



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı
Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Programı

KARMA TESTLERDE KAYIP VERİLERİN DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

LEYLA BURCU DİNÇSOY

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2022



Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye... En İyiyeye...



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı
Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Programı

KARMA TESTLERDE KAYIP VERİLERİN DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MISSING DATA ON DIFFERENTIAL
ITEM FUNCTIONING IN MIXED TYPE TESTS

LEYLA BURCU DİNÇSOY

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2022

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Leyla Burcu DİNÇSOY'un hazırladığı "Karma Testlerde Kayıp Verilerin Değişen Madde Fonksiyonuna Etkisinin İncelenmesi" başlıklı bu çalışma j¼rimiz tarafından **Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalında Yüksek Lisans** olarak kabul edilmiştir.

J¼ri Başkanı

Doç. Dr. Dilara BAKAN
KALAYCIOğLU

J¼ri Üyesi (Danışman)

Prof. Dr. H¼lya KELECIOğLU

J¼ri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Derya
ÇOBANOğLU AKTAN

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri üyeleri tarafından 14 / 01 / 2022 tarihinde uygun gör¼lm¼ř ve Enstitü Yönetim Kurulunca / / tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Selahattin GELBAL
Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼r¼

Öz

Bu araştırma iki ve çok kategorili puanlanan maddeler içeren karma testlerde kayıp veri ile başa çıkma yöntemlerinden Markov zincirleri Monte Carlo (MZMC), çoklu değer atama (ÇDA) ve beklenti maksimizasyonu (BM)'nin değişen madde fonksiyonuna (DMF) etkisinin incelenmesine yöneliktir. Bu amaçla çalışma TIMSS 2019'da fen bilimleri testinde 9 numaralı kitapçığı alan ve eksiksiz yanıtlayan 1160 öğrencinin puanlarından oluşan tam veri seti üzerinden yürütülmüştür. Yöntemlerin etkililiği için incelenecek koşullar; kayıp veri mekanizması (TRK ve RK), DMF düzeyi (A, B ve C) ve kayıp veri oranı (%10 ve %20) olarak belirlenmiştir. Söz konusu veri seti üzerinden tamamen rastgele kayıp (TRK) ve rasgele kayıp (RK) mekanizmaları altında farklı oranlarda veri silinerek oluşturulan kayıp verileri setlerine MZMC, ÇDA ve BM yöntemleriyle veri ataması yapılmıştır. Elde edilen tüm veri setlerine poly-SIBTEST yöntemiyle DMF analizi yapılmıştır. Bu doğrultuda tam veri setinden elde edilen sonuçlar referans alınarak diğer veri setlerinin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda incelenen tüm koşullar açısından BM ve MZMC yöntemleri C düzeyi DMF için A ve B düzeylerine göre daha iyi performans sergilemiştir. %10 ve %20 TRK mekanizmalarında DMF gösteren maddelerde DMF belirlemede en başarılı ÇDA yönteminin olduğu görülmüştür. Tam veri setiyle karşılaştırıldığında %10 RK mekanizmasında üç yöntem de benzer sonuçlar gösterirken, %20 RK mekanizmasında diğer yöntemlere göre MZMC en yakın sonuçları vermiştir.

Anahtar sözcükler: karma test, kayıp veri, değişen madde fonksiyonu, poly-SIBTEST

Abstract

This research is aimed at examining the effects of Markov chain Monte Carlo (MCMC), multiple imputation (MI) and expectation maximization (EM), which are methods of coping with missing data, on the differential item functioning (DIF) in mixed type tests containing dichotomous and polytomous items. For this purpose, the study was carried out on the full data set consisting of the scores of 1160 students who took the booklet number 9 in the science test in TIMSS 2019 and answered it completely. The conditions to be examined for the effectiveness of the methods are; missing data mechanism (MCAR and MAR), DIF level (A, B and C) and missing data rate (10% and 20%). Using MCMC, MI and EM methods; data were assigned to the missing data sets created by deleting data at different rates under the missing completely at random (MCAR) and missing at random (MAR) mechanisms. DIF analysis was performed with the poly-SIBTEST method on all data sets obtained. To this end, the results obtained from the full data set were compared with the results of other data sets of reference. In terms of all conditions, EM and MCMC methods performed better for C level DIF than A and B levels. It has been observed that the most successful MI method in determining DIF in items showing DIF in 10% and 20% MCAR mechanisms. Compared with the full data set, all three methods showed similar results in the 10% MAR mechanism, while MCMC gave the closest results in the 20% MAR mechanism compared to the other methods.

Keywords: mixed type test, missing data, differential item functioning, poly-SIBTEST

Teşekkür

Çalışmamın her aşamasında desteğini ve rehberliğini esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Hülya KELECİOĞLU'na, dönütleriyle tezime katkı sunan değerli jüri üyelerim Doç. Dr. Dilara BAKAN KALAYCIOĞLU ve Dr. Öğr. Üyesi Derya ÇOBANOĞLU AKTAN'a;

Akademik olarak gelişimime katkılarından dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Selahattin GELBAL, Prof. Dr. Nuri DOĞAN, Prof. Dr. Duygu ANIL, Doç. Dr. Burcu ATAR, Doç. Dr. Kübra ATALAY KABASAKAL ve Dr. Öğr. Üyesi Sevda ÇETİN'e;

Tezimi okuyarak önerilerde bulunan Dr. Öğr. Üyesi Caner ÖZDEMİR ve süreç boyunca fikirleriyle destek sağlayan Dr. Sait ÇÜM'e;

Desteklerinden dolayı mesai arkadaşlarıma ve fikirleriyle destek sağlayan oda arkadaşım Arzu ALTIN'a;

Her zaman yanımda olduklarını hissettiren aileme ve bu çalışma sürecinde anlayışı ve desteği ile sürekli yanımda olan sevgili eşim Yılmaz DİNÇSOY'a ve sevgili kızım Simay'a

teşekkür ederim.

İçindekiler

Öz.....	ii
Abstract.....	iii
Teşekkür.....	iv
Tablolar Dizini.....	vii
Şekiller Dizini.....	viii
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	ix
Bölüm 1 Giriş.....	1
Problem Durumu.....	1
Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	3
Araştırma Problemi.....	4
Sayıltılar.....	4
Sınırlılıklar.....	5
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	6
Araştırmanın Kuramsal Temeli.....	6
Başarı İzleme Araştırmaları.....	6
Kayıp Veri.....	7
Değişen Madde Fonksiyonu.....	15
İlgili Araştırmalar.....	19
Bölüm 3 Yöntem.....	24
Araştırmanın Modeli.....	24
Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	24
Veri Toplama Süreci.....	25
Veri Toplama Araçları.....	25
İncelenen Koşullar.....	25
Verilerin Analizi.....	26
Bölüm 4 Bulgular ve Yorumlar.....	39

Tam Veri Seti'ne İlişkin Bulgular	39
Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	40
İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	46
Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular	53
Bölüm 5 Sonuç, Tartışma ve Öneriler	57
Sonuç ve Tartışma	57
Araştırma sonuçlarına dayalı öneriler.....	58
Sonraki araştırmalara dayalı öneriler	59
Kaynaklar	60
EK-A: SIBTEST Sonuçları	67
EK-B: R Programı Kodları	80
EK-C: Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu	81
EK-Ç: Etik Beyanı.....	82
EK-D: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu	83
EK-E: Thesis/Dissertation Originality Report	84
EK-F: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı	85

Tablolar Dizini

Tablo 1 <i>Farklı Kayıp Veri Oranlarında atama sayısının görel verimliliği</i>	15
Tablo 2 <i>β Değerleri Yorumlama Ölçütleri</i>	19
Tablo 3 <i>TIMSS 2019 Fen Bilimleri Testinde 9 Numaralı Kitapçığı Alan Öğrencilerin Ülkelere Göre Dağılımı, Ülkelerin Fen Ortalamaları ve Anadilleri</i>	24
Tablo 4 <i>İncelenen Koşullar</i>	25
Tablo 5 <i>Tam Veri Setinin KMO ve Bartlett Değerleri</i>	27
Tablo 6 <i>Özdeğerler ve Faktör Yükleri Sonuçları</i>	28
Tablo 7 <i>Tam Veri Seti AFA Sonuçları</i>	29
Tablo 8 <i>Tam Veri Setine Ait Betimsel İstatistikler</i>	36
Tablo 9 <i>Tam Veri Setinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları</i>	39
Tablo 10 <i>TRK mekanizmalı, MZMC Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları</i>	41
Tablo 11 <i>TRK mekanizmalı, BM Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları</i>	43
Tablo 12 <i>TRK mekanizmalı, ÇDA Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları</i>	45
Tablo 13 <i>RK mekanizmalı, MCMZ Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları</i>	47
Tablo 14 <i>RK mekanizmalı, BM Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları</i>	49
Tablo 15 <i>RK mekanizmalı, ÇDA Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları</i>	51
Tablo 16 <i>Tüm Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları Özeti</i>	53
Tablo 17 <i>Tam Veri Setinde DMF Gösteren Maddelerin Kayıp Verilerde Kayıp Veri Mekanizmaları ve Kayıp Veri Atama Yöntemlerine Göre Dağılımı</i>	54
Tablo 18 <i>Tam Veri Setinde DMF Göstermeyen Maddelerin Kayıp Verilerde Kayıp Veri Mekanizmaları ve Kayıp Veri Atama Yöntemlerine Göre Dağılımı</i>	55

Şekiller Dizini

Şekil 1. Kayıp veri örüntüleri.....	10
Şekil 2. Çoklu değer atanan kayıp veri setinin analizi.....	14
Şekil 3. DMF göstermeyen madde	16
Şekil 4. Tek biçimli DMF	16
Şekil 5. Tek biçimli olmayan DMF	17
Şekil 6. Yamaç-eğim grafiği.....	28
Şekil 7. TRK mekanizmasında kayıp veri silme hesaplamaları	30
Şekil 8. RK mekanizmasında kayıp veri silme hesaplamaları.....	31
Şekil 9. %10 TRK veri setinde kayıpların verilerin değişken, katılımcı ve tüm değerler içindeki oranı	32
Şekil 10. %20 TRK veri setinde kayıpların verilerin değişken, katılımcı ve tüm değerler içindeki oranı	33
Şekil 11. %10 TRK veri seti kayıp veri örüntüsü grafiği	34
Şekil 12. %20 TRK veri seti kayıp veri örüntüsü grafiği	35

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

ÇDA: Çoklu Değer Atama

MZMC: Markov Zincirleri Monte Carlo

BM: Beklenti Maksimizasyonu

RK: Rasgele Kayıp

TRK: Tamamen Rasgele Kayıp

ROK: Rasgele Olmayan Kayıp

DMF: Değişen Madde Fonksiyonu

AiÜ: Anadili İngilizce Ülkeler

AiOÜ: Anadili İngilizce Olmayan Ülkeler

poly-SIBTEST: Polytomous Simultaneous Item Bias Test

MH: Mantel-Haenszel

LR: Lojistik Regresyon

TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)

IEA: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu)

Bölüm 1

Giriş

Bu bölümde araştırmanın amacı ve önemi, problem durumu, araştırma problemi, alt problemler, sayıtlar ve sınırlılıklar başlıklarına yer verilmiştir.

Problem Durumu

Eğitimde aynı anda çok sayıda bireyin kısa süreler içinde değerlendirilmesine olan ihtiyaç özellikle başarı ve yetenek testlerinin gelişmesine katkı sağlamıştır (Özgüven, 2017). Değerlendirmelerin isabetli olması, eğitim sistemindeki başarısızlıklar ve kaynaklarının tespit edilmesini ve önlem alınmasını kolaylaştırır (Turgut ve Baykul, 2012). Test sonucunda yapılan değerlendirmenin bireysel, toplumsal ve politik sonuçları olduğundan geçerli yorumlamalara izin vermesi gerekir. Bu noktada test sonuçları hakkında yanlış kararlar verilmesine sebep olabilecek yanlışlık ve kayıp veri problemleri önem kazanmaktadır.

Bir testin yanlışlık içermemesi yani tüm katılımcılar için adaletli olması testin kullanılmasında önemlidir. Yanlılığın istatistiksel sürecinde DMF analizi adı verilen teknik kullanılır (Zumbo, 1999). DMF, aynı yeteneğe sahip öğrenciler arasında beklenmeyen bir performans farkıdır. Bu fark, sınava girenler için hatalı değerlendirmelere neden olabileceğinden test geçerliliğini olumsuz yönde etkileyebilir. Ancak DMF, test geçerliliğinde azalmaya yol açabilecek tek faktör değildir. Kayıp veriler bu faktörlerden bir diğeridir. Hem DMF hem de kayıp veri durumunun aynı anda ortaya çıkma durumu da muhtemeldir (Garret, 2009).

Veri toplama aşamasında, tüm katılımcılardan mümkün olduğunca eksiksiz veriler elde etmeye çalışırız (Pigott, 2001). Uzman kişiler tarafından çok dikkatli planlanmış araştırmalarda bile verilerde kayıpların olması genel bir sorundur (Akbaş ve Tavşancıl 2015). Değerlendirme için topladığımız bilgilerde eksiklikler olursa güvenilirlik ve geçerliğin azalmasına sebep olur ve alınan kararların isabetsiz olma ihtimali artar (Turgut ve Baykul, 2012). Katılımcılar bir veya daha fazla maddeyi cevaplamadığında ya da maddeye ulaşamadığında eğitim değerlendirmelerinde kayıp veriler oluşur (Ludlow ve O'Leary, 1999).

Çalışmalarda birçok farklı nedenden dolayı kayıp veriyle karşılaşılmaktadır. Katılımcıların bilerek maddeye yanıt vermemesi bu nedenlerden sadece biridir.

Diğer nedenler: maddenin gözden kaçması, atlanılan maddeye tekrar dönmeyi unutmak, katılımcının maddeyi cevaplamaktan kaçınması, görüşmecinin maddeyi atlaması, cevabın bilinmemesi, maddenin katılımcıya uygun olmaması, katılımcının çalışmadan ayrılmak durumunda kalması ve veri girişinde gerçekleşen hatalar olabilir (Allison, 2002). Araştırmacılar çalışmalarının herhangi bir aşamasında bu sebeplerden kaynaklanmış kayıp veri sorunuyla karşılaştığında verileri nasıl analiz edeceğim sorusuyla karşı karşıya kalır (Pigott, 2001). Neredeyse tüm istatistiksel yöntemlerin varsayımı, analize dahil edilecek değişkenler için tüm katılımcıların bilgilerinin tam olmasıdır (Allison, 2002). Örneğin Mantel-Haenszel (Holland ve Thayer, 1988), lojistik regresyon (Swaminathan ve Rogers, 1990) ve eşzamanlı madde yanlılığı testi veya SIBTEST (Shealy ve Stout, 1993) gibi DMF yöntemleri, kayıp veri içeren veri setlerine uygun tasarlanmamıştır.

Çözüm olarak eksik yanıtlara sahip katılımcıların analizden çıkarılması düşünüldüğünde örneklem boyutunda büyük bir azalma olur ve DMF varsa tespit etme gücü sınırlanabilir (Banks, 2015). Bunun yerine araştırmacıların kayıp veriler yerine değer atamak için seçebilecekleri yöntemler vardır. Bu yöntemler istatistiksel sonuçlar üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Garret, 2009). Gerçekte olan DMF'yi maskeleyen veya gerçekte DMF olmayan maddelerde yanlış DMF oluşturma gibi sonuçlar doğurabileceğinden hatalı yöntem seçimi bir yanlılık kaynağı olabilir (Banks, 2015). Kayıp verinin sebep olduğu sorunlar ve yanlılık veri atanarak giderilmeye çalışılırken bilinçsizce atanan veriler sorunu ortadan kaldırmadığı gibi sonuçların güvenilirliğini de zedeleyebilir (Little ve Rubin, 1987; Çüm, Demir, Gelbal ve Kışla, 2018).

Kayıp veriler yerine değer atama yöntemi kullanılacaksa yöntem güvenin artması için tam veri seti kullanılarak analizlerin tekrar edilmesi faydalı olabilir. Sonuçların benzer ya da farklı olması yöntem güveni sağlayabileceği gibi farklılık nedenlerinin araştırılıp gerçeği en iyi yansıtan yöntem ulaşılmasına da katkı sağlar (Tabachnick ve Fidell, 1996). Dolayısıyla DMF ve kayıp verilerin test geçerliliği üzerindeki olası tehditlerini azaltmak için DMF varlığında kayıp veriler yerine değer atama yöntemlerinin etkisini belirlemek önemlidir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Test sonuçlarının analiz edilmesi sürecinde kayıp veriler ve yanlışlık öncelikle incelenmesi ve çözüm bulunması gereken bir konudur. DMF analiz süreci birçok analizde olduğu gibi kayıp verilerden etkilenir. Uygun yöntemler kullanılarak kayıpların sebep olabileceği sıkıntılar önlenmeye çalışılmalıdır. DMF analizlerinde veri setinde kayıplar varsa uygun yöntemler seçilerek, kullanılan yöntemden DMF sonuçlarının ne derecede etkilendiği ve gerçek duruma ne kadar benzer sonuçlar verdiği değerlendirilmelidir. Yöntem seçimi için kayıp verinin mekanizması ve veri türü önemlidir. Özellikle kayıp veri mekanizması TRK olmadığına kayıplar başarılı bir şekilde telafi edilmezse DMF olan bir madde atama yöntemi sonucunda DMF'siz gözükabilir ya da DMF olmayan bir maddede DMF oluşturabilir. Aynı şekilde DMF'li maddelerin DMF düzeylerinde değişimler gerçekleşebilir. Testlerin geçerli ve güvenilir sonuçlar vermesi için bu durumları en iyi şekilde telafi eden kayıp veri atama yöntemini kullanmak önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan, 1995'ten bu yana Boston College'daki TIMMS & PIRLS Uluslararası Eğitim Merkezi tarafından yönetilen ve başarı eğilimlerini ölçen TIMSS verilerinin, uluslararası düzeyde matematik ve fen öğretimi ve öğrenimi ile ilgili eğitim politikalarını geliştirmek için kararlar alınmasında kullanımı önemlidir (TIMSS, 2019). Bu nedenle testlerdeki yanlışlığın incelenmesi ve varsa kayıp verilerin uygun şekilde telafi edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada farklı oranlarda ve farklı kayıp veri mekanizmalarında kayıp veri içeren iki ve çok kategorili puanlanmış maddeler içeren karma test verileri üzerinde, farklı yöntemler kullanılarak değer atamanın, değişen madde fonksiyonu üzerinde etkileri TIMSS 2019 verileri üzerinden, tam veri setleriyle karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Alan yazın incelendiğinde konuyla ilgili çok çalışmaya rastlanmamakla birlikte yapılan çalışmalarda genellikle iki kategorili puanlanmış simülasyon verileri kullanılmıştır. Bu çalışmayı önemli kılan hem iki kategorili hem de çok kategorili puanlanmış maddeleri bir arada bulunduran karma bir testle çalışılması ve gerçek verilerle yürütülmüş olmasıdır.

Araştırma Problemi

TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinden elde edilen tam veri setlerinden TRK ve RK mekanizmalarına uygun, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulan kayıp veri setlerine MZMC, ÇDA ve BM yöntemleriyle veri atanarak gerçekleştirilen DMF sonuçları nasıl değişmektedir?

Alt problemler.

1. TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinden elde edilen tam veri setinden TRK mekanizmasına uygun, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulan veri setlerine;
 - a) MZMC yöntemiyle veri atanarak,
 - b) BM yöntemiyle veri atanarak,
 - c) ÇDA yöntemiyle veri atanarak gerçekleştirilen DMF sonuçları nasıl değişmektedir?
2. TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinden elde edilen tam veri setinden RK mekanizmasına uygun, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulan veri setlerine;
 - a) MZMC yöntemiyle veri atanarak,
 - b) BM yöntemiyle veri atanarak,
 - c) ÇDA yöntemiyle veri atanarak gerçekleştirilen DMF sonuçları nasıl değişmektedir?
3. TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinden elde edilen tam veri setinden TRK ve RK mekanizmalarına uygun, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulan veri setlerine MZMC, BM ve ÇDA yöntemleriyle veri atanarak gerçekleştirilen DMF sonuçlarının dağılımı DMF gösteren ve göstermeyen maddelere göre nasıl değişmektedir?

Sayıtlar

TIMSS 2019 uygulamasının uygulamaya katılan tüm öğrenciler için eşit koşullarda yürütüldüğü varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

TIMSS 2019 uygulamasına katılan ülkeler arasından fen ortalamalarına ve anadil değişkenine göre seçilen beş ülkeden fen bilimleri testinin 9 numaralı kitapçığını alan öğrencilerle sınırlıdır.



Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Araştırmanın Kuramsal Temeli

Araştırmanın bu bölümünde ilk olarak araştırmada verileri kullanılan TIMSS uygulaması tanıtılmış ardından kayıp veri ve değişen madde fonksiyonu hakkında bilgi verilmiştir.

Başarı İzleme Araştırmaları

Birincil amacı ölçme, değerlendirme ve gelişimi izleme olan, Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA), Yetişkin Becerileri Araştırması (PIAAC), Uluslararası Matematik ve Fen Bilimleri Eğilimi Araştırması (TIMSS) gibi başarı izleme araştırmaları, ülkelerin eğitim politikalarını belirlemede öğrenci, öğretmen, yönetici ve eğitim sistemleri hakkında bilgi sağlayarak önemli bir rol üstlenmektedir (Arıkan, Özer, Şeker ve Ertaş, 2020). Uluslararası ölçekte uygulanan izleme çalışmalarıyla ülkeler kendi performanslarını diğer ülkelerin performansları ile karşılaştırma ve zaman içinde kendi performanslarındaki değişimi değerlendirme imkânı bulmaktadır. Bu değerlendirmelerle izleme çalışmaları ülkelerin eğitimdeki durumu hakkında bilgi sağlayan önemli kaynaklar haline gelmiştir. Ülkemizde Uluslararası Eğitim Başarısını Değerlendirme Kuruluşu (IAE)'nin yürüttüğü TIMSS, PIRLS ve Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD)'nin yürüttüğü PISA'ya katılım sağlanmakta ayrıca ulusal düzeyde Ölçme Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğünce yürütülen Akademik Becerilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi (ABİDE) uygulaması yapılmaktadır. Bu çalışmada verileri kullanılan TIMSS uygulaması kısaca tanıtılmıştır.

TIMSS. Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması, dördüncü ve sekizinci sınıf düzeyinde dört yılda bir uygulanan, öğrencilerin matematik ve fen alanlarındaki başarılarını izleme araştırmasıdır. Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu tarafından uluslararası ölçekte gerçekleştirilmektedir (MEB, 2020). 1995'ten bu yana Boston College'daki TIMSS ve PIRLS Uluslararası Eğitim Merkezi tarafından yönetilen ve başarı eğilimlerini ölçen TIMSS verileri, uluslararası düzeyde matematik ve fen öğretimi ve öğrenimi ile ilgili eğitim

politikalarını geliştirmek için kararlar alınmasında kullanımı önem kazanmıştır (TIMSS, 2019).

TIMSS 2019 uygulaması dördüncü sınıf düzeyinde 58, sekizinci sınıf düzeyinde ise 39 ülkenin katılımıyla gerçekleşmiştir (MEB, 2020). Bu ülkelerden biri olan Türkiye, TIMSS uygulamasına farklı yıllarda farklı sınıf düzeylerinde katılmıştır. Son döngüye 5. ve 8. sınıf düzeylerinde; geçmişe baktığımızda 1995 ve 2003 yıllarında katılım olmamış, 1999 ve 2007'de sadece 8. sınıf düzeyinde, 2011 ve 2015 döngülerinde 4. ve 8. sınıf düzeylerinde katılım sağlanmıştır.

Kayıp Veri

Kayıp veri problemi. Longford (2006) kayıp veriyi, planlanan veri seti ile elde edilen veri seti arasındaki fark olarak tanımlamıştır. Araştırmalarda, katılımcıların sorulara bilinçli ya da bilinçsiz cevap vermemesi, veri toplama sırasındaki veya veri toplama aracındaki sıkıntılar, katılımcıların çalışma bitmeden çalışmadan ayrılması ve veri girişinde yapılan hatalar gibi birçok nedenle kayıp veriler oluşabilir (Osborne, 2013). Bu gibi nedenlere başka örnekler de vermek gerekirse bir aile anketinde gelir bildirmeyi, bir fikir anketinde bazı kişilerin bir adayı tercihini bildirmeyi reddetmesi, endüstriyel bir çalışmada ise deneysel işlemlerle ilgisi olmayan mekanik arızalar nedeniyle kayıplar oluşabilir (Little ve Rubin, 2020). Gelir gibi hassas maddelerde çok fazla kayıp veri oluşabilirken, eğitim veya meslek gibi daha az hassas maddeler daha az kayıp veriye sebep olabilir (Pigott, 2001).

Kayıp veri sorunu pratikte sıklıkla ortaya çıkar. Madde kayıp verisi ve dalga kayıp verisi olmak üzere iki tür kayıp veriden bahsedilebilir. Dalga kayıp verisiyle boylamsal araştırmalarda karşılaşılır ve katılımcının bazı sebeplerle çalışmanın tüm dalgalarına katılmamasıyla gerçekleşir (Graham, 2012). Örneğin, 1967'de yapılan bir aile anketinin takip anketi 1970'te planlandığında aynı ailelere ulaşılamama ihtimali olduğundan kayıp verilerin oluşması kaçınılmaz olur (Rubin, 1976). Madde kayıp verisi ise katılımcının soruya nasıl yanıt vereceğini bilmemesi, soruya geri dönmek için boş bırakıp geri dönememesi, cevabının kendisine sıkıntı oluşturabileceğini düşünmesi, zamanının yetmemesi gibi birçok farklı sebeple maddelere cevap vermemesi durumunda oluşur (Graham, 2012).

Veri setinden sağlam bilgiler elde etmek için elde edilen bilgiden en yüksek düzeyde yararlanmak gerekir. Kayıp verileri bulunan veri setleri, istatistiksel

analizlerde kullanılan paket programlarda sorunlar oluşturmaktadır. Bunun nedeni neredeyse tüm istatistiksel yöntemlerin tam veri seti varsayımıyla analiz yapmasıdır (Toka, 2012). En yaygın kullanılan istatistiksel programların kayıp verilerle başa çıkmada verilerin silinmesi seçeneğini kullanması kayıp verilerle ilgili bir diğer sorundur. Kayıp verilerin silinmesi bireyin analize katkı sağlayacak olan diğer bilgilerinin de silinmesine ve bilgi kaybına yol açacaktır (Osborne, 2013). Tam durum analizi olarak adlandırılan bu strateji genellikle uygun değildir, çünkü araştırmacı genellikle ilgili tüm değişkenler üzerinde yanıt veren katılımcılarla ilgili çıkarımlardan ziyade tüm katılımcılar hakkında çıkarımlar yapmakla ilgilenir (Little ve Rubin, 2020). Bu durum gözlem sayısında önemli bir azalmaya neden olacağından yeterli olacağı düşünülmüş bir örneklem, sayıca yetersiz bir örnekleme dönüşecektir (Alpar, 2021).

Araştırma verilerinde kayıpların yer alabileceği önceden kestirilip kayıp oluşumunu azaltma ya da önleme yönünde çalışmalar yapılabilir. Ancak genellikle yanıtlayıcıdan kaynaklanan kayıp oluşumunu önceden tahmin etmek zordur. Böyle bir durumda araştırmacının kayba neden olan bir örüntünün olup olmadığını araştırması önerilir. Kayıp verilerin veri setinde rasgele dağılıp dağılmadığı ve belirgin bir yapı görülüp görülmediği, ayrıca kayıp verilerin miktarı ve ne sıklıkla ortaya çıktığı incelenmelidir (Alpar, 2021). Analizlerde kayıp verilerin incelenmesi, daha az yanlı sonuçlara ulaşılması olasılığını artırır (Demir, 2013). Kayıp veriler araştırmalarda beklenen bir durum olarak görülmemeli, araştırmanın başından planlamaya dahil edilerek en aza indirilecek şekilde önlemler alınmasına odaklanılmalıdır. Bu önlemlerden bazıları şöyledir:

- Test tasarımının katılımcı düzeyine uygun hazırlanması ve testte katılımcıyı rahatsız edebilecek sözcükler varsa kabul edilebilir bir dille yazılması,
- Testteki madde sayısı ile test süresinin uyumlu olması ve uzun süren testlerde molalara yer verilmesi,
- Testte varsa eksikler ve hataların belirlenebilmesi amacıyla pilot uygulama yapılması,
- Kâğıt-kalem testlerinde test katılımcılara ulaşmadan kontrol edilmesi ve test yönergesinde tüm maddelerin cevaplanması gerektiğinin

belirtilmesi; internet üzerinden gerçekleştirilen uygulamalarda tüm maddelerin cevaplanmasının zorunlu tutulması,

- Mümkünse kayıp verisi bulunan katılımcılara sonradan ulaşılması ya da planlanan örneklem sayısına ulaşana kadar eksik verisi olan katılımcılar yerine geçecek veriler için veri toplama sürecinin devam ettirilmesi,
- Boylamsal çalışmalarda tekrarlar arasındaki sürenin iyi ayarlanması,
- Kayıplar belli değişkenlerde çoğunlukta ve testte bu değişkenler yerine kullanılacak değişkenler mevcutsa bu değişkenlerin veri setinden çıkarılması şeklindedir (Van Buuren, 2012; Graham 2012; Akbaş ve Koğar, 2020).

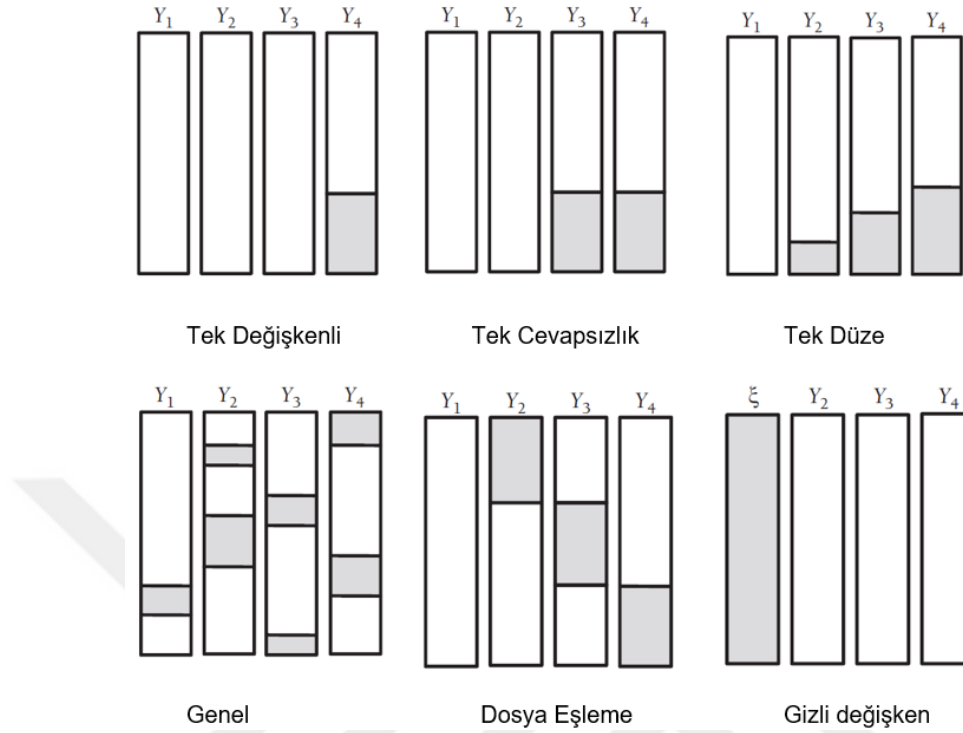
Verilen bu önlemlerin alınmasına rağmen kayıp verilerle karşılaşıldığında hangi kayıp veri ile başa çıkma yönteminin kullanılacağına kayıp veri mekanizması incelenerek karar verilmelidir (Akbaş ve Koğar, 2020).

Kayıp veri mekanizması ve örüntüsü. Kayıp veri örüntüleri ile mekanizmaları araştırmacılar tarafından sıklıkla karıştırıldığından birbirinden ayırmakta fayda vardır. Kayıpların veri setindeki konumları kayıp veri örüntüsü olarak tanımlanır. Kayıp veri mekanizması ise değişkenlerle verinin kayıp olma olasılığı arasındaki matematiksel ilişkidir (Enders, 2010).

Kayıp veri örüntülerini Enders (2010) tek değişkenli, tek cevapsızlık, tek düze, genel, dosya eşleşme ve gizli değişken kayıp veri örüntüsü olmak üzere altı farklı yapıda sınıflandırmıştır. Bu örüntü türleri Şekil 1’de taralı alanlar kayıp verileri temsil edecek şekilde dört değişkenli bir veri setinde özetlenmiştir.

Veri setindeki değişkenlerden sadece bir tanesinde kayıpların olduğu yapı tek değişkenli örüntüdür. Özellikle anket çalışmalarında karşılaşılan bazı değişkenlerde bazı katılımcıların kayıplarının olduğu yapı tek cevapsızlık örüntüsü, bir merdiveni andıracak şekilde örneğin katılımcıların okulu bıraktığı ve geri dönmediği durumların oluşturduğu yapı ise tek düze örüntüdür. Genel yapı örüntüde rasgele dağılmış kayıplar bulunur. Değişkenlerin herhangi biri tamamen gözlenmiş, diğer değişkenler ise birbirleriyle gözlem sayısı kadar gözlenememiş olduğunda dosya eşleme örüntüsü oluşur. Son olarak gizil değişken örüntüsü ise açıklayıcı faktör analizindeki değişkenler arasındaki ilişkileri açıklamak için kullanılan faktör

yüklerinin tamamen kayıp olduğu durumda görülür (Enders, 2010). Enders (2010) yukarıda açıklanan kayıp veri örüntülerinin Şekil 1'deki gibi göstermiştir.



Şekil 1. Kayıp veri örüntüleri

Kayıp veri mekanizmaları genellikle üç kategoriye ayrılır. Little ve Rubin (2020) tarafından yapılan, Tamamen Rastgele Kayıp (TRK), Rastgele Kayıp (RK) ve Rastgele Olmayan Kayıp (ROK) şeklinde yapılan sınıflama en kabul görenidir.

Bir Y değişkeninde kayıp veriler olduğunu varsayalım. Y değişkenindeki kayıpların TRK mekanizmasında olduğunun söylenebilmesi için Y değişkenindeki verilerin kayıp olma olasılığı Y değişkeniyle ve diğer değişkenler ile ilişkisiz olmalıdır (Allison, 2002). Örneğin, gelir düzeyi kayıp veri içerirken yaş değişkeninde kayıp veri bulunmasın. Tüm katılımcıların gelir düzeyinin kayıp olmaması olasılığı; katılımcıların yaş ve gelir düzeyleri dikkate alınmaksızın eşit ise TRK varsayımı karşılanır (Alpar, 2021). Yaşlarını söylemeyi reddedenler gelirlerini söylemeyi reddediyor olsalar bile, verilerin TRK olması mümkündür. Ancak örnekteki gelirlerini söylemeyenler, ortalama olarak gelirlerini söyleyenlerden daha genç olursa; yani gelir düzeyinde kayıp olma olasılığı yaş ile ilişkili ancak gelir düzeyi ile ilişkisiz ise TRK varsayımı ihlal olur (Allison, 2002).

Kayıp veriye sahip bir Y değişkeni olduğunu varsayarsak RK, analizdeki diğer değişkenler kontrol altına alındıktan sonra, Y değişkenindeki verilerin kayıp olma

olasılığının Y değeri ile ilgisiz olması durumudur. Yukarıdaki örnekte bahsedilen gelir düzeyinde kayıp olma olasılığı yaş ile ilişkili ancak gelir düzeyi ile ilişkisiz olduğunda RK varsayımını karşılar. Ancak gelirle ilgili kayıp verisi olanlar daha düşük ya da yüksek değere sahip olma eğilimindeyse veriler RK değildir (Allison, 2002).

ROK, Y değişkeninde kayıp veri görülme olasılığının, veri setindeki diğer değişkenler kontrol altına alındıktan sonra bile Y değişkeniyle ilişkili olmasını ifade eder. Kayıp verinin olasılığı eksik olan değişkene bağlıdır (Enders, 2010).

Alpar (2021) verdiği örnekle mekanizmaları şöyle özetlemiştir: Ağırlığın cinsiyet değişkeniyle incelendiği bir çalışmada tüm katılımcılar içinde ağırlığını belirtmeyenlerin bir nedeni yoksa TRK, kadınların ağırlıklarını cevaplamama oranı daha fazla ise RK ve ağırlığı fazla ya da az olanlar ağırlıklarını cevaplamamışsa verinin ROK mekanizmasında olduğu söylenebilir.

Kayıp veriyle başa çıkma yöntemleri. Kayıp verilerin analizlerde sorunlar oluşturması araştırmacıları çözüm aramaya yöneltmiştir. Bu çözüm arama çalışmaları, 1930'larda başlamış ancak Rubin (1976)'ın çalışmasıyla popüler hale gelmiştir (Toka, 2012).

Genel olarak kayıp verilerle başa çıkma yöntemleri silmeye ve basit atamaya dayalı, olasılıklı ve ötelemeli veri atama yöntemleri olmak üzere iki sınıf altında toplanmıştır. Olasılıklı ve ötelemeli yöntemler de en çok olabilirlik yaklaşımı ve çoklu atama yaklaşımına dayalı yöntemler olarak iki gruba ayrılır (Demir, 2013). Kayıp veri ile başa çıkma yöntemlerinin kullanımı ile ilgili araştırmalar genel olarak liste bazında silme ve çift bazında silme tekniklerine rastlandığını ortaya koymaktadır. Seçilen yöntemlerin performansları kayıp veri oranı, örneklem büyüklüğü gibi çeşitli faktörlere göre değişebilmektedir (Demir ve Parlak, 2012).

Kayıp verilere değer atama yöntemleri, atanan verinin kişinin gerçek verisi olup olmadığının bilinemeyeceği iddia edilerek eleştirilmektedir. Graham, Cumsille ve Elek-Fisk (2003) ise değer atama yöntemlerinin, kayıp verilerin yarattığı olumsuzlukları en aza indirecek şekilde kullanıldığında bilgi kaybının en aza inebileceğini savunmaktadır.

Silmeye ve basit atamaya dayalı yöntemlere liste bazında silme, çift bazında silme, kukla değişken düzeltilmesi, ortalama değer atama; en çok olabilirlik

yaklaşımına dayalı yöntemlere beklenti maksimizasyonu algoritması, doğrudan en çok olabilirlik ve Bayesci veri atama yöntemleri; çoklu veri atama yaklaşımına dayalı yöntemlere çoklu değer atama, seçkisiz atama, Markov zincirleri Monte Carlo yöntemleri örnek verilebilir.

Bu yöntemlerden, liste bazında silme, Bayesci veri atama, stokastik regresyonla atama ve çalışmada kullanılan beklenti Maksimizasyonu, çoklu değer atama, Markov zincirleri Monte Carlo yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

Liste Bazında Silme (Listwise deletion). Bir ya da daha fazla kayıp bulunan gözlemlerin veriden çıkarıldığı bu tam gözlem yaklaşımı veride bilgi kaybına neden olur. Yöntemin kullanılabilmesi için kayıpların TRK mekanizmasında olması gerekir (Alpar, 2020). Kayıp veriler RK ve ROK mekanizmasındaysa bu yöntemle kestirilen parametreler yanlılık içerebilir (Graham, 2012). Bu yöntem kayıp verilerin çoğunluğunun belli gözlemlerde yığıldığı ya da gözlemler veri setinden çıkarıldığında örneklem büyüklüğünün yetersiz kalmayacağı durumlarda kullanılabilir (Alpar, 2021).

Bayesci veri atama (Bayesian Estimation). Bayes teoremi, rastgele X ve Y olayları için koşullu ve marjinal olasılıklar arasındaki ilişkiyi tanımlar (Çüm ve diğerleri, 2018). Bayes analizinin üç ana aşaması vardır. Bunlar;

1. İlgili parametrelerin önsel dağılımının belirlenmesi,
2. Bir olabilirlik fonksiyonu kullanılarak verilerin farklı parametre değerleri hakkındaki kanıtların özetlenmesi,
3. Önsel dağılımdan gelen bilgileri ve farklı parametre değerlerinin göreceli olasılığını açıklayan sonsal dağılımın oluşturulması ve olabilirliğinin birleştirilmesi şeklindedir (Enders, 2010).

Stokastik Regresyonla Atama (Stochastic Regression Imputation). Kayıp verileri tahmin etmede eksiksiz değişkenlerden kayıpları olan değişkenleri tahmin eden regresyon denklemleri kullanır. Stokastik regresyon atama, regresyon yöntemine ek olarak atanan her değere normal dağılım gösteren artık terimi ekler ve kaybedilen değişkenliği verilere geri kazandırır. Stokastik regresyon atamanın yapılan simülasyon çalışmalarında ÇDA'ya benzer parametre tahminleri ve RK mekanizmasında yansız parametre tahminleri ürettiği görülmüştür (Enders, 2010).

Markov Zincirleri Monte Carlo (Markov Chain Monte Carlo). Markov zincirleri Monte Carlo yöntemi yinelemeli bir yöntemdir ve veri atamada çeşitli istatistiksel problemlerle başa çıkmıştır (Zhang, 2003). MZMC, istenen olasılık dağılımından simülasyon yoluyla bir dizi bağımsız değer üreten standart Monte Carlo yöntemlerinin aksine, simüle edilen değerlerin her birinin bir önceki değere düşük düzeyde bağımlı olduğu zincirler üretir. Bir Markov zinciri, değer atama dizisindeki herhangi bir değer için yalnızca zincirindeki önceki değere bağlı olması, dolayısıyla diğer tüm önceki durumlarından bağımsız olması özelliğine sahip stokastik bir süreçtir. MZMC'nun temel ilkesi, bu Markov zinciri yeterli sayıda iterasyondan geçtiğinde, istenen sonsal dağılıma ulaşacağıdır (Gill, 2002).

Beklenti Maksimizasyonu (Expectation-Maximization Algorithm). BM, Beklenti (expectation) ve Maksimizasyon (maximization) olmak üzere iki adımdan oluşan maksimum olasılık tahminleri yapan yinelemeli bir yöntemdir.

Yöntem ilk olarak ortalama vektörü ve kovaryans matrisinin kestirimi ile başlar. Beklenti basamağında gözlenen değişkenlerden kayıp verileri tahmin için ortalama vektörü ve kovaryans matrisi kullanılarak bir dizi regresyon denklemi kurulur. Kurulan regresyon denklemleri aracılığıyla kayıp veriye değer atanması gerçekleştirilir (Enders, 2010). Maksimizasyon adımıyla, varyans ve kovaryans düzeltmeleri yapılarak ortalamalar ve kovaryans matrislerinin yeniden hesaplanması sağlanır (Allison, 2003). Süreç kestirilen değerlerdeki değişim önemsizmeyecek kadar azalana kadar ikinci adımdan sonrasının tekrarlanmasıyla devam eder (Alpar, 2021).

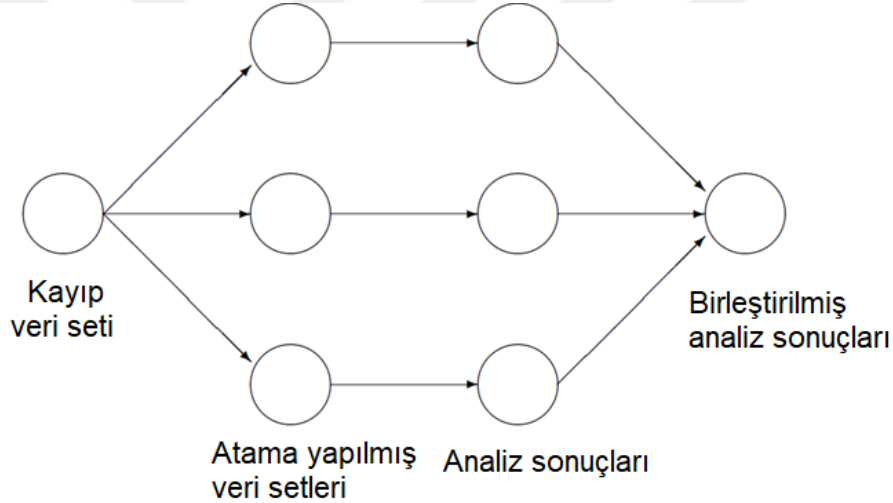
BM yönteminin dezavantajı standart hata kestirimi üretmemesidir (Alisson, 2003). BM yöntemi ile TRK ve RK mekanizmalarında yansız parametre tahminleri elde edilebilmektedir (Enders, 2010).

Çoklu Değer Atama (Multiple Imputation). Kayıp veriler yerine tek bir değer atamak yerine birden çok atama yapmak için tasarlanmış bir tekniktir ve birden fazla tam veri seti oluşturur (Van Buuren, 2012). ÇDA yöntemiyle değer atama,

1. Her bir kayıp veri için m kez veri atama,
2. Tamamlanmış m adet veri seti ile standart analizlerin uygulanması,
3. Elde edilen m adet analiz sonucunun birleştirilmesi şeklinde üç aşamada gerçekleştirilir (Alpar, 2021).

Bu yöntemde eksiksiz verilerden ortalama vektörü ve kovaryans matrisi kestirilerek, regresyon denklemleri kurulmasıyla kayıp değerler yerine tahminlerde bulunulmaktadır. Rasgele seçilerek eklenen hata terimi kestirimleriyle regresyon doğrusundan uzaklaşmaktadır. Bu şekilde tamamlanan veriler üzerinden hata terimleri yine rasgele seçilerek işlemler tekrarlanmakta ve her döngüde farklı değerlerin atanması sağlanmaktadır (Enders, 2010).

ÇDA, en çok olabilirlik yaklaşımına dayalı yöntemlerden farklı olarak her türlü veri ve model için kullanılabilir. ÇDA'nın dezavantajı yanlış şekilde uygulanmasının kolay olmasıdır. Bu dezavantaj kayıp veriler yerine değer atamanın bir yazılım kullanılarak gerçekleştirilmesiyle büyük ölçüde önlenebilir (Alisson, 2002). Van Buuren (2012), çoklu değer atama yöntemindeki üç adım olan atama, analiz ve birleştirmeyi Şekil 2'deki gibi özetlemiştir.



Şekil 2. Çoklu değer atanmış kayıp veri setinin analizi

Şekil 2'de üç atama yapıldığı görülmektedir ancak uygulamada genellikle daha fazla atama yapılır.

ÇDA yönteminde atama sayısının kaç olacağı kararı önemlidir. Karar verirken Schafer ve Olsen (1998) tarafından önerilen Tablo 1'de verilen farklı kayıp veri oranları için atama sayısının görece verimliliği tablosundan yararlanılabilir.

Tablo 1

Farklı Kayıp Veri Oranlarında atama sayısının görelî verimliliği

Atama sayısı	Kayıp veri oranı				
	%10	%30	%50	%70	%90
3	,97	,91	,86	,81	,77
5	,98	,94	,91	,88	,85
10	,99	,97	,95	,93	,92
20	1,00	,99	,98	,97	,96

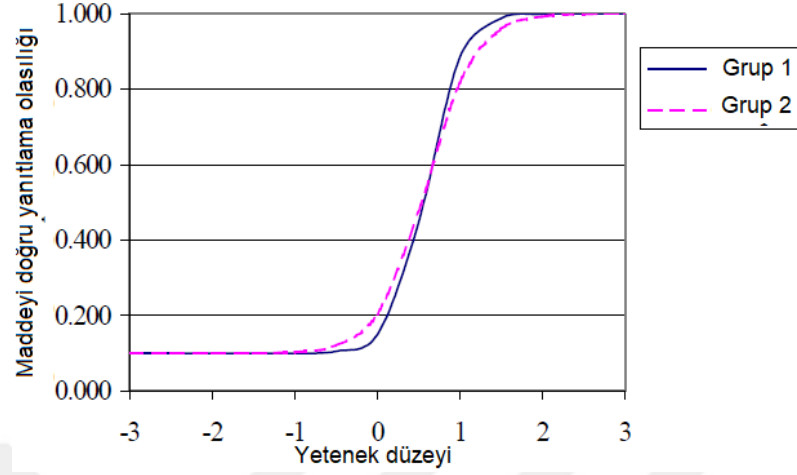
Tablo 1 incelendiğinde kayıp veri düşük oranlarda olduğunda atama sayısının etkisi azken oran arttıkça atama sayısının önem kazandığı görölmektedir. Örneğin %10 oranında 3 atamayla 10 atama arasındaki fark çok atama yapmaya gerek olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Değişen Madde Fonksiyonu

Madde etkisi, yanlılık ve değişen madde fonksiyonu kavramlarının ayırt edilmesi test yansızlığının iyi anlaşılması için önemlidir. Etkinin var olması testin ya da maddenin yanlı olduğu anlamına gelmez (Clauser ve Mazor, 1998). Madde etkisi, bir maddeyi doğru yanıtlanma olasılığındaki grup farklılıkları olarak tanımlanır. Yani yetenekteki gerçek farklılıklardan kaynaklanan puan farklılıklarıdır. Yanlılık ise bir maddenin aynı yetenek düzeyine sahip gruplar için doğru yanıtlanma olasılığının farklı olmasıdır (Ackerman, 1992). DMF de aynı şekilde eşit yetenekteki farklı grupların test maddelerini doğru yanıtlanma olasılıkları açısından farklılık gösterdiğinde ortaya çıkar (Wainer, 1993). DMF, yanlılık için gerekli ancak yeterli olmayan bir koşuldur. Buradan çıkacak sonuç bir maddede, DMF yokluğunda madde yanlılığının olmadığı; DMF varlığı ise madde yanlılığının olduğunu söylemek için tamamlayıcı madde yanlılığı analizleri uygulanması gerektiğidir (Zumbo, 1999).

Temel olarak DMF analizi, eşleştirme kriteri olarak toplam puanları kullanarak test maddesinin aynı yetenek düzeyindeki gruplar için farklılık gösterip göstermediğini inceler. Eşleştiren gruplar odak ve referans gruplar olarak adlandırılır. Bir maddedeki odak ve referans grupların madde karakteristik eğrileri incelenerek DMF değerlendirilebilir. Değerlendirilmek istenilen gruplar için aynı

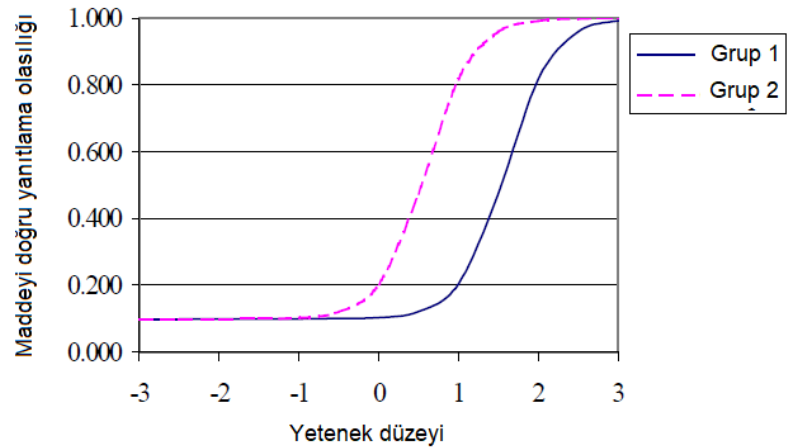
maddenin karakteristik eğrileri çizilir. Şekil 3'te DMF göstermeyen bir madde için maddenin karakteristik eğrisi çizilmiştir (Zumbo, 1999).



Şekil 3. DMF göstermeyen madde

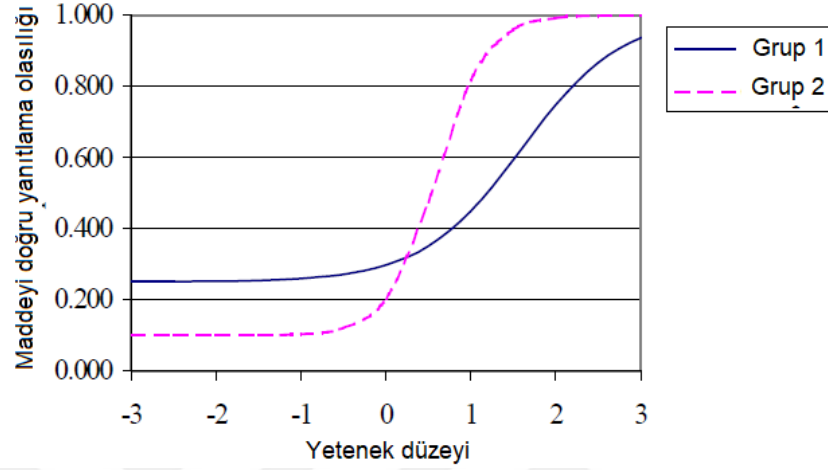
Şekil 3'te eğriler birbirine çok yakındır ve maddenin DMF göstermediği söylenebilir.

DMF belirleme yöntemleri tek biçimli ve tek biçimli olmayan olmak üzere iki türdür. Bütün yetenek düzeylerinde, DMF aynı grubun lehine çalıştığında tek biçimli DMF, yetenek düzeyine bağlı olarak farklılaştığında yani belirli yetenek düzeylerinde bir grubun lehine çalışırken farklı yetenek düzeylerinde diğer grubun lehine çalıştığında tek biçimli olmayan DMF ortaya çıkmaktadır (Clauser ve Mazor, 1998; Zumbo, 1999; Jodoin ve Gierl, 2003). Şekil 4 ve Şekil 5'te DMF gösteren iki maddenin eğrileri verilmiştir (Zumbo, 1999).



Şekil 4. Tek biçimli DMF

Şekil 4'te maddenin farklı yetenek düzeylerinde maddeyi doğru yanıtlama olasılığı gösterilmiştir. Bütün yetenek düzeylerinde maddenin benzer şekilde farklılık gösterdiği görülmektedir. Madde karakteristik eğrilerinde bir kesişme olmaması maddede tek biçimli DMF olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Tek biçimli olmayan DMF

Şekil 5 incelendiğinde maddenin farklı yetenek düzeylerinde farklı çalıştığı yani düşük yetenek düzeyinde Grup 2 için avantaj sağlarken daha yüksek yetenek düzeylerinde Grup 1 için avantaj sağladığı görülmektedir. Eğrilerin kesişmesi maddede tek biçimli olmayan DMF olduğunu göstermektedir (Zumbo, 1999).

Değişen Madde Fonksiyonu belirleme yöntemleri. Camili (2006) DMF belirleme yöntemlerini, gözlenen puanları kullanarak bireyleri eşitleyen yöntemler ve madde tepki kuramı temelli yöntemler olarak iki grupta inceler. Hambleton, Clauser, Mazor ve Jones (1993) ise DMF yöntemlerini klasik test kuramına dayalı, madde tepki kuramına dayalı ve ki-kare 'ye dayalı olmak üzere üç kategoriye ayırmaktadır. DMF belirleme yöntemlerinin sınıflaması farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde yapılmıştır.

Klasik test kuramına dayalı yöntemler arasında Mantel-Haenszel (MH), lojistik regresyon (LR), standartlaştırma yöntemi bulunmaktadır. Madde tepki kuramına dayalı yöntemlere Lord'un ki-karesi, olabilirlik oranı, Raju'nun alan ölçüleri sayılabilir (Camili, 2006; Zumbo, 1999). İlk olarak iki kategorili puanlanan maddeler için geliştirilen birçok yöntem, çok kategorili puanlanan maddeler için de

genişletilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları MH, LR ve SIBTEST'tir (Swaminathan ve Rogers, 1990).

Yöntemler genel olarak benzer sonuçlar verse de farklı eşitleme kriterleri, farklı algoritmalar ve maddelerin DMF'li olup olmadığını belirlemek için farklı kesme noktaları kullandıklarından yöntemler arasında tam bir uyum yoktur (Gök, Kelecioğlu ve Doğan, 2010).

SIBTEST ve Poly-SIBTEST. SIBTEST, İki kategorili puanlanan verilerde Shealy ve Stout (1993) tarafından geliştirilmiş bir DMF belirleme metodudur. Poly-SIBTEST ise SIBTEST yönteminin iki ve çok kategorili veriler için kullanılabilen genel halidir (Fang, 1999). Birçok yöntem bir kerede bir maddeyi analiz ederken SIBTEST, DMF'yi hem madde paketleri hem de tek tek maddeler halinde tespit etmek için kullanır (Camilli, 2006).

Test maddeleri geçerli alt test (matching items) ve çalışan alt test (suspect items) olarak iki alt teste ayrılır. Geçerli alt test, DMF tespitinde ölçülmesi amaçlanan hedef yetenekteki grup farklılıklarını kontrol etmek için dahili eşleştirme kriteri olarak kullanılır (Bolt, 2000). DMF analizi yapılacak maddeler bir gruba, geri kalan maddeler ise ikinci gruba alınacak şekilde test ikiye bölünerek analiz gerçekleştirilir. DMF çalışılan maddelerdeki performansların kıyaslanması için eşleştirme, ikinci gruptaki maddeler üzerindeki toplam puanlarla kestirilen gerçek puanlar üzerinden yapılır (Gierl, 2005).

Poly-SIBTEST DMF indeksinin tahmini şu şekilde verilir:

$$\hat{\beta} = \sum_{k=0}^{n_m} P_k (\bar{Y}_{Rk} - \bar{Y}_{Fk})$$

k: geçerli alt testteki puan düzeylerinin sayısı,

n_m : geçerli alt testteki maksimum puan seviyesi,

p_k : geçerli bir k alt test puanı alan bireylerin oranı,

Y_{Rk} : geçerli alt test puanı düzeyinde referans grup için çalışan grup üzerindeki ortalama madde puanı,

Y_{FK} : geçerli alt test puanı düzeyinde odak grup için çalışan grup üzerindeki ortalama madde puanıdır.

Sıfır hipotezi ile ilişkili poly-SIBTEST istatistiği, SIBTEST prosedürü ile kullanılan test istatistiği ile aynıdır.

$$poly - SIBTEST = \hat{\beta} / \hat{\sigma}(\hat{\beta})$$

$\hat{\sigma}(\hat{\beta})$: Poly-SIBTEST DMF indeksi tahmini standart hatasıdır.

SIBTEST ve Poly-SIBTEST ile elde edilen DMF etki büyüklüğünü yorumlamada Roussos ve Stout, (1996) tarafından önerilen ölçütler Tablo 2'deki gibidir. Bu değer negatif olduğunda madde odak grup lehine, pozitif olduğunda ise referans grup lehine DMF gösterir.

Tablo 2

β Değerleri Yorumlama Ölçütleri

DMF Düzeyi	β Değeri
A Düzeyi (İhmal edilebilir)	$ \beta < 0,059$
B Düzeyi (Orta Düzey)	$0,059 \leq \beta \leq 0,088$
C Düzeyi (Yüksek Düzey)	$ \beta \geq 0,088$

İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, konuyla ilgili yurt dışında ve yurt içinde kayıp verinin DMF'ye etkisinin incelendiği çalışmalara yer verilmiştir.

Banks ve Walker, (2006) iki kategorili verilerde RK ve ROK mekanizmalarında kayıp veriler olduğunda SIBTEST yönteminin performansını araştırmışlardır. Üç farklı odak referans grup oranı ile oluşturulan tam veri setlerinde RK ve ROK mekanizmalarında %5 ve %10 oranlarında kayıp veriler oluşturmuştur. Liste bazında silme ve sıfır atama yöntemleriyle kayıp veriler yerine değer atamıştır. Bu koşullar altında SIBTEST yönteminin performansı değerlendirilmiştir. I.tip hata

ve güç oranları karşılaştırıldığında liste bazında silme yönteminin kullanımını önermişlerdir (akt. Banks, 2015).

Emenogu, Falenchuck ve Childs, (2010) kayıp veriler yerine değer atama yöntemlerinin MH yöntemiyle DMF tespiti üzerine etkisini incelemişlerdir. İki kategorili puanlanmış yirmi beş maddelik bir testle çalışılmıştır. Odak referans grup oranı sabit tutulmuş, ROK mekanizması altında kayıp veriler oluşturularak çift bazında silme, liste bazında silme ve sıfır atama yöntemleriyle kayıp veriler yerine değer atanmıştır. DMF belirlemek amacıyla MH yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda çift bazında silme yönteminin en iyi sonuçları verdiği gözlemlenmiştir.

Falenchuk ve Herbert, (2009) çalışmalarında iki kategorili puanlanan yirmi beş maddeden oluşan veri seti kullanmışlardır. ROK mekanizması altında veri silinen çalışmada, kayıp veriyle başa çıkma yöntemi olarak liste bazında silme, çift bazında silme ve sıfır atama yöntemleri ve DMF belirleme yöntemi olarak MH kullanılmıştır. Performanslar değerlendirildikten sonra kayıp veriyle başa çıkma yöntemi olarak çift bazında silme yönteminin kullanılmasını önermişlerdir (akt. Banks, 2015).

Finch, (2011a) çalışmasında tek biçimli DMF analizinde, kayıp veriler varlığında ÇDA yönteminin etkililiğini 1. tip hata ve güç oranlarını hesaplayarak incelemiştir. İki kategorili puanlanan maddelerle çalışmıştır. Üç farklı örneklem büyüklüğü belirlemiş, odak referans grup oranını sabit tutmuştur. TRK, RK ve ROK mekanizmaları altında %5 ve %10 oranlarında kayıp veri oluşturmuştur. ÇDA, liste bazında silme ve sıfır atama yöntemlerinin etkililiğini MH, LR ve SIBTEST yöntemleriyle DMF belirleyerek karşılaştırmıştır. RK mekanizmasında sıfır atama için 1. tip hata oranlarının şişirildiğini belirtirken TRK ve ROK mekanizmalarında ise sonuçların tam veri seti sonuçlarıyla benzer olduğunu belirtmiş. Ayrıca liste bazında silme ve ÇDA yöntemlerinin 1. tip hataları ve güç oranları tam veri setiyle benzer sonuçlar gösterdiği belirtilmiştir.

Finch, (2011b) çalışmasında iki kategorili verilerde kayıp verilerin tek biçimli olmayan DMF üzerindeki etkisini araştırmıştır. Yirmi ve kırk olmak üzere iki farklı test uzunluğu, üç farklı örneklem büyüklüğü ve sabit odak referans grup oranı koşullarında çalışmasını yürütmüştür. TRK, RK ve ROK mekanizmalarında %10, %20 ve %30 oranlarında kayıp veri oluşturmuştur. Kayıp veri atama yöntemlerinden

sıfır atama, liste bazında silme, ÇDA ve stokastik regresyon atama yöntemleriyle veri ataması gerçekleştirmiştir. SIBTEST, LR ve olabilirlik oranı yöntemlerini kullanarak DMF belirlemiştir. Tüm DMF yöntemleri için önerilen geleneksel kayıp veri tekniği liste bazında silme ve önerilen atama yöntemi ÇDA olmuştur.

Garrett, (2009) kayıp veri, DMF ve etki büyüklüğünü araştıran bir Monte Carlo çalışması yapmıştır. Çok kategorili puanlanan 20 madde üzerinden beş farklı odak referans grup oranı belirleyerek çalışmasını yürütmüştür. TRK mekanizması altında %10, %25 ve %40 oranlarında kayıp veri setleri oluşturmuştur. ÇDA ve ortalama değer atama yöntemleri ve DMF belirleme yöntemlerinden MH ve ordinal LR yöntemlerinin etkisini araştırmıştır. MH ve ordinal LR performansının, kayıp verilerin yüzdesine, DMF'nin büyüklüğüne ve örneklem büyüklüğü oranına bağlı olduğunu belirtmiştir. Her iki DMF belirleme yöntemi kullanıldığında da kayıp veriyle başa çıkma yöntemlerinde ÇDA kullanılması önerilmiştir.

Robitzsch ve Rupp, (2009) MH ve LR yöntemleriyle DMF analizinde kayıp verilerin DMF'nin işleyişi üzerine etkisini araştırmışlardır. İki kategorili puanlanan 20 ve 40 maddelik iki test üzerinde çalışmalarını yürütmüşlerdir. Odak-referans grup oranı sabit tutulurken üç farklı örneklem büyüklüğü belirlenmiştir. TRK, RK ve ROK mekanizmaları altında %10 ve %30 oranlarında kayıp veri oluşturmuşlardır. Liste bazında silme, sıfır atama, çift yönlü atama, düzeltilmiş çift yönlü atama ve zincirleme denklemlerle çoklu atama yöntemleriyle kayıp değerler yerine veri atamışlardır. DMF belirlemek amacıyla MH ve LR yöntemlerini kullanmışlardır. RK ve ROK mekanizmaları altında sıfır atama kullanıldığında yanlılık meydana gelirken, diğer kayıp veri yöntemleri için hiçbir yanlılık oluşmadığını belirtmişlerdir. Kayıp veri tekniklerinin hiçbirinin TRK mekanizması altında yanlılık göstermediği değerlendirilmiştir. Ayrıca DMF belirleme yöntemlerinin farklı bir etkiye neden olmadığını ve her ikisinin de uygun olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir.

Rousseau, Bertrand ve Boiteau, (2006) çalışmalarında çok kategorili puanlanan verilerde kayıp veri atandığında farklı DMF yöntemlerinin verimliliğini incelemişlerdir. Odak referans grup oranı ve örneklem büyüklüğü koşulları sabit tutulmuştur. TRK mekanizması altında %15 ve %25 oranlarında kayıp oluşturulmuş ve kayıp veri setlerinin ataması ÇDA, sıfır atama yöntemleriyle yapılmıştır. Bu atamalarda MH, LR ve telafi edici DMF yöntemlerinin etkililiği değerlendirilmiştir (akt. Banks, 2015).

Sedivy, Zhang ve Traxel, (2006) kayıp veriler varlığında iki kategorili puanlanan maddelerde DMF'nin tespiti üzerinde çalışmışlardır. Üç farklı örneklem büyüklüğünde, TRK mekanizması altında %10 ve %30 oranlarında kayıp veri setleri oluşturulmuştur. Liste bazında silme, en düşük puan tahmini yöntemleriyle kayıp veriler yerine değer ataması ve MH, LR, ordinal LR ve poly-SIBTEST yöntemleriyle DMF analizleri gerçekleştirilmiştir. Her iki DMF yönteminde de tam veri setlerine benzeyen her bir eksik veri tekniği için I. tip hata oranları elde edildiği belirtilmiştir. Güç oranları değerlendirildiğinde ise liste bazında silme yerine en düşük puan ataması kullanıldığında güç oranının daha büyük olma eğiliminde olduğu görülmüştür. En düşük puan tahmini, önerilen kayıp veri atama yöntemi olmuştur (akt. Banks, 2015).

Tamcı, (2019) iki kategorili verilerde farklı kayıp veri atama yöntemlerinin DMF üzerindeki etkilerinin araştırmıştır. Sıfır atama, çoklu değer atama ve BM yöntemlerinin farklı koşullar altında DMF üzerindeki etkilerini 1. tip hata ve güç hesaplamalarıyla değerlendirmiştir. İki farklı örneklem büyüklüğü ve dört farklı odak-referans grup oranı koşulları belirlenmiştir. Kayıp verileri %10, %20 ve %30 oranlarında TRK mekanizması altında oluşturulmuş ve DMF belirleme yöntemi olarak SIBTEST yöntemini kullanılmıştır. İncelemeleri sonucu kayıp veri oranının fazla olduğu durumlarda ÇDA yönteminin kullanımını, DMF'li maddelerin doğru tespit edilmesi daha önemli olduğunda ise BM yönteminin kullanılması önerilmiştir.

Selvi ve Alıcı, (2018) kayıp veri atama yöntemlerinin farklı DMF belirleme yöntemlerine etkisini incelemişlerdir. Seksen çoktan seçmeli maddeden oluşan test iki kategorili puanlanmıştır. Çalışmalarında kayıp veriyle başa çıkma yöntemi olarak BM ve regresyon atama, DMF belirleme yöntemi olarak MH, standartlaştırılmış yöntem ve olabilirlik oran testi kullanılmıştır. Klasik test kuramına dayalı DMF yöntemlerinin madde tepki kuramına dayalı yöntemlere göre kendi içinde daha tutarlı olduğu yorumuna ulaşılmıştır. Kayıp veri atama yöntemleri DMF'li maddelerde farklılığa sebep olduğuna ve bu farkın MH yönteminde önemli bir düzeyde olduğu belirtilmiştir.

Ulusal ve uluslararası literatürde ayrı ayrı DMF ve kayıp veri ile ilgili çalışmaların sayısı fazladır ancak kayıp veri yerine değer atama yöntemlerinin DMF üzerine etkisini inceleyen çalışmaların çok az olduğu görülmüştür. Alan yazında araştırma konusu ile ilgili geçmişte yapılan çalışmaların genelinde veriler iki

katgorili puanlanan maddeler ve simülasyon verisi üzerinden yürütülmüştür. Bu durum gerçek bir uygulamadan alınmış verilerle yürütülmüş bir çalışmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Gerçek veriler kullanılmasına ek olarak bu çalışma özellikle hem iki hem çok kategorili puanlanmış maddelerden oluşan karma bir test üzerinden yürütülmüştür. Bu konuda alan yazında karma testle yapılan bir çalışmaya rastlanmamasından dolayı literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



Bölüm 3

Yöntem

Bu bölümde araştırmanın modeli, evreni ve örnekleme, veri toplama süreci, veri toplama araçları, incelenen koşullar ve verilerin analizine yer verilmiştir.

Araştırmanın Modeli

Farklı koşullarda, tam veri setlerinden elde edilecek referans sonuçlar kullanarak farklı kayıp veriyle başa çıkma yöntemlerinin DMF üzerindeki etkisinin incelemesi amaçlanan bu araştırma ilişkisel tarama modeli ile yürütülmüştür. Tarama modeli mevcut durumda var olanı betimlerken, ilişkisel araştırmalarda değişkenlerin birbirleriyle ne şekilde ilişkili olduğu incelenir (Karasar, 2011).

Araştırmanın Evreni ve Örnekleme

Bu çalışma IEA tarafından gerçekleştirilen TIMSS 2019 çalışmasına katılan öğrencilerin verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evrenini TIMSS 2019 sekizinci sınıf değerlendirmesine katılan yaklaşık 250 bin öğrenci oluşturmaktadır. Örnekleme ise yine TIMSS 2019 sekizinci sınıf değerlendirmesine katılan anadili İngilizce olan ve olmayan ülkeler arasından fen ortalamaları birbirine yakın 5 ülkenin öğrencilerinden 9 numaralı kitapçığı alan öğrenciler oluşturmaktadır. Eldeki veri seti düzenlenmiş ve veri seti eksiksiz hâle getirildiğinde 1160 öğrenci analize dâhil edilmiştir. DMF kaynağı olarak incelenen anadil değişkenine göre veri setinde yer alan öğrenci sayılarının ülkelere dağılımı, ülkelerin fen ortalamaları ve anadilleri Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3

TIMSS 2019 Fen Bilimleri Testinde 9 Numaralı Kitapçığı Alan Öğrencilerin Ükelere Göre Dağılımı, Ükelerin Fen Ortalamaları ve Anadilleri

Ülke	Öğrenci Sayısı	Fen Ortalaması	Anadil
İngiltere	177	517(4,8)	İngilizce
Amerika	403	522(4,7)	İngilizce
İsveç	192	521(3,2)	İsveççe
Türkiye	194	515(3,7)	Türkçe
Portekiz	194	519(2,9)	Portekizce

() standart hatalar parantez içinde verilmiştir.

Veri Toplama Süreci

Bu araştırmada kullanılan TIMSS 2019 verilerine, IAE'in resmi internet sayfasından (<https://timss2019.org/international-database/>) ulaşılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri, TIMSS 2019 fen bilimleri testine ait çok kategorili puanlanan maddelerin en fazla olduğu 9 numaralı kitapçıkta yer alan on yedi maddeye, İngiltere, Amerika, İsveç, Portekiz ve Türkiye'den katılım sağlayan öğrenci yanıtlarından oluşmaktadır. Kitapçıkta kullanılan 17 maddenin on ikisi çoktan seçmeli, beşi ise açık uçludur. Açık uçlu maddeler 0-1-2 şeklinde puanlanan çok kategorili puanlanmış maddelerdir.

İncelenen Koşullar

Araştırmada örneklem büyüklüğü ve odak-referans grup oranı sabit tutulmuştur. A, B ve C olmak üzere DMF düzeyi; %10 ve %20 olmak üzere kayıp veri oranı; TRK ve RK olmak üzere kayıp veri mekanizmaları; MZMC, BM ve ÇDA olmak üzere kayıp veriyle başa çıkma yöntemleri olacak şekilde dört koşul oluşturulmuştur. Araştırmada ele alınan koşullar ve düzeyleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

İncelenen Koşullar

Koşullar	Düzeyler
DMF Düzeyi	A
	B
	C
Kayıp Veri Oranı	%10
	%20
Kayıp Veri Mekanizması	TRK
	RK
	MZMC
Kayıp Veri Atama Yöntemi	BM
	ÇDA (5 atama)

DMF düzeyi tam verilerden elde edilen sonuçlara göre belirlenmiştir. Diğer koşulların düzeyleri eksik verilerin oluşturulması ve eksik veri ataması sürecinde gerçekleştirilmiştir.

%10 ve %20 oranlarında TRK ve RK koşulları altında dört veri seti oluşturulmuştur. Bu dört veri setine;

- MZCM yöntemiyle atama yapılarak dört,
- BM yöntemiyle atama yapılarak dört,
- ÇDA yöntemiyle ise bu dört veri setine ayrı ayrı beşer atama yapılarak yirmi veri seti elde edilmiştir.

ÇDA yöntemiyle elde edilen yirmi veri seti, DMF analizleri yapılarak birleştirme işlemi sonucunda dört veri setine indirgenmiştir. İndirgenme işlemi bir örnekle açıklamak gerekirse, TRK mekanizmasında %10 kayıp veri oranına sahip kayıp veri setine ÇDA yöntemiyle beş atama yapılmıştır. Bu beş veri setine ayrı ayrı DMF analizleri yapılarak DMF analiz sonuçlarının ortalaması alınmak suretiyle tek veri setine dönüştürülmüştür. Bu işlem dört koşul için de gerçekleştirilmiştir.

Üç yöntemle atama yapılan veri seti sayısı toplamda yirmi sekiz iken, ÇDA ile atama yapılan veri setleri birleştirildiğinde on iki veri seti elde edilmiştir.

Verilerin Analizi

Verilerin analizi altı aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada TIMSS 2019 fen bilimleri testinden elde edilen tam veri setine açıcı faktör analizi yapılmıştır. Bunun için R programı “psych” paketinde yer alan “fa” ve “mixedCor” fonksiyonlarından yararlanılmıştır. İkinci aşamada tam veri setinden R programı “missMethod” paketi kullanılarak %10 ve %20 oranlarında RK ve TRK mekanizmalarında dört kayıp veri seti oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada oluşturulan kayıp veri setlerinin kayıp veri mekanizmaları IBM SPSS 24.0 programında incelenmiştir. Dördüncü aşamada kayıp veri oluşturulan veri setlerine MZMC, BM ve ÇDA yöntemleri ile kayıp veriler yerine atama yapılmıştır. MZMC ataması Lisrel 8.80, BM ve ÇDA yöntemleriyle atamalar ise 5 atama sayısı seçilerek IBM SPSS 24.0 programı ile gerçekleştirilmiştir. Beşinci aşamada ise tam veri seti ve kayıp veriler yerine değer atanmış yirmi sekiz veri setine poly-SIBTEST tekniğiyle DMF analizleri yapılmıştır. Analizler SIBTEST bilgisayar programı ile yürütülmüştür.

ÇDA yöntemiyle atama yapılan veri setlerinin DMF sonuçları ortalama alınarak birleştirilmiş ve on üç veri setinin sonuçları elde edilmiştir. Beşinci adımda elde edilen sonuçlardan tam veri setine ait olan DMF analizi referans olarak alınmış ve elde edilen diğer sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Analiz sürecindeki tüm adımlar aşağıda detaylı olarak sunulmuştur.

Açımlayıcı faktör analizi. Verilerin tek boyutluluğunu incelemek için açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizinden önce veri yapısının faktörlenebilirliğini incelemek için örneklem yeterliği ölçütü olan Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi ve Bartlett küresellik testi yapılmıştır. KMO, 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Bu değerler 0,90 çok iyi, 0,80 iyi, 0,70 orta, 0,60 ortanın altı, 0,50 kötü ve 0,50'nin altı kabul edilemez olarak sınıflandırılır (Kaiser, 1974). Diğer yandan verilerin dağılımının çoklu normalliği sağlayıp sağlamadığını test eden Bartlett küresellik testinin anlamlı olması beklenir. Tam veri setinden elde edilen KMO ve Bartlett küresellik testi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5

Tam Veri Setinin KMO ve Bartlett Değerleri

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)	Bartlett Küresellik Testi		
	χ^2	df	p
0.71	1026,117	136	0,00

Tablo 5 incelendiğinde KMO değeri 0,70'tir. Yani orta düzeydedir. Bartlett küresellik testinden elde edilen ki-kare istatistiği 0,05 düzeyinde anlamlı bulunmuştur ($\chi^2 = 1026,117$, $p < 0,05$). Bu durum verilerin açımlayıcı faktör analizine uygun olduğunu gösterir.

Açımlayıcı faktör analizi, faktör sayısı üç ile sınırlandırılarak yapılmıştır. Analiz sonucunda ilk üç faktöre ait özdeğerler ve varyans açıklama oranları Tablo 6'da verilmiştir.

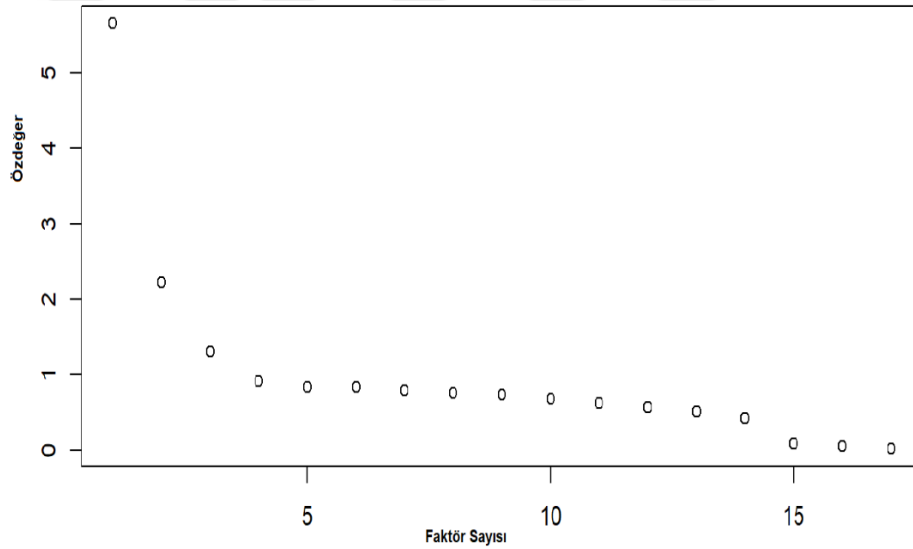
Tablo 6

Özdeğerler ve Faktör Yükleri Sonuçları

Faktör	Özdeğer	Varyans Oranı
1	5,65	0,31
2	2,22	0,11
3	1,30	0,04

Tablo 6'daki verilere göre toplam varyansın %31'i birinci faktör tarafından açıklanmaktadır. Bu oran verinin tek boyutluluğunu destekler. Büyüköztürk (2013) tek boyutlu ölçeklerde açıklanan varyansın %30 olmasının yeterli olacağını belirtmiştir.

Boyut sayısının belirlenmesi amacıyla Şekil 6'daki yamaç-eğim grafiği de incelenmiştir.



Şekil 6. Yamaç-eğim grafiği

Şekil 6 incelendiğinde birinci özdeğerden sonra keskin bir düşüşün olması verilerin tek boyutluluğunu desteklemektedir.

Üç boyut için faktör yükleri de Tablo 7'de incelenmiştir.

Tablo 7

Tam Veri Seti AFA Sonuçları

Madde Numarası	Madde	Faktör Yükleri		
		1	2	3
1	SE62095	0,40	0,26	0,36
2	SE62018	0,49	0,27	0,06
3	SE72033	0,54	0,40	-0,13
4	SE72005	0,57	0,40	-0,15
5	SE72920	0,26	0,16	0,16
6	SE62099	0,42	0,33	0,03
7	SE62132	0,37	0,19	-0,15
8	SE62153	0,36	0,28	0,06
9	SE62205	0,47	0,24	0,28
10	SE62190	0,41	0,27	-0,52
11	SE72031	0,39	0,30	0,29
12	SE72086A	0,83	-0,48	-0,03
13	SE72086B	0,84	-0,49	0,01
14	SE72086C	0,86	-0,42	-0,01
15	SE72086D	0,87	-0,42	0,03
16	SE72123	0,40	0,18	-0,16
17	SE72220	0,39	0,25	-0,05

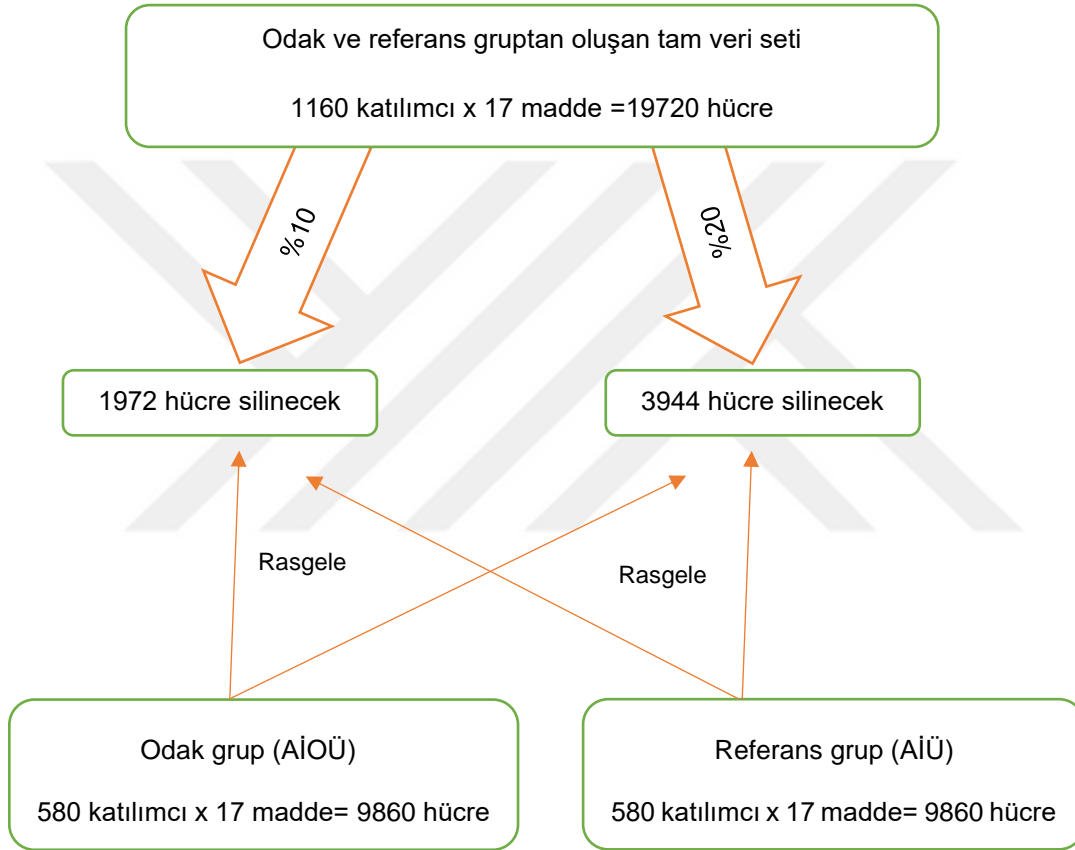
Tablo 7 incelendiğinde birinci faktörde genel olarak faktör yüklerinin 0,36 ile 0,87 arasında değiştiği, ikinci ve üçüncü faktörlerden yüksek yük değerleri aldığı görülmüştür.

Gözlenen değişkenin uygun faktörlenebilmesi için değişkenin bulunduğu boyuttaki faktör yükünün en az 0,32 olması istenir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Ancak bu koşul, madde sayısı az olduğunda 0,30 kabul edilebilir (Büyüköztürk, 2005). Bu araştırmada birinci faktör yükünde sadece 5.madde 0,30'un altında gözlenmiş ve bu madde çıkarılmadan analizlere devam edilmiştir.

Bu sonuçlar ışığında verinin tek boyutlu olduğu kabul edilerek analizlerin sonraki aşamasına geçilmiştir.

Kayıp veri oluşturma. Kayıp veri oluşturma aşamasında TRK ve RK mekanizmalarına uygun farklı kayıp veri oranlarında dört veri seti elde edilmiştir.

TRK mekanizmasına uygun olarak elde edilen 2 veri seti, tam veri setinden %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulmuştur. TRK mekanizmasına uygun veri silme işlemi R programındaki “missMethod” paketi yardımıyla 17 maddenin her birinden eşit sayıda rasgele veri silinerek oluşturulmuştur. TRK mekanizmasında veri silme işlemiyle ilgili hesaplamalar Şekil 7’de verilmiştir.

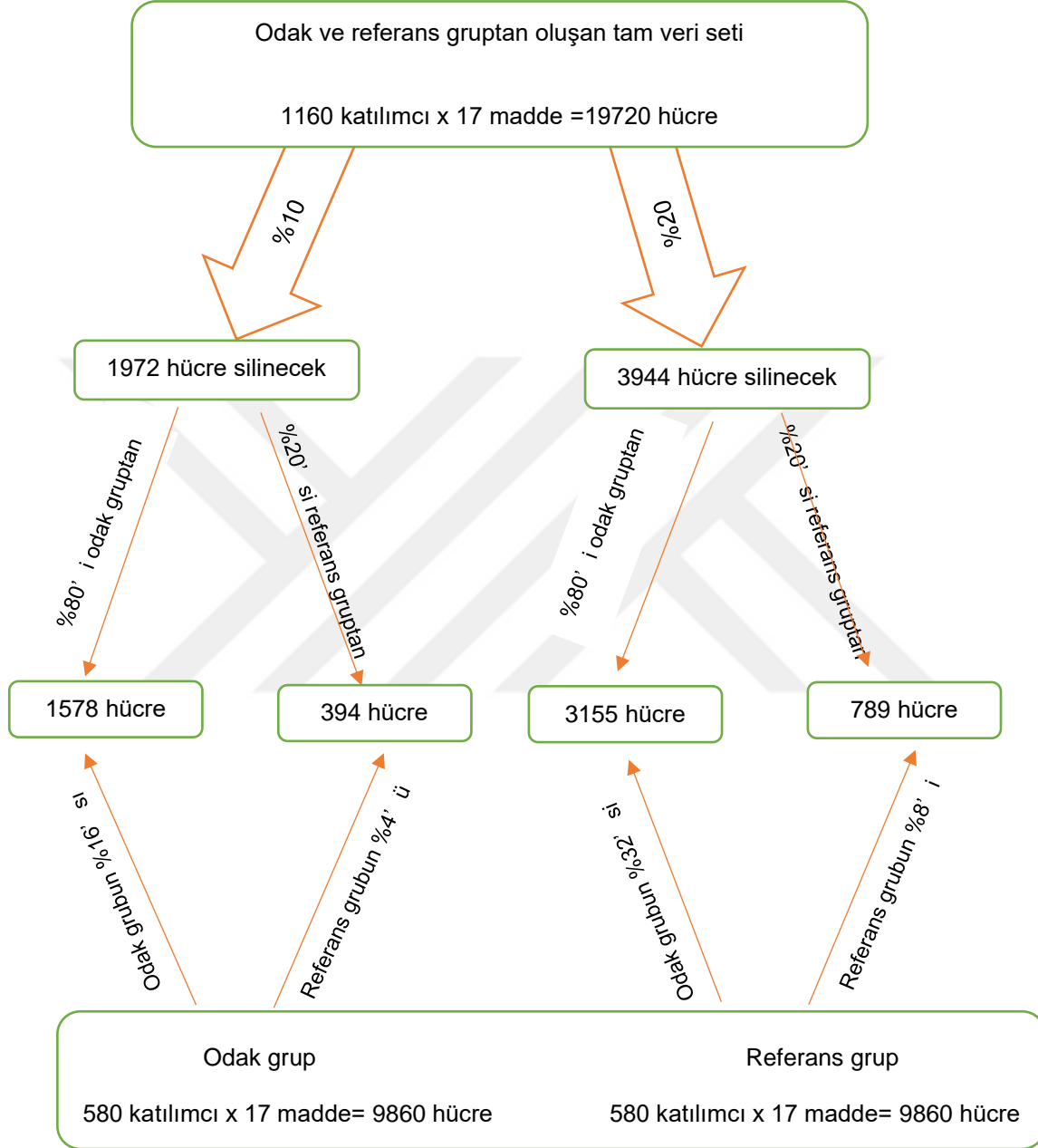


Şekil 7. TRK mekanizmasında kayıp veri silme hesaplamaları

Şekil 7 incelendiğinde %10 oranında kayıp oluşturmak için 1972 hücre ve %20 oranında kayıp için 3944 hücre AİÖÜ olan odak ve AİÜ olan referans gruptan rasgele seçilerek silinmesi gerektiği görülmektedir.

Diğer iki veri seti %10 ve %20 oranlarında RK mekanizması altında veri silinerek oluşturulmuştur. RK mekanizmasına uygun kayıp veri oluşturma işlemi, silinecek verilerin %80'i odak gruptan ve %20'si referans gruptan rasgele veri silinerek gerçekleştirilmiştir.

RK mekanizmasında veri silme işlemiyle ilgili hesaplamalar Şekil 8’de verilmiştir. Bu hesaplamalar sonucu uygun kodlar oluşturularak silme işlemi yine R programındaki “missMethod” paketi yardımıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 8. RK mekanizmasında kayıp veri silme hesaplamaları

Şekil 8 incelendiğinde veri silme işleminde tam veri setinde yapılan hesaplamalar sonucu %10 oranında kayıp oluşturmak için odak gruptan rasgele 1578 ve referans gruptan rasgele 394 hücre; %20 oranında kayıp oluşturmak için odak gruptan rasgele 3155 ve referans gruptan rasgele 784 hücre silinmesi gerektiği

görülmektedir. Bu sayılar odak grupta sırasıyla %16 ve %4'e referans grupta ise %32 ve %8 oranlarına denk gelmektedir. Bu silme işlemleri yine tüm maddelerden eşit sayıda veri silinerek gerçekleştirilmiştir.

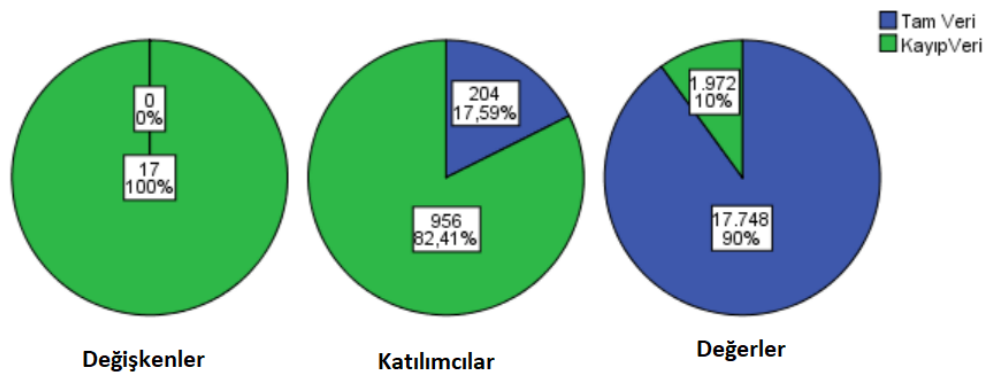
Kayıp veri mekanizmalarının incelenmesi ve kayıp veri yerine değer atama işlemleri bu aşamada elde edilen dört veri seti üzerinden yürütülmüştür.

Kayıp veri mekanizmalarının incelenmesi. Oluşturulan kayıp veri setlerinin kayıp veri mekanizmaları ve kayıp veri örüntüleri IBM SPSS 24.0 programında incelenmiştir. Kayıp veri mekanizmasının incelenmesi Little'ın MCAR testi ile gerçekleştirilmiştir.

Kayıp veri mekanizmasına yönelik aşamalara geçmeden önce veri setlerine ait betimsel istatistikler incelendiğinde tüm veri setlerinde anadil değişkenine ait kayıp veriye rastlanmamıştır. %10 oranında oluşturulmuş iki kayıp veri setinde 17 maddenin her birinde 116 adet, toplamda 1972 adet kayıp veri gözlenmiştir. %20 oranında oluşturulmuş veri setlerinde ise 17 maddenin her birinde 232 adet, toplamda 3944 adet kayıp veri gözlenmiştir.

Betimsel istatistiklerle belirlenen bu kayıp verilerin değişkenler, katılımcılar ve değerler içindeki sayıları ve yüzde olarak oranlarına pasta grafiklerinde yer verilmiştir.

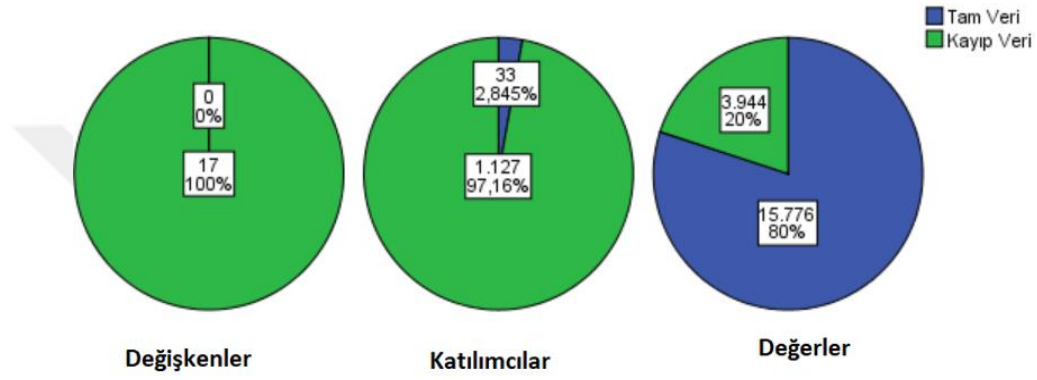
TRK mekanizmasıyla oluşturulan %10 kayıp veri içeren veri setinin değişkenler, katılımcılar ve değerler içindeki sayıları ve yüzde olarak oranları Şekil 9'da sunulmuştur.



Şekil 9. %10 TRK veri setinde kayıpların verilerin değişken, katılımcı ve tüm değerler içindeki oranı

Şekil 9 incelendiğinde değişkenler grafiğinde 17 değişkenin tamamında (%100) kayıp verilerin bulunduğu görülmüştür. Katılımcılar incelendiğinde 1160 katılımcıdan 204'ünde (%17,59) kayıp veri gözlenmemiş, 956'sında (%82,41) kayıp veri gözlenmiştir. Son grafikte ise veri setindeki 19720 hücreden 1972'sinde (%10) verilerin kayıp olduğu görülmüştür.

TRK mekanizmasıyla oluşturulan %20 kayıp veri içeren veri setinin değişken, katılımcı ve değerler içindeki sayıları ve yüzde olarak oranları Şekil 10'da sunulmuştur.



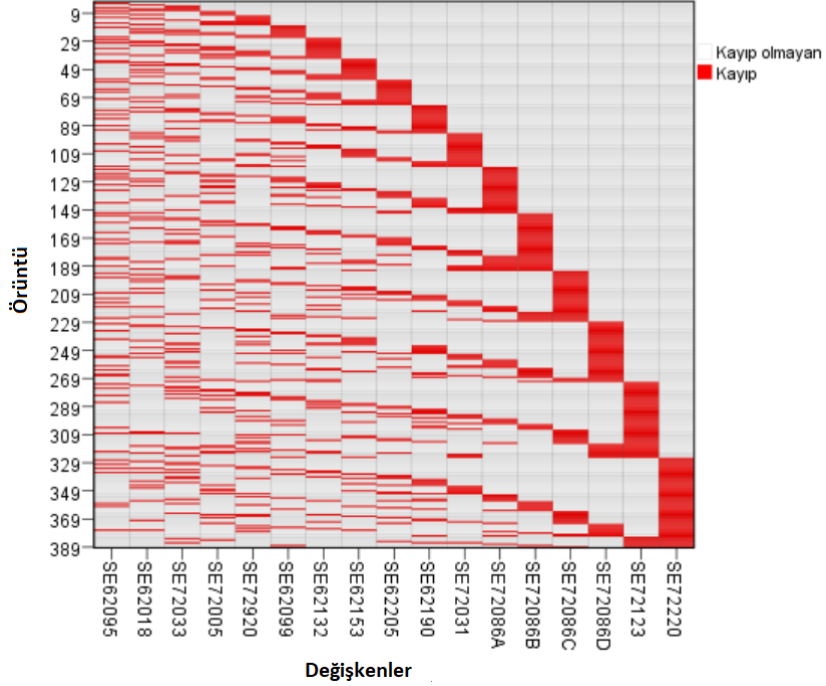
Şekil 10. %20 TRK veri setinde kayıpların verilerin değişken, katılımcı ve tüm değerler içindeki oranı

Şekil 10 incelendiğinde değişkenler grafiğinde 17 değişkenin tamamında (%100) kayıp verilerin bulunduğu görülmüştür. Katılımcılar incelendiğinde 1160 katılımcıdan 33'ünde (%2,84) kayıp veri gözlenmemiş, 1127'sinde (%97,16) kayıp veri gözlenmiştir. Son grafikte ise veri setindeki 19720 hücreden 3944'ünde (%20) verilerin kayıp olduğu görülmüştür.

IBM SPSS 24.0 programında oluşturulan kayıp veri örüntülerini gösteren grafikler Şekil 11 ve Şekil 12'de sunulmuştur. Grafiklerdeki kırmızı alanlar kayıp verileri, gri alanlar kayıp olmayan verileri temsil etmektedir. Grafiğin x ekseninde kayıp veri oranı artışına göre sıralanmış değişkenler bulunmaktadır. Elimizdeki kayıp veri setlerinde değişkenler eşit sayıda kayıp içerdiğinden Şekil 11 ve Şekil 12'de değişkenler veri setindeki veriliş sırasına göre dizilmiştir.

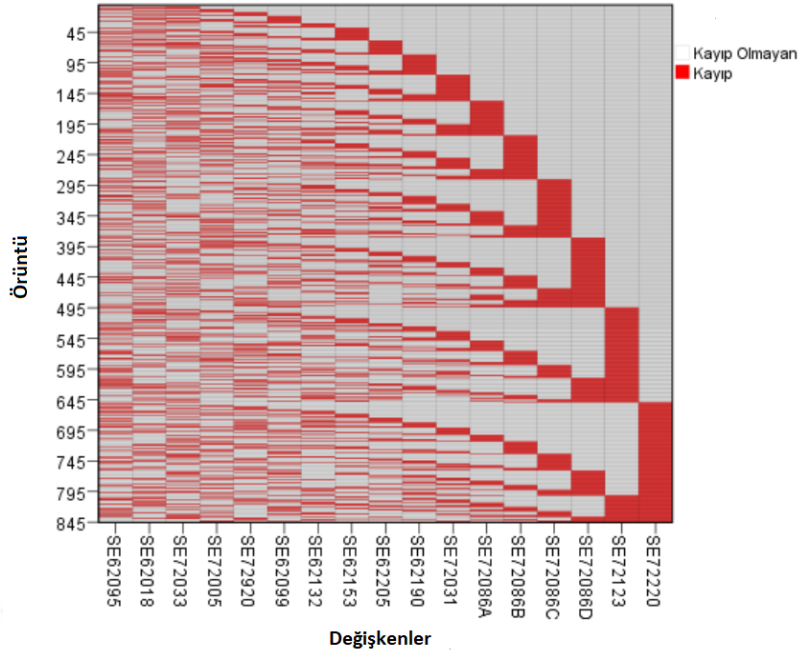
Grafiğin y eksenini ise kayıp örüntülerini göstermektedir. Bu örüntüler, her bir değişken solunda kalan diğer değişkenlerde gözlenebilen kayıp veri

kombinasyonlarına göre sıralanmıştır (Akbaş ve Koğar, 2020). Örneğin Şekil 11’de 389. satırdaki kırmızı alanlar SE62099, SE72086B, SE72123 ve SE7220 değişkenlerinde kayıp veriye sahip bireyleri göstermektedir. Bu grafikler, veri setindeki tüm kayıp veri örüntülerini bir arada gösterdiğinden örüntünün monoton yapıda olup olmadığının incelenmesini sağlar.



Şekil 11. %10 TRK veri seti kayıp veri örüntüsü grafiği

Şekil 11’de 17 değişkene ve 1160 katılımcıya ait 389 adet örüntü bulunmaktadır. Gözlenen verileri temsil eden gri hücreler grafiğin sağ alt kısmında, kayıp verileri temsil eden kırmızı hücreler de grafiğin sol üst kısmında kümelenmediğinden kayıpların belirli bir düzen içinde olmadığı ve monoton olmayan bir örüntü olduğu söylenebilir.



Şekil 12. %20 TRK veri seti kayıp veri örüntüsü grafiği

Şekil 12’de 17 değişkene ve 1160 katılımcıya ait 845 adet örüntü bulunmaktadır. Kayıpların monoton olmayan bir örüntüde olduğu söylenebilir.

Kayıp veri setlerindeki kayıpların TRK mekanizmasına sahip olup olmadığı, Little (2020) tarafından geliştirilen Little’ın MCAR testiyle de incelenmiştir. Her iki veri seti için de p değerleri istatistiksel olarak manidar olmadığından (%10 kayıp veri seti için $p=0,099$; %20 kayıp veri seti için $p=0,656$) verilerin tamamen rasgele olduğuna dair kanıt oluşturmuştur.

Kayıp verilerin TRK mekanizmasına uygunluğuna ilişkin istatistiksel testler bulunmasına rağmen, RK mekanizması için böyle bir durum yoktur. Bu durumda verilerin RK olarak nitelendirilmesi sadece bir varsayımdır (Schafer ve Graham, 2002).

Kayıp veriler yerine veri atama yöntemleri. Kayıp verilere BM, MZMC ve ÇDA yöntemleriyle atama yapılarak veri setleri oluşturulmuştur. MZMC yöntemiyle veri atama Lisrel programında, BM yöntemiyle veri atama IBM SPSS 24.0 programında yapılmıştır. TRK ve RK mekanizmalarında %10 ve %20 oranlarında kayıp verisi bulunan dört veri setine BM ve MZMC yöntemleriyle atama yapılarak sekiz veri seti oluşturulmuştur. ÇDA yöntemleriyle yapılacak atama sayısı Schafer ve Olsen (1998) farklı kayıp veri oranları için yapılabilecek atama sayılarının verimliliği tablosuna göre belirlenmiştir. ÇDA yöntemleriyle veri atama IBM SPSS

24.0 programında TRK ve RK mekanizmalarında %10 ve %20 oranlarında kayıp verisi bulunan her dört veri setine beşer atama yapılarak yirmi veri seti oluşturulmuştur.

Üç yöntemle atama yapılmış toplam yirmi sekiz veri seti oluşturulmuştur. Bu veri setlerinden ÇDA ile atama yapılan 20 veri seti DMF analizinden sonra birleştirilmiştir.

Değişen madde fonksiyonu analizleri. Son aşamada öncelikle tam veri setine DMF analizi yapılmıştır. DMF analizi anadil değişkenine göre yapılmıştır. Odak grup anadili İngilizce olmayan katılımcılardan, referans grup anadili İngilizce olan katılımcılardan oluşmaktadır. Tam veri setine ait betimsel istatistikler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8

Tam Veri Setine Ait Betimsel İstatistikler

İstatistikler	
No	580
N _R	580
N _T	1160
K _i	12
K _ç	5
K _T	17
Minimum Puan	0
Maksimum Puan	22
Ortalama	10,90
Mod	12
Medyan	11
Standart Sapma	4,27
Çarpıklık K.	-0,021
Basıklık K.	-0,554
Cronbach alfa	0,758

No: odak grup örneklem büyüklüğü, N_R: referans grup örneklem büyüklüğü, N_T: toplam örneklem büyüklüğü, K_i: iki kategorili puanlanan madde sayısı, K_ç: çok kategorili puanlanan madde sayısı, K_T: toplam madde sayısı

Tablo 8'daki 9 numaralı kitapçıktan oluşturulan tam veri setine ait betimsel istatistikler incelendiğinde odak grupta AİÖÜ'den 580 ve referans grupta AİÜ'den 580 olmak üzere toplamda 1160 katılımcı vardır. Veri setinde çok kategorili puanlanmış 5 madde (SE62095, SE62018, SE72033, SE72005, SE72920) ve iki kategorili puanlanmış 12 madde (SE62099, SE62132, SE62153, SE62205, SE62190, SE72031, SE72086A, SE72086B, SE72086C, SE72086D, SE72123, SE72220) bulunmaktadır. Kitapçığın ortalaması 10,9, modu 12, medyanı 11 olup birbirine yakın olduğundan dağılımın oldukça düzgün olduğunu söylenebilir. Çarpıklık ve basıklık katsayıları +1,-1 aralığında olduğundan normalden aşırı sapmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Tam veri setinin DMF analizinden sonra atama yapılarak elde edilen 28 veri setinde DMF analizleri yapılmıştır. Analizlerde poly-SIBTEST tekniği kullanılmıştır. Verilerdeki madde yapısı karma olup hem iki kategorili hem de çok kategorili maddeler içermektedir. Poly-SIBTEST tekniğinde yazılım her iki madde yapısını da okuyup puanlama aralıklarını 0-1 ve 0-1-2 olarak doğru belirlemektedir. Aynı zamanda testi bütün olarak görüp toplam puan belirlemeye izin vermektedir.

Poly-SIBTEST tekniğiyle DMF hem madde paketlerini hem de veri setindeki maddeleri tek tek analiz etmek için kullanılabilir (Camilli, 2006). DMF analizleri tam veri seti ve atama yapılarak elde edilen 28 veri setine her madde için tek tek yapılmıştır. Analizin her bir madde için ayrı ayrı yapılma sebebi referans ve odak gruptaki bireylerin toplam puanını geçerli alt testin oluşturması ve çalışan alt testteki maddelerin eşleştirme değişkenine dahil edilmemesidir. Çalışan alt testteki tek madde analiz edilirken geçerli alt teste dahil edilen diğer 16 madde toplam puanları belirlemiştir.

ÇDA yönteminde atama sayısı fazla olduğundan DMF analizleri aşamalar halinde verilmiştir.

1. ÇDA yöntemiyle her veri setine 5 farklı atama yapılmış ve 20 veri seti elde edilmiştir.
2. Elde edilen 20 veri seti için DMF analizleri yapılmıştır.
3. Kayıp veri seti için yapılan 5 atamanın DMF analizleri ortalaması alınarak tek bir DMF sonucunda birleştirilmiştir.
4. Üçüncü işlem 4 veri seti için de gerçekleştirilmiştir.

Kayıp veriler yerine değer atanarak elde edilen veri setlerinin DMF analizleri gerçekleştirildikten sonra sonuçlar tam veri seti DMF analiz sonuçları referans alınarak karşılaştırmalar yapılmıştır.



Bölüm 4

Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde araştırmanın amacı doğrultusunda elde edilen bulgulara ve yorumlara alt problemlerin sırası esas alınarak yer verilmiştir.

Kayıp verisi bulunmayan tam veri seti ve kayıp veri oluşturulduktan sonra kayıp veri ile başa çıkma yöntemleriyle veri atanarak oluşturulan veri setlerinin DMF analizlerinden elde edilen bulgular karşılaştırılmıştır.

Tam Veri Setine İlişkin Bulgular

Alt problemlere ilişkin bulgulara geçmeden önce, karşılaştırmalarda referans alınacak tam veri setinden elde edilen poly-SIBTEST sonuçları incelenmiştir.

Tablo 9

Tam Veri Setinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları

Madde Numarası	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup
1	-0,330	0,000*	C	Odak
2	0,147	0,000*	C	Referans
3	0,212	0,000*	C	Referans
4	0,123	0,002*	C	Referans
5	-0,109	0,003*	C	Odak
6	0,006	0,812		
7	0,042	0,133		
8	0,060	0,036*	B	Referans
9	-0,242	0,000*	C	Odak
10	0,169	0,000*	C	Referans
11	-0,155	0,000*	C	Odak
12	0,038	0,046*	A	Referans
13	0,022	0,261		
14	0,008	0,671		
15	0,028	0,097		
16	0,130	0,000*	C	Referans
17	-0,029	0,255		

Not: * $p < 0,05$; $|\beta| < 0,059$ A düzeyi, $0,059 \leq |\beta| < 0,088$ B düzeyi, $|\beta| \geq 0,088$ C düzeyi; $\beta < 0$ Odak grup lehine, $\beta > 0$ Referans grup lehine

Her bir maddenin etki büyüklüğü değeri, Roussos ve Stout (1996) tarafından önerilen kesme noktalarından yararlanılarak yorumlanmıştır. Ayrıca maddelerin avantaj sağladığı grup belirlenirken, istatistiksel olarak anlamlı pozitif β değerleri maddenin referans grup lehine, negatif olması ise maddenin odak grup lehine DMF gösterdiği anlamına gelmektedir (Boughton ve arkadaşları, 2000; Clauser ve Mazor, 1998).

Tablo 9'daki bulgular incelendiğinde 1 maddenin A, 1 maddenin B ve 9 maddenin C düzeyinde DMF gösterdiği belirlenmiştir. 1, 5, 9 ve 11. maddeler odak grup olan anadili İngilizce olmayanlar lehine işlerken diğer DMF'li maddeler ise referans grup yani anadili İngilizce olanlar lehine DMF göstermiştir.

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

1a. TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinden elde edilen tam veri setinden TRK mekanizmasına uygun, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulan veri setlerine MZMC yöntemiyle veri atanarak gerçekleştirilen DMF sonuçları nasıl değişmektedir?

Bu alt problemin çözümü için öncelikle TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinde 9 nolu kitapçığı alan 5 ülkeden öğrencilerin eksiksiz verilerinden oluşturulmuş tam veri setinden TRK mekanizmasına uygun %10 ve %20 oranında silinerek iki ayrı veri seti oluşturulmuştur. Bu veri setlerine MZMC yöntemiyle veri atanmış ve elde edilen veri setlerinin poly-SIBTEST sonuçları incelenmiştir. poly-SIBTEST analiz bulguları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10

TRK mekanizmalı, MZMC Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları

Madde Numarası	%10				%20			
	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup
1	-0,298	0,000*	C	Odak	-0,261	0,000*	C	Odak
2	0,134	0,000*	C	Referans	0,133	0,000*	C	Referans
3	0,216	0,000*	C	Referans	0,140	0,001*	C	Referans
4	0,121	0,002*	C	Referans	0,100	0,006*	C	Referans
5	-0,120	0,001*	C	Odak	-0,096	0,004*	C	Odak
6	-0,017	0,532			0,006	0,830		
7	0,052	0,056			-0,005	0,842		
8	0,058	0,039*	A	Referans	0,053	0,052		
9	-0,227	0,000*	C	Odak	-0,201	0,000*	C	Odak
10	0,157	0,000*	C	Referans	0,127	0,000*	C	Referans
11	-0,137	0,000*	C	Odak	-0,133	0,000*	C	Odak
12	0,027	0,145			0,021	0,246		
13	0,024	0,202			0,015	0,443		
14	0,017	0,380			0,000	0,988		
15	0,028	0,110			0,024	0,153		
16	0,122	0,000*	C	Referans	0,119	0,000*	C	Referans
17	-0,045	0,071			0,005	0,845		

Not: * $p < 0,05$; $|\beta| < 0,059$ A düzeyi, $0,059 \leq |\beta| < 0,088$ B düzeyi, $|\beta| \geq 0,088$ C düzeyi; $\beta < 0$ Odak grup lehine, $\beta > 0$ Referans grup lehine

Tablo 10 incelendiğinde %10 TRK mekanizmalı veri setine MZMC atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçlarına göre, 1 maddenin A ve 9 maddenin C düzeyinde DMF gösterdiği belirlenmiştir. 1, 5, 9 ve 11. maddeler odak grup lehine, diğer DMF'li maddeler ise referans grup lehine DMF göstermiştir. Tam veri seti sonuçlarıyla karşılaştırıldığında DMF gösteren maddelerden 12. maddenin DMF göstermediği ve 8. maddenin farklı DMF düzeyinde olduğu gözlenmiştir.

%20 TRK mekanizmalı veri setine MZMC atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçlarına göre ise 9 maddenin C düzeyinde DMF gösterdiği belirlenmiştir. 1, 5, 9 ve 11. maddeler odak grup lehine DMF gösterirken diğer DMF'li maddeler ise referans grup lehine DMF göstermiştir. Tam veri seti sonuçlarıyla karşılaştırıldığında DMF gösteren maddelerden 8 ve 12. maddeler DMF göstermemiştir.

%10 ve %20 oranlarında kayıp veri içeren ve MZMC yöntemi ile atama yapılan veri setlerinin her ikisinde de tam veri setinde DMF'li olmayan maddelerin hiçbiri DMF göstermemiştir. Tam veri setindeki DMF'li maddelerin, %10 ve %20 oranlarında sırasıyla %91 ve %82'si DMF göstermiştir.

1b. TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinden elde edilen tam veri setinden TRK mekanizmasına uygun, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulan veri setlerine BM yöntemiyle veri atanarak gerçekleştirilen DMF sonuçları nasıl değişmektedir?

TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinde 9 nolu kitapçığı alan 5 ülkeden öğrencilerin eksiksiz verilerinden oluşturulmuş tam veri setinden TRK mekanizmasına uygun %10 ve %20 oranında veri silinerek oluşturulan veri setlerine BM yöntemiyle veri atanarak elde edilen veri setlerinin poly-SIBTEST sonuçları incelenmiştir. poly-SIBTEST analiz bulguları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11

TRK mekanizmalı, BM Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları

Madde Numarası	%10				%20			
	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup
1	-0,291	0,000*	C	Odak	-0,264	0,000*	C	Odak
2	0,127	0,000*	C	Referans	0,122	0,000*	C	Referans
3	0,222	0,000*	C	Referans	0,150	0,000*	C	Referans
4	0,127	0,001*	C	Referans	0,097	0,006*	C	Referans
5	-0,128	0,000*	C	Odak	-0,102	0,002*	C	Odak
6	-0,024	0,370			-0,017	0,519		
7	0,054	0,046	A	Referans	0,013	0,614		
8	0,055	0,048*	A	Referans	0,046	0,091		
9	-0,223	0,000*	C	Odak	-0,195	0,000*	C	Odak
10	0,173	0,000*	C	Referans	0,144	0,000*	C	Referans
11	-0,147	0,000*	C	Odak	-0,117	0,000*	C	Odak
12	0,025	0,183			0,026	0,155		
13	0,022	0,245			0,014	0,454		
14	0,009	0,614			0,000	0,988		
15	0,024	0,164			0,026	0,108		
16	0,111	0,000*	C	Referans	0,139	0,000*	C	Referans
17	-0,038	0,132			0,007	0,779		

Not: * $p < 0,05$; $|\beta| < 0,059$ A düzeyi, $0,059 \leq |\beta| < 0,088$ B düzeyi, $|\beta| \geq 0,088$ C düzeyi; $\beta < 0$ Odak grup lehine, $\beta > 0$ Referans grup lehine

Tablo 11 incelendiğinde %10 TRK mekanizmalı veri setine BM atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçlarına göre, 2 maddenin A, 9 maddenin C düzeyinde DMF gösterdiği belirlenmiştir. Tam veri seti sonuçlarından farklı olarak DMF'li maddelerden 12. madde DMF göstermemişken, DMF göstermeyen 7. maddenin DMF gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca 8. maddenin de DMF düzeyi farklılık göstermiştir.

%20 TRK mekanizmalı veri setine BM atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçlarında ise 9 maddenin C düzeyinde DMF gösterdiği, tam veri seti sonuçlarından farklı olarak DMF gösteren maddelerden 8 ve 12. maddelerin DMF göstermediği belirlenmiştir.

%10 ve %20 oranlarında kayıp veri içeren ve BM yöntemi ile atama yapılan veri setlerinin tam veri setinde DMF'li olmayan maddelerin sırasıyla %83 ve %100'ü DMF göstermemiştir. Tam veri setindeki DMF'li maddelerin sırasıyla %91 ve %82'si DMF göstermiştir.

1c. TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinden elde edilen tam veri setinden TRK mekanizmasına uygun, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulan veri setlerine ÇDA yöntemiyle veri atanarak gerçekleştirilen DMF sonuçları nasıl değişmektedir?

TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinde 9 nolu kitapçığı alan 5 ülkeden öğrencilerin eksiksiz verilerinden oluşturulmuş tam veri setinden TRK mekanizmasına uygun %10 ve %20 oranında veri silinerek oluşturulan veri setlerine ÇDA yöntemiyle veri atanarak elde edilen veri setlerinin poly-SIBTEST sonuçları incelenmiştir. poly-SIBTEST analiz bulguları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12

TRK mekanizmalı, ÇDA Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları

Madde Numarası	%10				%20			
	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup
1	-0,285	0,000*	C	Odak	-0,254	0,000*	C	Odak
2	0,134	0,000*	C	Referans	0,133	0,000*	C	Referans
3	0,213	0,000*	C	Referans	0,144	0,002*	C	Referans
4	0,132	0,001*	C	Referans	0,093	0,113		Referans
5	-0,130	0,002*	C	Odak	-0,104	0,004*	C	Odak
6	-0,010	0,906			-0,014	0,831		
7	0,042	0,489			0,060	0,246		
8	0,048	0,034*	A	Referans	0,045	0,007*	A	Referans
9	-0,223	0,000*	C	Odak	-0,191	0,000*	C	Odak
10	0,163	0,000*	C	Referans	0,126	0,000*	C	Referans
11	-0,148	0,000*	C	Odak	-0,113	0,000*	C	Odak
12	0,031	0,047*	A	Referans	0,022	0,060*	A	Referans
13	0,020	0,247			0,016	0,306		
14	0,014	0,376			-0,007	0,919		
15	0,030	0,036*	A	Referans	0,020	0,271	A	Referans
16	0,116	0,000*	C	Referans	0,120	0,000*	C	Referans
17	-0,046	0,068			-0,014	0,409		

Not: * $p < 0,05$; $|\beta| < 0,059$ A düzeyi, $0,059 \leq |\beta| < 0,088$ B düzeyi, $|\beta| \geq 0,088$ C düzeyi; $\beta < 0$ Odak grup lehine, $\beta > 0$ Referans grup lehine

Tablo 12 incelendiğinde %10 TRK mekanizmalı veri setine ÇDA atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçlarına göre, 3 maddenin A, 9 maddenin C düzeyinde DMF gösterdiği belirlenmiştir. Tam veri seti sonuçlarıyla karşılaştırıldığında DMF göstermeyen 15. maddenin A düzeyinde DMF gösterdiği ve 8.maddenin farklı DMF düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

%20 TRK mekanizmalı veri setine ÇDA atamasıyla oluşturulan veri setinde ise 3 maddenin A, 8 maddenin C düzeyinde DMF gösterdiği belirlenmiştir. 1, 5, 9 ve 11. maddeler odak grup lehine, diğer DMF'li maddeler ise referans grup lehine DMF göstermiştir. Tam veri seti sonuçlarından farklı olarak DMF gösteren 4. madde DMF göstermemiş, DMF göstermeyen 15.madde A düzeyinde DMF göstermiş ve 8. maddenin DMF düzeyi farklılık göstermiştir.

%10 ve %20 oranlarında kayıp veri içeren ve ÇDA yöntemi ile atama yapılan veri setlerinin her ikisinde de tam veri setinde DMF'li olmayan maddelerin %83 DMF göstermemiştir. Tam veri setindeki DMF'li maddelerin, %10 ve %20 oranlarında sırasıyla %100 ve %91'i DMF göstermiştir.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

2a. TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinden elde edilen tam veri setinden RK mekanizmasına uygun, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulan veri setlerine MZMC yöntemiyle veri atanarak gerçekleştirilen DMF sonuçları nasıl değişmektedir?

TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinde 9 nolu kitapçığı alan 5 ülkeden öğrencilerin eksiksiz verilerinden oluşturulmuş tam veri setinden RK mekanizmasına uygun %10 oranında veri silinerek oluşturulan veri setine MZMC yöntemiyle veri atanarak elde edilen veri setlerinin poly-SIBTEST sonuçları incelenmiştir. poly-SIBTEST analiz bulguları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13

RK mekanizmalı, MCMZ Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları

Madde Numarası	%10				%20			
	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup
1	-0,298	0,000*	C	Odak	-0,291	0,000*	C	Odak
2	0,154	0,000*	C	Referans	0,136	0,000*	C	Referans
3	0,188	0,000*	C	Referans	0,177	0,000*	C	Referans
4	0,114	0,003*	C	Referans	0,118	0,001*	C	Referans
5	-0,093	0,008*	C	Odak	-0,120	0,000*	C	Odak
6	0,008	0,768			-0,018	0,501		
7	0,012	0,668			0,046	0,089		
8	0,041	0,137			0,056	0,038*	A	Referans
9	-0,200	0,000*	C	Odak	-0,172	0,000*	C	Odak
10	0,151	0,000*	C	Referans	0,104	0,000*	C	Referans
11	-0,142	0,000*	C	Odak	-0,106	0,000*	C	Odak
12	0,028	0,145			0,001	0,941		
13	0,004	0,838			-0,008	0,687		
14	-0,002	0,896			-0,014	0,460		
15	0,023	0,180			0,012	0,497		
16	0,090	0,001*	C	Referans	0,092	0,001*	C	Referans
17	-0,006	0,814			0,043	0,069		

Not: * $p < 0,05$; $|\beta| < 0,059$ A düzeyi, $0,059 \leq |\beta| < 0,088$ B düzeyi, $|\beta| \geq 0,088$ C düzeyi; $\beta < 0$ Odak grup lehine, $\beta > 0$ Referans grup lehine

%10 RK mekanizmalı veri setine MZMC atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları incelendiğinde, 9 madde C düzeyinde DMF gösterdiği belirlenmiştir. 1, 5, 9 ve 11. maddeler odak grup lehine, diğer DMF'li maddeler ise referans grup lehine DMF göstermiştir. Tam veri setinde DMF gösteren 8 ve 12. maddelerin DMF göstermediği gözlenmiştir.

%20 RK mekanizmalı veri setine MZMC atamasıyla oluşturulan veri setinin sonuçları incelendiğinde, 1 maddenin A, 9 maddenin C düzeyinde DMF gösterdiği belirlenmiştir. Tam veri setinde DMF gösteren 12. maddenin DMF göstermediği ve 8. maddenin DMF düzeyinin farklı olduğu görülmüştür.

%10 ve %20 oranlarında kayıp veri içeren ve MZMC yöntemi ile atama yapılan veri setlerinin her ikisinde de tam veri setinde DMF'li olmayan maddelerin hiçbiri DMF göstermemiştir. Tam veri setindeki DMF'li maddelerin, %10 ve %20 oranlarında sırasıyla %82 ve %91'i DMF göstermiştir.

2b. TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinden elde edilen tam veri setinden RK mekanizmasına uygun, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulan veri setlerine BM yöntemiyle veri atanarak gerçekleştirilen DMF sonuçları nasıl değişmektedir?

TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinde 9 nolu kitapçığı alan 5 ülkeden öğrencilerin eksiksiz verilerinden oluşturulmuş tam veri setinden RK mekanizmasına uygun %10 oranında veri silinerek oluşturulan veri setine BM yöntemiyle veri atanarak elde edilen veri setlerinin poly-SIBTEST sonuçları incelenmiştir. poly-SIBTEST analiz bulguları Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14

RK mekanizmalı, BM Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları

Madde Numarası	%10				%20			
	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup
1	-0,288	0,000*	C	Odak	-0,278	0,000*	C	Odak
2	0,148	0,000*	C	Referans	0,159	0,000*	C	Referans
3	0,193	0,000*	C	Referans	0,177	0,000*	C	Referans
4	0,124	0,002*	C	Referans	0,131	0,000*	C	Referans
5	-0,107	0,002*	C	Odak	-0,148	0,000*	C	Odak
6	0,002	0,944			0,018	0,499		
7	0,017	0,531			0,017	0,519		
8	0,036	0,185			0,056	0,035*	A	Referans
9	-0,199	0,000*	C	Odak	-0,175	0,000*	C	Odak
10	0,148	0,000*	C	Referans	0,106	0,000*	C	Referans
11	-0,121	0,000*	C	Odak	-0,111	0,000*	C	Odak
12	0,017	0,390			-0,004	0,841		
13	-0,004	0,825			-0,013	0,484		
14	-0,009	0,606			-0,018	0,333		
15	0,014	0,412			0,002	0,887		
16	0,095	0,000*	C	Referans	0,099	0,000*	C	Referans
17	-0,005	0,851			0,072	0,002*	B	Referans

Not: * $p < 0,05$; $|\beta| < 0,059$ A düzeyi, $0,059 \leq |\beta| < 0,088$ B düzeyi, $|\beta| \geq 0,088$ C düzeyi; $\beta < 0$ Odak grup lehine, $\beta > 0$ Referans grup lehine

Tablo 14 incelendiğinde %10 RK mekanizmalı veri setine BM atamasıyla oluşturulan veri setinin polySIBTEST sonuçlarına göre, 9 madde C düzeyinde DMF göstermiştir. Tam veri seti sonuçlarıyla karşılaştırıldığında DMF gösteren 8 ve 12. maddelerin DMF göstermediği görülmüştür.

%20 RK mekanizmalı veri setine BM atamasıyla oluşturulan veri setinde ise 1 maddenin A, 1 maddenin B ve 9 maddenin C düzeyinde DMF gösterdiği

belirlenmiştir. 1, 5, 9 ve 11. maddeler odak grup lehine, diğer DMF'li maddeler ise referans grup lehine DMF göstermiştir. Tam veri seti sonuçlarından farklı olarak DMF gösteren 12. maddenin DMF göstermediği ve 8 ve 17. maddelerin DMF düzeylerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

%10 ve %20 oranlarında kayıp veri içeren ve BM yöntemi ile atama yapılan veri setlerinin her ikisinde de tam veri setinde DMF'li olmayan maddelerin sırasıyla tamamı ve %83'ü DMF göstermemiştir. Tam veri setindeki DMF'li maddelerin her iki veri setinde de %82'si DMF göstermiştir.

2c. TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinden elde edilen tam veri setinden RK mekanizmasına uygun, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulan veri setlerine ÇDA yöntemiyle veri atanarak gerçekleştirilen DMF sonuçları nasıl değişmektedir?

TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinde 9 nolu kitapçığı alan 5 ülkeden öğrencilerin eksiksiz verilerinden oluşturulmuş tam veri setinden RK mekanizmasına uygun %10 oranında veri silinerek oluşturulan veri setine ÇDA yöntemiyle veri atanarak elde edilen veri setlerinin poly-SIBTEST sonuçları incelenmiştir. poly-SIBTEST analiz bulguları Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15

RK mekanizmalı, ÇDA Atamasıyla Oluşturulan Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları

Madde Numarası	%10				%20			
	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup	β	p	DMF Düzeyi	Avantaj Sağladığı Grup
1	-0,304	0,000*	C	Odak	-0,304	0,000*	C	Odak
2	0,135	0,001*	C	Referans	0,110	0,004*	C	Referans
3	0,171	0,000*	C	Referans	0,191	0,000*	C	Referans
4	0,127	0,005*	C	Referans	0,085	0,028*	B	Referans
5	-0,088	0,015*	C	Odak	-0,104	0,010*	C	Odak
6	0,013	0,871			0,024	0,607		
7	0,027	0,189			0,053	0,030*	A	Referans
8	0,046	0,174			0,067	0,035*	B	Referans
9	-0,206	0,000*	C	Odak	-0,201	0,000*	C	Odak
10	0,150	0,000*	C	Referans	0,141	0,000*	C	Referans
11	-0,133	0,000*	C	Odak	-0,146	0,000*	C	Odak
12	0,028	0,131			0,025	0,229		
13	0,011	0,326			0,011	0,341		
14	0,006	0,693			0,008	0,702		
15	0,029	0,112			0,010	0,819		
16	0,101	0,000*	C	Referans	0,107	0,000*	C	Referans
17	-0,033	0,092			-0,013	0,894		

Not: * $p < 0,05$; $|\beta| < 0,059$ A düzeyi, $0,059 \leq |\beta| < 0,088$ B düzeyi, $|\beta| \geq 0,088$ C düzeyi; $\beta < 0$ Odak grup lehine, $\beta > 0$ Referans grup lehine

Tablo 15 incelendiğinde %10 RK mekanizmalı veri setine ÇDA atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçlarına göre, 9 madde C düzeyinde DMF gösterdiği belirlenmiştir. Tam veri seti sonuçlarından farklı olarak DMF gösteren 8 ve 12. maddelerin DMF göstermediği belirlenmiştir.

%20 RK mekanizmalı veri setine ÇDA atamasıyla oluşturulan veri setinde ise 1 maddenin A, 2 maddenin B ve 7 maddenin C düzeyinde DMF gösterdiği belirlenmiştir. Tam veri seti sonuçlarından farklı olarak DMF gösteren 12. maddenin DMF göstermediği, DMF göstermeyen 7. maddenin DMF gösterdiği ve 4. maddenin DMF düzeyinin farklı olduğu görülmüştür.

%10 ve %20 oranlarında kayıp veri içeren ve ÇDA yöntemi ile atama yapılan veri setlerinin her ikisinde de tam veri setinde DMF'li olmayan maddelerin %83'ü DMF göstermezken, tam veri setindeki DMF'li maddelerin, %10 ve %20 oranlarında sırasıyla %100 ve %91'i yine DMF göstermiştir.

%10 ve %20 oranlarında kayıp veri içeren ve ÇDA yöntemi ile atama yapılan veri setlerinin tam veri setinde DMF'li olmayan maddelerin sırasıyla tamamı ve %83'ü DMF göstermemiştir. Tam veri setindeki DMF'li maddelerin sırasıyla %82 ve %91'i DMF göstermiştir.

TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinde 9 nolu kitapçığı alan 5 ülkeden öğrencilerin eksiksiz verilerinden oluşturulmuş tam veri seti, TRK ve RK mekanizmalarına uygun %10 ve %20 oranında veri silinerek oluşturulan veri setlerine BM, MZM ve ÇDA yöntemleriyle veri atanarak elde edilen veri setlerinin poly-SIBTEST sonuçları bir arada Tablo 16'da özetlenmiştir.

Tablo 16

Tüm Veri Setlerinin Anadil Değişkenine Göre poly-SIBTEST Analiz Bulguları Özeti

Madde Numarası	Tam Veri Seti	%10	%20	%10	%20	%10	%20	%10	%20	%10	%20	%10	%20
		TRK BM	TRK BM	TRK MZMC	TRK MZMC	TRK ÇDA	TRK ÇDA	RK BM	RK BM	RK MZMC	RK MZMC	RK ÇDA	RK ÇDA
1	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
3	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
4	C	C	C	C	C	C	-	C	C	C	C	C	B
5	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6													
7		A											A
8	B	A	-	A	-	A	A	-	A	-	A	-	B
9	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
11	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12	A	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-	-
13													
14													
15						A	A						
16	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
17										B			

Tablo 16 incelendiğinde tüm koşullar için elde edilen DMF sonuçları tam veri setiyle karşılaştırılarak tam veri setine benzerlikleri ve farklılıkları toplu bir şekilde görülmektedir.

Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

TIMSS 2019 Fen Bilimleri testinden elde edilen tam veri setinden TRK ve RK mekanizmalarına uygun, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek oluşturulan veri setlerine MZMC, BM ve ÇDA yöntemleriyle veri atanarak gerçekleştirilen DMF sonuçlarının dağılımı DMF gösteren ve göstermeyen maddelere göre nasıl değişmektedir?

Tablo 17’de tam veri setinde DMF gösteren 12 maddenin BM, MZMC ve ÇDA yöntemleriyle değer atama sonucundaki dağılımlarına yer verilmiştir.

Tablo 17

Tam Veri Setinde DMF Gösteren Maddelerin Kayıp Verilerde Kayıp Veri Mekanizmaları ve Kayıp Veri Atama Yöntemlerine Göre Dağılımı

Kayıp veri mekanizması		TRK						RK					
Kayıp veri atama yöntemi		BM		MZMC		ÇDA		BM		MZMC		ÇDA	
Kayıp veri oranı	DMF düzeyi	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
%10	A	0	0	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0
	B	1	100	1	100	1	100	0	0	0	0	0	0
	C	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100
%20	A	0	0	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	1	100	1	100	1	100	1	100
	C	9	100	9	100	8	89	9	100	9	100	9	100

Tablo 17 incelendiğinde A ve B düzeyi DMF, TRK mekanizması altında %20 kayıp veri oranında sadece ÇDA yöntemiyle atamada belirlenebilmiştir. TRK mekanizması altında %10 kayıp veri oranında B düzeyi tüm yöntemlerde belirlenebilirken A düzeyi yine sadece ÇDA yöntemiyle belirlenebilmiştir. RK mekanizması altında %10 kayıp veri oranında A ve B düzeylerinde DMF gösteren maddeler üç yöntemde de belirlenemezken %20 oranında sadece A düzeyi belirlenememiştir. Genel olarak kayıp veri oranı arttıkça DMF’li maddeleri doğru belirleyememe durumu artmıştır. Benzer şekilde Tamcı (2019) ÇDA ve BM yöntemleriyle atama sonucu DMF’li maddelerin atama sonucunda DMF’li çıkma durumunun bazı koşullarda iyi sonuç verirken kayıp veri oranı artışında DMF’li maddelerin atama sonucunda DMF’li çıkma durumunun kötü etkilendiğini belirtmiştir.

B ve C DMF düzeyinde DMF gösteren maddeler, RK mekanizması altında %20 kayıp veri oranında ve TRK mekanizması altında %10 kayıp veri oranında tüm yöntemlerde tam veri setine benzer sonuçlar vermiştir.

C düzeyi DMF ise, TRK mekanizması altında %20 kayıp veri oranında ÇDA yöntemiyle atama haricinde diğer tüm koşullarda tam veri setiyle aynı sonuçlar elde edilmiştir. RK mekanizması altında tüm C düzeyi DMF'li maddeler yöntemlerin tamamıyla tespit edilmiştir.

DMF gösteren maddelerin değer atama sonucunda yine DMF gösterip göstermemesi durumuna genel olarak bakıldığında, TRK mekanizması altında %10 kayıp veri oranında, atama ÇDA yöntemiyle yapıldığında tüm DMF düzeylerinde tam veri setindeki DMF gösteren maddelerin tamamında DMF tespit edilmiştir. Benzer şekilde Finch (2011a)'de TRK mekanizması altında ÇDA yöntemiyle atama yaptığıında elde ettiği sonuçların ve diğer çalışmasında, Finch (2011b), %10 kayıp veri koşulu haricinde yine ÇDA yöntemiyle atama yaptığıında sonuçların tam veriyle uyumlu olduğunu belirtmiştir.

Tablo 18'de tam veri setinde DMF göstermeyen 6 maddenin değer atama sonucundaki dağılımlarına yer verilmiştir.

Tablo 18

Tam Veri Setinde DMF Göstermeyen Maddelerin Kayıp Verilerde Kayıp Veri Mekanizmaları ve Kayıp Veri Atama Yöntemlerine Göre Dağılımı

Kayıp veri mekanizması	TRK						RK					
	BM		MZMC		ÇDA		BM		MZMC		ÇDA	
Kayıp veri atama yöntemi	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
%10	5	83,3	6	100	5	83,3	6	100	6	100	6	100
%20	6	100	6	100	5	83,3	5	83,3	6	100	5	83,3

Tablo 18 incelediğinde tüm koşullarda MZMC yöntemi tam veri setindeki DMF görülmeyen tüm maddeleri doğru belirlemiştir. TRK mekanizması altında %10 kayıp veri oranında ve RK mekanizması altında %20 kayıp veri oranında BM ve ÇDA

yöntemleriyle atamada tam veri setindeki DMF gözlenmeyen birer maddede DMF gözlenmiştir.

DMF göstermeyen maddelerin DMF gösterip göstermeme duruma genel olarak bakıldığında tüm koşullarda MZMC yöntemi diğer yöntemlere göre tercih edilebilir bulunmuştur. Garrett (2009) TRK mekanizması altında, ÇDA yöntemiyle atama sonucunda DMF'li olmayan maddelerin DMF göstermemesi durumunun, çalışmasında kullandığı diğer yöntemlere göre daha iyi sağlandığını belirtmiştir. Tamcı (2019) 'da çalışmasında ÇDA yönteminin BM yöntemine göre DMF göstermeyen maddelerde daha iyi çalıştığını ayrıca ÇDA yönteminin %30 kayıp veri oranında diğer tüm koşullar için DMF göstermeyen tüm maddelerin DMF'siz çıktığını belirtmiştir.



Bölüm 5

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, tartışma ve bu sonuçlara dayalı olarak ortaya konulan öneriler sunulmuştur.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada MZMC, BM ve ÇDA yöntemleriyle veri ataması yapıldığında anadil değişkenine göre DMF sonuçlarının DMF düzeyi, kayıp veri oranı ve kayıp veri mekanizmasına göre nasıl değiştiği incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, tam veri setine ve MZMC, BM ve ÇDA yöntemlerinden elde edilen sonuçların kendi içinde her bir kayıp veri mekanizmasında ve kayıp veri oranında nasıl değiştiği incelenerek maddeler halinde sunulmuştur.

1. MZMC yöntemi kullanıldığında TRK mekanizması altında kayıp veri oranı artışı DMF'yi doğru tespit etmede düşüş gösterirken, RK mekanizması altında kayıp veri oranı artışı DMF'yi doğru tespit etmede iyileşme göstermiştir. RK mekanizması altında kayıp veri oranında artış varsa MZMC yöntemi kullanımı daha uygun bulunmuştur.
2. MZMC ve BM yöntemleri hem TRK hem RK mekanizması altında C düzeyi DMF içeren maddelerde çok iyi sonuç vermiştir. ÇDA yöntemi %10 kayıp veri oranında iyi sonuç verirken kayıp veri oranı arttığında C düzeyinde hatalı tespitler gözlenmiştir. Bu sonuç ışığında yüksek DMF düzeyinde %10 kayıp veri oranında üç yöntem de tercih edilebilirken kayıp veri oranı artışında BM ve MZMC yöntemleri ÇDA yöntemine tercih edilebilir bulunmuştur.
3. TRK mekanizması altında %20 kayıp veri oranında BM ve MZMC yöntemleri, RK mekanizması altında %10 kayıp veri oranında üç yöntem aynı sonuçları vermiştir.
4. MZMC ve BM yöntemlerinde %20 TRK ve %10 RK mekanizmalarında A ve B düzeyi DMF'li maddelerin belirlenemediği, %10 TRK ve %20 RK mekanizmalarında ise yine A düzeyi DMF'li maddeler belirlenemezken B düzeyini daha düşük düzeyde DMF olarak tespit ettiği görülmüştür. Ek olarak BM

yönteminde %10 TRK ve %20 RK mekanizmasında DMF'siz birer maddede DMF gözlenmiştir.

5. ÇDA yöntemi, TRK mekanizması altında tüm kayıp veri oranlarında A düzeyini belirlemede başarıyla B düzeyini diğer yöntemler gibi düşük düzeyde belirlemiştir. %10 RK mekanizması sadece C düzeyinde DMF belirleyebilmiş diğer düzeylerdeki DMF'leri belirleyememiştir. A düzeyi DMF belirlemede diğer yöntemlere göre ÇDA yöntemi tercih edilebilir bulunmuştur.
6. ÇDA yönteminde, TRK mekanizmalarında ve %20 RK mekanizmasında DMF'siz maddelerde A düzeyinde DMF görülmüştür. TRK mekanizmasında kayıp veri oranının artmasıyla DMF'li maddelerin belirlenmesinde ve DMF'siz maddelerde DMF bulunmasında hatalı tespitlerde artış gözlenmiştir. Kayıp veri oranı arttıkça BM ve MZMC yöntemleri ÇDA'ya göre tercih edilebilir bulunmuştur.
7. DMF'li maddeler en iyi TRK mekanizması altında %10 kayıp veri oranında ÇDA yöntemiyle atama yapıldığında belirlenmiştir. Tüm DMF'li maddeler bu yöntemle DMF'li belirlenmiş sadece bir maddenin düzeyi farklı belirlenmiştir.
8. DMF'siz maddelerin DMF gösterip göstermeme durumları incelendiğinde, TRK mekanizması altında %10 ve %20 kayıp veri oranında ÇDA ve %10 kayıp veri oranında BM yöntemleri kullanıldığında DMF'siz maddelerde DMF tespit edilmiştir. RK mekanizması altında ise %20 kayıp veri oranında BM ve ÇDA yöntemleri kullanıldığında DMF'siz maddelerde DMF tespit edilmiştir.
9. DMF'siz maddelerin tamamını TRK mekanizması altında MZMC yöntemi her iki kayıp veri oranında da, BM yöntemi %20 kayıp veri oranında, RK mekanizması altında ise yine MZMC yöntemi her iki kayıp veri oranında, BM ve ÇDA yöntemleri ise %10 kayıp veri oranında DMF'siz belirleyerek iyi sonuç göstermiştir.

Araştırma sonuçlarına dayalı öneriler

1. C düzeyi DMF gösteren maddelerin bulunduğu durumlarda MZMC ve BM yöntemlerinin sonuçları tam veri setiyle daha benzer olduğundan DMF çalışmalarında kayıp veri atamada bu yöntemlerin seçimi önerilir. A ve B düzeyi DMF içeren maddeler bulunduğu ise ÇDA yöntemi tercih edilebilir.

2. DMF'li olmayan maddelerin doğru tespit edilmesinde kayıp veri oranının fazla olduğu durumlarda TRK mekanizması altında MZMC ve BM yöntemlerinin, RK mekanizması altında MZMC yönteminin kullanılması önerilebilir.
3. Düşük kayıp veri oranlarında TRK mekanizması altında MZMC yönteminin, RK mekanizması altında ise her üç yöntemin de kullanılması önerilebilir.
4. DMF'li maddelerin tespitinde TRK ve RK mekanizmaları altında kayıp veri oranının fazla olduğu durumlarda ÇDA yönteminin, düşük kayıp veri oranlarında ise her üç yöntemin de kullanılması önerilebilir.

Sonraki araştırmalara dayalı öneriler

1. Bu araştırmada tek bir DMF yöntemi kullanılmıştır. DMF belirleme yöntemleri genel olarak benzer sonuç verse de Gök ve diğerleri, (2010)'nın da belirttiği gibi yöntemler arasında tam bir uyum olmadığından farklı eşleştirme kriterleri, algoritmalar ve kesme noktaları kullanılan LR, MTK olabilirlik oranı gibi farklı DMF yöntemlerinin kullanılması önerilebilir.
2. Bu araştırma TIMSS 2019 uygulaması 8. Sınıf Fen Bilimleri testinin verileri üzerinden yürütülmüştür. Benzer bir araştırma matematik testi maddeleri ve 4. sınıf test maddeleri kullanılarak yapılabilir.
3. Araştırmada DMF analizi KTK'ya dayalı bir yöntemle yürütülmüştür. MTK temelli yöntem ve tekniklerle yürütülebilir.
4. Bu araştırmada örneklem büyüklüğü sabit tutulmuştur. Farklı örneklem büyüklüklerinde kayıp veri mekanizmaları ve kayıp veriyle başa çıkma yöntemleri incelenebilir.
5. Kayıp verilerle başa çıkma yöntemlerinden olasılıklı ve ötelemeli veri atama yöntemleri sınıfından üç atama yöntemi kullanılmıştır. Yöntem sayısı artırılabilir ve silmeye ve basit atamaya dayalı yöntemler de kullanılarak karşılaştırma yapılabilir.
6. Test uzunluğu, tek biçimli ve tek biçimli olmayan DMF, odak-referans grup oranı, kayıp veri oranı, kayıp veri ile başa çıkma yöntemleri koşulları artırılarak çalışma genişletilebilir.

Kaynaklar

- Ackerman, T. A. (1992). A didactic explanation of item bias, item impact, and item validity from a multidimensional perspective. *Journal of Educational Measurement*, 29(1), 67-91.
- Akbaş, U. & Koğar, H. (2020). *Nicel Araştırmalarda Kayıp Veriler ve Uę Değerler*. Ankara: Pegem Akademi.
- Akbaş, U. & Tavşancıl, E. (2015). Farklı Örneklem Büyüklüklerinde ve Kayıp Veri Örüntülerinde Ölçeklerin Psikometrik Özelliklerinin Kayıp Veri Baş Etme Teknikleri ile İncelenmesi. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 6(1), 38-57.
- Allison, P. (2003). Missing data techniques for structural equation modeling. *Journal of Abnormal Psychology*, 112(4), 545-557.
- Allison, P. D. (2002). *Missing data*. Thousand Oaks, London: Sage.
- Alpar, R. (2001). *Çok değişkenli istatistiksel yöntemler*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Arıkan, S., Özer, F., şeker, V. & Ertaş, G. (2020). Geniş ölçekli testlerde örneklem ağırlıklarının ve olası değerlerin önemi. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 11(1), 43-60.
- Banks, K., & Walker, C. M. (2006). Performance of SIBTEST when focal group examinees have missing data. Paper presented at the *annual meeting of the National Council on Measurement in Education*, San Francisco, CA.
- Bolt, D. M. (2000). A SIBTEST approach to testing DIF hypotheses using experimentally designed test items. *Journal of Educational Measurement*, 37(4), 307-327.
- Büyüköztürk, ř. (2013). *Veri Analizi El Kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.

- Büyüköztürk, Ş., Çakmak Kılıç, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Camilli, G. (2006). *Test fairness*. In R. L. Brennan (Ed.), *Educational Measurement* (4th ed.). Westport: *American Council on Education ve Praeger Publishers*.
- Chang, H., Mazzeo, J., & Roussos, L. (1996). Detecting DIF for polytomously scored items: an adaptation of the SIBTEST procedure. *Journal of Educational Measurement*, 33, 333–353.
- Clauser, B. E., & Mazor, K. M. (1998). Using Statistical Procedures To Identify Differentially Functioning Test Items. An NCME Instructional Module. *Educational Measurement: issues and practice*, 17(1), 31-44.
- Çüm, S., Demir, E. K., Gelbal, S. & Kışla, T. (2018). Kayıp veriler yerine yaklaşık değer atamak için kullanılan gelişmiş yöntemlerin farklı koşullar altında karşılaştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8944(45), 230-249.
- Demir, E. (2013). Kayıp verilerin varlığında çoktan seçmeli testlerde madde ve test parametrelerinin kestirilmesi: SBS örneği. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 47-68.
- Demir, E. ve Parlak, B. (2012). Türkiye’de eğitim araştırmalarında kayıp veri sorunu. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 3(1), 230-241.
- Emenogu, B. C., Falenchuck, O., & Childs, R. A. (2010). The effect of missing data treatment on Mantel- Haenszel DIF detection. *The Alberta Journal of Educational Research*, 56(4), 459-469.
- Enders, C. K. (2010). *Applied missing data analysis*. New York: The Guilford Press.

- Falenchuk, O., & Emenogu, B. (2006, April). Differential non- response rates as a source of DIF. Paper presented at *the annual meeting of the American Educational Research Association*, Chicago, IL.
- Falenchuk, O., & Herbert, M. (2009). Investigation of differential non-response as a factor affecting the results of Mantel-Haenszel DIF detection. In *annual meeting of the American Educational Research Association*, San Diego, CA.
- Fang, T. (1999). *Detecting DIF in polytomous item responses*. (Doctoral dissertation, University of Ottawa, Canada).
- Finch, H. (2011a). The use of multiple imputation for missing data in uniform DIF analysis: Power and type I error rates. *Applied Measurement in Education*, 24, 281- 301.
- Finch, H. W. (2011b). The impact of missing data on the detection of nonuniform differential item functioning. *Educational and Psychological Measurement*, 71(4), 663-683.
- Garrett, P. (2009). *A monte carlo study investigating missing data, differential item functioning and effect size* (Doktora tezi, Georgia State Üniversitesi, Atlanta).
- Gierl, M. J. (2005). Using Dimensionality-Based DIF Analyses to Identify and Interpret Constructs That Elicit Group Differences. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 24, 3-14.
- Gill, J. (2002). *Bayesian Methods: A Social and Behavioural Sciences Approach*. Chapman and Hall, United States of America.
- Gök, B., Kelecioğlu, H., & Dogan, N. (2010). Değişen madde fonksiyonunu belirlemede Mantel-Haenszel ve Lojistik Regresyon tekniklerinin karşılaştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 35(156), 3–16.
- Graham, J. W. (2012). *Missing data: analysis and design*. New York: Springer.

- Graham, J. W., Cumsille, P. E., & Elek-Fisk, E. (2003). Methods for handling missing data. J. A. Schinka, ve W. F. Welicer içinde, *Handbook of psychology: Research methods in psychology*, 87-114. Hoboken, NJ, US: John Wiley ve Sons Inc.
- Hambleton, R. K., Clouser, B. E., Mazor, K. M. & Jones, R. W. (1993). *Advances in the detection of differentially functioning test items*. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED356264.pdf>
- Holland, P. W., & Thayer, D. T. (1988). Differential item performance and the MantelHaenszel procedure. *Test validity*, 129-145.
- Jodion, M. G. & Gierl, M. J. (2001). Evaluating type I error and power rates using an effect size measure ith the logistic regression procedure for DIF detection. *Applied Measurement in Education*, 14(4), 329-349.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31-6.
- Karasar, N. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Nobel Yayıncılık.
- Little, R. & Rubin, D. (1987). *Statistical analysis with missing data*. New York: Wiley.
- Little, R. & Rubin, D. (2020). *Statistical analysis with missing data*. (4th ed.). New York: Wiley.
- Ludlow, L. H., & O' Leary, M. (1999). Scoring omitted and not-reached items: Practical data analysis implications. *Educational and Psychological Measurement*, 59(4), 615-630.
- Longford, T. (2006). *Missing data and small area estimations*. New York: Springer.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2020). TIMSS 2019 Türkiye ön raporu. (Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi No. 15). T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Basımevi.

- Osborne, J. W. (2013). *Best practices in data cleaning*. Thousand Oaks, California: Sage.
- Özgüven, İ.E. (2017). *Psikolojik testler*. Ankara, Nobel.
- Peng, C. J., & Zhu, J. (2008). Comparison of two approaches for handling missing covariates in logistic regression. *Educational and Psychological Measurement*, 68(1), 58-77.
- Pigott, T. D. (2001). A review of methods for missing data. *Educational research and evaluation*, 7(4), 353-383.
- Robitzsch, A., & Rupp, A. A. (2009). Impact of missing data on the detection of differential item functioning: The case of Mantel-Haenszel and Logistic Regression analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 69(1), 18-34.
- Rousseau, M., Bertrand, R., & Boiteau, N. (2006). Impact of missing data treatment on the efficiency of DIF methods. Paper presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, San Francisco, CA.
- Rubin D.B. (1976). *Inference and missing data*. *Biometrika*, 72: 359-364.
- Rupp, A. A., Choi, H. C., & Ferne, T. (2006). Methodological issues in differential item functioning analyses with missing data: A practical illustration with data from the SAIP assessment. Paper presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, San Francisco, CA.
- Schafer, J. L., & Graham, J. W. (2002). Missing data: our view of the state of the art. *Psychological Methods*, 7(2), 147-177.

- Schafer, J. L., & Olsen, M. K. (1998). Multiple imputation for multivariate missing-data problems: A data analyst's perspective. *Multivariate behavioral research*, 33(4), 545-571.
- Sedivy, S. K., Zhang, B., & Traxel, N. M. (2006). Detection of differential item functioning with polytomous items in the presence of missing data. Paper presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, San Francisco, CA.
- Selvi, H., & Alici, D. (2018). Investigating the impact of missing data handling methods on the detection of differential item functioning. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 5(1), 1-14.
- Shealy, R., & Stout, W. (1993). A model-based standardization approach that separates true bias/DIF from group ability differences and detects test bias/DTF as well as item bias/DIF. *Psychometrika*, 58(2), 159-194.
- Swaminathan, H. & Rogers, H. J. (1990). Detecting Differential Item Functioning Using Logistic Regression Procedures. *Journal of Educational Measurement*, 27, 4, 361-370.
- Tabachnick, B. & Fidell, L. (1996). *Using multivariate statistics* (3th ed.). New York: Herper Collins College Publishers.
- Tamcı, P. (2018). *Kayıp Veriyle Başa Çıkma Yöntemlerinin Değişen Madde Fonksiyonu Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi).
- TIMSS, (2009). Trends in International Mathematics and Science Study. <https://www.iea.nl/studies/iea/timss>.
- Toka, O. (2012). *Kayıp veri durumunda sağlam kestirim* (Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Turgut, M.F., & Baykul, Y. (2012). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara, Pegem Akademi.
- Özgüven, İ.E. (2017). *Psikolojik testler*. Ankara, Nobel.
- Van Buuren, S. (2012). *Flexitler Imputation of Missing Data*. New York: CRC Press.
- Zhang, P. (2003). Multiple Imputation: Theory and Method. *International Statistical Review*, 71, 3: 581 – 592.
- Zumbo, B. D. (1999). A handbook on the theory and methods of differential item functioning (DIF): Logistic regression modeling as a unitary framework for binary and likert-type (ordinal) item scores. Ottawa, ON: Directorate of Human Resources Research and Evaluation, Department of National Defense.

EK-A: SIBTEST Sonuçları

1. Tam veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β değeri	P değeri	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,330	0,000	0,044	,02	,00	0,01
2	0,147	0,000	0,034	,02	,01	-0,10
3	0,212	0,000	0,047	,00	,01	-0,11
4	0,123	0,002	0,039	,02	,01	-0,09
5	-0,109	0,003	0,036	,00	,01	-0,04
6	0,006	0,812	0,027	,02	,01	-0,06
7	0,042	0,133	0,028	,02	,00	-0,07
8	0,060	0,036	0,029	,02	,02	-0,08
9	-0,242	0,000	0,026	,02	,01	-0,01
10	0,169	0,000	0,027	,02	,02	-0,10
11	-0,155	0,000	0,027	,02	,02	-0,03
12	0,038	0,046	0,019	,01	,00	-0,07
13	0,022	0,261	0,020	,02	,01	-0,06
14	0,008	0,671	0,019	,01	,00	-0,06
15	0,028	0,097	0,017	,01	,00	-0,07
16	0,130	0,000	0,028	,02	,01	-0,09
17	-0,029	0,255	0,026	,02	,01	-0,06

2. %10 TRK BM atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,291	0,000	0,042	,02	,01	0,02
2	0,127	0,000	0,033	,00	,01	-0,08
3	0,222	0,000	0,044	,00	,01	-0,10
4	0,127	0,001	0,038	,02	,01	-0,08
5	-0,128	0,000	0,035	,01	,01	-0,02
6	-0,024	0,370	0,027	,01	,01	-0,04
7	0,054	0,046	0,027	,01	,01	-0,06
8	0,055	0,048	0,028	,01	,02	-0,06
9	-0,223	0,000	0,026	,01	,01	0,00
10	0,173	0,000	0,026	,01	,01	-0,09
11	-0,147	0,000	0,027	,02	,02	-0,02
12	0,025	0,183	0,019	,01	,01	-0,05
13	0,022	0,245	0,019	,01	,02	-0,05
14	0,009	0,614	0,019	,01	,01	-0,05
15	0,024	0,164	0,017	,01	,01	-0,05
16	0,111	0,000	0,027	,01	,01	-0,07
17	-0,038	0,132	0,025	,02	,01	-0,04

3. %20 TRK BM atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,264	0,000	0,040	,01	,01	0,01
2	0,122	0,000	0,031	,00	,01	-0,08
3	0,150	0,000	0,042	,00	,01	-0,08
4	0,097	0,006	0,036	,01	,01	-0,07
5	-0,102	0,002	0,033	,00	,01	-0,03
6	-0,017	0,519	0,026	,00	,01	-0,05
7	0,013	0,614	0,026	,01	,01	-0,05
8	0,046	0,091	0,027	,00	,01	-0,06
9	-0,195	0,000	0,025	,00	,01	-0,01
10	0,144	0,000	0,025	,00	,01	-0,08
11	-0,117	0,000	0,026	,00	,01	-0,02
12	0,026	0,155	0,018	,00	,01	-0,05
13	0,014	0,454	0,019	,00	,01	-0,05
14	0,000	0,988	0,019	,00	,01	-0,05
15	0,026	0,108	0,016	,00	,01	-0,05
16	0,139	0,000	0,026	,00	,01	-0,08
17	0,007	0,779	0,024	,00	,01	-0,05

4. %10 TRK MZMC Atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,298	0,000	0,042	,02	,01	0,01
2	0,134	0,000	0,033	,01	,02	-0,09
3	0,216	0,000	0,045	,01	,01	-0,10
4	0,121	0,002	0,038	,02	,01	-0,08
5	-0,120	0,001	0,035	,01	,01	-0,03
6	-0,017	0,532	0,027	,01	,01	-0,05
7	0,052	0,056	0,027	,01	,01	-0,07
8	0,058	0,039	0,028	,01	,02	-0,07
9	-0,227	0,000	0,026	,02	,01	-0,01
10	0,157	0,000	0,027	,01	,01	-0,09
11	-0,137	0,000	0,027	,02	,02	-0,02
12	0,027	0,145	0,019	,01	,01	-0,06
13	0,024	0,202	0,019	,01	,02	-0,06
14	0,017	0,380	0,019	,01	,01	-0,06
15	0,028	0,110	0,017	,01	,01	-0,06
16	0,122	0,000	0,027	,01	,01	-0,08
17	-0,045	0,071	0,025	,02	,01	-0,05

5. %20 TRK MZMC atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,261	0,000	0,040	,00	,01	0,00
2	0,133	0,000	0,031	,00	,01	-0,09
3	0,140	0,001	0,042	,00	,01	-0,09
4	0,100	0,006	0,036	,00	,01	-0,08
5	-0,096	0,004	0,034	,00	,01	-0,04
6	0,006	0,830	0,027	,00	,01	-0,06
7	-0,005	0,842	0,027	,01	,01	-0,06
8	0,053	0,052	0,027	,00	,01	-0,07
9	-0,201	0,000	0,026	,00	,01	-0,01
10	0,127	0,000	0,025	,00	,01	-0,09
11	-0,133	0,000	0,026	,00	,01	-0,03
12	0,021	0,246	0,018	,00	,01	-0,06
13	0,015	0,443	0,019	,00	,01	-0,06
14	0,000	0,988	0,019	,00	,01	-0,06
15	0,024	0,153	0,017	,00	,01	-0,06
16	0,119	0,000	0,027	,00	,01	-0,08
17	0,005	0,845	0,024	,00	,01	-0,06

6. %10 TRK ÇDA atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,285	0,000	0,045	,02	,01	0,04
2	0,134	0,000	0,034	,00	,01	-0,08
3	0,213	0,000	0,045	,00	,01	-0,10
4	0,132	0,001	0,039	,02	,01	-0,07
5	-0,130	0,002	0,035	,00	,01	-0,02
6	-0,010	0,906	0,027	,01	,01	-0,04
7	0,042	0,489	0,028	,01	,01	-0,06
8	0,048	0,034	0,028	,02	,02	-0,06
9	-0,223	0,000	0,026	,02	,01	0,01
10	0,163	0,000	0,027	,01	,02	-0,08
11	-0,148	0,000	0,025	,02	,02	-0,02
12	0,031	0,047	0,019	,01	,01	-0,05
13	0,020	0,247	0,019	,01	,01	-0,05
14	0,014	0,376	0,019	,01	,01	-0,05
15	0,030	0,036	0,017	,01	,01	-0,05
16	0,116	0,000	0,028	,01	,01	-0,07
17	-0,046	0,068	0,026	,02	,01	-0,05

7. %20 TRK ÇDA atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,254	0,000	0,044	,01	,01	0,02
2	0,133	0,000	0,034	,00	,01	-0,06
3	0,144	0,002	0,047	,00	,01	-0,06
4	0,093	0,113	0,039	,00	,01	-0,06
5	-0,104	0,004	0,037	,00	,01	-0,02
6	-0,014	0,831	0,027	,01	,01	-0,04
7	0,060	0,246	0,028	,00	,01	-0,04
8	0,045	0,007	0,028	,01	,01	-0,05
9	-0,191	0,000	0,027	,01	,01	-0,01
10	0,126	0,000	0,027	,01	,01	-0,07
11	-0,113	0,000	0,027	,00	,01	-0,01
12	0,022	0,060	0,019	,01	,01	-0,04
13	0,016	0,306	0,019	,01	,01	-0,04
14	-0,007	0,919	0,019	,01	,01	-0,03
15	0,020	0,271	0,017	,01	,01	-0,04
16	0,120	0,000	0,028	,01	,01	-0,07
17	-0,014	0,409	0,025	,00	,01	-0,03

8. %10 RK BM atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	R	p-elim O	MS/SSD
1	-0,288	0,000	0,043	,01	,01	0,02
2	0,148	0,000	0,033	,00	,01	-0,08
3	0,193	0,000	0,045	,00	,01	-0,09
4	0,124	0,002	0,038	,00	,01	-0,07
5	-0,107	0,002	0,035	,00	,01	-0,02
6	0,002	0,944	0,026	,00	,01	-0,05
7	0,017	0,531	0,027	,00	,01	-0,05
8	0,036	0,185	0,028	,00	,01	-0,06
9	-0,199	0,000	0,026	,00	,01	0,00
10	0,148	0,000	0,026	,00	,01	-0,08
11	-0,121	0,000	0,026	,00	,01	-0,02
12	0,017	0,390	0,019	,00	,01	-0,05
13	-0,004	0,825	0,019	,00	,01	-0,05
14	-0,009	0,606	0,018	,00	,01	-0,05
15	0,014	0,412	0,017	,00	,01	-0,05
16	0,095	0,000	0,027	,00	,01	-0,07
17	-0,005	0,851	0,025	,00	,01	-0,05

9. %20 RK BM atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,278	0,000	0,040	,01	,02	0,02
2	0,159	0,000	0,032	,00	,02	-0,08
3	0,177	0,000	0,043	,01	,02	-0,08
4	0,131	0,000	0,036	,00	,01	-0,07
5	-0,148	0,000	0,033	,00	,02	-0,01
6	0,018	0,499	0,026	,01	,03	-0,05
7	0,017	0,519	0,027	,00	,01	-0,05
8	0,056	0,035	0,027	,01	,03	-0,06
9	-0,175	0,000	0,024	,01	,02	-0,01
10	0,106	0,000	0,025	,01	,03	-0,07
11	-0,111	0,000	0,026	,01	,02	-0,02
12	-0,004	0,841	0,019	,00	,01	-0,05
13	-0,013	0,484	0,019	,01	,02	-0,05
14	-0,018	0,333	0,019	,00	,01	-0,05
15	0,002	0,887	0,017	,00	,01	-0,05
16	0,099	0,000	0,026	,00	,01	-0,07
17	0,072	0,002	0,024	,01	,01	-0,06

10. %10 RK MZMC atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,298	0,000	0,042	,01	,00	0,01
2	0,154	0,000	0,033	,00	,01	-0,09
3	0,188	0,000	0,045	,00	,00	-0,10
4	0,114	0,003	0,039	,00	,01	-0,08
5	-0,093	0,008	0,035	,00	,02	-0,03
6	0,008	0,768	0,027	,00	,00	-0,06
7	0,012	0,668	0,027	,01	,00	-0,06
8	0,041	0,137	0,028	,00	,00	-0,07
9	-0,200	0,000	0,026	,00	,00	-0,01
10	0,151	0,000	0,026	,00	,01	-0,09
11	-0,142	0,000	0,027	,00	,00	-0,03
12	0,028	0,145	0,019	,00	,00	-0,06
13	0,004	0,838	0,019	,00	,00	-0,06
14	-0,002	0,896	0,018	,00	,00	-0,06
15	0,023	0,180	0,017	,00	,00	-0,06
16	0,090	0,001	0,028	,00	,01	-0,08
17	-0,006	0,814	0,025	,00	,00	-0,06

11. %20 RK MZMC atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,291	0,000	0,040	,01	,02	0,02
2	0,136	0,000	0,032	,00	,01	-0,08
3	0,177	0,000	0,042	,00	,01	-0,09
4	0,118	0,001	0,036	,01	,01	-0,07
5	-0,120	0,000	0,033	,00	,02	-0,02
6	-0,018	0,501	0,026	,00	,01	-0,05
7	0,046	0,089	0,027	,00	,01	-0,06
8	0,056	0,038	0,027	,01	,01	-0,06
9	-0,172	0,000	0,024	,00	,01	-0,01
10	0,104	0,000	0,026	,00	,01	-0,07
11	-0,106	0,000	0,026	,00	,01	-0,02
12	0,001	0,941	0,018	,00	,01	-0,05
13	-0,008	0,687	0,019	,00	,01	-0,05
14	-0,014	0,460	0,019	,00	,01	-0,05
15	0,012	0,497	0,017	,00	,01	-0,05
16	0,092	0,001	0,027	,00	,01	-0,07
17	0,043	0,069	0,024	,01	,01	-0,06

12. %10 RK ÇDA atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,304	0,000	0,044	,01	,01	0,02
2	0,135	0,001	0,034	,00	,01	-0,08
3	0,171	0,000	0,046	,00	,00	-0,09
4	0,127	0,005	0,041	,00	,00	-0,08
5	-0,088	0,015	0,037	,00	,01	-0,03
6	0,013	0,871	0,027	,00	,00	-0,05
7	0,027	0,189	0,028	,01	,00	-0,05
8	0,046	0,174	0,028	,00	,00	-0,06
9	-0,206	0,000	0,026	,00	,00	-0,01
10	0,150	0,000	0,026	,00	,00	-0,08
11	-0,133	0,000	0,027	,00	,00	-0,02
12	0,028	0,131	0,019	,00	,00	-0,06
13	0,011	0,326	0,019	,00	,00	-0,05
14	0,006	0,693	0,018	,00	,00	-0,05
15	0,029	0,112	0,017	,00	,00	-0,06
16	0,101	0,000	0,028	,00	,01	-0,07
17	-0,033	0,092	0,026	,00	,01	-0,04

13. %20 RK ÇDA atamasıyla oluşturulan veri setinin poly-SIBTEST sonuçları

Madde Numarası	β	p	Standart hata	p-elim		MS/SSD
				R	O	
1	-0,304	0,000	0,043	,00	,01	0,00
2	0,110	0,004	0,035	,00	,01	-0,09
3	0,191	0,000	0,047	,00	,01	-0,09
4	0,085	0,028	0,040	,00	,00	-0,08
5	-0,104	0,010	0,036	,00	,01	-0,04
6	0,024	0,607	0,027	,00	,02	-0,06
7	0,053	0,030	0,028	,00	,00	-0,06
8	0,067	0,035	0,028	,00	,02	-0,07
9	-0,201	0,000	0,025	,00	,01	-0,01
10	0,141	0,000	0,026	,00	,02	-0,09
11	-0,146	0,000	0,027	,00	,01	-0,03
12	0,025	0,229	0,019	,00	,00	-0,06
13	0,011	0,341	0,019	,00	,01	-0,06
14	0,008	0,702	0,019	,00	,00	-0,06
15	0,010	0,819	0,017	,00	,00	-0,06
16	0,107	0,000	0,028	,00	,00	-0,08
17	-0,013	0,894	0,025	,00	,00	-0,06

EK-B: R Programı Kodları

#Açımlayıcı faktör analizi

```
mixed_cor <- mixedCor(data = AFAveri17soru , p = 1:5,d = 6:17)
```

```
fa(mixed_cor$rho, nfactors = 3, n.obs = 1160, fm = "pa")
```

Factor Analysis using method = pa

```
Call: fa(r = mixed_cor$rho, nfactors = 3, n.obs = 1160, fm = "pa")
```

```
FA <- fa(mixed_cor$rho, nfactors = 3, n.obs = 1160, fm = "pa")
```

```
FA$e.values
```

```
Plot(FA$e.values)
```

#KMO testi

```
KMO(mixed_cor$rho)
```

Kaiser-Meyer-Olkin factor adequacy

```
Call: KMO(r = mixed_cor$rho)
```

#Bartlett testi

```
cortest.bartlett(mixed_cor$rho)
```

#Kayıp veri oluşturma

#TRK- eksik %10- eksik2 %20

```
ds<- dataframe(tamveri)
```

```
eksik<-delete_MCAR(ds, 0.10)
```

```
eksik2<-delete_MCAR(ds, 0.20)
```

#RK odak- eksik3 %10- eksik4 %20

```
ds2<- dataframe(tamveriodak)
```

```
eksik3<-delete_MCAR(ds, 0.16)
```

```
eksik4<-delete_MCAR(ds, 0.32)
```

#RK referans- eksik5 %20- eksik6 %20

```
ds3<- dataframe(tamverireferans)
```

```
eksik5<-delete_MCAR(ds, 0.04)
```

```
eksik6<-delete_MCAR(ds, 0.08)
```

EK-C: Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu



Hacettepe Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Tez Çalışması/Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu

F46

15 / 12 / 2021

Hacettepe Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı Başkanlığına

Tez/Araştırma Başlığı	İKİ VE ÇOK KATEGORİLİ VERİLERDE KAYIP VERİLERİN DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNA ETKİSİ
-----------------------	---

Yukarıda başlığı/konusu verilen tez/araştırma çalışmam,

1. İnsan ve hayvan üzerinde deney niteliği taşımamaktadır.
2. Biyolojik materyal (kan, idrar vb. biyolojik sıvılar ve numuneler) kullanılmasını gerektirmemektedir.
3. Beden bütünlüğüne veya ruh sağlığına müdahale içermemektedir.
4. Anket, ölçek (test), mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme gibi teknikler kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen araştırmalar niteliğinde değildir.
5. Diğer kişi ve kurumlardan temin edilen veri kullanımını (kitap, belge vs.) gerektirmektedir. Ancak bu kullanım, diğer kişi ve kurumların izin verdiği ölçüde Kişisel Bilgilerin Korunması Kanuna riayet edilerek gerçekleştirilecektir.

Çalışmada kullanacağım veriler:

(X) Kamusal erişime açık (buraya yazınız): TIMSS 2019 verilerine, IAE'in resmi internet sayfasından <https://timss2019.org/international-database/> ulaşılmıştır.

- () Özel izin ve onaya tabi (buraya yazınız):
- () Üretilmiş veri (buraya yazınız):
- () Diğer (buraya yazınız):

Yükseköğretim Kurumları Etik Kurulları ve Komisyonlarının Yönergelerini inceledim ve bunlara göre 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.

Leyla Burcu Dinçsoy
(Araştırmacı Adı Soyadı, İmzası)

Araştırmacı Bilgileri

Adı Soyadı	Leyla Burcu DİNÇSOY
Öğrenci ise No	N19134005
Ana Bilim Dalı	Eğitim Bilimleri
Programı	Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme
Statüsü	<input checked="" type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütünleşik Dr. <input type="checkbox"/> Diğer

Danışman Görüşü ve Onayı*

Tezde TIMSS 2019 verileri IAE'in resmi internet sayfasından indirilmiştir. Herhangi bir uygulama yapılmamıştır.

Prof. Dr. Hülya KELECİOĞLU

*Tez ve tezden üretilen yayınlarda gerekli

EK-Ç: Etik Beyanı

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 bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

17/01/2022

Leyla Burcu DİNÇSOY

EK-D: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

17/01/2022

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: KARMA TESTLERDE KAYIP VERİLERİN DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNA ETKİSİ

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 Oranı	Gönderim Numarası
15/01/2022	59	77,591	14/01/2022	%5	1742204860

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimedenden 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 eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Leyla Burcu DİNÇSOY

Öğrenci No.: N19134695

Ana Bilim Dalı: Eğitim Bilimleri

Programı: Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme

Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.
Prof. Dr. Hülya KELECİOĞLU

EK-E: Thesis/Dissertation Originality Report

17/01/2022

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Educational Sciences

Thesis Title: INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MISSING DATA ON DIFFERENTIAL ITEM
FUNCTIONING IN MIXED TYPE TESTS

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 Defense	Similarity Index	Submission ID
15/01/2022	59	77,591	14/01/2022	%5	1742204860

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
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.

Name Lastname: Leyla Burcu DİNÇSOY
Student No.: N19134695
Department: Educational Sciences
Program: Educational Measurement and Evaluation
Status: Masters Ph.D. Integrated Ph.D.

ADVISOR APPROVAL

APPROVED
Prof. Dr. Hülya KELECİOĞLU

EK-F: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) 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.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

17 /01 /2022

Leyla Burcu DİNÇSOY

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

(1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü Üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3 şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü Üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.