

Tablo 4.41: 2000 kişilik, %10 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	124.889	10	12.489	.014	.107	.987	.973	
Metrik Değişmezlik	126.661	14	9.047	.017	.090	.987	.981	.000
Ölçek Değişmezliği	137.053	18	7.614	.019	.081	.986	.985	-.001
Katı Değişmezlik	153.769	24	6.407	.025	.074	.985	.987	-.002

Tablo 4.42: 2000 kişilik, %10 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>SRMR</i>	<i>RMSEA</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	194.830	10	19.483	.015	.136	.982	.963	
Metrik Değişmezlik	196.315	14	14.023	.017	.114	.982	.974	.000
Ölçek Değişmezliği	206.635	18	11.480	.020	.102	.981	.979	-.001
Katı Değişmezlik	239.704	24	9.988	.031	.095	.979	.982	-.003

Tablo 4.43: 2000 kişilik, %10 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	170.637	10	17.064	.015	.129	.982	.965	
Metrik Değişmezlik	171.643	14	12.260	.017	.108	.983	.975	.001
Ölçek Değişmezliği	179.590	18	9.977	.020	.096	.982	.980	.000
Katı Değişmezlik	207.933	24	8.664	.031	.089	.980	.983	-.002

Tablo 4.39, Tablo 4.40, Tablo 4.41, Tablo 4.42 ve Tablo 4.43’de elde edilen uyum katsayıları incelendiğinde, kullanılan kayıp veri ile baş etme yöntemlerinin hepsinde cinsiyetler arası ölçme değişmezliğinin her aşamada sağlandığı görülmüştür ($-.01 \leq \Delta CFI \leq .01$). Her yöntem için elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.33’de verilen referans değerler ile karşılaştırıldığında, ÇA yönteminin referans değerlere oldukça yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. DS ve SO yöntemleri χ^2/df değerini referans değerden düşük gösterirken, RA yöntemi ise CFI ve TLI değerlerini olduğundan fazla göstermiştir.

4.3.3 %20 Kayıp İçeren Veri Setinde Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi

2000 kişilik örneklem büyüklüğünde %20 kayıp içeren veri setleri, DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleri ile tamamlanmış ve her bir veri setinde aşamalı olarak cinsiyetler arası ölçme değişmezliği çalışması yapılmıştır. Ölçme değişmezliği çalışmaları sonucunda elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.44, Tablo 4.45, Tablo 4.46, Tablo 4.47 ve Tablo 4.48’de verilmiştir.

Tablo 4.44: 2000 kişilik, %20 kayıp içeren ve DS yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	51.330	10	5.133	.012	.101	.990	.979	
Metrik Değişmezlik	53.491	14	3.821	.019	.084	.990	.986	.000
Ölçek Değişmezliği	63.324	18	3.518	.028	.079	.989	.987	-.001
Katı Değişmezlik	73.008	24	3.042	.033	.071	.988	.990	-.002

Tablo 4.45: 2000 kişilik, %20 kayıp içeren ve SO yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	66.897	10	6.690	.014	.075	.991	.982	
Metrik Değişmezlik	73.462	14	5.247	.026	.065	.991	.987	.000
Ölçek Değişmezliği	81.349	18	4.519	.030	.059	.990	.989	-.001
Katı Değişmezlik	103.382	24	4.308	.042	.058	.987	.989	-.004

Tablo 4.46: 2000 kişilik, %20 kayıp içeren ve RA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	123.315	10	12.332	.015	.106	.986	.973	
Metrik Değişmezlik	123.726	14	8.838	.016	.089	.987	.981	.001
Ölçek Değişmezliği	135.165	18	7.509	.019	.081	.986	.984	.000
Katı Değişmezlik	160.396	24	6.683	.039	.075	.984	.986	-.002

Tablo 4.47: 2000 kişilik, %20 kayıp içeren ve BM yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	SRMR	RMSEA	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	184.683	10	18.468	.013	.132	.984	.968	
Metrik Değişmezlik	185.777	14	13.270	.015	.111	.984	.977	.000
Ölçek Değişmezliği	199.417	18	11.079	.019	.100	.983	.981	-.001
Katı Değişmezlik	253.293	24	10.554	.036	.098	.979	.982	-.005

Tablo 4.48: 2000 kişilik, %20 kayıp içeren ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setinde uyum katsayıları

	χ^2	df	χ^2/df	$SRMR$	$RMSEA$	CFI	TLI	ΔCFI
Şekilsel Değişmezlik	127.995	10	12.800	.013	.112	.987	.973	
Metrik Değişmezlik	128.662	14	9.190	.015	.093	.987	.981	.000
Ölçek Değişmezliği	135.154	18	7.509	.016	.083	.987	.985	.000
Katı Değişmezlik	161.763	24	6.740	.031	.078	.984	.987	-.003

Tablo 4.44, Tablo 4.45, Tablo 4.46, Tablo 4.47 ve Tablo 4.48’de elde edilen uyum katsayıları incelendiğinde, kullanılan kayıp veri ile baş etme yöntemlerinin tamamında ölçme değişmezliğinin her aşamada sağlandığı görülmüştür ($-.01 \leq \Delta CFI \leq .01$). Elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.33’de verilen referans değerler ile karşılaştırıldığında, BM yönteminin referans değerlere yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. BM yöntemi χ^2/df değerini referans değere yakın gösterirken, RA yöntemi ΔCFI değerini çok iyi bilmesine rağmen χ^2/df katsayısını olduğundan düşük göstermiştir. DS ve SO yöntemleri ise χ^2/df katsayısını referans değerden oldukça düşük olarak göstermiştir.

Alan yazında, DFA modellerinde kayıp veri ile baş etme stratejisi olarak en çok olabilirlik yaklaşımına ve çoklu atama yaklaşımına dayalı yöntemler önerilmektedir (Allison, 2003; Brown, 2006). Araştırmadan elde edilen bulgularda, alan yazına uygun olarak en çok olabilirlik yaklaşımına dayalı olan BM yönteminden ve ÇA yönteminden, diğer yöntemlere göre daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgulara dayalı olarak ulaşılan sonuçlara ve sonuçlardan yola çıkarak elde edilen önerilere yer verilmiştir. Sonuçlar, farklı örneklem büyüklüklerinde, farklı oranlarda kayıp içeren veri setlerine göre ayrı ayrı yorumlanmıştır. Öneriler bölümü ise, araştırmaya dönük öneriler ve uygulamaya dönük öneriler olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır.

5.1. Sonuçlar

Araştırmada kayıp veri içeren veri setlerinin, DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleriyle tamamlanmasının, ölçme değişmezliğine etkisi araştırılmıştır. 300, 1000 ve 2000 kişilik eksiksiz veri setinden, tamamen rassal olarak %5, %10 ve %20 kayıp içeren veri setleri oluşturulmuştur. Daha sonra eksik veriler BM, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleri ile tamamlanmış ve bu veri setlerinde cinsiyetler arası ölçme değişmezliği çalışması yapılmıştır. Son olarak elde edilen sonuçlar, eksiksiz veri setinden elde edilen ölçme değişmezliği sonuçlarının uyum katsayıları ile karşılaştırılmıştır. Tüm örneklem büyüklüklerinde ve tüm oranlarda farklı yöntemlerle tamamlanmış veri setlerinde yapılan ölçme değişmezliği çalışmalarının sonucunda, eksiksiz veri setinde olduğu gibi ölçme değişmezliğinin tüm aşamaları sağlanmıştır. Veri setlerinde, farklı kayıp veri ile baş etme yöntemleri ile tamamlansa da, cinsiyetler arası ölçme değişmezliğini referans veri setinden farklı gösterecek bir sonuç bulunmamıştır.

Her bir veri setinden elde edilen uyum katsayılarının, eksiksiz veriden elde edilen uyum katsayıları ile karşılaştırılması sonucunda; 300 kişilik ve %5 kayıp içeren veri setinde BM yönteminin, diğer yöntemlere göre daha yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. 300 kişilik %10 ve %20 kayıp içeren veri setlerinde ise ÇA ve BM yöntemleri, diğer yöntemlerden daha yakın sonuçlar vermiştir.

1000 kişilik veri setlerinde; %5 kayıp içeren veri setinde DS ve RA yöntemi referans değerlere yakın sonuçlar vermiştir. Fakat DS yöntemi, ki kare örneklem büyüklüğünden etkilendiği için, χ^2/df katsayısını daha düşük göstermiştir. %10 kayıp içeren veri setinde, BM ve ÇA yöntemiyle tamamlanmış veri setlerinin referans değerler daha yakın olduğu görülmüştür. %20 kayıp içeren veri setinde ise BM yöntemi diğer yöntemlere göre daha yakın sonuçlar ortaya koymuştur.

2000 kişilik veri setlerinde; %5 kayıp içeren veri setinde RA, BM ve ÇA ile tamamlanan veri setleri, referans değerlere daha yakın sonuçlar vermiştir. %10 kayıp içeren veri setinde, ÇA yönteminden diğer yöntemlere göre daha yakın sonuçlar elde edilmiştir. %20 kayıp içeren veri setinde ise referans değere en yakın sonuç veren kayıp veri ile baş etme yöntemi BM olmuştur.

5.2. Öneriler

Öneriler bölümü araştırmaya dönük öneriler ve uygulamaya dönük öneriler olmak üzere iki bölümde ele alınmıştır.

5.2.1. Araştırmaya Dönük Öneriler

Araştırmada, farklı kayıp veri ile baş etme yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bunun için PISA 2015 Türkiye örnekleminde tek boyutlu bir yapı seçilmiş ve cinsiyetler arası ölçme değişmezliği çalışması yapılmıştır. Araştırmaya yönelik olarak öneriler şu şekildedir:

- Araştırmacılar, birden fazla faktör içeren veri setlerinde, farklı kayıp veri ile baş etme yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisini inceleyebilir.
- Kayıp veri ile baş etme yöntemlerinden DS, SO, RA, BM ve ÇA yöntemleri kullanılmıştır. Farklı kayıp veri ile baş etme yöntemleri kullanılarak ölçme değişmezliği çalışmaları yapılabilir.
- Araştırmada, veri setlerinde bulunan kayıp veriler, TROK mekanizmasına sahiptir. ROK ve İEK mekanizmasına sahip veri setlerinde ölçme değişmezliği çalışmaları yapılabilir.
- Faktör yüklerinin düşük olduğu ve model veri uyumunun sınır değerlerde olduğu veri setleri için ölçme değişmezliği çalışmaları yapılabilir.

5.2.2. Uygulamaya Dönük Öneriler

Araştırmanın amacı, yapılan ölçme değişmezliği araştırmalarında bulunan kayıp veri sorununa çözüm önerisi sunmaktır. Bu bağlamda farklı örneklem büyüklüklerinde, farklı oranlarda kayıp içeren veri setlerinde kayıp veri ile baş etme yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda uygulamaya yönelik olarak öneriler şu şekildedir:

- Küçük örneklerde yapılacak ölçme değişmezliği çalışmalarında, kayıp veri miktarı %5 civarında ise BM yöntemi ile veri setleri tamamlanıp çalışmalar yapılabilir. Kayıp veri miktarı %10 ve %20 civarında ise BM ve ÇA yöntemleri kayıp verileri tamamlamak için kullanılabilir.
- Orta büyüklükteki örneklerde ölçme değişmezliği çalışmaları yapılırken, %5 civarı kayıp veri içeren veri setlerinde RA yöntemi; %10 civarı kayıp içeren veri setlerinde BM ve ÇA yöntemi; %20 civarı kayıp içeren veri setlerinde ise BM yöntemi kayıp verileri tamamlamak için kullanılabilir.
- Büyük örneklerde ise %5 civarında kayıp içeren veri setleri RA, BM veya ÇA yöntemi ile tamamlanabilir. %10 civarında kayıp veri bulunuyorsa ÇA yöntemi diğer yöntemlere göre daha iyi sonuç vermiştir. Kayıp veri miktarı %20 civarında ise, BM yöntemi kayıp verileri tamamlamak için kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Acock, A. C. (2005). Working with missing values. *Journal of Marriage and Family*, 67, 1012-1028
- Akbaş, U. ve Tavşancıl, E. (2015). Farklı örneklem büyüklüklerinde ve kayıp veri örüntülerinde ölçeklerin psikometrik özelliklerinin kayıp veri baş etme teknikleri ile incelenmesi. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 6(1), 38-57.
- Allison, P. D. (2001). *Missing data*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Allison, P. D. (2003). Missing data techniques for structural equation modeling. *Journal of Abnormal Psychology*, 112(4), 545-557.
- Asparouhov, T., & Muthen, B. (2014). Multiple-group factor analysis alignment. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 21, 1-14.
- Başman, M. (2014). *Likert tipi ölçeklerde kayıp verilere değer atamada yapay sinir ağlarının kullanımı*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Başusta, N. B. ve Gelbal, S. (2015). Gruplararası karşılaştırmalarda ölçme değişmezliğinin test edilmesi: PISA öğrenci anketi örneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [H. U. Journal of Education]*, 30(4), 80-90.
- Baygöl, A. (2007). *Kayıp veri analizinde sıklıkla kullanılan etkin yöntemlerin değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York: The Guilford Press.
- Byrne, B. M., Shavelson, R. J., & Muthen, B. (1989). Testing for the equivalence of factor covariance and mean structures: The issue of partial measurement invariance. *Psychological Bulletin*, 105(3), 456-466.
- Chen, F. F. (2007). Sensitivity of goodness of fit indexes to lack of measurement invariance. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 14(3), 464-504.
- Chen, F. F., Sousa, K. H., & West, S. G. (2005). Teacher's corner: Testing measurement invariance of second-order factor models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 12(3), 471-492.
- Chen, S. F., Wang, S., & Chen, C. Y. (2012). A simulation study using EFA and CFA programs based the impact of the missing data on test dimensionality. *Expert Systems with Applications*, 39, 4026-4031.
- Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 9(2), 233-255.

- Çokluk, Ö. ve Kayrı, M. (2011). Kayıp değerlere yaklaşık değer atama yöntemlerinin ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirliği üzerindeki etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri [Educational Sciences: Theory & Practice]*, 11(1), 289-309.
- Demir, E. (2013). Kayıp verilerin varlığında çoktan seçmeli testlerde madde ve test parametrelerinin kestirilmesi: SBS örneği. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi [Journal of Educational Sciences Research]*, 3(2), 47-68.
- Demir, E. (2013). Kayıp verilerin varlığında iki kategorili puanlanan maddelerden oluşan testlerin psikometrik özelliklerinin incelenmesi. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demir, E. ve Parlak, B. (2012). Türkiye’de eğitim araştırmalarında kayıp veri sorunu. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 3(1), 230-241.
- Dempster, A. P., Laird, N. M., & Rubin, D. B. (1977). Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society*, 39(1), 1-38.
- Downey, R. G. & King, C. V. (1998). Missing data in likert ratings: A comparison of replacement methods. *The Journal of General Psychology*, 125(2), 175-191.
- Drasgow, F. (1984). Scrutinizing psychological tests: Measurement equivalence and equivalent relations with external variables are the central issues. *Psychological Bulletin*, 95(1), 134-135.
- Enders, C. K. (2010). Applied missing data analysis. New York: The Guilford Press.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. (8th edition). New York: The McGraw-Hill Companies.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometric*. (4th edition). New York: The McGraw-Hill Companies.
- Harrington, D. (2009). *Confirmatory factor analysis*. New York: Oxford University Press.
- Hu, L. & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- Jöreskog, K. G. (1971). Simultaneous factor analysis in several populations. *Psychometrika*, 36(4), 409-426.
- Karakoç Alatlı, B. (2016). Uluslararası öğrenci değerlendirme programı (PISA-2012) okur yazarlık testlerinin ölçme değişmezliğinin incelenmesi. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karasar, N. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemi*. (20. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Kıbrıslıoğlu N. (2015). PISA 2012 matematik öğrenme modelinin kültürlere ve cinsiyete göre ölçme değişmezliğinin incelenmesi: Türkiye-Çin(Şangay)-Endonezya örneği. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kline, R. B. (2013). Assessing statistical aspects of test fairness with structural equation modeling. *Educational research and evaluation: An international journal on theory and practice*, 19(2-3), 204-222.

- Kürşad, M. Ş. (2014). *Sıklıkla kullanılan kayıp veri yöntemlerinin betimsel istatistik, güvenirlik ve geçerlik açısından karşılaştırılması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Little, T. D. (2013). *Longitudinal structural equation modeling*. New York: Guilford Press.
- Little, R. J. A. & Rubin, D. B. (2002). *Statistical analysis with missing data*. (2nd edition). New York: Wiley
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı) (2016). *PISA 2015 ulusal raporu*. [Çevrim-ıçı: http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2016/12/PISA2015_Ulusal_Rapor1.pdf Erişim tarihi: 12 Şubat 2017.]
- Milfont, T. L., & Fischer, R. (2010). Testing measurement invariance across groups: Applications in cross-cultural research. *International Journal of Psychological Research*, 3(1), 111-121.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (2016). *PISA 2015 results in focus*. [Çevrim-ıçı: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>, Erişim tarihi: 12 Şubat 2017.]
- Olinsky, A., Chen, S., & Harlow, L. (2003). The comparative efficacy of imputation methods for missing data in structural equation modeling. *European Journal of Operational Research*, 151, 53-79.
- Önen, E. (2007). Gruplar arası karşılaştırmalarda ölçme değişmezliğinin incelenmesi: Epistemolojik İnançlar Envanteri üzerine bir çalışma. *Ege Eğitim Dergisi*, 8(2), 87-110.
- Öztemür, B. (2014). *Kayıp veri yöntemlerinin farklı değişkenler altında varyans analizi (t-testi, anova) parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Reise, S. P., Widaman, K. F., & Pugh, R. H. (1993). Confirmatory factor analysis and item response theory: Two approaches for exploring measurement invariance. *Psychological Bulletin*, 114(3), 552-566.
- Rubin, D. B. (1976). Inference and missing data. *Biometrika*, 63(3), 581-592.
- Rubin, D. B. (1976). *Multiple imputation for nonresponse in surveys*. New York: Wiley
- Sass, D. A. (2011). Testing measurement invariance and comparing latent factor means within a confirmatory factor analysis framework. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 29(4), 347-363.
- Schnabel, D. B. L., Kelava, A., Vijver, F. J. R., & Seifert, L. (2015). Examining psychometric properties, measurement invariance, and construct validity of a short version of the Test to Measure Intercultural Competence (TMIC-S) in Germany and Brazil. *International Journal of Intercultural Relations*, 49, 137-155.
- Schoot, R., Lugtig, P., & Hox, J. (2012). A checklist for testing measurement invariance. *European Journal of Developmental Psychology*, 9(4), 486-492.

- Shrive, F. M., Stuart, H., Quan, H., & Ghali, W. A. (2006). Dealing with missing data in multi-question depression scale: A comparison of imputation methods. *BMC Medical Research Methodology*, 6(57).
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. (6th edition). Boston: Pearson
- Uyar, Ş. (2011). *PISA 2009 Türkiye örnekleminde öğrenme stratejileri modelinin farklı gruplarda ölçme değişmezliğinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uzun, B. ve Öğretmen, T. (2010). Fen başarısı ile ilgili bazı değişkenlerin TIMSS-R Türkiye örnekleminde cinsiyete göre ölçme değişmezliğinin değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim[Education and Science]*, 35(155), 26-35.
- Vandenberg, R. J., & Lance, C. E. (2000). A review and synthesis of the measurement invariance literature: Suggestions, Practices, and recommendations for organizational research. *Organizational Research Methods*, 3(1), 4-70.
- Wang, M., Willett, J. B., & Eccles, J. S. (2011). The assessment of school engagement: Examining dimensionality and measurement invariance by gender and race/ethnicity. *Journal of School Psychology*, 49, 465-480.
- West, S. G., Taylor, A. B., & Wu, W. (2012). Model fit and model selection in structural equation modeling. In R. H. Hoyle (Ed.). *Handbook of structural equation modeling*, 209-231. New York: Guilford Press.
- Whitaker, B. G., & McKinney, J. L. (2007). Assessing the measurement invariance of latent job satisfaction ratings across survey administration modes for respondent subgroups: A MIMIC modeling approach. *Behavior Research Methods*, 39(3), 502-509.
- Widaman, K. F., & Reise, S. P. (1997). Exploring the measurement invariance of psychological instruments: Applications in the substance use domain. *The science of prevention: Methodological advances from alcohol and substance abuse research*, 281-324
- Xu, H., & Tracey, T. J. G. (2017). Use of multi-group confirmatory factor analysis in examining measurement invariance in counseling psychology research. *The European Journal of Counselling Psychology*, 6(1), 75-82.
- Yandı, A., Köse, İ. A. ve Uysal, Ö. (2017). Farklı yöntemlerle ölçme değişmezliğinin incelenmesi: PISA 2012 örneği. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 243-253.

EKLER DİZİNİ

EK 1. ETİK KOMİSYONU İZİN MUAFİYETİ FORMU

Form: 40

Tez Çalışması Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu

26 / 09 / 2016

Hacettepe Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı Başkanlığı'na

Tez Başlığı / Konusu:	KAYIP VERİ İLE BAŞ ETME YÖNTEMLERİNİN ÖLÇME DEĞİŞMEZLİĞİNE ETKİSİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI
------------------------------	---

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmam:

1. İnsan ve hayvan üzerinde deney niteliği taşımamaktadır,
2. Biyolojik materyal (kan, idrar vb. biyolojik sıvılar ve numuneler) kullanılmasını gerektirmemektedir.
3. Beden bütünlüğüne müdahale içermemektedir.
4. Gözlemsel ve betimsel araştırma (anket, ölçek/skala çalışmaları, dosya taramaları, veri kaynakları taraması, sistem-model geliştirme çalışmaları) niteliğinde değildir.

Hacettepe Üniversitesi Etik Kurullar ve Komisyonlarının Yönergelerini inceledim ve bunlara göre tez çalışmamın yürütülebilmesi için herhangi bir Etik Komisyondan/Kuruldan izin alınmasına gerek olmadığını; aksi durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

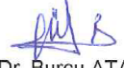
Gereğini saygılarımla arz ederim.


Mehmet Ali Işıkoğlu
(Öğrencinin Adı Soyadı, İmzası)

Öğrenci Bilgileri

Adı Soyadı	Mehmet Ali Işıkoğlu
Öğrenci No	N14223862
Anabilim Dalı	Eğitim Bilimleri
Programı	Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme
Statüsü	☒ Yüksek Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

Danışman Görüşü ve Onayı


Doç. Dr. Burcu ATAR
(İmza)
(Danışmanın Ünvanı, Adı ve Soyadı)

EK 2. ORJİNALLİK RAPORU



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ANA BİLİM / BİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 15/06/2017

Tez Başlığı : Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi Açısından Karşılaştırılması

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Endeksi	Gönderim Numarası
01/ 06 /2017	82	16724	09/ 06 /2017	%7	821311859

Uygulanan filtreler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar dâhil
- 3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.


15/06/2017

Adı Soyadı: Mehmet Ali IŞIKOĞLU

Öğrenci No: N14223862

Anabilim Dalı: Eğitim Bilimleri

Programı: Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme

Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI



UYGUNDUR.

Doç. Dr. Burcu ATAR



HACETTEPE UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES
THESIS/DISSERTATION ORIGINALITY REPORT

HACETTEPE UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES
TO THE DEPARTMENT OF EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

Date: 15/06/2017

Thesis Title : Comparison of Influence of the Missing Data Handling Methods on Measurement Invariance

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defence	Similarity Index	Submission ID
01/ 06 /2017	82	16724	09/ 06 /2017	7%	821311859

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes excluded
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.


15/06/2017

Name Surname: Mehmet Ali IŞIKOĞLU

Student No: N14223862

Department: Educational Sciences

Program: Educational Measurement and Evaluation

Status: ☒ Masters ☐ Ph.D. ☐ Integrated Ph.D.

ADVISOR APPROVAL



APPROVED

Assoc. Prof. Burcu ATAR

EK 3. DEĞİŞKENLER ARASI KORELASYON VE ÇOKLU BAĞLANTI İSTATİSTİKLERİ

300 kişilik örneklem büyüklüğünde değişkenler arası korelasyon katsayıları

	<i>ST094Q01</i>	<i>ST094Q02</i>	<i>ST094Q03</i>	<i>ST094Q04</i>	<i>ST094Q05</i>
<i>ST094Q01</i>	1.000	.798	.781	.772	.759
<i>ST094Q02</i>	.798	1.000	.827	.797	.829
<i>ST094Q03</i>	.781	.827	1.000	.816	.838
<i>ST094Q04</i>	.772	.797	.816	1.000	.822
<i>ST094Q05</i>	.759	.829	.838	.822	1.000

1000 kişilik örneklem büyüklüğünde değişkenler arası korelasyon katsayıları

	<i>ST094Q01</i>	<i>ST094Q02</i>	<i>ST094Q03</i>	<i>ST094Q04</i>	<i>ST094Q05</i>
<i>ST094Q01</i>	1.000	.789	.805	.758	.754
<i>ST094Q02</i>	.789	1.000	.794	.756	.754
<i>ST094Q03</i>	.805	.794	1.000	.793	.804
<i>ST094Q04</i>	.758	.756	.793	1.000	.832
<i>ST094Q05</i>	.754	.754	.804	.832	1.000

2000 kişilik örneklem büyüklüğünde değişkenler arası korelasyon katsayıları

	<i>ST094Q01</i>	<i>ST094Q02</i>	<i>ST094Q03</i>	<i>ST094Q04</i>	<i>ST094Q05</i>
<i>ST094Q01</i>	1.000	.774	.773	.742	.734
<i>ST094Q02</i>	.774	1.000	.797	.770	.769
<i>ST094Q03</i>	.773	.797	1.000	.798	.795
<i>ST094Q04</i>	.742	.770	.798	1.000	.842
<i>ST094Q05</i>	.734	.769	.795	.842	1.000

300 kişilik örneklem büyüklüğünde çoklu bağlantı istatistikleri

<i>Maddeler</i>	<i>Tolerans Değeri</i>	<i>VIF</i>
ST094Q01	.297	3.364
ST094Q02	.240	4.174
ST094Q03	.236	4.240
ST094Q04	.269	3.717
ST094Q05	.214	4.683

1000 kişilik örneklem büyüklüğünde çoklu bağlantı istatistikleri

<i>Maddeler</i>	<i>Tolerans Değeri</i>	<i>VIF</i>
ST094Q01	.277	3.611
ST094Q02	.289	3.464
ST094Q03	.248	4.032
ST094Q04	.312	3.205
ST094Q05	.244	4.099

2000 kişilik örneklem büyüklüğünde çoklu bağlantı istatistikleri

<i>Maddeler</i>	<i>Tolerans Değeri</i>	<i>VIF</i>
ST094Q01	.320	3.124
ST094Q02	.281	3.560
ST094Q03	.258	3.874
ST094Q04	.300	3.333
ST094Q05	.238	4.196

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

<i>Adı Soyadı</i>	Mehmet Ali IŞIKOĞLU
<i>Doğum Yeri</i>	Tarsus/Mersin
<i>Doğum Tarihi</i>	10.02.1989

Eğitim Durumu

<i>Lise</i>	Mersin 75. Yıl Anadolu Öğretmen Lisesi	2007
<i>Lisans</i>	Dokuz Eylül Üniversitesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Matematik Öğretmenliği	2012
<i>Yüksek Lisans</i>		
<i>Yabancı Dil</i>	İngilizce: Okuma (İyi), Yazma (İyi), Konuşma (Orta)	

İş Deneyimi

<i>Stajlar</i>		
<i>Projeler</i>		
<i>Çalıştığı Kurumlar</i>	Milli Eğitim Bakanlığı (Öğretmen)	2012-Devam Ediyor

Akademik Çalışmalar

Yayınlar (Ulusal, uluslararası makale, bildiri, poster vb gibi.)

--

Seminer ve Çalıştaylar

--

Sertifikalar

--

İletişim

<i>e-Posta Adresi</i>	mali.isikoglu@gmail.com

<i>Jüri Tarihi</i>	09/06/2017
--------------------	------------