



T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EĞİTİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**FARKLI ORANLARDAKİ KAYIP VERİLERE
FARKLI ATAMA YÖNTEMLERİYLE VERİ
ATAMANIN MADDE TEPKİ KURAMINA DAYALI
YÖNTEMLERLE DEĞİŞEN MADDE
FONKSİYONUNA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

FATMA ÜNAL

**EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME
BİLİM DALI**

Antalya, 2023

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

FARKLI ORANLARDAKİ KAYIP VERİLERE FARKLI ATAMA
YÖNTEMLERİYLE VERİ ATAMANIN MADDE TEPKİ KURAMINA DAYALI
YÖNTEMLERLE DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNA ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatma ÜNAL

Danışman: Doç. Dr. Hakan KOĞAR

Antalya, 2023

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçalardan gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışımında alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu onurumla doğrularım. Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

..... / /

Fatma Ünal

İmzası

ONAY
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

..... ‘nın bu çalışması tarihinde jürimiz tarafından
..... Ana Bilim Dalı (Tezli Yüksek Lisans Programında
Yüksek Lisans Tezi) olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

İmza

Başkan :

.....

Üye :

.....

Üye (Danışman) :

.....

YÜKSEK LİSANS TEZİNİN ADI: Farklı Oranlardaki Kayıp Verilere Farklı Atama Yöntemleriyle Veri Atamanın Madde Tepki Kuramına Dayalı Yöntemlerle Değişen Madde Fonksiyonuna Etkisinin İncelenmesi

ONAY: Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun tarihli ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgi, birikim ve yardımlarını esirgemeyerek bana yol gösteren değerli danışman hocam Doç. Dr. Hakan Koğar’a bana ve tezime sağladığı katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Hayatımın her anında destekleri ile yanımda olan sevgili annem Semiha Ünal, babam Namık Ünal, ablam Sevgi Ünal Avcı ve eşi Muhammed Avcı, abim Ahmet Ünal ve eşi Ceylan Ünal’a bana gösterdikleri sevgi ve anlayış için teşekkür ederim.

Bu süreçte beni hep destekleyen ve bana her zaman yardımcı olan Ayşe Korkmaz, Ebru Rukiye Baş ve Hüsniye Ünal ve Büşra Özden’e teşekkür ederim.

ÖZET

FARKLI ORANLARDAKİ KAYIP VERİLERE FARKLI ATAMA YÖNTEMLERİYLE VERİ ATAMANIN MADDE TEPKİ KURAMINA DAYALI YÖNTEMLERLE DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Ünal, Fatma

Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hakan Koğar

Haziran, 2023, xv+98

Bu araştırmada kayıp veri atama yöntemlerinden regresyon atama (RA), çoklu atama (ÇA) ve k-en yakın komşu (kNN) yöntemlerinin değişen madde fonksiyonuna (DMF) etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda PISA2018 fen okuryazarlığı testinden 14 ve 15 numaralı kitapçığı yanıtlayan Türkiye, Birleşik Krallık, ABD, Yeni Zelanda, Avustralya'daki 600 öğrenciden elde edilen tam veri setlerine tamamen rastgele kayıp (TRK) mekanizması altında veriler silinerek araştırmada kullanılan veri setleri oluşturulmuştur. Kayıp verilerin bulunduğu veri setlerine RA, ÇA ve kNN yöntemleriyle veri ataması yapılmış ve oluşturulan bütün veri setlerine Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik Oran (MTK-OO) yöntemiyle dil ve cinsiyet değişkenlerine göre DMF analizi yapılmıştır. Tam veri setlerinde elde edilen DMF sonuçları referans alınarak diğer veri setlerinden ulaşılan sonuçlarla karşılaştırma yapılmıştır. Araştırma sonucunda RA atama yönteminde, dil değişkenine göre yapılan DMF analizi doğrultusunda %10 oranında diğer oranlara göre daha iyi sonuç verirken doğru sonuca yakın tespitlerde bulunulmuştur. %5 oranında, %20 ve %30 oranlarına göre nispeten doğru sonuçlar elde edildiği görülürken %20 ve %30 oranlarında ise kötü sonuçlar elde edilmiştir. RA yöntemi ile cinsiyet değişkenine göre %10 oranında doğru sonuca yakın değerler elde edilmesine karşın diğer oranlarda yanlış sonuçlara ulaşılmıştır. ÇA ve kNN yöntemlerinde dil değişkenine göre %5 kayıp veri oranında tam veri setine en yakın sonuçlar elde edilirken, %20 kayıp veri oranında %10 ve %30 kayıp veri oranlarına göre daha doğru kestirimlerde bulunulduğu görülmüştür. ÇA yönteminde cinsiyet değişkenine göre bütün kayıp veri oranlarında yanlış sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir. Cinsiyet değişkenine göre DMF analizi doğrultusunda KNN yönteminin %5 ve %10 kayıp veri oranlarında doğru sonuçlar verdiği ancak %20 ve %30 oranlarında yanlış kestirimler yapıldığı görülmüştür. RA, ÇA ve kNN yöntemleri ile %5 kayıp veri oranında dil değişkenine

göre DMF belirlemede A ve kNN yöntemlerinin tam veri setine yakın bulgulara ulaşıldığı, RA yönteminin ise diğer yöntemlere göre hatalı sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır. %10 eksik değer oranında dil değerıkenine göre tam veri setine en yakın sonuç RA yönteminde elde edilirken A ve kNN yöntemlerinde hatalı bulgular elde edildiği belirlenmiştir. %20 oranında dil değerıkenine göre DMF analizi sonucunda A ve kNN yöntemleri aynı oranda sonuçlar elde edilmiş olmasına rağmen DMF tespit etmek için yeterli kestirimde bulunmamışken, RA yönteminde bu yöntemlere göre daha yanlış değerler belirlenmiştir. %30 eksik değer oranında dil değerıkenine göre üç yöntem için de benzer sonuçlar ortaya çıkmasına karşın doğru yanıtlar elde edilememiştir. %5 oranında cinsiyet değerıkenine DMF analizleri sonucunda A ve RA yöntemlerinde hiçbir maddede DMF belirlenemezken, kNN yönteminde ise tam veri seti ile aynı sonuca ulaşılmıştır. %10 oranında cinsiyet değerıkenine göre A yönteminde hatalı sonuçlara ulaşılırken, RA ve kNN yöntemlerinde ise doğru kestirimlerde bulunulmuştur. %20 ve %30 eksik değer oranlarında cinsiyet değerıkenine göre üç yöntemde de (RA, A, kNN) doğru sonuçlara ulaşılamamıştır.

Anahtar Kelimeler: *Değerıen madde fonksiyonu, kayıp veri, Madde Tepki Kuramı, Raju alan ölçümleri, olabilirlik oranı*

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ASSIGNING DATA TO MISSING DATA AT DIFFERENT RATES WITH DIFFERENT ASSIGNMENT METHODS ON DIFFERENTIAL ITEM FUNCTIONING WITH METHODS BASED ON ITEM RESPONSE THEORY

Ünal Fatma

Master Degree, Department of Educational Sciences

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hakan Koğar

June, 2022, xv+98

In this study, it was aimed to examine the effects of regression imputation (RI), multiple imputation (MI) and k-nearest neighbor (kNN) methods on the differential item functioning (DIF), which are missing data assignment methods. In this direction, the data sets used in the research were created by deleting the data under the missing completely at random (MCAR) mechanism on the complete data sets obtained from 600 students in Turkey, the United Kingdom, the USA, New Zealand and Australia who answered the booklet numbered 14 and 15 from the PISA2018 science literacy test. Data were assigned to the datasets with missing data by RI, MI and kNN methods, and to all datasets, Lord's χ^2 method, Raju's field measurements method and item response theory probability Ratio (IRT-LR) DIF analysis was performed according to language and gender variables using the method. The DIF results obtained in the full datasets were taken as reference and compared with the results obtained from other datasets. As a result of the research, in the RI assignment method, in accordance with the DIF analysis made according to the language variable, 10% better results were obtained compared to the other rates, and determinations were made close to the correct result. While it was seen that relatively accurate results were obtained at the rate of 5%, 20% and 30%, poor results were obtained at the rates of 20% and 30%. Although values close to the correct result were obtained at a rate of 10% according to the gender variable with the RI method, wrong results were obtained at other rates. In MI and kNN methods, according to the language variable, the closest results to the full data set were obtained at 5% missing data rate, while it was seen that more accurate estimations were made at 20% missing data rate than 10% and 30% missing data rates. In the MI method, it was determined that wrong results were obtained in all missing data rates according to the gender variable. According to the gender variable, according to the DIF analysis, it was seen that the kNN method gave correct results at 5% and

10% missing data rates, but wrong estimations were made at 20% and 30% rates. It has been revealed that RI, MI and kNN methods, and 5% missing data rate, in determining DIF according to the language variable, findings close to the full data set of MI and kNN methods were reached, while the RI method gave erroneous results compared to other methods. While the closest result to the full data set was obtained in the RI method according to the language variable at 10% missing value, it was determined that erroneous findings were obtained in the MI and kNN methods. As a result of 20% of the DIF analysis according to the language variable, although MI and kNN methods yielded the same results, they did not provide sufficient estimation to detect DIF, while more inaccurate values were determined in the RI method compared to these methods. Although similar results were obtained for the three methods according to the language variable at the rate of 30% missing value, correct answers could not be obtained. As a result of the DIF analysis for the gender variable at the rate of 5%, DIF could not be determined in any item in the CA and RA methods, while the same result was obtained with the full data set in the kNN method. While erroneous results were obtained in the MI method at a rate of 10% according to the gender variable, correct estimations were made in the RI and kNN methods. Accurate results could not be obtained in all three methods (RI, MI, kNN) according to the gender variable at 20% and 30% undervalued rates.

Keywords: *Differential item functioning, missing data, item response theory, Raju's Area Measurement, Likelihood ratio*

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	7
1.2.1. Alt Problemler.....	7
1.3. Araştırmanın Önemi	8
1.4. Araştırmanın Varsayımları (Sayıltıları)	9
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	9
1.6. Tanımlar.....	10

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. PISA.....	11
2.2. Değişen Madde Fonksiyonu	15
2.2.1. Madde Tepki Kuramı	18
2.2.1.1. Madde Karakteristik Fonksiyonu ve Eğrisi.....	19
2.2.1.2. Madde Tepki Kuramı Varsayımları	20
2.2.1.3. Madde Tepki Kuramı Modelleri.....	21
2.2.1.4. Madde Tepki Kuramına Dayalı DMF Yöntemleri	23
2.3. Kayıp Veri.....	25
2.3.1. Kayıp Veri Miktarı.....	26
2.3.2. Kayıp Veri Örüntüleri	27

2.3.3. Kayıp Veri Mekanizmaları.....	28
2.3.3.1. Tamamen Rastlantısal Kayıp (missing completely at random, TRK).....	28
2.3.3.2. Rastlantısal Kayıp (missing at random, RK):.....	28
2.3.3.3. Rastlantısal Olmayan Kayıp (missing not at random, ROK)	29
2.3.4. Kayıp Veriyle Başa Çıkma Yöntemleri	29
2.3.4.1. Regresyon Atama (RA) Yöntemi	30
2.3.4.2. Çoklu Atama (ÇA) Yöntemi	30
2.3.4.3. K-En Yakın Komşu ile Kayıp Değer Atama Yöntemi (kNN imputation)	31
2.4. İlgili Araştırmalar	32

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırma Yöntemi	41
3.2. Çalışma Grubu	41
3.3. Veri Toplama Araçları	42
3.4. Verilerin Analizi	43
3.4.1. Uç Değerler	44
3.4.2. Betimsel Test İstatistikleri.....	45
3.4.3. Doğrulamalı Faktör Analizi	46
3.4.4. Popülasyon Heterojenliği	47
3.4.5. Model Veri Uyumu	48
4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	50
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	51
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular	53
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	54
4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	56
4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	57
4.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	59
4.8. Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	60

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Tartışma	63
5.2. Öneriler	65
5.2.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler.....	65
5.2.2. Araştırmacılar İçin Öneriler	66
KAYNAKÇA.....	67
EKLER	76
Ek 1. Tam Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları	76
Ek 2. Tam Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları	77
Ek 3. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve Regresyon Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları	78
Ek 4. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve Regresyon Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları	81
Ek 5. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve Çoklu Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları	84
Ek 6. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve Çoklu Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları	87
Ek 7. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve k-En Yakın Komşu Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları	90
Ek 8. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve k-En Yakın Komşu Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları	93
ÖZGEÇMİŞ	96
İNTİHAL RAPORU	97

BİLDİRİM.....	98
----------------------	-----------

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 3.1.	Çalışma Grubunda Bulunan Bireylerin Ülke ve Cinsiyete Göre Dağılımları	42
Tablo 3.2.	Analizde Kullanılan Fen Okuryazarlığı Maddeleri	43
Tablo 3.3.	Alt Problemlere İlişkin Test İstatistikleri, Normallik Testleri ve Güvenilirlik Katsayıları.....	46
Tablo 3.4.	Doğrulayıcı Faktör Analizi Model Veri Uyumu Değerleri	46
Tablo 3.5.	Dil Değişkenine Göre Veri Setinin Popülasyon Heterojenliği Uyum İndeksleri .	47
Tablo 3.6.	Cinsiyet Değişkenine Göre Veri Setinin Popülasyon Heterojenliği Uyum İndeksleri	48
Tablo 3.7.	Model Veri Uyumu Karşılaştırması.....	48
Tablo 4.1.	Tam Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları	50
Tablo 4.2.	Tam Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları	52
Tablo 4.3.	Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve Regresyon Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Dil Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları.....	53
Tablo 4.4.	Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve Regresyon Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Cinsiyet Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları.....	54
Tablo 4.5.	Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve Çoklu Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Dil Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları	56
Tablo 4.6.	Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve Çoklu Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Cinsiyet Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları	58

Tablo 4.7.	Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve k-En Yakın Komşu Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Dil Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları.....	59
Tablo 4.8.	Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve k-En Yakın Komşu Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Cinsiyet Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analiz Bulguları.....	61
Tablo 6.1.	Tam Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları	76
Tablo 6.2.	Tam Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları	77
Tablo 6.3.	Regresyon Atama Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi	78
Tablo 6.4.	Regresyon Atama Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	79
Tablo 6.5.	Regresyon Atama Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	79
Tablo 6.6.	Regresyon Atama Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	80
Tablo 6.7.	Regresyon Atama Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	81
Tablo 6.8.	Regresyon Atama Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	82
Tablo 6.9.	Regresyon Atama Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	82

Tablo 6.10. Regresyon Atama Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	83
Tablo 6.11. Çoklu Atama Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	84
Tablo 6.12. Çoklu Atama Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	85
Tablo 6.13. Çoklu Atama Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	85
Tablo 6.14. Çoklu Atama Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	86
Tablo 6.15. Çoklu Atama Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	87
Tablo 6.16. Çoklu Atama Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	88
Tablo 6.17. Çoklu Atama Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	88
Tablo 6.18. Çoklu Atama Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	89
Tablo 6.19. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	90
Tablo 6.20. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	91

Tablo 6.21. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	91
Tablo 6.22. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	92
Tablo 6.23. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	93
Tablo 6.24. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	94
Tablo 6.25. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	94
Tablo 6.26. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları.....	95

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Fen Okuryazarlığı Boyutları	13
Şekil 2.2.	Tek Biçimli DMF Belirlenen Madde Karakteristik Eğrisi	17
Şekil 2.3.	Tek Biçimli Olmayan DMF Bulunduran Madde Karakteristik Eğrisi.....	17
Şekil 2.4.	Madde Karakteristik Eğrisi	20
Şekil 2.5.	Kayıp Veri Örüntüsü.....	27
Şekil 2.6.	Çoklu Atama İşlem Basamakları	31

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

1PLM	: Bir Parametrelili Lojistik Model
2PLM	: İki Parametrelili Lojistik Model
3PLM	: Üç Parametrelili Lojistik Model
AFA	: Açımlayıcı Faktör Analizi
AIC	: Akaike Bilgi Ölçütü
BIC	: Bayesian Bilgi Ölçütü
ÇA	: Çoklu Atama Yöntem
DMF	: Değişen Madde Fonksiyonu
kNN	: K- En Yakın Komşu Yöntemi
KTK	: Klasik Test Kuramı
MTK	: Madde Tepki Kuramı
MTK-OO	: Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Yöntemi
OECD	: Organization for Economic Cooperation and Development
PISA	: Programme for International Student Assessment
RA	: Regresyon Atama Yöntemi
RK	: Rastlantısal Kayıp
ROK	: Rastlantısal Olmayan Kayıp
TRK	: Tamamen Rastlantısal Kayıp

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, sayıtlar, kapsam ve sınırlamalar, tanımlar ele alınmıştır.

1.1. Problem Durumu

Bireylerin zekâ, başarı, tutum gibi bilişsel ya da duyuşsal özelliklerini tespit edebilmek amacıyla çeşitli testler geliştirilmekte ve bu testler ulusal ve uluslararası birçok eğitim çalışmasında kullanılmaktadır. Testlerden elde edilen puanlar neticesinde bireylerin ölçülmesi hedeflenen özelliğe ne kadar sahip olduğu incelenmektedir. Eğitim alanında gerçekleştirilen çalışmalardan ulaşılan sonuçlar doğrultusunda değerlendirmeler yapılarak bireylere dair önemli kararlar alınabilmektedir (Uyar, 2015; Yılmaz, 2021).

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) tarafından gerçekleştirilen Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) ve Uluslararası Fen Eğilimleri gibi eğitimde uluslararası izleme araştırmaları ülkelerin eğitim durumlarını görüp diğer ülkelerle karşılaştırma yapabilmelerine olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda bu araştırma sonuçları ülkelere eğitimde politika oluşturma ve iyileştirmede yol göstermektedir. Bu doğrultuda uluslararası araştırmalarda yer alan ülke sayısı gün geçtikçe artmaktadır (MEB, 2019).

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından gerçekleştirilen araştırmalardan biri olan ve üçer yıllık döngüler hâlinde yapılan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) araştırmaları 15 yaş grubundaki öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri değerlendirmektedir. PISA'nın asıl hedefi, öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük yaşama ne kadar yansıtılabildiklerini ölçmektir. Ülkeler aynı zamanda uygulamaya eğitim sistemlerini değerlendirmek amacı ile de katılmaktadır. Bu doğrultuda ulusal düzeyde eğitim alanında alınan kararların etkisiyle ulaşılan sonuçlar neticesinde uygun politikalar oluşturulmaktadır (MEB, 2019). Örgün eğitime devam eden 15 yaş grubundaki öğrencilerin fen okuryazarlığı, matematik okuryazarlığı ve okuma becerilerini ölçmek amacı ile yapılan bir çalışma olan PISA'da üç temel gösterge esas alınmaktadır. Bu göstergelerden ilki uygulamada yer alan bireylerin başarı ve bilgi profilini meydana çıkaracak olan göstergelerdir. İkinci göstergeler PISA'da anketler yardımıyla elde edilen değişkenlerle öğrencilerin becerileri arasındaki ilişkiye dair göstergeler, öğrencilerin arasındaki ilişkilere ve

okullar arasındaki ilişkilere ait göstergeler ise esas alınan son göstergelerdir (MEB, 2016; MEB, 2019; OECD, 2016).

Öğrencilerin bilimsel olgular ile ilgili düşünme yeteneği ve bilimle alakalı konularla ilgilenmesi olarak değerlendirilen fen okuryazarlığı PISA uygulaması içerisinde yer almaktadır. Olguları bilimsel bir biçimde açıklama, bilimsel sorgulama tekniği tasarlama ve değerlendirme, verileri ve bulguları bilimsel bir şekilde yorumlama yeterlilikleri fen okuryazarlığının gerekliliklerindendir (OECD, 2019a). Bütün bu yeterlilikler için farklı bilgi türlerine gereksinim duyulmakla birlikte fen alanı ile ilgili içerik bilgisi bilimsel ve teknolojik olguların açıklanabilmesi için kullanılmaktadır (OECD, 2019a). Diğer yeterlikler için yalnızca içerik bilgisi yeterli olmamakla beraber bu yeterlikler bilimsel bilginin meydana gelme aşamalarının kavranmasını gerektirmektedir. Bilimsel sorgulama yöntemi, bilimsel bilgiyi meydana getirmede kullanılan farklı uygulamaların sürecine dair yöntem bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yeterlilikler, temel terimleri (bilimsel araştırmaların ortak uygulamaları, kuram, veri, hipotez gibi) kavramak amacıyla bir epistemik bilgiyi gerekli kılmaktadır (OECD, 2019). İçerik, yöntem ve epistemik bilgi türleri fen okuryazarlığı içerisinde yer alır. PISA uygulamasında bu bilgi türlerini 15 yaş grubundaki öğrencilerin kişisel, yerel, ulusal ve küresel durumlarda uygun bir biçimde ortaya çıkarma kapasitesine yoğunlaşmaktadır. Böyle olması nedeniyle PISA araştırmalarında değerlendirilen fen okuryazarlığı, okullarda yer alan fen bilimleri müfredatından daha geniş bir içeriğe sahiptir (OECD, 2019). PISA fen okuryazarlığı testi, 2015 uygulamasında bilgisayar özelliklerinden yararlanmak için geliştirilmiş etkileşimli ara yüz ile öğrencilerin ilk kez deneyler yapmasına olanak sağlamış ve deneyler sonucunda ulaştığı bulgular hakkında yorum yapmaları istenerek onların bilimsel araştırma yapma kabiliyetleri değerlendirilmiştir (OECD, 2019).

Eğitim alanında uygulanan testlerde aynı yetenek düzeyindeki kişilerin, testten ya da testte yer alan maddelerden aynı puanları alması gerektiği düşünülmektedir. Aynı yetenek düzeyinde olan ancak farklı gruplar yer alan bireylerin farklı puanları alması durumunda testin ya da test maddelerinin belirli bir topluluğa karşı yanlılık gösterdiği ifade edilmektedir. Bir testte yer alan herhangi bir maddenin belirli bir topluluğa karşı yanlı olma durumunu tespit etmek amacıyla istatistiksel yöntemlerden biri olan değişen madde fonksiyonu analizleri kullanılabilir. Aynı yetenek düzeyinde olup farklı gruplarda bulunan bireylerin bir maddeyi doğru bir şekilde cevaplama ihtimalleri farklı ise o madde DMF içeren madde olarak ifade edilmektedir. Bir testte DMF içeren maddelerin olması, ölçülen özellik dışında başka özelliklerin de ölçme sonuçlarına karışmış olabileceğini göstermektedir. Bu durum, ölçme sonuçlarının yanlış bir şekilde yorumlanarak hatalı kararlar verilmesine neden olmaktadır. Bu

sebeple DMF gösteren maddeler, madde yanlılığı bakımından değerlendirilmelidir (Atar ve diğerleri, 2019).

Bir testte ölçülmesi amaçlanan psikolojik yapının her bir yetenek düzeyinde kültür ve cinsiyet gibi demografik özellikler nedeniyle farklı alt gruplarda bulunan bireylerin, maddeyi doğru yanıtlama ihtimallerinin farklılık göstermesi Değişen Madde Fonksiyonu (DMF) olarak açıklanmaktadır (Zumbo, 1999). Ölçmede yapılan yanlılık ile gerçek gruplar arası farklılıkları ayırt etmek amacıyla DMF analizleri farklı alt gruplarda bulunan bireylerin ölçülen özellik açısından eşit olduğu varsayımına dayanarak belirli aşamalarla gerçekleştirilmektedir. İlk olarak farklı gruplarda yer alan aynı yetenek seviyesindeki bireyler eşleştirilerek karşılaştırılabilen bireyler ortaya çıkarılmaktadır. Sonrasında bu bireylerin test maddelerindeki performanslarının aynı olma durumu incelenmektedir (Kalaycıoğlu ve Kelecioğlu, 2011).

DMF, iki grupta değerlendirilmektedir. Bunlardan ilki tek biçimli DMF'dir. Tek biçimli DMF, bütün yetenek düzeylerinde bir gruptaki bireylerin bir maddeye doğru yanıt verme ihtimalinin diğer gruptaki bireylerden daha yüksek olması şeklinde açıklanmaktadır. Diğer ise tek biçimli olmayan DMF'dir. Bir grupta bir maddeye doğru yanıt verme ihtimalinin, diğer gruptan bazı yetenek düzeylerinde düşük, bazı yetenek düzeylerinde yüksek olması tek biçimli olmayan DMF olarak tanımlanmaktadır (Hambleton ve diğerleri, 1991).

DMF'nin belirlenmesi amacı ile klasik test kuramına ve madde tepki kuramına dayalı birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında Olabilirlik Oran (MTK-OO) yöntemi, madde parametreleri farklılığı yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi, Ordinal Lojistik Regresyon yöntemi, Poly-SIBTEST yöntemi, Mantel-Haenszel yöntemi, Lojistik Regresyon, Lord'un χ^2 yöntemi gösterilebilmektedir.

Madde parametrelerinin odak ve referans grup olarak isimlendirilen alt kategorilerde kıyaslanması olarak ifade edilen Lord'un χ^2 yöntemi, hem tek biçimli hem de tek biçimli olmayan DMF gösteren maddeler için kullanılabilir. Bu yöntemde, alt kategoriler arasındaki madde parametrelerine ulaşılp ilgili parametreler arasındaki fark ve bu farka ait varyans - kovaryans matrisi aracılığı ile χ^2 değeri hesaplanmaktadır (Camilli ve Shepard, 1994). Referans grup ile odak grup arasında yapılan bu kıyaslanmanın amacı farkın istatistiksel olarak anlamlı olma durumunu tespit etmektir. Lord'un χ^2 yöntemi ile etki büyüklükleri de hesaplanabilmektedir. Bu sayede DMF belirlemek amacıyla etki büyüklükleri de kullanılabilir.

Raju'nun alan ölçümleri yöntemi, DMF'yi belirlemek amacıyla aynı olmayan iki grubun Madde Karakteristik Eğrisi (MKE) arasında kalan alanının 0'dan büyük miktarda farklı olma durumunu belirlemeye yarayan yöntemdir (Hasançebi ve diğerleri, 2019). Bu yöntemde eğriler

arasında ölçülen bir alan değerin olup olmadığı veya grupların madde karakteristik eğrilerinin çakışıp çakışmadığı incelenmektedir. Eğrilerin çakışması diğer bir ifadeyle eğriler arasında ölçülen alan değerin sıfır olması maddede DMF bulunmadığını göstermektedir (Başusta, 2013). Ancak aynı yetenek düzeyindeki iki farklı grubun madde karakteristik eğrileri arasında bir alan oluşması halinde maddenin iki gruba farklı işlediği, bu nedenle maddenin DMF gösterdiği ifade edilmektedir (Raju, 1990). Raju'nun alan ölçümleri yöntemi, tek biçimli olan ve tek biçimli olmayan DMF gösteren maddelerde kullanılabilmektedir. Bu yöntemle analiz yapılırken MKE altında kalan alanların örneklem büyüklüğünden etkilenmesi sebebiyle iki MKE'nin neden farklılık gösterdiği açıklanamamaktadır. Bu durum, yöntemin DMF analizlerinde kullanılması halinde dezavantaj oluşturacaktır.

Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran (MTK-OO) yöntemi, sınırlı model (compact model) ve sınırlanmamış/serbest modelin (augmented model) görelisi olarak uyumunu kıyaslamaktadır. Olabilirlik oran testi, referans ve odak grupların madde parametreleri arasındaki anlamlılığı değerlendirmektedir (Alatlı, 2016). Bu yöntemde genişletilmiş ve sınırlandırılmış iki model kurularak bu modellerden ulaşılan olabilirlik oranlarını kıyaslanmaktadır. Madde parametreleri, sınırlandırılmış modelde her iki grup için de aynı olurken genişletilmiş modelde madde parametreleri referans grup ve odak grup için aynı değildir. Testte yer alan her madde için aynı adımlar tekrarlanarak DMF incelenmektedir (Hasançebi, 2021). Bu yöntem, hem tek biçimli hem de tek biçimli olmayan DMF gösteren maddeler için kullanılabilmektedir. MTK-OO yöntemi, hem ikili puanlanan hem de çoklu puanlanan maddelerde DMF belirlemek amacıyla kullanılabilmesi nedeniyle pek çok yönetime göre daha avantajlıdır.

Verilerin yapısı ve özellikleri DMF analizlerini etkilemektedir. Veri setinde uç değerler ve kayıp verilerin yer alması her istatistiksel analiz bulgularını olduğu gibi DMF bulgularını da etkilemektedir. Araştırmalarda incelenen kayıp veriler, çalışmalardaki bireylerin bilinçli olarak veya bilinçsiz bir şekilde sorulara yanıt vermemesi, veri toplama anında yaşanan sorunlar ya da veri toplama aracında yer alan sorunlar, çalışma bitmeden bireylerin çalışmadan ayrılması, veri girişi sırasında yapılan hatalar gibi nedenlerden ortaya çıkmaktadır (Osborne, 2013). Tamamlanmış veri matrisinde bir değişkene ilişkin gözlem bulunmadığı takdirde ilgili veri matrisi kayıp veri matrisi olarak isimlendirilirken gözlem bulunmayan boş hücre ise kayıp veri olarak açıklanmaktadır (Little ve Rubin, 2019). Sosyal bilimlerde gerçekleştirilen çalışmalarda çoğu araştırmacının sıklıkla karşılaştığı problemlerden biri olan kayıp veriler, genellikle büyük gruplarda yürütülen çalışmalarda araştırmacıların karşısına çıkmaktadır (Cool, 2000). Araştırmacılar, çalışmalarında yer alan verilere yaptıkları analizlerde doğru sonuçlara

ulaşabilmek amacıyla kayıp veri sorununu ortadan kaldırmalıdır. Araştırmacılar, kayıp verilerle başa çıkmak için veriye yeni gözlemleri ekleme, kayıp verinin bulunduğu hücreleri veri setinden çıkartma, kayıp verilere dair kestirimlerde bulunma ve ulaşılan yaklaşık değerleri eksik değerler yerine kullanma tekniklerinden birini kullanarak karşılaşılabilecek sorunlara ilişkin önlem alabilmektedir (Çüm ve Gelbal,2015).

Kayıp veriler, herhangi bir verinin eksik olma ihtimali ve veriler arasındaki bağlantılar göz önünde bulundurularak tamamen rastlantısal kayıp (TRK), rastlantısal kayıp (RK) ve rastlantısal olmayan kayıp (ROK) olarak üç çeşit yapıdan oluşabilmektedir (Rubin,2004).

Tamamen Rastlantısal kayıp (TRK), herhangi bir verinin eksik olma ihtimalinin eksik verinin olduğu değişken ile araştırmada ölçülen diğer değişkenlerle ilişkisi bulunmamasıdır (Little ve Rubin, 2019). Örneğin, bireylerin sınav puanlarından oluşan bir değişkende gözlemlenen kayıpların yüksek ya da düşük puanlara sahip olan bireylerde farklılaşmadığında veya cinsiyet gibi başka bir değişkenin kayıplar üzerinde bir etkisi bulunmadığında kayıp verilerin tamamen rastlantısal dağıldığı (TRK) biçiminde yorum yapılabilir.

Rastlantısal kayıp (RK), herhangi bir verinin kayıp olma ihtimalinin eksik değerin yer aldığı değişkenin kendisine bağımlı olmaması fakat çalışmada ölçülen farklı bir değişkene veya değişkenlere (cinsiyet, eğitim seviyesi, etnik köken gibi) bağımlı olmasıdır (Little ve Rubin, 2019). Örneğin, bireylerin sınav puanlarından oluşan bir değişkende gözlemlenen kayıpların yüksek ya da düşük puanlara sahip olan bireylerde farklılaşmaması ancak cinsiyet gibi başka bir değişkenin kayıplar üzerinde etkisinin bulunması kayıp verilerin rastlantısal dağıldığı yorumu yapılabilir.

Rastlantısal olmayan kayıp (ROK), tamamen rastlantısal kayıp ve rastlantısal kayıp şartlarının karşılanmamasıdır (Rubin,2004). Diğer bir ifadeyle herhangi bir verinin kayıp olma ihtimalinin kaybın yer aldığı değişkenin değerine bağlı olmasıdır (Little ve Rubin, 2019). Örneğin, bireylerin sınav puanlarından oluşan bir değişkende gözlemlenen kayıpların yüksek ya da düşük puanlara sahip olan bireylerde farklılaşması kayıp verilerin rastlantısal olmayan biçimde dağıldığını (ROK) ifade etmektedir.

Kayıp veri mekanizması, kayıp verilerin yerine uygun verilerin atanması için seçilecek olan yöntemin belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir. Araştırmacılar, kayıp veri atama yöntemini belirlerken veri setlerindeki kayıp verilerin sahip oldukları kayıp veri mekanizmasına uygun olan atama yöntemini seçmektedir. Kayıp veri mekanizmalarına uygun olarak birçok atama yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerden birkaçı aşağıda yer almaktadır:

Regresyonla atama (RA) yöntemi: Regresyonla atama yönteminde, kayıp veri bulunmayan değişkenler yardımıyla kurulan bir regresyon denklemine göre kayıp veriler

tahmin edilmektedir. Regresyon denklemi, kayıp veri bulunmayan değişkenlerin yordayıcı, kayıp veri bulunan değişkenin yordanan durumunda olacağı biçimde kurulmaktadır. Bu denklem ile yordanan değişkende kayıp olan verilerin yerine kayıp olmayan değişkenlere ait değerlerin getirilmesiyle veri seti eksiksiz hale gelmektedir (Enders, 2010). Kayıp veri bulunduran değişkenin her bir kayıp verisinin yerine atama yapılabilmesi için farklı bağımsız değişkenler kümesinin kullanılmasına olanak sağlaması, atanan değerlerin birbirinden farklı olması nedeniyle değişkenin standart sapma değerinin etkilenmemesi ve dağılımını bozmaması bu yöntemin üstün özellikleridir. Kayıp değerlerin oranından ve dağılımından etkilenmesi regresyon atama yönteminin olumsuz bir özelliğidir.

Çoklu atama (ÇA) yöntemi: Her bir eksik verinin yerine muhtemel verilerin dağılımını gösteren en az iki değer atanması çoklu atama yöntemi ile gerçekleştirilmektedir (Rubin, 2004). Bu atamanın sonunda eksiksiz birden fazla veri seti oluşmaktadır. Oluşan yeni veri setleri birbirlerinden bağımsız olarak analiz edilmektedir. Analiz edilen veri setleri nihai kestirimlerin gerçekleştirilebilmesi amacıyla birleştirilmektedir (Van Buuren, 2018). Bu yöntemde en az 2 atama yapılırken atama sayısının herhangi bir üst sınırı yoktur. Bununla birlikte çoklu atama yönteminde atamanın fazla olması standart hatanın düşmesini sağlamaktadır (Schafer ve Olsen, 1998). Çoklu atama yöntemi ile kayıp veri ataması, atama basamağı, analiz ve birleştirme basamağı olmak üzere üç aşamada yapılmaktadır. Atama aşaması tekrarlı bir süreçtir ve eksik değerler için çok sayıda, çeşitli atama yapılarak veri setleri oluşturulmaktadır. Elde edilen veri setleri üzerinden analiz aşamasına geçilerek her veri için bir tane olmakla birlikte toplam m defa uygulama yapılmaktadır. Analizler yapıldıktan sonra elde edilen m tane kestirilmiş parametrenin ortalaması alınmaktadır (Enders, 2010). Çoklu atama yöntemi standart hataların daha iyi tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır. Çoklu atama yöntemi ile yapılan analizlerde yanlış sonuçlar ortaya çıkabilmesi bu yöntemin olumsuz bir özelliğidir.

K-en yakın komşu yöntemi (kNN), sınıflandırma sorununu giderebilen denetimli öğrenme tekniklerinden biridir. Bu yöntemde ilk olarak sınıflandırma yapılacak olan verilerin benzerlikleri hesaplanmaktadır. Daha sonra birbirine en yakın mesafede bulunduğu tahmin edilen k değerinin ortalamasıyla tespit edilen eşik değere göre gruplara atamalar yapılmaktadır. Her bir grubun özelliklerinin önceden açık bir biçimde belirlenmesi önemlidir. K-en yakın komşu yönteminin etkinliği komşu miktarı, eşik değeri, benzerlik ölçümü ve öğrenme kümesindeki normal eylemlerin yeterli miktarda bulunması gibi bazı durumlardan etkilenmektedir (Çalışkan ve Soğukpınar, 2008). Uygulamanın kolay olması kNN yönteminin güçlü yönlerinden biri olmasına karşın yavaş çalışıyor olması bu yöntemin olumsuz özelliğidir.

Ölçme araçları ile ulaşılan veri setleri; maddeleri cevaplayan bireylerden, ölçme aracından ya da testi uygulayan bireylerden kaynaklanan nedenlerden dolayı kimi zaman kayıp veri içerebilmektedir. Veri setleri üzerinde gerçekleştirilen analizlerin sonuçlarına doğrudan etki ederek çeşitli sorunlara neden olan kayıp verileri ortadan kaldırabilmek için silmeye ve atamaya dayalı çeşitli yöntemlerle işlemler yapılabilmektedir. Maddelerin yanlılığını tespit etmek amacıyla kullanılan yöntemlerden biri olan DMF analizleri de kayıp verilerden etkilenmektedir. DMF analizleri gerçekleştirilirken uygun yöntemlerle kayıp verilerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu bağlamda araştırmanın problemini, farklı oranlarda kayıp veri içeren veri setlerine uygulanan kayıp veriler ile başa çıkma yöntemlerinden regresyon atama (RA), çoklu atama (ÇA), k-en yakın komşu (kNN) yöntemlerinin dil ve cinsiyet değişkenlerine göre madde tepki kuramına dayalı yöntemlerle (Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemi) değişen madde fonksiyonuna etkisinin ne düzeyde olduğunun incelenmesi oluşturmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Testlerden elde edilecek puanların analizleri sırasında geçerli ve güvenilir sonuçlara ulaşabilmek önemlidir. Geçerliliği etkileyen faktörlerden biri de değişen madde fonksiyonudur (DMF) ve testte yer alan maddelerde DMF bulunması geçerliliği olumsuz etkileyen bir unsurdur. Pek çok istatistiksel işlem gibi DMF analizleri de kayıp verilerden etkilenmektedir. Bu nedenle DMF analizlerinin gerçekleştirileceği veri setlerinde kayıp veri bulunması halinde kayıp veri sorunu uygun yöntemlerle giderilmelidir. Kayıp veri ataması için uygun yöntem seçildikten sonra bu yöntemin DMF sonuçlarını ne kadar etkilediği ve gerçek duruma ne kadar benzer sonuçlar ortaya çıkardığı incelenmelidir. Bu nedenle DMF içeren maddelerin doğru bir biçimde saptanabilmesi amacıyla veri setindeki kayıp veri sorunu uygun olan kayıp veri atama yöntemi ile çözülmelidir.

Bu araştırmanın temel amacı değişen madde fonksiyonu çalışmalarında kayıp veri oranı dikkate alınarak kayıp veri ile başa çıkma yöntemlerinin DMF sonuçlarını nasıl etkilediğini tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır:

1.2.1. Alt Problemler

1. PISA 2018 uygulamasındaki Fen okuryazarlığı testindeki maddeler cinsiyet değişkenlerine göre MTK'ye dayalı DMF göstermekte midir?

2. PISA 2018 uygulamasındaki Fen okuryazarlığı testindeki maddeler cinsiyet değişkenlerine göre MTK'ye dayalı DMF göstermekte midir?
3. Farklı oranlardaki kayıp verilere RA yöntemiyle veri atanarak dil değişkenine göre MTK'ye dayalı yöntemlerle DMF'ye etkisi ne düzeydedir?
4. Farklı oranlardaki kayıp verilere RA yöntemiyle veri atanarak cinsiyet değişkenine göre MTK'ye dayalı yöntemlerle DMF'ye etkisi ne düzeydedir?
5. Farklı oranlardaki kayıp verilere ÇA yöntemiyle veri atanarak dil değişkenine göre MTK'ye dayalı yöntemlerle yapılan DMF'ye etkisi ne düzeydedir?
6. Farklı oranlardaki kayıp verilere ÇA yöntemiyle veri atanarak yapılan cinsiyet değişkenine göre MTK'ye dayalı yöntemlerle DMF'ye etkisi ne düzeydedir?
7. Farklı oranlardaki kayıp verilere kNN yöntemiyle veri atanarak yapılan dil değişkenine göre MTK'ye dayalı yöntemlerle DMF'ye etkisi ne düzeydedir?
8. Farklı oranlardaki kayıp verilere kNN yöntemiyle veri atanarak yapılan cinsiyet değişkenine göre MTK'ye dayalı yöntemlerle DMF'ye etkisi ne düzeydedir?

1.3. Araştırmanın Önemi

Ölçme araçlarında yer alması beklenen en önemli özelliklerden biri geçerliktir. Geçerliği düşüren faktörlerden biri de DMF'dir. Uygulanan çalışmalarda kullanılan ölçme araçlarında DMF'li maddenin yer alması çalışma sonuçlarının geçerliğini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle çalışmaların sonuçlarına bağlı olarak hatalı yorumlar ve düzeltmeler yapılabilmektedir (Sırgacı ve Çakan,2020). Testte yer alan maddelerin iyileştirilebilmesi, test puanları göz önünde bulundurularak yapılan çıkarımların uygunluğuna ilişkin geri dönütler alınabilmesi, yeni ölçme araçlarının oluşturulabilmesi bakımından çoktan seçmeli testlerde DMF analizleri ve ölçme değerlendirme araştırmaları gerçekleştirmek hayli önemli olmaktadır (Zumbo, 1999).

Birçok istatistiksel yöntemin kayıp verilerden etkilenmesi nedeniyle kayıp veri içeren veri setleri ile yapılacak olan analizler öncesinde bu veri setlerinin uygun yöntemlerle eksiksiz veri setleri haline getirilmesi gerekmektedir. Kayıp verilerden etkilenen yöntemlerden biri de DMF analizleridir. Kayıp veri içeren veri setlerinde kayıp verilerle baş etmek için birçok yöntem vardır ve tam olmayan veri setlerinde DMF analizlerinin doğru yapılabilmesi için kayıp verilerle başa çıkma yöntemlerinden en uygun olanını seçmek gerekmektedir.

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından gerçekleştirilen araştırmalardan biri olan ve üçer yıllık döngüler hâlinde yapılan Uluslararası Öğrenci

Değerlendirme Programı (PISA) araştırmaları 15 yaş grubundaki öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri değerlendirmektedir. PISA'nın asıl amacı, öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük yaşamda ne kadar kullanabildiklerini ölçmektir. Ülkeler aynı zamanda uygulamaya eğitim sistemlerini değerlendirmek amacı ile katılmaktadır. Buradan yola çıkarak ulusal düzeyde eğitim alanında belirlenen kararların etkisiyle ulaşılan sonuçlar doğrultusunda politikalar oluşturulmaktadır (MEB, 2019). Bu araştırmada farklı oranlarda kayıp veri içeren veri setleri üzerinde farklı yöntemler kullanılarak değer atamanın PISA 2018 verileri üzerinden değişen madde fonksiyonuna etkilerinin tam veri setleri üzerinden karşılaştırmalı biçimde incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda eksik değerlerin DMF üzerindeki etkisi PISA verileri yardımıyla incelenmiştir.

Alan yazın incelendiğinde konuyla ilgili çok fazla çalışmayla karşılaşmamakla beraber gerçekleştirilen çalışmalarda sıklıkla DMF analizlerinin MTK dayalı yöntemler ile yapılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada, kayıp veri atama yöntemlerinden olan regresyon atama (RA), çoklu atama (ÇA) ve k-en yakın komşu yöntemlerinin MTK'ye dayalı DMF belirleme yöntemleri (Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemi) ile DMF belirlemeye etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma sonucunda gelecekte yapılacak olan MTK'ye dayalı DMF analizlerinin uygulanacağı veri setlerindeki kayıp verilere en uygun kayıp veri atama yönteminin seçilebilmesine yardımcı olmak hedeflenmektedir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları (Sayıtları)

Araştırmada PISA 2018 uygulamasına katılan öğrencilerin eşit koşullarda testlere tabi tutulduğu varsayılmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmada kayıp veri atama yöntemlerinden regresyon atama (RA), çoklu atama (ÇA) ve k-en yakın komşu (kNN) yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada kategorik veri setlerinin kullanılması nedeniyle sürekli verilerde kullanılabilen ve başlangıçta araştırmada yer alması planlanan en küçük kareler yöntemi ve benzer tepki örüntüsüne dayalı kayıp veri atama yöntemi çalışmadan çıkarılarak kategorik verilerde kullanılabilen k-en yakın komşu yöntemi araştırmaya eklenmiştir (Kim ve diğerleri, 2005; Shepperd ve Cartwright, 2003).

Bu çalışmada değişen madde fonksiyonu incelemesi dil ve cinsiyet değişkenleri ile sınırlıdır.

Bu çalışmada değişen madde fonksiyonu analizleri Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemi kullanılmıştır.

1.6. Tanımlar

Değişen Madde Fonksiyonu: DMF farklı alt gruplardan gelen aynı yetenek seviyesine sahip katılımcıların belirli bir maddeye verdikleri yanıtların farklılaşması anlamına gelir.

Kayıp Veri: Çeşitli nedenlerden dolayı veri setinde yer alan bir veya daha fazla değişkenin cevaplanmaması durumudur.

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. PISA

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından üçer yıllık döngüler şeklinde uygulanan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA), 15 yaş grubunda yer alan öğrencilerin kazandıkları bilgi ve becerileri değerlendirmektedir. PISA’da öğrencilerin okul ortamında edinmiş oldukları bilgi ve becerileri günlük hayatlarında ne derece kullanabildiklerini ölçmek temel amaç olarak görülmektedir. PISA uygulamasında zorunlu eğitimlerini bitirmek üzere olan öğrencilerin sadece öğrendiklerini tekrar üretme durumlarını değerlendirmekle kalmayıp aynı zamanda öğrencilerin öğrendikleri bilgilerden iyi sonuçlar çıkarabilme derecelerini, bilgilerini okul içinde ve dışında tanımadıkları ortamlarda iyi uygulayabilme derecelerini değerlendirmektedir (OECD,2019).

PISA’da zorunlu eğitimi tamamlamasının ardından örgün eğitimde öğrenim hayatını sürdüren 15 yaş grubundaki öğrencilerin; matematik okuryazarlığı, fen okuryazarlığı ve okuma becerileri, öğrencilerin güdülenmeleri, kendileri ile ilgili görüşleri, öğrenme formları, okul ortamları ve aileleri hakkında veriler elde edilmektedir. PISA’da bulunan “okuryazarlık” ifadesi, öğrencinin bilgi ve potansiyelini geliştirerek toplumda daha etkili bir biçimde yer alarak topluma daha etkili bir biçimde katılmasına yardımcı olmak amacıyla yazılı kaynakları bulma, kullanma, kabul etme ve değerlendirmesi şeklinde açıklanmaktadır (OECD, 2019).

PISA araştırmasının her bir döngüsünde bir alan çalışmanın ağırlıklı alanı olarak seçilip o alanla ilgili daha fazla soru sorulmakta ve derinlemesine analizler yapılmaktadır. 2003 ve 2012’de ağırlıklı alan matematik okuryazarlığı olurken 2006 ve 2015 yıllarında ağırlıklı alan fen okuryazarlığıdır. 2018’de ise 2000 ve 2009’da da olduğu gibi ağırlıklı alan okuma becerileridir. PISA’da bulunan üç alan şu şekilde tanımlanmaktadır:

PISA uygulamasında okuma becerisi, bireyin belirli bir amaç doğrultusunda incelediği bir ya da daha çok metinde yer alan bilgiyle yakın ilişki kurabilmesine olanak sağlayacak yeterliklerin tümüne sahip olmasıyla birlikte bireylerin farklı amaçlara yönelik okuma yapmaları ve okuma motivasyonlarının yüksek olmasının beklenmesi olarak ifade edilmektedir (OECD, 2019). Bu nedenle PISA 2018’de okuma becerileri, öğrencilerin amaçlarına erişmek, bilgi ve potansiyelini ilerletmek ve topluma karışmak için metinleri anlama, kullanma, değerlendirme, yansıtma ve metinlerle etkileşim kurma kapasitesi olarak açıklanmaktadır (OECD, 2019).

Matematik okuryazarlığı, öğrencilerin türlü bağlamlarda matematiği formüle etme, kullanma ve yorumlama kapasitesi olarak ifade edilmekle birlikte matematiksel olarak fikir yürütme, olayları tanımlamak, açıklamak ve tahmin etmek için matematiksel kavramları, prosedürleri, araç ve gereçleri kullanmak olarak da açıklanmaktadır. Öğrencilerin PISA’da başarılı olmaları için matematiksel akıl yürütme becerilerini kullanabilmeleri, matematiksel kavramlar ile işlemleri kullanarak olayları aydınlatabilmeleri ve tahminde bulunabilmeleri gereklidir. Öğrencilerin matematiğin dünyadaki rolünü tespit etmelerine ve kararlarını bilinçli bir şekilde alabilmelerine, PISA’da açıklanan matematik yeterliliği olanak sağlamaktadır (OECD, 2019).

PISA uygulaması kapsamında yer alan fen okuryazarlığı, yansıtıcı bir birey olarak bilimle alakalı konularla ve bilimin fikirleriyle ilgilenme becerisidir. Fen okuryazarlığını kazanmış bireylerin, olayları bilimsel bir şekilde açıklama, bilimsel çalışmayı tasarlama, değerlendirme, veri ve kanıtları bilimsel bir biçimde yorumlama becerilerini gerektiren eylemlerde bulunma konusunda istekli olma yeterliliklerine sahip olması beklenmektedir (OECD, 2019).

Söz konusu yeterlilikler için farklı bilgi türleri gerekmektedir. Fen alanına dair içerik bilgisi, bilimsel ve teknolojik olguların açıklanmasında önemli bir yere sahiptir. Diğer yeterliliklerde bilimsel bilginin oluşma aşamaları anlaşılmalıdır. Bilimsel bilgi üretmede birbirinden farklı uygulamaların kullanılması sürecine dair yöntem bilgisi, bilimsel sorgulama yöntemi için gerekli olmaktadır. Bu yeterlilikler, bilimsel çalışmaların ortak uygulamaları, teori, hipotez ve veri benzeri temel terimlerin kavranması için epistemik bir bilgi gerektirmektedir. Fen okuryazarlığında söz konusu üç bilimsel bilgi türü de yer almaktadır. Öğrencilerin bu bilgi türlerini kişisel, yerel, ulusal ve küresel bağlamlarda uygun bir biçimde yansıtma durumu PISA fen okuryazarlığı alanında incelenen noktadır (OECD, 2019).

Fen okuryazarlığı değerlendirme çerçevesi, 15 yaş grubunda yer alan öğrencilerin PISA uygulaması için fen okuryazarlığının değerlendirilmesine ilişkin bir tutum tanımlamaktadır (OECD, 2019). PISA 2015’de fen okuryazarlığına yönelik değerlendirme çerçevesi güncellenmiştir. Güncellenen değerlendirme çerçevesi 2015 ve 2018 PISA çalışmalarında uygulanmıştır. PISA fen okuryazarlığını yeterlilikler, bilimsel bilgi, gerçek yaşam bağlamları (içerikler) olmak üzere üç başlık altında değerlendirme çerçevesini toplamıştır.

Şekil 2.1. Fen Okuryazarlığı Boyutları



PISA 2018’de matematik, fen ve okuma becerileri alanlarına yoğunlaşmıştır. Bu alanlarla birlikte PISA 2018’de isteğe bağlı olarak ülke ve ekonomilerde yer alan öğrencilerin finansal okuryazarlık alanı da değerlendirilmiştir (OECD, 2019).

PISA’nın ulusal seviyede uyarlama ve çeviri uygulamalarının gerçekleştirilmesi, çalışmanın yapılması, analizlerin uygulanması ve ulusal raporların düzenlenmesi gibi çalışmaları araştırmada yer alan ülkelerde belirlenen ulusal merkezler yapmaktadır. Araştırmada yer alan ülkelerdeki okullarda örgün eğitime devam eden 15 yaş grubundaki öğrencilerin hepsi PISA uygulamasına katılabilmektedir. OECD, PISA’ya katılacak olan okul ve öğrencileri tesadüfi (seçkisiz) yöntemle belirlemektedir. 2000 yılında uygulanmaya başlanan PISA üçer yıllık döngüler halinde yapılmaktadır. Türkiye PISA’ya 2003 yılında katılmaya başlamıştır. 2000 yılında 43 ülke ve ekonominin katılımıyla başlayan PISA 2003 yılında 41, 2006 yılında 57, 2009 ve 2012 yıllarında 65, 2015 yılında 72, 2018 yılında ise 79 ülke ve ekonomi katılım ile gerçekleştirilmiştir (OECD, 2019).

Türkiye’de PISA 2018 uygulaması bilgisayar tabanlı olarak 6890 öğrencinin katılımı ile yapılmıştır. Uygulamaya katılacak olan okullar tabakalı seçkisiz örnekleme yöntemiyle kararlaştırılmıştır. Türkiye örnekleminin belirlenmesi amacıyla okullar; okul türü, İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflaması (İBBS) Düzey 1, okulun idari şekli, okulun bulunduğu yer ve cinsiyet dağılımı tabakalarına göre incelenmiştir. Okullar seçildikten sonra okullardaki uygulamada yer alacak olan öğrenciler seçkisiz yöntemle belirlenmiştir. İBBS Düzey 1’e göre PISA 2018’de Türkiye’den 12 bölgeyi temsilen 186 okul ve 6890 öğrenci yer almıştır. PISA uygulaması ülkemizde Millî Eğitim Bakanlığı bünyesinde yer alan Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. PISA 2018 çalışması için

hazırlanan anket soruları ve test maddeleri, çevirileri yapılarak alanında uzman kişiler tarafından incelendikten sonra son halini almıştır. Örneklemeye seçilen okulların uygulanmaya hazır olabilmesi için il ve okul yöneticilerinin katılımıyla eğitim toplantıları gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bilgisayar üzerinden soruları yanıtladığı sırada ortaya çıkması muhtemel teknik aksaklıktan ortaya çıkabilecek veri kaybını önlemek amacıyla öğrencilere yardımcı olması için uygulama yapılan her bir sınıfta test uygulayıcısı bulunmuştur. Uygulamadan sonra çoktan seçmeli sorular otomatik puanlama şeklinde, açık uçlu sorular ise alanında uzman kişiler tarafından puanlanmıştır. Veriler bilgisayar üzerinden programa girilip uluslararası merkeze iletilmiştir (MEB, 2019).

PISA 2018'e katılan 79 ülkenin okuma becerileri alanındaki puan ortalamaları 340 ve 555 puan aralığında değişirken 79 ülkenin okuma becerileri puan ortalaması 453, 37 OECD ülkesinin puan ortalaması ise 487'dir. Okuma becerileri alanındaki puan ortalaması 466 olan Türkiye'nin puan ortalaması katılımcı ülkelerin puan ortalamasından daha yüksektir. Türkiye, okuma becerileri alanında PISA 2018'e katılan 79 ülke arasında 40. sırada, 37 OECD ülkesi arasında ise 31. sıradadır. Okuma becerileri alanında en yüksek başarıya sahip ilk beş ülke B-S-J-Z (Çin), Singapur, Makao (Çin), Hong Kong (Çin) ve Estonya olurken en az başarıya sahip beş ülke Fas, Lübnan, Kosova, Dominik Cumhuriyeti ve Filipinler olmuştur (MEB, 2019).

PISA 2018'de yer alan 79 ülkenin matematik alanındaki puan ortalamaları 325 ile 591 arasında değişirken 79 ülkenin matematik alanındaki puan ortalaması 459, 37 OECD ülkesinin matematik alanındaki puan ortalaması ise 489'dur. 454 puan ortalaması ile matematik alanı puan ortalamasına (459) yakın bir performansa sahip olan Türkiye, uygulamada yer alan 79 ülke arasında matematik alanında 42. sırada, 37 OECD ülkesi arasında ise 33. sırada bulunmaktadır. Matematik alanındaki en başarılı beş ülke sırasıyla B-S-J-Z (Çin), Singapur, Makao (Çin), Hong Kong (Çin) ve Tayvan'dır. Söz konusu beş ülke de OECD ülkeleri arasında değildir. Matematik alanında en az başarıyı gösteren beş ülke puan ortalamaları 325 ile 368 arasında değişen Fas, Kosova, Panama, Filipinler ve Dominik Cumhuriyeti'dir (MEB, 2019).

PISA 2018'de yer alan 79 ülkenin fen alanındaki ortalama puanları 336 ile 590 arasında değişirken uygulamada bulunan 79 ülkenin fen alanındaki puan ortalaması 458, OECD'deki 37 ülkenin fen alanındaki puan ortalaması 489'dur. 468 puan ortalaması ile fen alanı ortalamasının (458) üzerinde bulunan Türkiye, PISA 2018'e katılan ülkeler arasında fen alanında 39. sırada, OECD ülkeleri arasında ise 30. sıradadır. Sırasıyla fen alanında en yüksek başarı düzeyine sahip beş ülke B-S-J-Z (Çin), Singapur, Makao (Çin), Estonya ve Japonya olurken en düşük başarı düzeyine sahip beş ülke ise Fas, Kosova, Panama, Filipinler ve Dominik Cumhuriyeti olmuştur (MEB, 2019).

2.2. Değişen Madde Fonksiyonu

Bir testte ölçülmesi planlanan özellik açısından benzer bilgi düzeyine sahip bireylerin, cinsiyet ya da kültür gibi değişkenlerden bağımsız olarak bütün maddelere gösterdikleri performansın benzer olması (Perrone, 2006) ve maddelerin herhangi bir grubun lehine ya da aleyhine olmaması gerekmektedir (Childs,1990). Değişen madde fonksiyonu (DMF), ölçülen özellik açısından benzerlik gösteren ancak cinsiyet, kültür gibi farklı alt gruplardan gelen bireylerin, maddeleri doğru yanıtlama ihtimallerinin farklılaşması olarak ifade edilmektedir (Hambleton ve diğerleri, 1991). Zumbo (1999) DMF'yi, madde ile ölçülmesi planlanan yapının her bir yetenek düzeyinde eşleştirilen farklı gruplardaki bireylerin maddeyi doğru cevaplama ihtimallerinin farklılık gösterip göstermemesini belirleyen fonksiyon olarak tanımlamıştır. Roussos ve Stout (1996) ise DMF'yi, ölçülmesi amaçlanan özelliğin dışında ilgili özelliklerle ilişkisi bulunmayan özelliklerin de ölçme aracının içinde yer alması olarak açıklamıştır. Yukarıda yer alan DMF tanımlarından yola çıkarak, aynı yetenek düzeyindeki bireylerin benzer bir biçimde cevaplama öngörülen bir maddenin yanıtlanmasında farklılık bulunduğu o maddede DMF olduğu söylenebilir. Bir maddede DMF bulunmasının nedenleri arasında; sosyo-ekonomik düzey, maddenin anlaşılabilirliği, öğretim programı, çevirinin yetersiz olması, madde yazımı, maddenin içeriği ve dilinin kültür ile ilişkisi, maddeden çıkarılan anlam, cümle yapısından kaynaklanan farklılıklar gösterilmektedir (Van de Vijver ve Tanzer,1997).

DMF analizlerine başlamadan önce alt gruplar dil, cinsiyet, ırk gibi değişkenler kullanılarak tespit edilmektedir. Test maddelerinin belirlenen alt gruplara göre farklılaşmayıp bireylerin yetenek düzeylerine göre farklılaşması beklenmektedir. Alt gruplardan biri odak diğeri referans grup olacak biçimde belirlenerek odak grupta bulunan bireylerin performansları, referans gruptaki bireylerin performansı ile kıyaslanmaktadır. Herhangi bir maddenin doğru yanıtlanma ihtimali bir alt gruptan diğerine farklılık gösteriyorsa o maddenin DMF içerdiği belirtilmektedir (Doğan, Guerrero ve Tatsuoka, 2005). Osterlind ve Everson, (2009) bir madde, aynı yetenek düzeyinde olan ancak farklı alt gruplarda yer alan bireylerden odak ya da referans gruptan birinde yer alan bireylere avantaj sağlarken diğer gruptaki bireylerde dezavantaja yol açıyorsa o maddede DMF olduğu ifade edilmektedir. Bir maddenin DMF içerip içermediği matematiksel olarak ifade edilebilmektedir. Bir maddede DMF'nin yokluğu ve varlığına dair formüller aşağıda yer almaktadır.

DMF'nin yokluğu matematiksel olarak aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$f(Y | \theta, G = R) = f(Y | \theta, G = F) \quad (1)$$

θ : Örtük değişken

Y : θ 'nın göstergelerinden birine verilmiş olan bir yanıt

$f(Y | \theta)$: Y 'nin θ koşulundaki olasılık dağılımı

G : Grup değişkeni

R : Referans grup

F : Odak grubu

Yukarıdaki eşitlikte Y 'nin koşullu olasılık dağılımının grup üyeliğinden bağımsız olması başka bir ifadeyle DMF'nin yokluğu açıklanmaktadır (Osterlind ve Everson, 2009). Bu eşitlikte DMF'nin yokluğu, θ yetenek düzeyindeki aynı olmayan gruplarda bulunan kişilerin maddeyi doğru bir şekilde cevaplama ihtimallerinin eşit olduğu ifade edilmektedir.

DMF'nin varlığı ise aşağıda yer alan formüldeki gibi gösterilmektedir:

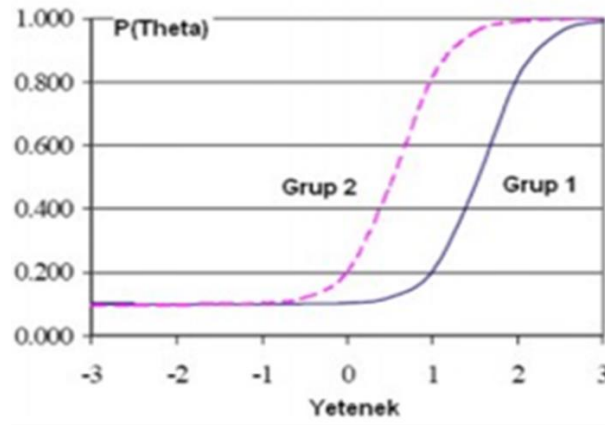
$$f(Y | \theta, G = g) \neq p(Y) \quad (2)$$

Yukarıdaki matematiksel ifadede aynı yetenek düzeyinde fakat farklı gruplarda yer alan bireylerin maddeyi cevaplama ihtimallerinin farklılaştığı belirtilmektedir. Diğer bir ifadeyle θ yetenek düzeyinin kontrol edilmesinin ardından grup üyelikleri ile madde performansı arasında ilişki bulunmaktadır (Osterlind ve Everson, 2009).

DMF, tek biçimli ve tek biçimli olmayan olmak üzere iki farklı biçimde meydana gelmektedir. Eğer bir madde, aynı yeteneğe sahip iki farklı gruptan birine tüm yetenek düzeylerinde diğer gruba göre avantaj sağlıyorsa tek biçimli (uniform) DMF elde edilmektedir. DMF içeren madde tek biçimli olmayan (non-uniform) DMF gösteriyor ise madde bir yetenek düzeyine kadar bir gruba avantaj sağlarken diğer yetenek düzeylerinde diğer grubun lehine çalışmaktadır (Kamata ve Vaughn, 2004).

Şekil 2.2.'de tek biçimli DMF bulunduran maddelere ait madde karakteristik eğrileri yer almaktadır.

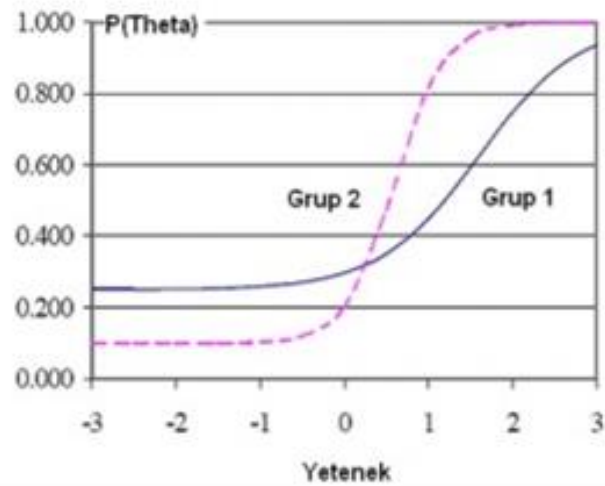
Şekil 2.2. Tek Biçimli DMF Belirlenen Madde Karakteristik Eğrisi (Zumbo, 1999)



Şekil 2.2.'de DMF içeren maddenin bütün yetenek dağılımında sürekli biçimde Grup 2'ye avantaj sağladığı ifade edilmektedir. Diğer bir ifadeyle Grup 1 ve Grup 2'nin eğrilerinden yola çıkarak bütün yetenek düzeylerinde Grup 2'nin maddeyi doğru yanıtlama ihtimalinin Grup 1'den daha yüksek olduğu görülmektedir. Birbirleriyle kesişimi olmayan iki eğri arasındaki alan tek biçimli DMF olarak açıklanmaktadır. Şekil 2.2.'de de belirtildiği gibi bir maddenin bütün yetenek düzeylerinde belirli bir alt grup lehine çalışması tek biçimli DMF'yi ifade etmektedir.

Şekil 2.3.'te tek biçimli olmayan DMF içeren maddelere ait madde karakteristik eğrisi bulunmaktadır.

Şekil 2.3. Tek Biçimli Olmayan DMF Bulunduran Madde Karakteristik Eğrisi (Zumbo, 1999)



Tek biçimli olmayan DMF, bir maddenin belirli bir yetenek düzeyine dek bir alt gruba avantaj sağladığını diğer yetenek düzeylerinde ise öbür grup lehine işlediğini ifade etmektedir. Şekil 2.3.'te iki gruba ait madde karakteristik eğrileri belirli bir yetenek düzeyine kadar Grup 2 lehine DMF göstermekte, belirli bir yetenek düzeyinde kesişmekte; diğer yetenek düzeylerinde

ise Grup 1 lehine DMF göstermektedir. Buradan yola çıkarak maddenin tek biçimli olmayan DMF gösterdiği belirlenmiştir.

Kullanılacak yönteme göre DMF için analiz yapılabilecek grup sayısı değişmektedir. Ancak genellikle gruplardan biri odak diğeri referans grup olacak biçimde iki gruplu analizler gerçekleştirilmektedir. Gruplar belirlendikten sonra grupların yetenek düzeyleri eşitlenerek analizler gerçekleştirilmektedir. Gerçekleştirilen bu eşitleme dışsal eşitleme ve içsel eşitleme olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir. İçsel eşitleme, analiz kapsamındaki maddelerin bulunduğu testin tümünden alınan puan olarak açıklanmaktadır. Dışsal eşitleme ise analiz kapsamındaki maddelerin yer aldığı test dışında farklı bir testten alınan toplam puanı ifade etmektedir (Karami ve Nodoushan, 2011).

DMF belirlemek için genellikle Klasik Test Kuramı (KTK) ve Madde Tepki Kuramı (MTK) kullanılmaktadır. Bu çalışmada madde tepki kuramına dayalı yöntemlerle DMF analizleri yapılması nedeniyle bu bölümde madde tepki kuramı ele alınmıştır.

2.2.1. Madde Tepki Kuramı

Eğitim değerlendirmesinde ve bilişsel psikolojide sıklıkla kullanılan ve psikometrik bir teori olan madde tepki kuramına (MTK) göre DMF, aynı yetenek düzeyinde yer alan farklı gruplardaki bireylerin, aynı maddeyi doğru bir biçimde yanıtlama ihtimallerinin farklı olması olarak ifade edilmektedir (Camilli ve Shepard, 1994). Madde Tepki Kuramı (MTK), bireyin doğrudan gözlenemeyen bir özelliği ile test maddelerine verdiği yanıtlar arasındaki ilişkiyi matematiksel bir şekilde modellemektedir (Embretson ve Reise, 2013). MTK, ölçme işleminin yapıldığı bireylerin incelenen örtük özelliğe ne kadar sahip olduğunu tespit etmek için kullanılan başarılı bir kuramdır ve ölçülen özellik bakımından bireyin yeteneğini en iyi yansıtacak biçimde ölçme aracının düzenlenmesine yardımcı olmaktadır (Hambleton ve Swaminathan, 2013).

Bu kuramın diğer kuramlardan ayrılan özellikleri; ölçme teorisine istatistiksel bir model yaklaşımı sağlaması, bir maddenin o maddeyi yanıtlayabilecek herhangi bir bireyden bağımsız olması ve yetenek kestirimlerinin uygulanan maddelerden bağımsız bir şekilde yapılmasıdır (Başusta, 2013; Hambleton ve diğerleri 1991; Uyar ve diğerleri, 2013). MTK’de madde güçlüğü ile yetenek düzeyinin ortak bir ölçeğe göre konumlandırılması bu kuramın diğer kuramlara göre üstün bir özelliğidir (Spencer, 2004). Madde tepki kuramı parametrelerinin kestirimi için büyük örneklem sayısına ihtiyaç olması, MTK modelleri için varsayımların zor karşılanması ve veri setinde tam puan veya sıfır puan bulunduğu en çok olasılık tahminlerinin mümkün olamaması nedeniyle yetenek kestiriminin yapılamaması bu kuramın

sınırlılıkları arasında yer almaktadır (Acar, 2008). Madde tepki kuramının klasik test kuramından en önemli farkı, KTK’de bireylerin yetenek düzeyleri incelenmeden bütün bireyler için eşit olduğu varsayılan ortak bir ölçüm tahmini kullanılırken, MTK’de ölçümler gizli yetenek değerine bağlı olarak yapılmaktadır (Jabrayilov ve diğerleri, 2016). Bu kuramda yanıtlayıcı özellikleri belirlenerek maddeleri cevaplandıran bireylerden bu özelliklerdeki bireyler adına puan kestirimi yapılmakta ve kestirilen puanlardan uygulamada yer alan bireyin performansı tespit edilmektedir (Lord ve Novick, 2008).

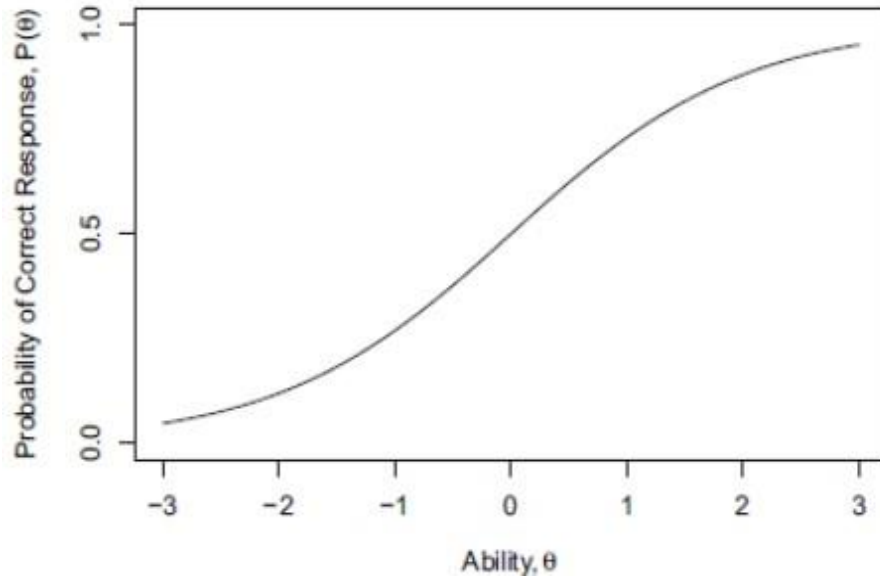
Madde tepki kuramı iki temel yapıya dayanmaktadır. Buna göre bireylerin doğrudan gözlenemeyen özellikleri veya yetenekleri test maddelerine verdikleri cevaplar ile tahmin edilebilmektedir. Kişinin yetenekleri ile maddeye verdikleri yanıtlar arasındaki ilişki doğrusal olmayan bir fonksiyon olan ve madde karakteristik fonksiyonu şeklinde isimlendirilen fonksiyon ile açıklanabilmektedir (Hambleton ve diğerleri, 1991).

2.2.1.1. Madde Karakteristik Fonksiyonu ve Eğrisi

Doğrusal olmayan bir fonksiyon olan madde karakteristik fonksiyonu, bireyin yeteneği(θ) ile maddeyi doğru yanıtlama ihtimali arasındaki ilişki ile ilgili bilgi vermektedir (Hambleton ve Swaminathan, 2013). Madde karakteristik fonksiyonunu tespit eden parametreler, ölçülen örtük özelliğin tek boyutlu olması halinde sabit olmakta ve fonksiyon madde karakteristik eğrisi olarak isimlendirilmektedir (Lord ve Novick, 2008).

Tüm madde tepki kuramına dayalı DMF belirleme yöntemlerinde gruplardan ayrı ayrı ulaşılan madde karakteristik eğrilerinin karşılaştırılması yapılmaktadır. Aynı yetenek düzeyine sahip iki grubun madde karakteristik eğrilerindeki farklılıklar incelenerek maddedeki DMF kestirilebilmektedir (Uyar, 2015). Aynı yetenek düzeyindeki gruplardan oluşan madde karakteristik eğrileri arasında farklılık bulunması halinde ilgili maddede DMF’nin olduğu ifade edilmektedir (Başusta, 2013).

Şekil 2.4. Madde Karakteristik Eğrisi (Baker ve Kim, 2017)



Şekil 2.4.'e bakıldığında yatay ekseninde testin uygulandığı bireyin yeteneğinin (ability, θ) olduğu, dikey ekseninde ise maddeyi doğru cevaplama ihtimalinin (probability of correct response, $P(\theta)$) yer aldığı tespit edilmektedir. Ayırıcılık (a), güçlük (b) ve şans parametresi (c) olmak üzere üç şekilde incelenen MTK'nın madde parametreleri madde karakteristik eğrisinin şeklini belirlemektedir. Eğrinin eğiminin artması durumunda ayırıcılık artmakta, eğrinin sağa doğru yatması halinde güçlük artmaktadır. Eğrinin orijinden başlamaması ise şans parametresinden kaynaklanmaktadır (Baker ve Kim, 2017).

2.2.1.2. Madde Tepki Kuramı Varsayımları

Madde tepki kuramının uygulanabilmesi için bazı varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu varsayımlar karşılanmadığı sürece sonuçlar hatalı yorumlanacaktır.

Madde tepki kuramının dayandığı tek boyutluluk ve yerel bağımsızlık olarak başlıca iki varsayımı bulunmaktadır. MTK modellerinde tek boyutluluk varsayımı, testte bulunan maddelerin bir tek örtük özelliği ölçmesini ifade etmektedir. Kaygı, güdülenme, testi cevaplama hızı gibi nedenlerin kişinin test sırasında maddelere verdiği cevapları etkilemesi sebebiyle uygulamada karşılanması oldukça zor olan tek boyutluluk varsayımı, testle ölçülen tek bir özellik biçiminde isimlendirilen baskın bir faktör veya bileşenin olmasıyla karşılanmaktadır (Hambleton ve Swaminathan, 2013).

Yerel bağımsızlık, aynı yetenek düzeyine sahip bireylerden meydana gelen bir yanıtlayıcı grubunun test maddelerini doğru cevaplama ihtimallerinin birbirinden bağımsız olmasıdır (Lord ve Novick, 2008). Test maddelerine cevap verme davranışına neden olan

baskın yetenek başka bir faktörden hiçbir şekilde etkilenmemelidir. Bu durum sayesinde tek boyutluluk varsayımının karşılanmasıyla yerel bağımsızlık varsayımı da karşılanacaktır (Hambleton ve Swaminathan, 2013). Bu özellik sayesinde ulaşılan parametrelerin bir grubun ya da bireyin yanıtladığı maddelerden bağımsız olması MTK'nin üstün bir yönüdür (López ve Hernandez, 1987).

2.2.1.3. Madde Tepki Kuramı Modelleri

Madde tepki kuramı modelleri Normal ve Lojistik olmak üzere ikiye ayrılmakla birlikte genellikle lojistik model tercih edilmektedir. Lojistik modeller bir parametrelili lojistik model (1PLM), İki parametrelili lojistik model (2PLM), Üç parametrelili lojistik model (3PLM) olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

2.2.1.3.1. Bir Parametrelili Lojistik Model (1PLM)

Rasch modeli ile olarak bilinen bir parametrelili model, iki ve üç parametrelili lojistik modellerin özel bir halidir (Hambleton ve Swaminathan, 2013). Bu model, şans başarısının ihmal edilebileceği ve her maddenin aynı ayırt edicilik gücüne sahip olduğu diğer bir ifadeyle maddelerin tamamı için kestirilen ortalama bir a parametresi değerinin olduğu varsayımına dayanmaktadır. Yetenek kestirimi ise sadece madde güçlük parametresi dikkate alınarak yapılmaktadır. Modelde bir maddenin doğru cevaplanma ihtimali aşağıda verilmiştir (Hambleton ve diğerleri, 1991):

$$P_i(\theta) = \frac{e^{D(\theta - b_i)}}{1 + e^{D(\theta - b_i)}} \quad (3)$$

$P_i(\theta)$: θ yetenek düzeyinde rastgele seçilen yanıtlayıcının i maddesini doğru cevaplama ihtimali,

a_i : i . maddenin güçlük parametre değeri,

e : 2.718 sabiti,

D : Ölçek sabiti (1.7)

Madde güçlük parametre değeri çoğunlukla -2 ile +2 arasında değerler almaktadır. b_i değeri -2'ye yakın olan maddeler çok kolay, +2'ye yakın olan maddeler çok zor biçiminde ifade edilmektedir (Hambleton ve Swaminathan, 2013).

2.2.1.3.2. İki Parametrelili Lojistik Model (2PLM)

Bu modelde madde güçlük parametresi ile birlikte madde ayırt edicilik parametresi de kestirilmektedir. Bir parametrelili lojistik modelde ayırt edicilik parametresinin tüm maddeler için aynı olduğu kabul edilirken iki parametrelili lojistik modelde her madde için ayırt edicilik parametresinin hesaplanması nedeniyle bu modelde kestirilen güçlük parametresi bir parametrelili lojistik modelde kestirilen güçlük parametresinden farklı olmaktadır. 2 PL modelde bir maddenin doğru yanıtı ihtimali aşağıda yer almaktadır (Hambleton ve Swaminathan, 2013).

$$P_i(\theta) = \frac{e^{D a_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{D a_i(\theta - b_i)}} \quad (4)$$

$P_i(\theta)$: θ yetenek düzeyinde rastgele belirlenen bir madde yanıtlayıcısının i maddesini doğru cevaplama ihtimali,

a_i : i . maddenin ayırt edicilik parametre değeri,

b_i : i . maddenin güçlük parametre değeri,

e : 2.718 sabiti,

D : Ölçek sabiti (1.7)

Madde ayırt edicilik parametresi değeri $-\infty$ ile $+\infty$ aralığında olmasına rağmen uygulama sırasında bu parametre genellikle 0 ile 2 arasında değerler almaktadır. a_i değeri 0'a yakın olan maddelerin farklı yetenek seviyesindeki bireyleri ayırt ediciliği düşükken, a_i değerinin artması ayırt ediciliği arttırmaktadır (Hambleton ve diğerleri, 1991).

2.2.1.3.3. Üç Parametrelili Lojistik Model (3PLM)

Bu modelde, güçlük ve ayırt edicilik parametrelerinin yanı sıra şans parametresinin de kestirilmesi sayesinde alt yetenek düzeyindeki bireylerin şans başarısı yardımıyla maddeyi doğru yanıtı ihtimallerinin de hesaplanabilmesine olanak sağlanmaktadır. Üç parametrelili lojistik model için bir yanıtlayıcının i maddesini doğru bir şekilde cevaplama ihtimali aşağıda yer almaktadır (Hambleton ve Swaminathan, 2013).

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{D a_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{D a_i(\theta - b_i)}} \quad (5)$$

$P_i(\theta)$: θ yetenek düzeyinde rastgele belirlenen bir madde yanıtlayıcısının i maddesine doğru yanıtı ihtimali,

a_i : i . maddenin ayırt edicilik parametre değeri,

b_i : i . maddenin güçlük parametre değeri,

ci: i. maddenin şans başarısı parametre değeri,

e: 2.718 sabiti,

D: Ölçek sabiti (1.7).

Maddeyi cevaplayan bireylerden düşük yetenek düzeyine sahip olanların maddeyi doğru cevaplama ihtimallerini temsil eden ci parametresinin yüksek olması durumunda maddenin ayırt ediciliğinin düşük olduğu görülmektedir (Hambleton ve Swaminathan, 2013).

2.2.1.4. Madde Tepki Kuramına Dayalı DMF Yöntemleri

2.2.1.4.1. Lord'un χ^2 (Ki-Kare) Yöntemi

Lord'un χ^2 yönteminde, odak ve referans grup madde parametreleri arasında fark olması durumunda, söz konusu maddenin farklı bir şekilde işlediği düşünülmektedir. Diğer bir anlatımla, farklı gruplardaki aynı yetenek düzeyine sahip bireylerin, ilgili maddeyi doğru bir şekilde cevaplama ihtimalleri farklılaşıyorsa, o madde DMF içermektedir (Kim ve diğerleri, 1994). Tek biçimli ve tek biçimli olmayan DMF tespit etmek amacıyla kullanılan Lord'un χ^2 yöntemi, güçlük ve ayırt edicilik parametrelerinin varyans-kovaryans matrisinde olan farklılıkları incelemektedir. Bu yöntemde grupların madde karakteristik eğrileri arasında kalan alan belirlenmektedir (Hambleton ve diğerleri, 1991). Lord'un χ^2 yöntemine ilişkin formül aşağıda yer almaktadır (Camilli ve Shepard, 1994):

$$\chi^2 = \frac{(\hat{\delta}_{jO} - \hat{\delta}_{jR})^2}{V_j} \quad (6)$$

$\hat{\delta}_{jO} - \hat{\delta}_{jR}$: Bir maddeye ait referans ve odak grup için güçlük değerleri

V_j : Güçlük değerleri arasındaki farkın varyansı

Lord'un χ^2 yöntemine ilişkin formül ile ulaşılan χ^2 istatistiği serbestlik derecesi "1" olan ki-kare dağılımına uygundur. χ^2 değerinin kritik değerden büyük olduğu durumlarda maddenin DMF içerdiği söylenmektedir (Camilli ve Shepard, 1994).

2.2.1.4.2. Raju'nun Alan Ölçümü Yöntemi

Bu yöntemde, aynı yetenek düzeyinde yer alan odak ve referans gruptaki bireylerin maddeye verdikleri yanıtlardan yola çıkılarak çizilen madde karakteristik eğrileri arasında bir alanın ortaya çıkması durumunda o maddede DMF bulunduğu ifade edilmektedir (Camilli ve Shepard, 1994). Madde karakteristik eğrileri arasında kalan alan sıfıra yakınsa madde DMF

içermemekte, sıfıra uzaksa madde DMF içermektedir. Aynı şekilde eğriler arasında bulunan alanın büyüklüğü sıfırdan uzaklaştıkça madde yanlılığı artmaktadır (Raju, 1990).

Madde karakteristik eğrileri arasında kalan alanın sıfırdan uzak olması halinde bu alanın matematiksel olarak hesaplanabilmesi için işaretli alan formülü hesaplanmaktadır (Camilli ve Shepard, 1994):

$$\text{İşaretli Alan Ölçüsü} = \left[\int_{-\infty}^{+\infty} \text{Pr}(\Theta) - \text{Po}(\Theta) \right] d\Theta \quad (7)$$

İşaretli alan ölçüsü formülünde, $\text{Pr}(\Theta)$ referans grubun maddeyi doğru bir şekilde cevaplama ihtimalini ifade ederken $\text{Po}(\Theta)$ odak grubun maddeyi doğru cevaplama ihtimalini temsil etmektedir. İşaretli alan ölçüsü maddelerin hangi gruba avantaj sağladığını ifade etmektedir. Böylece işaretli alan ölçüsü DMF'nin yönünü belirtmektedir. $\text{Pr}(\Theta)$ değerinin $\text{Po}(\Theta)$ değerinden daha yüksek çıkması durumunda denklemin sonucu pozitif olurken, $\text{Po}(\Theta)$ değerinin $\text{Pr}(\Theta)$ değerinden daha yüksek çıkması halinde sonuç negatif olmaktadır. Bu durum denklemin sonucunun negatif çıkmasının maddenin odak gruba avantaj sağladığını, denklemin sonucunun pozitif olması halinde ise maddenin referans gruba avantaj sağladığını ifade etmektedir (Camilli ve Shepard, 1994).

Madde karakteristik eğrileri arasında kalan alanın sıfır olması durumunda herhangi bir grup tüm θ aralığı boyunca sürekli bir şekilde avantajlı olmayacaktır ve eğrinin çeşitli bölgelerindeki pozitif ve negatif alanlar bir noktaya dek birbirlerini sıfırlayacaktır. Böyle bir durumda DMF'nin bulunmadığı sonucu ortaya çıkabilmektedir. Bu durumu ortadan kaldırmak için işaretsiz alan ölçümleri indeksi kullanılmaktadır (Camilli ve Shepard, 1994):

$$\text{İşaretlenmemiş Alan Ölçüsü} = \sqrt{\int [\text{Pr}(\Theta) - \text{Po}(\Theta)]^2 d\Theta} \quad (8)$$

$\text{Pr}(\Theta)$: Referans grubun maddeyi doğru bir biçimde yanıtlama ihtimali

$\text{Po}(\Theta)$: Odak grubun maddeyi doğru biçimde yanıtlama ihtimali

İşaretlenmemiş alan ölçüsü daima pozitif değerler almakta ve alanın iki kesimi tarafından temsil edilen diferansiyel performansının toplanmasını sağlamaktadır. İşaretlenmiş alan ölçümünün işaretlenmemiş alan ölçümünden büyük ölçüde yüksek olduğu durumlarda MKE'leri kesiştiği ifade edilmektedir (Camilli ve Shepard, 1994).

Bu yöntemle DMF analizi gerçekleştirilirken yalnızca parametre tahminleri kullanıldığı için MKE altında kalan alanlar örneklem değişimlerinden etkilenmektedir. Örneklemden dolayı gerçekleşen değişimin ne kadar olduğu hakkında bilgi elde edilememektedir. Bu sebeple iki MKE'nin farklılık göstermesinin örneklem büyüklüğünden ya da başka herhangi bir nedenden kaynaklanıp kaynaklanmadığı belirlenmemektedir. Bu durum Raju'nun alan ölçümleri yönteminin zayıf bir özelliği olarak ifade edilmektedir (Raju, 1990).

2.2.1.4.3. Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran (MTK-OO) Yöntemi

MTK-OO yönteminde, odak ve referans grup madde parametreleri arasında farka ilişkin hipotezi test etmek amacıyla sınırlandırılmış ve genelleştirilmiş modeller oluşturularak bu modellerin birbirine oranları test edilmektedir (Atalay ve diğerleri 2012). Bu yöntem ile gerçekleştirilen DMF analizi, sınırlandırılmış ve genelleştirilmiş modelin model veri uyumunun sağlanabilmesi için uygulanan $-2\log$ (olabilirlik oranı) değerleri farklarının anlamlılığının test edilmesi olarak açıklanmaktadır (Thissen, 2001). İki modelin uyumları arasındaki fark G^2 istatistiği ile ifade edilmektedir.

G^2 istatistiği ile iki grup arasında bütün parametrelerin eşit olma durumuna ilişkin eş zamanlı bir hipotez testi olanağı sağlamaktadır. Bu testi yapabilmek için G^2 değeri ile serbestlik derecesi MTK modelindeki parametre sayısı olan χ^2 dağılımının kesme noktaları karşılaştırılmaktadır. Eş zamanlı hipotez testinin bütün parametreler için manidar olması durumunda güçlük ve ayırıcılık parametrelerinin de G^2 değeri, tek serbestlik dereceli χ^2 dağılımının kesme noktalarını ile karşılaştırılarak hipotez testi gerçekleştirilmektedir (Çepni, 2011). Elde edilen G^2 değerinin, 3.84 (G^2 sd = 1; $\alpha = 0,05$) değerinin üstüne çıkması halinde yokluk hipotezi red edilerek söz konusu maddede DMF'nin bulunduğu karar verilmektedir. G^2 değerleri, genişletilmiş ve sınırlandırılmış modellerden ulaşılan olabilirlik fonksiyonunun logaritmalarının farkları bulunarak elde edilmektedir (Thissen, 2001).

$$G^2 = -2LL_{\text{Sınrlndrlms}} - (-2LL_{\text{Genellestirilmis}}) \quad (9)$$

2.3. Kayıp Veri

Gözlenmesi planlanan ve gözlenen veri kümeleri arasındaki fark biçiminde tanımlanan (Longford, 2005) kayıp veriler, katılımcıların soruları bilinçli olarak veya olmayarak yanıtlanamaması, veri toplama anındaki ya da veri toplama aracındaki sorunlar, katılımcıların araştırma sonlanmadan araştırmadan ayrılması ve veri girişi sırasında yapılan hatalar gibi pek çok nedenden dolayı oluşabilmektedir (Osborne, 2013). Eksik değer içermeyen veri kümesi tamamlanmış veri matrisi, eksik değer bulunduran veri kümesi ise kayıp veri matrisi olarak tanımlanmaktadır. Tam veri seti ile eksik veri setine benzer istatistiksel yöntemlerle analiz yapıldığında ulaşılan sonuçlar arasında farklılıklar bulunmakta ve bu farklılıklar kayıp veri sorunu olarak ifade edilmektedir (Enders, 2010).

Bilgi bakımından eksilerek küçülen bir veri setinden ulaşılan kestirimlerin etkililiğinin kısıtlanması nedeniyle tam veri setleri için geliştirilmiş olan standart analiz yöntemleri, eksilerek küçülen veri setlerinde kullanılamamaktadır. Böylece maddeleri yanıtlayanların

yanıtlayamayanlardan sistematik bir biçimde farklı olmasından dolayı ortaya çıkması olası yanlışlık problemi ile yanıtlanmamış bölümlere dair net sonuçların bilinmemesi ve yanlışlık sorununun ortadan kaldırılamaması gibi durumlar kayıp değer sebebiyle meydana gelmesi beklenen problemlerdir (Rubin, 2004).

Peng ve diğerleri (2006) kayıp verilere bağlı olarak oluşabilecek dört sorunu aşağıdaki gibi açıklamaktadır:

1. Kayıp veri hakkında en önemli sorun, istatistiksel bir model kullanılarak gerçekleştirilecek kestirimlerde kayıp veriler nedeniyle ortaya çıkacak olan yanlışlıktır. Söz gelimi bütün soruları cevaplamış olan bireylerin yer aldığı örneklemin, bulunduğu evreni ve asıl örneklemini temsil etme seviyesi düşüktür. Bu nedenle yalnızca tüm soruları cevaplayan bireylerin yer aldığı örneklemden ulaşılan verileri kullanarak istatistiksel analizler gerçekleştirilmesi durumunda sonuçların yanlış çıkma olasılığı fazla olacaktır.
2. Kayıp veriler bilgi yetersizliğine sebep olmaktadır. Bu durum analizlerin gücünün düşürmektedir. Bir ya da daha fazla değişkene ait kayıp verisi bulunan birtakım bireye analizde yer verilmemesi veya kayıp veri bulunduran değişkenin/değişkenlerin analizden çıkarılması, uygulanan istatistiğin gücünün düşmesine ve daha yüksek standart hata değerlerine ulaşılmasına yol açmaktadır.
3. Kayıp verilerin bulunduğu veri setlerinde, sıklıkla kullanılan istatistiksel yöntemleri uygulamak doğru olmayacaktır. Sözgelimi, kayıp veri içeren veri setlerinde faktör analizlerinin yapılması analiz deseninde dengesizliğe neden olmaktadır.
4. Kayıp veriler, değerlendirilebilir kaynakların doğru harcanamamasına neden olabilmektedir. Çalışmacılar çoğunlukla tam veri setlerinde uygulama yapma ya da kayıp değerleri analiz dışına çıkarmanın anlamlı bir farka neden olmadığını kanıtlamaya meyillidir.

Kayıp veriler gözlem bazında ve değişken bazında olmak üzere iki biçimde oluşmaktadır. Gözlem bazında kayıp veri, çalışmada yer alan bir bireyden herhangi bir bilgi elde edilemediğinde karşılaşılan bir durumdur. Değişken bazında kayıp veri ise çalışmaya katılan bireylerden eksik bilgi toplandığında karşılaşılan bir durumdur. Değişken bazında kayıp veri durumu kayıp veri miktarı, kayıp veri örüntüleri ve kayıp veri mekanizmaları olmak üzere üç bakımdan incelenmektedir (Dong ve Peng, 2013).

2.3.1. Kayıp Veri Miktarı

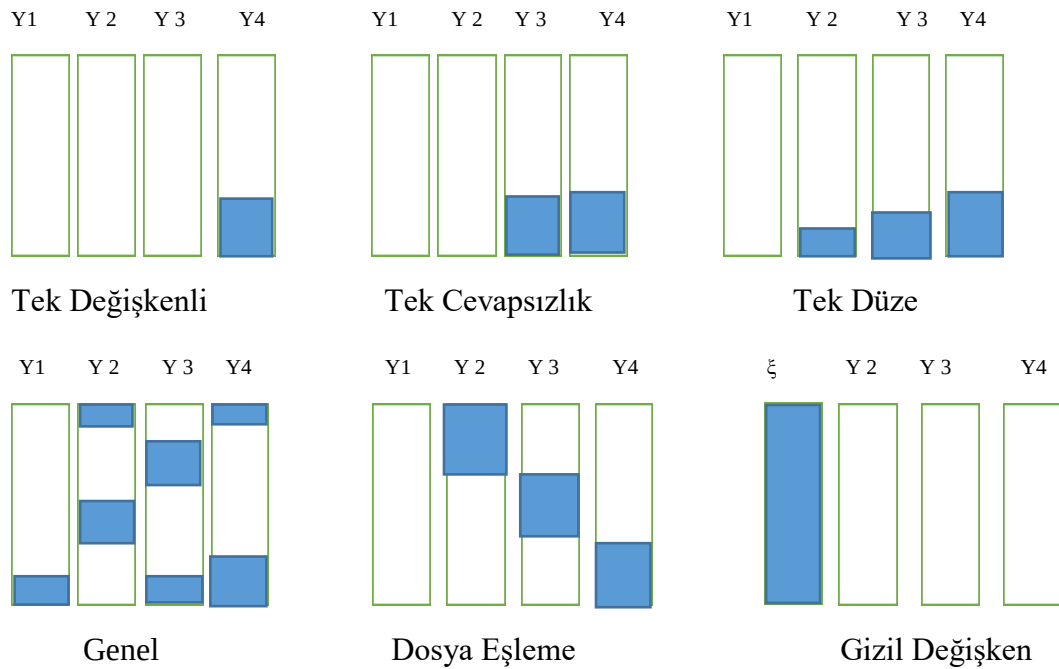
Literatürde %1'den az veri kaybının çoğunlukla önemsiz olduğu, %1 ile %5 arasında veri kaybının olması durumunda ise kayıp verilere değer ataması gerçekleştirilip

gerçekleştirilmemesinin yorumları çok fazla etkilemeyeceği düşünülmektedir. Kayıp veri miktarı %5 ile %15 arasında olduğunda kayıp verilere değer ataması yapmak için çeşitli tekniklerin gerekli olduğu, %15'den fazla olduğunda ise yapılacak yorumların kayıp verilerden çok fazla etkileyeceği kabul edilmektedir (Acuna ve Rodriguez, 2004).

2.3.2. Kayıp Veri Örüntüleri

Kayıp verilerin veri setindeki yerlerini tanımlayan kayıp veri örüntüleri kayıp verilerin nedenlerini açıklayamamaktadır. Kayıp veri örüntüleri tek değişkenli, tek cevapsızlık, tek düze, genel, dosya eşleşme ve gizli değişken kayıp veri örüntüsü olmak üzere altı farklı biçimde gruplandırılmaktadır (Enders, 2010). Aşağıdaki şekil 2.5.'te Enderson (2010) tarafından oluşturulan kayıp veri örüntüleri yer almaktadır.

Şekil 2.5. Kayıp Veri Örüntüsü



Şekil 2.5. incelendiğinde veri setinde yer alan değişkenleri Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 temsil ederken kayıp verileri boyalı alanların temsil ettiği görülmektedir. Deneysel çalışmalarda daha fazla görülen tek değişkenli örüntü, veri setinde yer alan değişkenlerden yalnızca bir tanesinde kayıp verilerin bulunduğu bir yapıdan oluşmaktadır. Bazı bireylerin bazı maddelere cevap verememe durumu olan tek cevapsızlık örüntüsüyle genellikle tarama ve anket çalışmalarında karşılaşılmaktadır. Boylamsal çalışmalarda daha çok görülen tek düze örüntüde birey çalışmayı bırakıp bir daha geri dönmemektedir. Kayıp verilerin en çok tespit edildiği genel yapı örüntüde kayıp veriler değişkenlere rastgele bir biçimde dağılmaktadır. Dosya eşleşme örüntüsü, anketlerin ayrı ayrı formlara ayrılıp, bireylere uygulanarak araştırmacının yükünü azaltmayı

amaçlamaktadır. Açıklayıcı faktör analizinde yer alan değişkenler arasındaki ilişkileri aydınlatmak amacıyla kullanılan faktör yüklerinin tamamıyla eksik olduğu durumlarda karşılaşılan gizil değişken örüntüsüne örtük değişkenler (yapısal eşitlik modelleri gibi) ile ilgili analizlerde karşılaşılmaktadır (Enders, 2010).

2.3.3. Kayıp Veri Mekanizmaları

Little ve Rubin (2019) tarafından geliştirilen kayıp veri mekanizmaları sınıflandırılması tamamen rastlantısal kayıp (TRK), rastlantısal kayıp (RK) ve rastlantısal olmayan kayıp (ROK) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

2.3.3.1. Tamamen Rastlantısal Kayıp (Missing Completely at Random, TRK)

Tamamen rastlantısal kayıp veriler, veri setinde tamamen rastlantısal olarak dağılmış olan, değişkenin aldığı değerlerin büyük veya küçük olmasıyla alakalı olmayan ve başka bir değişkenin etkisi ile oluşmayan kayıp verilerdir (Çüm ve diğerleri, 2018). Örneğin, cinsiyet değişkeninin kayıp veriler üzerinde bir etkisinin olmaması kayıp verilerin tamamen rastlantısal dağıldığını işaret etmektedir. Diğer bir ifadeyle X ve Y değişkenlerinin bulunduğu bir veri setinde X değişkeninde eksik değer bulunmadığı, Y değişkeninde eksik değer bulunduğu varsayıldığında Y'deki eksik değer ihtimalinin Y veya X'e bağlı olmaması haline Y değişkeninde tamamen rastlantısal kayıp veri mekanizması oluşmaktadır (Allison, 2003). X ve Y değişkenleri üzerinden TRK mekanizmasının formül şeklinde gösterimi aşağıda yer almaktadır:

$$P(Y \text{ kayıp} \mid X, Y) = P(Y \text{ kayıp}) \quad (10)$$

X: Kayıp veri içermeyen değişken

Y: Kayıp veri içeren değişken

X değişkeninin öğrenim durumunu, Y değişkenin suç işlemeyi gösterdiği varsayılırsa, suç işleme değişkeninde kayıp veri görülme ihtimalinin TRK'ye göre öğrenim durumu ve suç işleme ile bir ilişkisi bulunmadığı ifade edilmektedir (Allison, 2003).

İhtimale dayalı bilinmeyen parametrelere göre oluşan tamamen rastlantısal kayıp veri mekanizmasında şans faktörünün önemli rolü bulunmaktadır (Sinharay ve diğerleri, 2001).

2.3.3.2. Rastlantısal Kayıp (Missing at Random, RK)

Rastlantısal kayıp veriler, modeldeki diğer değişkenlerden etkilenmekteyken bulunduğu değişkendeki gözlenen değerlerden etkilenmemektedir. RK mekanizması, eksik veri ihtimali

ile bir ya da daha fazla değişkenin arasındaki sistematik ilişkiyi tanımlamaktadır (Enders, 2010). RK, kayıp değer içeren bir Y değişkeninin olduğu durumlarda analizde yer alan diğer değişkenlerin kontrol altına alınmasından sonra Y değişkeninde bulunan verilerin eksik olma ihtimalinin Y değişkeniyle ilgili olamamasıdır. Eksik değer bulundurmeyen değişkenin X, eksik değer bulunduran değişkenin Y olduğu veri setinde rastlantısal kayıp mekanizması aşağıdaki formülle gösterilmektedir:

$$P(Y \text{ kayıp} \mid X, Y) = P(Y \text{ kayıp} \mid X) \quad (11)$$

Y değişkeninin suç işlemeyi, X değişkeninin öğrenim durumunu gösterdiği varsayıldığında RK'ye göre suç işleme değişkeninde eksik değer olma ihtimali ile öğrenim durumu arasında bir ilişki bulunmakta fakat öğrenim durumunun her basamağı için öğrenim durumunda kayıp değer tespit edilme ihtimalinin öğrenim durumuyla bir ilişkisi bulunmamaktadır. Diğer bir ifadeyle rastlantısal kayıp veri mekanizmasına göre kayıp veri olma ihtimali gözlenen değişkenlerden kaynaklanmaktadır. TRK varsayımının sağlandığı durumlarda RK varsayımı da sağlamaktadır (Allison, 2003).

2.3.3.3. Rastlantısal Olmayan Kayıp (Missing not at Random, ROK)

Rastlantısal olmayan kayıp, kayıp verinin yer aldığı değişkene bağlı olarak oluşmaktadır (Little ve Rubin, 2019). Bir Y değişkeninde kayıp değer tespit edilme ihtimali veri setinde yer alan diğer değişkenlerin kontrol altına alınmasının ardından Y değişkeninin kendisi ile ilgili olması durumu rastlantısal olmayan kayıp olarak açıklanmaktadır. Diğer bir ifadeyle eksik olan değişken kayıp değer ihtimalini etkilemektedir (Enders, 2010). Bir veri setinde eksik değer bulundurmeyen değişken X ve eksik değer bulunduran değişken Y olarak ifade edilmek üzere ROK mekanizmasının formülü aşağıda yer almaktadır:

$$P(Y \text{ kayıp} \mid X, Y) = P(Y \text{ kayıp} \mid Y) \quad (12)$$

Y değişkeninin suç işlemeyi, X değişkeninin öğrenim durumunu sembolize ettiği varsayılırsa suç işleme değişkeninde eksik değer görülme ihtimali suç işleme durumu arasında bir ilişki olması ROK'a bir örnektir (Enders, 2010).

2.3.4. Kayıp Veriyle Başa Çıkma Yöntemleri

Literatüre bakıldığında liste bazında silme, çift bazında silme, sıfır atama (SA), aritmetik ortalama atama, regresyon atama, ortalama değer atama, çoklu atama (ÇA) gibi pek fazla kayıp veriyle başa çıkma yönteminin bulunduğu ortaya çıkmaktadır (Enders, 2010). Bu bölümde bu araştırmada yer alan yöntemlerle ilgili bilgiler bulunmaktadır.

2.3.4.1. Regresyon Atama (RA) Yöntemi

Regresyon atama yönteminde, veri setindeki kayıp olmayan veriler ile kurulan bir regresyon denkleminde göre veri setinde yer alan kayıp değerlere atama yapılmaktadır. Kayıp değerlerin olduğu değişkenin tamamlanan, eksik verilerin yer almadığı diğer değişkenlerin tamamlayıcı konumunda bulunduğu regresyon denkleminde tamamlanan değişkende eksik olan veriler, diğer değişkenlere ilişkin değerlerin denklemde yerine konulmasıyla tahmin edilmektedir (Buuren, 2018). Regresyon atama yöntemiyle TRK ve RK kayıp veri mekanizmalarında yansız parametre tahminleri yapılmaktadır (Baraldi ve Enders, 2010).

Regresyon atama yönteminde öncelikle eksik verilerin yer almadığı değişkenlerden kayıp veri içeren değişkenleri tahmin edecek olan regresyon eşitliklerine ulaşılmaktadır. Sonraki aşamada ise eksik veri içeren değişkenlerin değerleri tahmin edilerek ulaşılan değerler kayıp verilerin yerine atanmakta ve kayıp veri içermeyen veri seti hazırlanmaktadır (Menengiç, 2015).

Bu yöntemin kullanılması bazı sorunlara neden olabilmektedir:

1. Elde edilen puanların diğer değişkenlerden tahmin edilmesi nedeniyle beklenenden daha iyi uyum belirlenebilir.
2. Kestirimde bulunulan değer yüksek ihtimalle ortalamaya yakın olması nedeniyle varyans düşmektedir.
3. Kayıp gözlemlerin yer almadığı veriler kayıp gözlemlerin yer aldığı verinin iyi bir tahmincisi olmadığı durumlarda bu yöntem ile ortalama eklemek arasında fark olmamaktadır.
4. Regresyondan ulaşılan değer yordayıcı verilerin değer aralığında yer almadığı durumlarda bu yöntem kullanılamamaktadır (Tabachnick ve Fidell, 2020).

2.3.4.2. Çoklu Atama (ÇA) Yöntemi

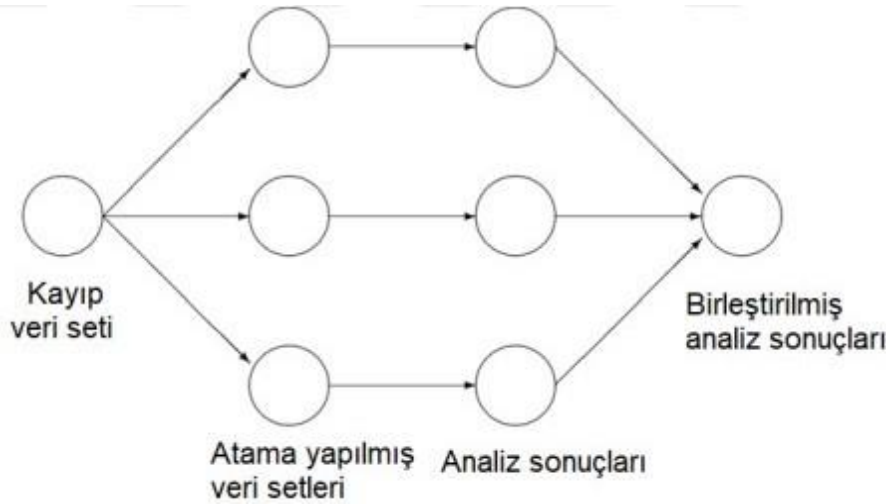
Veri setinde bulunan kayıp verilerin yerine iki ya da daha çok değer atanması ile gerçekleştirilen çoklu atama (ÇA) yöntemi Rubin (2004) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem RK ve ROK mekanizmalarında bile başarılıdır ve epeyce yerinde kestirimler gerçekleştirmektedir. Kayıp veriler için tek bir atama yapmayıp birden fazla atama gerçekleştirmek amacıyla geliştirilen bu yöntem ile birden çok eksiksiz veri seti üretilmektedir (Van Buuren, 2018). Çoklu atama yöntemi ile analiz yapıldığı takdirde 3 ile 10 arasında veri atanması yeterli olacaktır (McKnight ve diğerleri, 2007). ÇA yönteminde tam verilerden ortalama vektörü ve kovaryans matrisi kesildikten sonra regresyon denklemleri kurularak eksik

verilerin yerine tahminler yapılmaktadır. Rastgele seçilip eklenen hata terimi kestirimleri ile regresyon doğrusundan uzaklaşmakta ve tamamlanan veriler üzerinden hata terimleri tekrar rastgele seçilip işlemler yinelenerek her bir döngüde farklı değerlerin atanmasına ortam hazırlanmaktadır (Enders, 2010). Çoklu atama yöntemi ile kayıp veri atama işlemi üç basamakta gerçekleşmektedir:

1. Atama işlemi m ($m > 1$) sayıda eksiksiz veri seti oluşacak biçimde gerçekleştirilmektedir.
2. Oluşturulan m çeşit veri setinin standart yöntemlerle analizi yapılmaktadır.
3. Yapılan analizlerin sonuçları birleştirilerek tek bir veri seti oluşturulmaktadır (Schafer ve Graham, 2002).

Çoklu atama işlem basamaklarının gösterimi Şekil 2.6.'daki gibidir.

Şekil 2.6. Çoklu Atama İşlem Basamakları



İyi anlaşılabilen bir yöntem olması ve analizde yer alan değişkenlerin normalliği sağlamadığı durumlarda da güçlü sonuçlar ortaya çıkarması bu yöntemin üstün özellikleri arasındadır. ÇA yöntemi, değerlere rastgele varyans eklemesi nedeniyle dezavantaj oluşturmaktadır. Bunun nedeni aynı veri setinde gerçekleştirilen ÇA'nın rastgele varyans eklemesi nedeniyle her seferinde farklı sonuçlar ortaya çıkarmasıdır (Allison, 2003). Bu yöntemin bir diğer zayıf özelliği ise ÇA'nın yanlış biçimde uygulanabilme olasılığının yüksek olmasıdır (Allison, 2003).

2.3.4.3. K-En Yakın Komşu ile Kayıp Değer Atama Yöntemi (kNN imputation)

Bir sınıflandırma yöntemi olan ve bu sınıflandırma mantığı ile eksik verilerin çözümlendiği (Little ve Rubin, 2019) en yakın komşu yönteminde, etkin özelliklerin yardımı ile önceden sınıflandırılmış olan nesnelerden meydana gelen eğitim seti aracılığıyla yeni oluşan nesnelerin özellikleri kullanılarak sınıflandırma yapılması hedeflenmektedir (Altay, 2016). Bu

yöntemde sınıflandırma mesafeye dayalı gerçekleştirilmektedir (Cihan, 2018). kNN yönteminde gözlemlerin birbirlerine yakınlıkları üzerinden kayıp veri atamaları yapılmaktadır. Tüm kayıp veri mekanizmaları için kullanılabilen bu yöntemde kayıp verilerin yer almadığı değişkenler arasında mesafe ölçümü gerçekleştirilerek 'k' en yakın değer ortalaması ile veri ataması gerçekleştirilmektedir. Başka bir ifade ile eksik olmayan özelliklere en fazla benzerlik gösteren k tane özellik seçilerek analizler gerçekleştirilmektedir (Little ve Rubin, 2019).

kNN yöntemi şu aşamalarla gerçekleşmektedir (Altay, 2016):

- 1.aşama: Hedef verinin, diğer verilere olan uzaklığı tespit edilmektedir.
2. aşama: Belirlenen uzaklıklar sıralanmaktadır.
3. aşama: Sıralanan uzaklıklar arasında en küçük k tane değer alınmaktadır.
4. aşama: Alınan k tane değer arasında en çok tekrar edilen sınıfa hedef veri atanmaktadır.

kNN yönteminde uzaklık hesaplamalarında kullanılmak üzere Öklid, Manhattan ve Minkowski gibi birbirinden farklı fonksiyonlar belirlenirken en yaygın olarak kullanılan uzaklık fonksiyon Öklid Uzaklık Fonksiyonudur (Yılmaz, 2014). İki nokta arasındaki doğrusal uzaklık Öklit uzaklığı olarak ifade edilmektedir. Herhangi iki noktanın $P = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ve $Q = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ olmak üzere, P ve Q olarak açıklanması üzerine bu iki nokta arasındaki Öklid uzaklığı, aşağıdaki denkleme uygun olarak hesaplanmaktadır (Kresse ve Danko, 2012):

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (13)$$

x_i ve y_i : P ve Q noktalarının x ve y düzlemlerindeki değerleridir.

2.4. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde değişen madde fonksiyonu ve kayıp veri ataması ile ilgili yurt içi ve yurt dışında yapılan araştırmalar yer almaktadır.

Hasançebi, Terzi ve Küçük (2019), Karadeniz Teknik Üniversitesi İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü'ndeki 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin olasılık teorisi okuryazarlık düzeyleri ölçülmek amacıyla öğrencilere 10 maddelik bir okuryazarlık testi uygulamıştır. Öğrencilerin yanıtları doğrultusunda cinsiyet ve sınıf düzeyinde Raju'nun Alan Ölçümü ve Lord'un χ^2 teknikleriyle DMF analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma 3. ve 4. sınıf öğrencilerinden 45'i kız 59'u erkek olan 104 öğrenci üzerinden yürütülmüştür. İlgili öğrencilerin 41'i 3. sınıf öğrencisi, 63'ü de 4. sınıf öğrencisidir. Uzman görüşüne göre, DMF tespit edilen maddelerden 1., 4., 6. ve 8. maddeler kadınlara avantaj sağlarken 2., 3., 4. ve 8. maddelerin ise 3. Sınıflara avantaj sağlamaktadır.

Daşkın (2020), yaptığı çalışmada PISA 2015 fen bilimleri ve matematik alt testlerindeki maddelerin ülke, sınıf ve cinsiyet değişkenlerine göre değişen madde fonksiyonu (DMF) içerip içermediğini incelemiştir. Araştırmada olası DMF'nin belirlenmesinde Rasch Ağacı Yöntemi kullanılmıştır. PISA 2015'e katılan Türkiye, ağırlıklı alan olan fen okuryazarlığı puanları ortalamasına göre yapılan sıralamada Türkiye'nin bir sıra önünde yer alan Arnavutluk ve Türkiye'nin bir sıra arkasında yer alan Trinidad ve Tobagoludaki 7. sınıftan 12. sınıfa kadar öğrencilerin fen bilimleri ve matematik alt testlerine verdiği cevaplar araştırmanın verilerini oluşturmaktadır. Çalışmada sınava katılan öğrencilerin büyük bölümünü oluşturan 9. ve 10. sınıf öğrencilerinin verileri kullanılmıştır. Analiz sonuçlarından yola çıkarak, cinsiyet bakımından DMF incelendiğinde 2 maddenin kız öğrenciler lehine olduğu ortaya çıkmıştır. Ülke bakımından incelendiğinde 1 maddede Türk öğrenciler lehine, 2 maddede Trinidad ve Tobagolu öğrenciler lehine DMF bulunmaktadır. Sınıf bakımından incelendiğinde 2 maddenin 10. sınıf öğrenciler lehine DMF gösterdiği tespit edilmiştir.

Ardıç ve Gelbal (2015) PISA 2012 öğrenci anketinde yer alan ilgi ve güdülenmeyle ilgili maddelerin cinsiyet, okul türü ve istatistikî bölgelere göre ölçme değişmezliğini incelemiş ve gruplar arası DMF gösteren maddeleri tespit etmiştir. Çalışma, PISA 2012 uygulamasına Türkiye'den katılan 15 yaş grubundaki yaklaşık 1266638 öğrenciyi temsilen 3124 öğrenci (1553 kız ve 1571 erkek) ile yürütülmüştür. Yapılan analizler sonucunda istatistiki bölgeler ve okul türüne dayalı olarak yapılan değişmezlik testi sonuçları, modellerin tüm değişmezlik koşullarını yerine getirdiğini göstermiştir.

Öğretmen (2006) yaptığı çalışmada 2001 PIRLS testinin psikometrik özelliklerini Türkiye ve ABD örneklemeleri açısından kıyaslamalı bir biçimde araştırmıştır. İki basamakta yapılan çalışmanın ilk basamağında PIRLS'te gerçekleştirilen okuma parçalarına ilişkin testlerin ölçmeyi hedeflediği psikolojik yapıların kültürler göre eş değer olma durumu çok örneklemli faktör analizi ile belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda test maddelerine ilişkin faktör yükü ve hata varyansı değerlerinin kaynak ve hedef kültürden ulaşılan ölçme sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunduğu keşfedilmiştir. Çalışmanın diğer basamağında test maddelerinin kültürler açısından DMF içermeye durumları MTK'ya dayalı parametre kıyaslama ve olabilirlik oranı testi model karşılaştırma teknikleri kullanılarak belirlenmiştir. DMF analizleri sonucunda iki yöntemle göre de test maddelerinin büyük bir kısmının kültür açısından DMF bulundurduğu ortaya çıkmıştır.

Demir (2013), PISA 2009 Matematik okuryazarlığı alt testinde bulunan maddelerin DMF içermeye durumunu kültür ile cinsiyet değişkenleri açısından araştırmıştır. Çalışma LR, MH ve SIBTEST teknikleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Kültür değişkeni için araştırmanın

örneklemini Türkiye, Almanya, Finlandiya ve ABD’de bulunan bireylerin 5. kitapçıktaki matematik okuryazarlığı testine verdikleri yanıtlar oluştururken, cinsiyet değişkeni açısından araştırmanın örneklemini Türkiye’den 332 öğrencinin 5. kitapçıktaki matematik okuryazarlığı alt test maddelerine verdikleri yanıtlar oluşmaktadır. Analiz sonuçlarından yola çıkarak cinsiyet değişkeni açısından 4 maddenin erkeklere avantaj sağladığı, bir maddenin ise kızlara avantaj sağladığı belirlenmiştir. Kültür değişkenine göre Türkiye ile Almanya’dan katılan öğrencilerden ulaşılan veri setlerinde 16 maddenin, Türkiye ile ABD’den katılan öğrencilerden ulaşılan veri setlerinde 18 maddenin, Türkiye ile Finlandiya’dan katılan öğrencilerden ulaşılan veri setlerinde ise 14 maddenin DMF bulundurduğu görülmüştür.

Gierl, Khaliq ve Boughton (1999) yaptıkları çalışmada, Matematik ve Fen bilgisi alanlarında yapılan başarı testlerinde cinsiyet değişkenine göre DMF analizini MH SIBTEST ve LR yöntemlerini kullanarak gerçekleştirmiştir. Ulaşılan sonuçlardan yola çıkarak 428 Fen Bilimleri maddesi içerisinde MH % 8.4, SIBTEST % 14.7 ve LR de %17.3 TB, %0.5 TBO DMF yer aldığı, 469 matematik maddesinden ise MH % 7.3, SIBTEST % 8.5 ve LR %10.5 TB, % 0.2 ise TBO DMF tespit edilmiştir. İki alan da incelendiğinde maddelerin büyük bir kısmının genellikle B ve C düzeyinde DMF içermediği ortaya çıkmıştır. Ayrıca Fen Bilimleri maddelerinin Matematik maddelerinden daha çok DMF bulundurma yöneliminde olduğu tespit edilmiştir.

Odabaşı (2019) araştırmasında, PISA 2015 Türkiye örnekleminde Fen okuryazarlığı test maddelerinin cinsiyet, sosyoekonomik düzey ve okulun yer aldığı yerleşim bölgesi açısından DMF bulundurma durumunu incelemiştir. DMF analizinde, Lojistik Regresyon (LR) ve Mantel Haenszel (MH) teknikleri kullanıldıktan sonra iki yöntemle ulaşılan sonuçlar arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Cinsiyete ilişkin yapılan DMF analizleri doğrultusunda MH ve LR tekniklerinde farklı birer maddenin DMF içerdiği görülmüştür. MH tekniğiyle DMF içerdiği belirlenen maddenin kızlara avantaj sağladığı tespit edilmiştir. Sosyoekonomik düzey değişkeni için yapılan DMF analizleri neticesinde LR tekniğinde 5 maddede DMF bulunurken MH tekniğinde üç maddede DM bulunmuştur. DMF içeren maddelerden iki tanesi her iki yöntemde de düşük sosyoekonomik düzeydeki öğrencilere avantaj sağladığı tespit edilmiştir. Okulun yer aldığı yerleşim bölgesi değişkeni açısından yapılan DMF analizleri doğrultusunda ilçede yer alan okul ile şehirdeki okul analizinde MH ve LR tekniklerinde aynı iki maddede DMF bulunmuştur. DMF içeren iki maddelerden biri her iki yöntemde de okulun yer aldığı yerleşim bölgesi şehir olan öğrencilere avantaj oluştururken, diğ erinin ise okulun yer aldığı yerleşim bölgesi ilçe olan öğrencilere avantaj sağladığı görülmüştür. Büyükşehirde yer alan okul ile ilçede yer alan okul analizinde MH tekniğinde bir maddede DMF bulunurken, LR tekniğinde iki madde DMF

bulunmuştur. MH tekniğinde DMF içeren madde LR tekniğinde de DMF içerirken okulun yer aldığı yerleşim bölgesi büyükşehir olan öğrencilere avantaj sağlamaktadır. Şehirdeki okul ile büyükşehirdeki okul analizinde LR tekniğinde altı maddede DMF bulunurken MH yönteminde DMF gösteren madde görülmemiştir. DMF içeren madde sayısı açısından incelendiğinde MH ve LR yöntemlerinden farklı sonuçlara ulaşıldığı ve LR yönteminde daha fazla DMF içeren madde tespit edildiği görülmüştür. DMF büyüklük sıralamaları incelendiğinde iki yöntem arasında pozitif ve orta düzeyde ilişki belirlenmiştir.

Awuor, (2008) farklı örneklem büyüklüklerinin DMF belirleme yöntemlerinden SIBTEST ve Mantel-Haenszel (MH) tekniklerine etkisini incelemiştir. Yapay veriler üzerinde gerçekleştirilen araştırmada veriler WinGen2 programı yardımıyla 2 PLM'e uygun biçimde türetilmiştir. Araştırma sonucunda farklı örneklem büyüklüklerinde I. tip hata kontrolünü MH yönteminin SIBTEST yönteminden daha iyi sağladığı belirlenmiştir.

Dinçsoy (2022) çalışmasında iki ve çok kategorili puanlanan maddelerin yer aldığı karma testlerde eksik değer atama yöntemlerinden MZMC, ÇA ve BM'nin DMF'ye etkisini araştırmıştır. Çalışmada, TIMSS 2019 fen bilimleri testinde 9 numaralı kitapçığı alarak tam veri setine sahip 1160 öğrenciye ait verilerden yararlanılmıştır. Yöntemlerin etkililiği için kayıp veri mekanizması (TRK ve RK), DMF düzeyi (A, B ve C) ve kayıp veri oranı (%10 ve %20) koşulları incelenmiştir. MZMC, ÇDA ve BM yöntemleri yoluyla veri atamasıyla ulaşılan veri setlerine poly-SIBTEST yöntemiyle DMF analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak bütün koşullar bakımından BM ve MZMC yöntemleri C düzeyi DMF için A ve B düzeylerine göre daha iyi sonuç vermiştir. %10 ve %20 TRK mekanizmalarında DMF'li maddelerde DMF tespit etmede en uygun teknik ÇA yöntemidir. Eksiksiz veri setiyle kıyaslandığında %10 RK mekanizmasında üç yöntemden de benzer sonuçlara ulaşılırken, %20 RK mekanizmasında diğer yöntemlere göre MZMC yönteminden en doğru sonuca ulaşılmıştır.

İşıkloğlu (2017) araştırmasında eksik değer atama yöntemlerinin ölçme değişmezliğine etkisi bakımından karşılaştırmayı amaçlamıştır. Araştırmada PISA 2015 Türkiye örnekleminde fen okuryazarlığına ilişkin duyuşsal özelliklerden fen öğrenme motivasyonu ile ilişkili maddeleri yanıtlayan ve tam veri setine sahip 5496 öğrenci yer almıştır. Çalışma farklı örneklem büyüklüklerinde ve farklı oranlardaki kayıp verilerde gerçekleştirileceği için tam veri setinden 300, 1000 ve 2000 kişilik örneklem üretilmiş ve her bir örneklem büyüklüğünde TROK mekanizmasına uygun biçimde %5, %10 ve %20 eksik değer türetilmiştir. Ulaşılan bütün veri setleri dizin silme (DS), seri ortalaması atama (SO), regresyon atama (RA), beklenti maksimizasyonu (BM) ve çoklu atama (ÇA) yöntemleri ile tamamlanıp çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi (ÇGDFA) yöntemi ile cinsiyetler arası ölçme değişmezliği uygulaması

gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, %5 oranda kayıp veri içeren ve 300 kişilik veri setinde BM yöntemi, %10 ve %20 oranında eksik veri bulunduran 300 kişilik veri setlerinde ÇA ve BM yöntemleri, diğer yöntemlerden daha doğru tespitler ortaya çıkarmıştır. 1000 kişinin yer aldığı veri setlerinde; %5 oranında eksik değer bulunduran veri setinde RA tekniği, %10 oranında eksik değer yer aldığı veri setinde BM ve ÇA yöntemi, %20 oranında eksik veri içeren veri setinde BM yöntemi diğer yöntemlere göre referans değerlere daha uygun kestirimlerde bulunmuştur. 2000 kişilik veri setlerinde; %5 oranında eksik değer bulunduran veri setinde RA, BM ve ÇA teknikleri, %10 oranında eksik değer yer aldığı veri setinde ÇA yöntemi, %20 oranında eksik değer görüldüğü veri setinde ise BM yöntemi daha doğru sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

Akbaş U. (2014), ölçeklerin psikometrik özelliklerini farklı kayıp veri atama yöntemleriyle incelemiştir. Araştırmada 250, 500 ve 1000 örneklem büyüklüğüne sahip ve %10 ile %15 oranlarında eksik değer bulunduran veri setleri kullanılmıştır. Tam veri setleri üzerinde liste bazında silme, Öklid uzaklığına dayalı benzer tepki örüntüsüne göre atama, skolastik regresyonla atama ve çoklu atama yöntemleri ile kayıp veri setleri oluşturulmuştur. Veri setleri üzerinde geçerlilik analizleri, güvenirlik analizleri, toplam varyans ve doğrulayıcı faktör analizleri yapılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda, liste bazlı veri silmenin önemli sorunlar oluşturabileceği, beklenti-maksimizasyon yöntemi ve çoklu atama yöntemlerinin büyük oranda iyi performans sergilediği tespit edilmiştir. Ayrıca bütün kayıp veri durumlarında yararlanılabilecek ve kesin bir biçimde en iyi sonuçların elde edildiği tek bir yöntemin bulunmadığı belirlenmiştir.

Ertoprak (2017) araştırmasında eksik değerlerin test formlarındaki konumu, mekanizması, oranı ve başa çıkma yöntemlerine göre hazırlanan farklı koşullardaki testlerden ulaşılan puanların, ortak test deseni içerisinde ve MTK'ya dayalı Stocking-Lord yöntemiyle eşitlenmesi doğrultusunda belirlenen madde ve yetenek parametrelerine dair eşitleme hatası ve eşitleme yanlılığı değerlerini karşılaştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçtan yola çıkarak, test formları için oluşturulan eksiksiz veri setlerinde kullanılan veri silme algoritmaları ile üç farklı kayıp veri yeri, üç farklı kayıp veri mekanizması ve üç farklı kayıp veri oranına (%10, %20, %40) sahip veri setleri üretilmiştir. Ulaşılan sonuçlardan, eksik değer yeri faktörüne ilişkin koşullar için en düşük hatalı ve en az yanlı sonuçların HİT yönteminde olduğu, en fazla hatalı ve en fazla yanlı sonuçların ET yönteminde olduğu belirlenmiştir. Kayıp veri mekanizması faktörüne dair şartlar için en az hatalı ve en az yanlı sonuçların TRK mekanizmasında bulunduğu, en fazla hatalı ve en fazla yanlı sonuçların ROK mekanizmasında olduğu tespit edilmiştir. Kayıp veri oranı faktörüne ilişkin şartlar için en az hatalı ve en az yanlı bulguların

%10 koşulları için, en fazla hatalı ve en fazla yanlış sonuçların %40 koşulları için ulaşıldığını belirtmiştir. Eksik değer atama tekniklerine dair ulaşılan bulgular ise referans koşul eşitlemeleri neticesinde belirlenen özellikle yetenek parametrelerine dair ortalama RMSE ve BIAS değerlerine en benzer ve en az hata değerleri oluşturan tekniğin DFÇDA olduğu tespit edilmiştir. İkili puanlanan maddelerden elde edilen veri setlerindeki eksik değer sorununun sonuçlanması için genellikle kullanılan UGD ve YYGD tekniklerinin, test eşitlemeye dair yanlış ve yanlış çıkarımlarda bulunduğu tespit edilmiştir.

Karaman (2022), değişen örneklem büyüklüğü (100, 500, 1000), kayıp veri oranı (%5, %10 ve %20), kayıp veri mekanizması (TROK ve ROK), veri dağılımı (normal, çarpık) ve veri yapısı (güçlü yapı, orta düzeyde yapı) koşullarında liste bazında silme, olabilirlik yöntemleri (FIML ve EM) ve çoklu atama (PMM, CART ve NORM) yöntemlerinin yapısal eşitlik modellerine (YEM) etkisini araştırmayı hedeflemiştir. Araştırma sonucunda YEM sonuçlarından model veri uyumları faktör yükleri ve faktörler arasındaki yol katsayılarına göre hata ve yanlışlık değerlerine ulaşılmıştır. Çalıştığı bütün koşullarda en hatalı ve en yanlış sonuçların elde edildiği yöntem liste bazında silme yöntemidir. TROK mekanizmasında, normal dağılımda ve güçlü veri yapısında hata ile yanlışlık miktarı daha düşük görülmüştür. YEM’de performansları FIML ve çoklu atama (MI) yöntemlerinin kayıp veri mekanizmalarında benzer sonuçlar vermiştir. MI yöntemleri küçük örneklem büyüklüğüne, %20 kayıp veri oranına ve çarpık dağılıma sahip ROK mekanizmasında çalışmamıştır.

Selvi ve Alıcı (2018) araştırmasında kayıp verilerle başa çıkma yöntemlerinin DMF’ye etkisini tespit etmeyi amaçlamıştır. Bu nedenle kayıp veri atama yöntemi olan BM ve regresyon atama yöntemleri ile DMF bulmak amacıyla MH, klasik test kuramına dayalı standartlaştırılmış yöntem, madde tepki kuramına dayalı olabilirlik oran testinden faydalanılmıştır. Çalışmada 2016 yılında Mersin Üniversitesi tarafından gerçekleştirilen yabancı dil sınavının bir alt testinden ulaşılan iki kategorili gerçek veri yer almıştır. Sonuç olarak kullanılan DMF yöntemine göre DMF’li madde sayısının farklılaştığı ortaya çıkmıştır. KTK’ye dayalı DMF yöntemi MTK’ye dayalı yöntemle göre daha uyumlu bulunmuştur. Kullanılan eksik veri atama yönteminin DMF gösteren maddeleri farklılaştırdığı ortaya çıkmıştır. Bu fark MH yöntemiyle tespit edilen maddeleri farklılaştırmış, ilgili fark MH yöntemi yapıldığında istatistiksel olarak manidar bir seviyeye ulaşmıştır.

Tamcı (2018), SA, ÇA ve BM yöntemlerinin çeşitli durumlarda DMF’ye etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. SA, ÇA, BM yöntemlerinin DMF’ye etkisi I. tip hata ve güç oranları açısından incelemiştir. PISA 2012 matematik testinden ulaşılan eksiksiz veri setinde TRK mekanizmasında değer silinerek araştırmada kullanılacak veri setleri oluşturulmuş ve SIBTEST

yöntemiyle DMF analizi gerçekleştirilmiştir. I. tip hata bakımından SA yöntemi %30 eksik değer koşulunda diğer kayıp veri oranlarına göre, A ve B düzeyinde DMF açısından C düzeyindeki DMF'ye kıyasla daha iyi bir sonuç göstermiştir. Gözlenen bütün durumlar bakımından ÇA yöntemi I. tip hata bakımından daha iyi performans ortaya çıkarmıştır. BM yöntemi A düzeyinde DMF koşulunda, B ve C düzeyinde DMF'ye kıyasla daha doğru sonuç vermiştir. SA yönteminin %10 kayıp veri durumunda, %20 ve %30 oranlarına göre daha kabul edilebilir güç oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. BM ve ÇA tekniklerinin güç oranlarının, %30 kayıp veri oranı ve A düzeyinde DMF şartlarına bakıldığında diğer şartlara göre daha yanlış tespitlerde bulunduğu görülmüştür.

Robitzsch ve Rupp (2009) araştırmasında MH ve LR teknikleriyle DMF analizinde eksik değerlerin DMF çalışmasına dair etkisini incelemeyi hedeflemiştir. Bu doğrultuda iki kategorili puanlanan 20 ve 40 maddelik iki testte uygulamalar yapılmıştır. TRK, RK ve ROK mekanizmalarında %10 ve %30 oranlarında eksik değer içeren veri setleri oluşturmuştur ve kayıp değerlerin yerine liste bazında silme, sıfır atama, çift yönlü atama, düzeltilmiş çift yönlü atama ve zincirleme denklemlerle çoklu atama yöntemleriyle veriler atanmıştır. MH ve LR yöntemleri DMF belirlemek için kullanılmıştır. ROK ve RK mekanizmalarında sıfır atama yöntemi kullanıldığında yanlışlık ortaya çıkmıştır ancak diğer kayıp veri yöntemleri için hiçbir yanlışlığın bulunmadığı tespit edilmiştir. TRK mekanizmasında hiçbir kayıp veri atama tekniğinin yanlışlık göstermediği belirlenmiştir. DMF belirleme yöntemlerinin farklı bir etkiye sebep olmadığı tespit edilmiştir.

Allison, (2003) yapısal eşitlik modelleri için kayıp veri atama yöntemlerini incelemeyi hedeflemiştir. Kayıp veri atama yöntemlerinden geleneksel silme yöntemleri, beklenti maksimizasyonu, doğrudan en çok olabilirlik yöntemi ve çoklu atama yöntemlerini gerçek veri setiyle karşılaştırma yapmıştır. Araştırma sonucunda en çok olabilirlik ve çoklu atama yöntemlerinin daha doğru performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Shrive, Stuart, Quan ve Ghali (2006) çalışmasında depresyon ölçeğinde eksik veri atama yöntemlerini karşılaştırmıştır. 1580 kişiden oluşan örnekleme çoklu atama, regresyon atama, bireysel ortalama atama, toplam ortalama atama, önceki cevabı atama ve rastgele atama yöntemlerini uygulamış ve kapa istatistiği karşılaştırması yapmıştır. %10 kayıp veri içeren veri setlerinde rastgele atama dışındaki yöntemler oldukça iyi sonuçlar verirken en iyi sonucu veren yöntemin çoklu atama yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Garrett (2009) çalışmasında kayıp veri, DMF ve etki büyüklüğünü incelemek üzere Monte Carlo uygulaması yapmayı hedeflemiştir. Çalışmada çok kategorili simülasyon verisi kullanılmıştır. Kullanılan simülasyon verisinde çok kategorili puanlanan 20 madde üzerinden

beş farklı odak referans grup oranı tespit edilerek çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, TRK mekanizması altında %10, %25 ve %40 oranlarında eksik değer içeren veri setleri oluşturularak ÇA, ortalama değer atama yöntemleri ve DMF tespit etme tekniklerinden MH ve ordinal LR yöntemleri kullanılmıştır. MH ve ordinal LR sonuçlarının, DMF'nin büyüklüğünden, kayıp verilerin yüzdesinden ve örneklem büyüklüğü oranından etkilendiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak bu araştırmada DMF belirlemek amacıyla MH ve ordinal LR yöntemleri kullanıldığında kayıp veriyle başa çıkma yöntemlerinden ÇA kullanılması önerilmiştir.

Emenogu, Falenchuk ve Childs (2010) iki kategorili şekilde, gerçek veri ve simülasyon verisinde çalışma yapmıştır. Bu doğrultuda büyük ölçekli iki sınavı analiz etmiş, diğer araştırmada simülasyon verisine yer vermiştir. İki araştırmada da eksik değer atama tekniklerinden olan çift bazında silme, liste bazında silme, SA yöntemleri kullanılmıştır. DMF tespit etmek için MH yöntemi ve eşleştirme ölçütü olarak toplam puan ve orantı puanı kabul edilmiştir. İki uygulamada da 6 şart için DMF'li madde bulundurma ihtimalleri kıyaslanmıştır. Gerçek veri ile yapılan uygulamada 6 şarttan ulaşılan bulgular açısından korelasyon katsayıları gözlemlenmiştir. Tüm korelasyon katsayılarının pozitif ve istatistiksel açıdan manidar olduğu görülmüştür. Simülasyon verisiyle gerçekleştirilen uygulamada 6 şarttan ulaşılan sonuçlar bakımından korelasyon katsayıları irdelendiğinde her iki eşleştirme ölçütü için de liste bazında silme yöntemi diğer şartlarla istatistiksel biçimde manidar korelasyon oluşturamamıştır. Çift bazında silme yöntemiyle ulaşılan sonuçlar eksiksiz veri setinden ulaşılan sonuçlarla istatistiksel biçimde manidar korelasyon göstermiştir. İki araştırmanın sonucunda veri setinde az miktarda kayıp veri bulunması halinde kullanılan kayıp veriyle başa çıkma yöntemi önemsiz olmaktadır. SA yöntemi, veri setinde çok fazla kayıp veri olması halinde kullanılan eşleştirme kriterinin ne olduğu fark etmeksizin hatalı sonuç verirken eşleştirme kriteri olarak toplam puan kullanıldığı takdirde çift bazında silme yöntemi hatalı sonuçlar göstermektedir. Orantı puanı, eşleştirme ölçütü olarak kullanıldığı durumlarda çift bazında silme yöntemi iyi performans vermektedir. Liste bazında silme yöntemi MH tekniği için kullanılan veri setini çok küçültmesi nedeniyle analizin gücünü düşürmektedir. Sonuç olarak eksik değer sorununun çözmek amacıyla çift bazında silme yöntemi ve MH'de ele alınacak eşleştirme kriteri orantı puanı şeklinde seçildiğinde en doğru bulguları vermektedir.

Akcan ve Kabasakal (2023) çalışmasında %5 ve %15 oranında tamamen rastgele kayıp veri mekanizmasında kayıp veri tekniklerinin iki farklı DMF yöntemi (Mantel Haenszel, Çoklu Gösterge ve Çoklu Nedenler) üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada kayıp verileri incelemek için sıfır atama, liste bazında silme ve kesirli hot-deck atama yöntemleri

kullanılmıştır. Çalışmanın veri setini PISA 2015 fen bilimleri testinin S12 madde kümesindeki 17 madde oluşturmaktadır. Sonuç olarak bütün DMF belirleme yöntemlerinde kesirli hot-deck atamanın tüm koşullarda DMF öğelerini belirlemede en iyi sonuçları verdiği aynı zamanda tam veri setinden ulaşılan değerlere en yakın DMF değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çoklu gösterge ve çoklu neden yönteminin kayıp verilerden Mantel Haenszel yöntemine göre daha olumsuz etkilendiği belirlenmiştir.

Chen, Wang ve Chen (2012), açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizinde kayıp veri yöntemlerini karşılaştırmayı amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda farklı oranlarda kayıp içeren veri setleri üzerinde simülasyon uygulaması gerçekleştirmiştir. Altı farklı yöntemin kullanıldığı araştırmada, bütün yöntemlerde açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizinde modele uyumlu bulgular elde edilmiştir. Beklenti maksimizasyonu yönteminin açıklayıcı faktör analizi için en uygun yöntem olduğu tespit edilmiştir. Kayıp veri oranının %20'nin altında olması halinde yöntemler arasında istatistiksel olarak manidar bir fark olmadığı tespit edilirken %30'un üzerinde kayıp veri olduğunda, seri ortalaması atama yöntemi ve doğrusal eğim yöntemi kullanılmasının uygun olacağı belirlenmiştir.

İlgili alan yazın incelendiğinde geçmişten günümüze ulusal ve uluslararası alan yazında gerek DMF gerekse kayıp veri konusu ile ilgili oldukça fazla çalışma olmasına karşın kayıp veri atama yöntemlerinin DMF üzerine etkisi ile ilgili az sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir. Kayıp veri atama yöntemlerinin DMF üzerine etkisinin incelendiği çalışmalarda klasik test kuramına dayalı DMF yöntemleri ile analizlerin gerçekleştirildiği ya da KTK'ye dayalı DMF yöntemleri ile MTK'ye dayalı DMF yöntemlerinin karşılaştırıldığı tespit edilmiştir. Bu durum MTK'ye dayalı DMF yöntemleri ile ilgili bir çalışma yapılmasının alan yazına katkı sağlayacağını ortaya koymuştur.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırma Yöntemi

Araştırma, farklı oranlarda kayıp veri içeren veri setlerine uygulanan kayıp veriler ile başa çıkma yöntemlerinden regresyon atama (RA), çoklu atama (ÇA), k-en yakın komşu (KNN) yöntemlerinin dil ve cinsiyet değişkenlerine göre MTK'ye dayalı yöntemlerle (Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemi) DMF'ye etkisinin incelenmesine yöneliktir. Bu nedenle araştırmada betimsel tarama modeli kullanılmıştır. Karasar (2012) bu modeli mevcut bir durumu, olduğu şekilde betimlemeyi hedefleyen çalışma biçiminde ifade etmiştir.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırma, 2018 yılında gerçekleştirilen PISA uygulamasına katılıp fen okuryazarlığı testini alan öğrencileri kapsamaktadır. PISA 2018'de 600000 öğrenci, 79 katılımcı ülke ve ekonominin okullarında 15 yaşındaki yaklaşık 32 milyon öğrenciyi temsilen uygulamaya katılmıştır (OECD, 2020). PISA 2018'e katılan öğrenciler Uluslararası Merkez tarafından 15 yaş grubu öğrencileri temsil edecek biçimde seçkisiz (olasılığa dayalı) olarak seçilmiştir (MEB, 2019). PISA 2018'e, Türkiye İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması (İBBS) 1. Düzeyde bulunan 12 bölgedeki 186 okulda yer alan 15 yaşındaki 884971 öğrenciyi temsil eden 6890 öğrenci katılmıştır (OECD, 2020). PISA 2018'e Birleşik Krallık'tan 538 okulda yer alan 15 yaşındaki 597240 öğrenciyi temsil eden 13818 öğrenci katılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nden 215 okulda eğitime devam eden 15 yaş grubundaki 3559045 öğrenciyi temsilen 4838 öğrenci PISA 2018 değerlendirmesini tamamlamıştır. Yeni Zelanda'da 208 okuldan 15 yaşındaki 53000 öğrenciyi temsil 6173 öğrenci, Avustralya'da 779 okulda yer alan 15 yaşındaki 257779 öğrenciyi temsilen 14273 öğrenci PISA 2018 uygulamasında yer almıştır (OECD, 2019).

Çalışmada ana dili Türkçe olan ve 14 ile 15 numaralı kitapçıkları seçen eksiksiz veri setine sahip 300 öğrenci bulunmaktadır. DMF belirleme yöntemlerinin performansı, eşit olmayan odak ve referans grup örneklem büyüklüklerinden etkilenmektedir (Kristjansson ve diğerleri, 2005; akt. Ayva Yörü, 2019). Bu nedenle ana dili İngilizce olan ülkelerden 14 ile 15 numaralı kitapçıkları alan ve eksiksiz veri setine sahip olan 1756 öğrenciden basit rastgele

örnekleme yöntemiyle 300 öğrenci analize uygun hale getirilmiştir. Türkiye, Birleşik Krallık, ABD, Yeni Zelanda, Avustralya'daki öğrencilerden toplam 600 öğrenci analize dâhil edilmiştir.

DMF ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde doğru sonuçlar elde edebilmek için referans ve odak gruba ait örneklem büyüklüğünün 200'den fazla olması gerekmektedir (Jodoin ve Gierl, 2001; Rogers ve Swaminathan, 1993). Buradan yola çıkarak bu araştırmada yer alan örneklemden yapılacak olan DMF analizlerinde doğru sonuçlara ulaşılabileceği söylenebilmektedir.

Tablo 3.1.'de DMF kaynağı olarak incelenen dil ve cinsiyet değişkenlerine göre veri setinde bulunan birey sayılarının dağılımları ile ülkelerin fen ortalamaları yer almaktadır.

Tablo 3.1. Çalışma Grubunda Bulunan Bireylerin Ülke ve Cinsiyete Göre Dağılımları

Ülke	Kız	Erkek	Toplam
Avustralya	41	70	121
Birleşik Krallık	37	53	90
Yeni Zelanda	18	23	41
Türkiye	147	153	300
ABD	22	26	48
Toplam	283	317	600

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın amacı doğrultusunda PISA 2018 uygulamasına katılan ülkelerden ana dili İngilizce olan ülkeler arasından fen ortalamaları birbirine yakın olan dört ülke Birleşik Krallık, ABD, Yeni Zelanda, Avustralya ile birlikte Türkiye örnekleme dâhil edilmiştir. Türkiye ve Birleşik Krallık, ABD, Yeni Zelanda, Avustralya örneklemeleri için fen okuryazarlığı testinde ortak olarak kullanılan 24 kitapçık bulunmaktadır. Bu araştırmada Türkçe ve İngilizce konuşan ülkeler bakımından analizleri gerçekleştirmek amacıyla ortak maddeler bulundurması ve kapsam geçerliğini sağlaması nedeniyle 14 ve 15 numaralı kitapçıklar seçilmiştir. Seçilen kitapçıklarda 5 açık uçlu, 15 çoktan seçmeli olmak üzere 20 ortak madde bulunmaktadır. Maddelere doğru verilen yanıtlar "1", yanlış verilen yanıtlar "0" olarak kodlanmıştır. Kısmi doğru yanıtların olduğu maddelerde yanlış yanıtlar "1", kısmi doğru yanıtlar "11" ve "12", doğru yanıtlar ise "21" olarak kodlanmıştır. "5, 6, 7, 8, 9, 96, 97, 98, 99" koduna sahip cevaplar ise PISA 2018 kod kitabında olduğu gibi kayıp veri koduyla analizde yer almıştır. Kısmi doğru cevapların yer aldığı DS657Q04C kodlu maddede "21" kodlu yanıtlar "1"; "1", "11" ve "12" kodlu yanıtlar "0" olarak düzenlenmiş ve analize dâhil edilmiştir. 2019 yılında yayınlanan

verilere OECD'nin web sitesinden ulaşılmıştır (<https://www.oecd.org/pisa/data/>). Ulaşılan maddelerin içerikleri Tablo 3.2.'de ayrıntılı olarak yer almaktadır.

Tablo 3.2. *Analizde Kullanılan Fen Okuryazarlığı Maddeleri*

Maddeler	Ünite	Ölçülen süreç	İçerik
CS466Q01S	Orman yangınları	Bilimsel araştırmayı değerlendirme ve tasarlama	Fiziksel
CS466Q07S	Orman yangınları	Bilimsel araştırmayı değerlendirme ve tasarlama	Fiziksel
CS256Q01S	Kaşıklar	Olguları bilimsel olarak açıklama	Fiziksel
DS326Q01C	Süt	Verileri ve kanıtları bilimsel olarak yorumlama	Canlı
DS326Q02C	Süt	Verileri ve kanıtları bilimsel olarak yorumlama	Canlı
CS326Q03S	Süt	Verileri ve kanıtları bilimsel olarak yorumlama	Canlı
CS326Q04S	Süt	Verileri ve kanıtları bilimsel olarak yorumlama	Fiziksel
CS602Q01S	Kentsel Isı Adası Etkisi	Verileri ve kanıtları bilimsel olarak yorumlama	Dünya ve Uzay
CS602Q02S	Kentsel Isı Adası Etkisi	Olguları bilimsel olarak açıklama	Dünya ve Uzay
DS602Q03C	Kentsel Isı Adası Etkisi	Olguları bilimsel olarak açıklama	Fiziksel
CS602Q04S	Kentsel Isı Adası Etkisi	Verileri ve kanıtları bilimsel olarak yorumlama	Canlı
CS603Q03S	Filler ve Akasya ağaçları	Olguları bilimsel olarak açıklama	Canlı
DS603Q02C	Filler ve Akasya ağaçları	Bilimsel araştırmayı değerlendirme ve tasarlama	Canlı
CS603Q03S	Filler ve Akasya ağaçları	Olguları bilimsel olarak açıklama	Canlı
CS603Q03S	Filler ve Akasya ağaçları	Olguları bilimsel olarak açıklama	Canlı
CS603Q05S	Filler ve Akasya ağaçları	Bilimsel araştırmayı değerlendirin ve tasarlayın	Canlı
CS657Q01S	İstilacı Türler	Olguları bilimsel olarak açıklayın	Canlı
CS657Q02S	İstilacı Türler	Olguları bilimsel olarak açıklayın	Canlı
CS657Q03S	İstilacı Türler	Veri ve kanıtları bilimsel olarak yorumlama	Canlı
DS657Q04C	İstilacı Türler	Olguları bilimsel olarak açıklama	Canlı

3.4. Verilerin Analizi

Verilerin analizinde önce IBM SPSS 26.0 programı ile veri setindeki uç değerler ve betimsel istatistikler incelenmiştir. Bu çalışmada analizler, Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramına dayalı tekniklerden olabilirlik oran yöntemi ile gerçekleştirildiği için veri seti MTK'nin temel varsayımları olan tek boyutluluk, yerel bağımsızlık varsayımları karşılanmalı ve model veri uyumu incelenmelidir. Bu sebeple, tek boyutluluk, yerel bağımsızlık ve model veri uyumu varsayımların sağlanıp sağlanmadığı incelenmiştir. Madde tepki kuramının temel sayıltılarından biri olan tek boyutluluk varsayımını kontrol etmek amacıyla R Studio programı doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Model veri uyumunu değerlendirmek için R Studio programı "ltm" (Rizopoulos ve Rizopoulos, 2018) paketi kullanılmıştır. Bu aşamanın ardından çalışma popülasyonunun heterojenliğini tespit etmek için R Studio programı "Equaltest MI" paketi kullanılmıştır (Jiang ve diğerleri, 2022).

Sonraki aşamada veri setinin analize uygunluğu kontrol edildikten sonra tam veri setinden R Studio programı “missMethods” (Josse ve diğerleri, 2022) paketi kullanılarak %5, %10, %20 ve %30 oranlarında TRK mekanizmalarında dört kayıp veri seti oluşturulmuştur. Kayıp veri setlerinin kayıp veri mekanizmaları, IBM SPSS 26.0 programında incelenmiştir. Sonraki basamakta kayıp verilerin yer aldığı veri setlerine RA, ÇA ve kNN yöntemleri ile kayıp veri ataması yapılmıştır. kNN yöntemiyle kayıp veri atamaları R Studio programındaki “VIM” (Templ ve diğerleri, 2015) paketi ile gerçekleştirilmiştir. RA ve ÇA yöntemleriyle atamalar IBM SPSS 26.0 programı ile yapılmıştır. ÇA yöntemi ile atamalar 5 atama sayısı seçilerek yapılmıştır. Bu doğrultuda ÇA yöntemi ile çalışmada yer alan her bir kayıp veri oranına göre ayrı ayrı beşer veri seti elde edilmiştir. Diğer basamakta eksiksiz veri seti ile eksik değerlerin yerine atama yapılarak oluşturulan veri setlerine Lord’un χ^2 yöntemi, Raju’nun alan ölçümleri yöntemi ve Madde Tepki Kuramı olabilirlik oran yöntemi ile DMF analizleri yapılmıştır. ÇA yöntemi ile kayıp veri setinde gerçekleştirilen 5 atamanın DMF analizleri ortalaması ile ortak bir DMF sonucunda birleştirilmiş ve bu işlem çalışmada uygulama yapılacak olan her bir kayıp veri oranına sahip kayıp veri setleri için yapılmıştır. DMF analizleri R Studio programı “difR” (Magis ve diğerleri, 2015) paketi ile gerçekleştirilmiştir. Tam veri setlerinden elde edilen değerler referans olarak alınmış ve kayıp veriler yerine değer atanan veri setlerinden ulaşılan sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

3.4.1. Uç Değerler

Uç değerler, alışlagelmiş değerlerin dışında yer alan değerlere ya da aşırı değerlere sahip denekleri ifade etmektedir (Çokluk ve diğerleri, 2021). Uç değerler; veri girişi sırasında araştırmacılar tarafından yapılan hatalardan, deneğin örneklemin bulunduğu evrende yer almaması, deneğin örneklemin diğer bölümünden farklı olması nedenlerinden ortaya çıkabilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2020). Uç değerler tek yönlü veya çok yönlü olabilmektedir. Tek yönlü uç değer tek değişkene ait aşırı değerleri ifade ederken, çok yönlü uç değer iki veya daha fazla sayıda değişkene ilişkin puanların olması beklenmeyen kombinasyonlarını ifade etmektedir. Tek yönlü uç değerler az sayıda değişkenin yer aldığı veri setlerinde, frekans dağılımlarının veya histogramlarının çıkartılması ya da kutu grafiği (box plots) yardımıyla da incelenebilmektedir (Güngör, 2019). Dağılımdaki bütün puanların standart puanlara dönüştürülmesi gibi istatistiksel yöntemlerle tek yönlü uç değerler bulunabilmektedir. Bu doğrultuda ham puanlar standart Z puana dönüştürülebilmektedir. -3’den küçük ve +3’ten büyük Z değerine sahip denekler uç değer olarak kabul edilmektedir. Çok yönlü uç değer incelenirken Mahalanobis Uzaklığı olarak ifade edilen ve bağımsız değişkenin uzayındaki

merkezden veya örneklem ortalamasından tek bir veri uzaklığını ölçen istatistiksel işlem kullanılmaktadır. $p < 0.001$ seviyesinde Mahalanobis Uzaklığı değeri çok yönlü uç değerler için ölçüttür (Çokluk ve diğerleri, 2021). Araştırmada tek yönlü uç değerleri belirlemek amacıyla Z puanı hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonucunda -3'ten küçük ve +3'ten büyük Z değeri tespit edilmemiştir. Çok yönlü uç değerlerin incelenmesi için Mahalanobis Uzaklığı hesaplandığında Mahalanobis Uzaklığı 0.001'den küçük değer alan veri bulunmamıştır. Buradan yola çıkarak çok yönlü uç değerlerin tespit edilmediği söylenebilir.

3.4.2. Betimsel Test İstatistikleri

Normallik, tek değişkenli normallik ve çok değişkenli normallik olarak ikiye ayrılmaktadır. Tek değişkenli normallik, örneklemde bir değişkene ait gözlemlerin normal dağılım gösterdiğini ifade etmektedir (Çokluk ve diğerleri, 2021). Çok değişkenli normallik test edilmeden önce tüm değişkenler için tek değişkenli normallik incelenmelidir. Tek değişkenli normallik incelemek amacıyla histogram ve Q-Q grafikleri kullanılabilmektedir. Bu yöntemlerin dışında Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov normallik testleri de kullanılabilmektedir. Shapiro-Wilk testinde sonucun $p > .05$ çıkması durumunda dağılım normalden aşırı bir sapma göstermemektedir (Durmaz, 2019). Basıklık ve çarpıklık katsayıları gibi istatistiksel bazı seçenekler kullanarak tek değişkenli normallik değerlendirilebilmektedir. Çarpıklık ve basıklık katsayılarının +1 ile -1 değer aralığında olması grubun normal dağılımdan aşırı sapma göstermediğini ifade etmektedir (Çokluk ve diğerleri, 2021).

Bu çalışmada iç tutarlılığı test etmek için Kuder Richardson-20 (KR-20) formülü incelenmiştir. De Vellis (2003), KR-20 güvenilirlik katsayısının 0.70 ve üzerinde değerler almasının iç tutarlılık için kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu kabul etmektedir.

Bu bölümde verilerin normallik incelenmiştir. Tablo 3.3.'te normallik ve güvenilirlik testlerine ilişkin bulgular yer almaktadır.

Tablo 3.3. *Alt Problemlere İlişkin Test İstatistikleri, Normallik Testleri ve Güvenilirlik Katsayıları*

İstatistikler	Cinsiyet		Dil	
	Kız	Erkek	Türkçe	İngilizce
Öğrenci Sayısı	283	317	300	300
Ortalama	11.6	11.82	11.02	12
Medyan	12	12	11	13
Mod	9	15	11	15
Standart Sapma	3.96	4.11	3.97	3.99
Ranj	18	20	18	20
Çarpıklık	-0.31	-0.36	-0.08	-0.63
Basıklık	-0.60	-0.55	-0.63	-0.19
KR-20	0.77	0.79	0.76	0.79

Tablodan yola çıkarak merkezi eğilim ölçülerinin görece birbirlerine yakın oldukları ifade edilebilmektedir. Çarpıklık ve basıklık katsayılarının +1 ve -1 değer aralığında yer alması dağılımın normale yakın olduğunun bir göstergesidir (Çokluk ve diğerleri, 2021). İç tutarlılığı incelemek amacıyla hesaplanan KR-20 güvenilirlik katsayılarının tüm gruplarda 0.70 ve üzerinde ($KR-20 \geq 0.70$) değerler alması, grupların güvenilirlik ilkesinin sağlandığını göstermektedir.

3.4.3. Doğrulayıcı Faktör Analizi

Bu çalışmada verilerin tek boyutluluk varsayımını sağlayıp sağlamadığını incelemek amacıyla tam veri setine R Studio programı ile doğrulayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.4. *Doğrulayıcı Faktör Analizi Model Veri Uyumu Değerleri*

İndeks	Değer
$SB\chi^2$	222.31
Serbestlik derecesi	167
RMSEA	0.02
SRMR	0.03
TLI	0.94
CFI	0.95

Tucker & Lewis indeksi (TLI) 0.97'in üzerinde mükemmel uyumu, 0.95'in üstü çok iyi uyumu, 0.85 üstü kabul edilebilir uyumu göstermektedir. Standardize edilmiş kalıntıların ortalama karekökü (SRMR), değerlerinin 0'a yakın olması mükemmel, 0.05'den küçük olması ise iyi olarak kabul edilmektedir. Yaklaşık hataların ortalama karekökü (RMSEA) değeri 0.05 ve daha küçük olduğunda iyi, 0.05 ve 0.08 değer aralığında kabul edilebilir, 0.10 ve üzeri değer aralığında ise kötü olarak ifade edilmektedir. Karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI) 0.95 ve 0.97 değer aralığında kabul edilir uyumu göstermektedir (Erdoğan, 2019). Bu bilgiler doğrultusunda

doğrulamalı faktör analizi sonucunda Tablo 3.4. incelendiğinde bütün değerlerin yeterli düzeyde model veri uyumu sağladığı görülmüştür. Bu durum tek boyutluluk varsayımının karşılandığını göstermektedir.

Yerel bağımsızlık, tek boyutlulukla ilişkili olan bir özelliktir. Bir testte tek boyutluluk özelliği gözlemleniyorsa bu testte bulunan maddelerin yerel bağımsızlık özelliğine sahip olduğu ifade edilmektedir (Hambleton ve Swaminathan, 2013). Buradan yola çıkarak araştırmada yer alan maddelerin yerel bağımsızlık özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

3.4.4. Popülasyon Heterojenliği

Bu çalışmada, veri setinin analize uygunluğunu belirlemek amacıyla dil ve cinsiyet değişkenlerine göre veri setinin popülasyon heterojenliği tespit edilmektedir. Bu doğrultuda Model 5 ve Model 6 üzerinden gizil ortalamalardaki eşitlik açısından karşılaştırılma yapılmıştır. Karşılaştırma yapılırken modellerin S-B $\chi^2(df)$, χ^2/df , $\Delta\chi^2(\Delta df)$, RMSEA, Δ RMSEA uyum iyiliği indeksleri dikkate alınmıştır. $0 \leq \chi^2/df \leq 2$ değer aralığı iyi uyum olduğu, $2 \leq \chi^2/df \leq 3$ değer aralığında kabul edilebilir uyum olduğu kabul edilmektedir. $0 \leq RMSEA \leq 0.05$ değer aralığı iyi uyumu gösterirken, $0.05 \leq RMSEA \leq 0.08$ değer aralığı kabul edilebilir uyumu göstermektedir (Schermelleh-Engel ve diğerleri, 2003). $\Delta CFI \leq 0.01$, $\Delta RMSEA \leq 0.01$ kabul edilebilir değer aralığı dikkate alınarak Model 5 ve Model 6 arasındaki RMSEA ve CFI değerlerinin değişimi değerlendirilmiştir (Chen, 2007; Akt. Abulela ve Davenport, 2020).

Tablo 3.5. Dil Değişkenine Göre Veri Setinin Popülasyon Heterojenliği Uyum İndeksleri

Model	S-B $\chi^2(df)$	χ^2/df	$\Delta\chi^2(\Delta df)$	CFI	ΔCFI	RMSEA	Δ RMSEA
Model 5	618.41 (388)	1.75		0.77		0.05	
Model 6	702.62 (391)	1.80	21.21(3)	0.75	0.01	0.05	0.00

p < 0.05, Model 5 = Varyans eşitliği, Model 6 = Gizil Ortalamaların eşitliği

Tablo 3.5.'teki χ^2/df indeksi incelendiğinde Model 5'in 1.75, Model 6 = 1.80 değerini alması iki modelin de 2'nin altında değer aldığını göstermekte ve modellerin iyi uyum gösterdiğini ifade etmektedir. Model 5 ve Model 6'nın RMSEA değerlerinin 0.05 olduğu ve Δ RMSEA değeri incelendiğinde Model 5 ve Model 6'nın RMSEA değerlerindeki uyumun değişmediği görülmüştür. Diğer bir ifadeyle Δ RMSEA değerinin 0 olması bu uyum indeksinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu ifade etmektedir. Buradan yola çıkarak modeller arasında uyum olduğu söylenebilir. ΔCFI uyum indeksi incelendiğinde bu değer 0.01 olması uyum

indeksinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu durum modeller arasında uyum olduğunu da ifade etmektedir. Buradan yola çıkarak gizil ortalamalar arasında fark olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 3.6. *Cinsiyet Değişkenine Göre Veri Setinin Popülasyon Heterojenliği Uyum İndeksleri*

Model	S-B χ^2 (df)	χ^2 /df	$\Delta\chi^2$ (Δ df)	CFI	Δ CFI	RMSEA	Δ RMSEA
Model 5	455.78 (388)	1.17		0.95		0.02	
Model 6	458.91 (391)	1.17	3.12(3)	0.95	0.00	0.02	0.00

$p < 0.05$, Model 5 = Varyans eşitliği, Model 6 = Gizil Ortalamaların eşitliği

Tablo 3.6.’daki χ^2 /df indeksi incelendiğinde Model 5 ve Model 6’nın 1.17 değerini alması iki modelin de 2’nin altında değer aldığını göstermekte ve modellerin iyi uyum gösterdiğini ifade etmektedir. İki modelin de RMSEA değerleri 0.02 olarak tespit edilmiştir. Δ RMSEA değerine bakıldığında ise Model 5 ve Model 6’nın RMSEA değerlerindeki uyumun değişmemesi nedeniyle Δ RMSEA değerinin 0 olduğu görülmüştür. Bu durum uyum indeksinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu ve modeller arasında uyum olduğunu göstermektedir. Δ CFI değerinin 0 olması uyum indeksinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermekte, aynı zamanda modeller arasında uyum olduğunu ifade etmektedir. Bunun sonucunda gizil ortalamalar arasında fark olmadığı belirlenmiştir

3.4.5. Model Veri Uyumunu

Araştırmada model veri uyumunu incelemek için R Studio programındaki “lrm” paketi (Rizopoulos ve Rizopoulos, 2018) kullanılmıştır. Genel model uyumu için hesaplanmış olan -2 log likelihood (loglik), Akaike Bilgi Ölçütü (Akaike Information Criterion, AIC) (Akaike, 1974) ve Bayesian Bilgi Ölçütü (Bayesian Information Criterion, BIC) (Schwarz, 1978) değerleri karşılaştırılmıştır. 1PLM, 2PLM, 3PLM için elde edilen -2 loglik, AIC, BIC değerleri, gerçekleştirilen ANOVA sonucunda ulaşılan p değeri ve serbestlik derecesi (sd) Tablo 3.7’de yer almaktadır.

Tablo 3.7. *Model Veri Uyumunu Karşılaştırması*

Model	Log.lig	AIC	BIC	Parametre Sayısı	sd	p
Rasch-1PL	-6681.39	13404.78	13497.11	14		
2PL	-6632.76	13345.53	13521.40	14	19	0
3PL	-6620.33	13360.67	13624.48	16	20	0.20

Tablo 3.7. incelendiğinde, 3 PL modelin p değerinin anlamlı çıkmaması bu modelin uygun olmadığını gösterirken loglik ve AIC değerlerinde 2PL modelin 1 PL modele göre daha az bulunması bu modelin analiz için uygun model olduğunu göstermektedir. BIC değerinde 1 PL model 2 PL modele göre daha az olması bu durumu desteklemese de 2PL modelinin varyans analizi sonucunun anlamlı olması 2PL'nin diğer modellere göre daha iyi uyum gösterdiğini işaret etmektedir. Bu durum 2PL'nin model olarak seçilmesi gerektiğini göstermektedir.

Çalışmada faktör analizi yapıldıktan, popülasyon heterojenliği ve model veri uyumu incelendikten sonra tam veri setinden TRK mekanizmasına uygun olarak R programındaki “missMethods” (Josse ve diğerleri, 2022) paketi ile %5, %10, %20 ve %30 oranlarında veri silinerek yeni veri setleri oluşturulmuştur. IBM SPSS 26.0 programında veri setlerinin kayıp veri mekanizmaları incelendikten sonra kayıp verilere RA, ÇA, kNN yöntemleriyle veri ataması yapılarak elde edilen veri setlerine cinsiyet ve dil değişkenlerine göre Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabirlik oran yöntemiyle DMF analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda p değeri 0.05'in altında olan maddelerin DMF içerdiği kabul edilmiştir. Araştırmada, analizde yer alan üç DMF yönteminin ikisinde DMF tespit edilmesi durumunda maddenin DMF içerdiği kabul edilmiştir. Bu doğrultuda tam veri seti ve kayıp değerler yerine veri ataması yapılarak oluşturulan veri setlerinde DMF analizleri gerçekleştirilmiştir. Tam veri setlerinden elde edilen DMF sonuçları kıstas olarak belirlenmiş ve farklı oranlardaki kayıp verilere farklı yöntemlerle atama yapılarak elde edilen veri setlerine yapılan DMF analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde, araştırmanın amacı doğrultusunda elde edilen bulgulara alt problem sırasına göre yer verilmiştir. Alt problemlerle ilgili analizlere geçilmeden önce, kayıp veri bulunmayan tam veri setine cinsiyet ve dil değişkenlerine göre Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemiyle DMF analizleri yapılmıştır. Bu analizlerden ulaşılan sonuçlar ile tam veri setinden %5, %10, %20 ve %30 oranlarında silinerek elde edilen kayıp verilere kayıp veri ile başa çıkma yöntemlerinden RA, ÇA, kNN yöntemleriyle veri atanarak elde edilen veri setlerinin DMF analizlerinden ulaşılan bulgular karşılaştırılmıştır.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Birinci alt problemin çözümü için PISA 2018 fen okuryazarlığı testinde 14 ve 15 numaralı kitapçığı alan 5 ülkeden öğrencilerin verilerinden elde edilen tam veri setinin dil değişkenine göre olabilirlik oran yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve Lord'un χ^2 yöntemiyle yapılan DMF analizi sonuçları incelenmiştir.

Tablo 4.1. Tam Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları

Maddeler	DMF Durumu
	Tam Veri Seti
1. CS466Q01S	Var
2. CS466Q07S	
3. CS256Q01S	
4. DS326Q01C	
5. DS326Q02C	Var
6. C6S326Q03S	
7. CS326Q04S	
8. CS602Q01S	Var
9. CS602Q02S	
10. DS602Q03C	

Maddeler	DMF Durumu
	<i>Tam Veri Seti</i>
11. CS602Q04S	
12. CS603Q01S	Var
13. DS603Q02C	Var
14. CS603Q03S	Var
15. CS603Q04S	
16. CS603Q05S	
17. CS657Q01S	
18. CS657Q02S	
19. CS657Q03S	
20. DS657Q04C	

Tablo 4.1.'de yer alan maddelerden p değerleri 0.05 düzeyinde anlamlı çıkan maddelerin Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi, madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemine göre gösterdiği DMF tespit edilmiştir. İncelenen maddelerden en az iki yöntemde DMF belirlenmesi halinde maddenin DMF içerdiği kabul edilmiştir. Bu doğrultuda analize dâhil edilen 6 maddede (CS256Q01S, CS326Q04S, CS603Q01S, CS602Q01S, DS603Q02C, CS603Q03S) DMF belirlenmiştir.

Tam veri setine ilişkin dil değişkenine göre madde tepki kuramına dayalı değişen madde fonksiyonu analizi sonuçları Ek 1'de bulunmaktadır.

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

İkinci alt problemin çözümü için 5 ülkeden PISA 2018 fen okuryazarlığı testinde 14 ve 15 numaralı kitapçığı alan öğrencilerin verilerinden elde edilen tam veri setinin cinsiyet değişkenine göre olabilirlik oran yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve χ^2 yöntemiyle yapılan DMF analizi sonuçları incelenmiştir.

Tablo 4.2. *Tam Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları*

Maddeler	DMF Durumu
	<i>Tam Veri Seti</i>
1. CS466Q01S	
2. CS466Q07S	
3. CS256Q01S	
4. DS326Q01C	
5. DS326Q02C	
6. C6S326Q03S	
7. CS326Q04S	
8. CS602Q01S	
9. CS602Q02S	
10. DS602Q03C	
11. CS602Q04S	
12. CS603Q01S	Var
13. DS603Q02C	
14. CS603Q03S	
15. CS603Q04S	
16. CS603Q05S	
17. CS657Q01S	
18. CS657Q02S	
19. CS657Q03S	
20. DS657Q04C	

Tablo 4.2.'de yer alan maddelerden Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi, madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemine göre 0.05 düzeyinde anlamlı çıkan maddelerin göstermiş olduğu DMF tespit edilmiştir. İncelenen maddelerden en az iki yöntemde DMF belirlenmesi halinde maddenin DMF içerdiği kabul edilmiştir. Buradan yola çıkarak analize dâhil edilen 1 maddede (DS603Q01S) DMF bulunduğu belirlenmiştir.

Tam veri setine ilişkin dil değişkenine göre madde tepki kuramına dayalı değişen madde fonksiyonu analizi sonuçları Ek 2'de yer almaktadır.

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Üçüncü alt problemin çözümü için öncelikle PISA 2018 fen okuryazarlığı testinde 14 ve 15 numaralı kitapçığı alan 5 ülkedeki öğrencilerin verilerinden elde edilen tam veri setinden %5, %10, %20 ve %30 oranında veri silinerek veri setleri üretilmiş ve bu veri setlerine regresyon atama yöntemiyle veriler atanmıştır. Elde edilen veri setlerinin dil değişkenine göre olabilirlik oran yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve χ^2 yöntemi sonuçları incelenmiştir.

Tablo 4.3. *Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve Regresyon Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Dil Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları*

Maddeler	DMF Durumu				
	Tam Veri Seti	%5	%10	%20	%30
1. CS466Q01S					
2. CS466Q07S					
3. CS256Q01S	Var	Var	Var		
4. DS326Q01C					
5. DS326Q02C					
6. C6S326Q03S					
7. CS326Q04S	Var	Var	Var		
8. CS602Q01S	Var	Var	Var		
9. CS602Q02S		Var			
10. DS602Q03C					
11. CS602Q04S					
12. CS603Q01S	Var				
13. DS603Q02C	Var		Var	Var	
14. CS603Q03S	Var	Var	Var	Var	Var
15. CS603Q04S		Var		Var	
16. CS603Q05S					Var
17. CS657Q01S					
18. CS657Q02S					
19. CS657Q03S					
20. DS657Q04C					

Tablo 4.3.'de yer alan maddelerden p değerleri 0.05 düzeyinde anlamlı çıkan maddelerin Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı

olabilirlik oran yöntemine göre gösterdiği DMF belirlenmiştir. İlgili maddelerden en az iki yöntemde DMF tespit edilmesi durumunda maddenin DMF içerdiği kabul edilmiştir. Bu doğrultuda:

%5 oranında tamamlanmış veri setinde 6 maddede (CS256Q01S, CS326Q04S, CS602Q01S, CS602Q02S, CS603Q03S, CS603Q04S) DMF belirlenmiştir.

%10 oranında tamamlanmış veri setinde 5 maddede (CS256Q01SD, CS326Q04S, CS602Q01S, S603Q02C, CS603Q03S) DMF tespit edilmiştir.

%20 oranında tamamlanmış veri setinde DS603Q02C, CS603Q03S, CS603Q04S numaralı maddeler olmak üzere 3 maddede DMF belirlenmiştir.

%30 oranında tamamlanmış veri setinde 2 maddenin (CS603Q03S, CS603Q05S) DMF içerdiği görülmüştür.

%5, %10, %20 ve %30 oranlarında kayıp verisi olan ve çoklu atama yöntemiyle tamamlanmış veri setlerinin cinsiyet değişkenine göre madde tepki kuramına dayalı değişen madde fonksiyonu analizi sonuçları Ek 3'te yer almaktadır.

4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Dördüncü alt problemin çözümü için öncelikle PISA 2018 fen okuryazarlığı testinde 14 ve 15 numaralı kitapçığı alan 5 ülkedeki öğrencilerin verilerinden ulaşılan tam veri setinden %5, %10, %20 ve %30 oranında veri silinerek veri setleri oluşturulmuş ve bu veri setlerine regresyon atama yöntemiyle veriler atanmıştır. Elde edilen veri setlerinin cinsiyet değişkenine göre Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemi sonuçları incelenmiştir.

Tablo 4.4. Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve Regresyon Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Cinsiyet Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları

Maddeler	DMF Durumu				
	Tam Veri Seti	%5	%10	%20	%30
1. CS466Q01S					
2. CS466Q07S					
3. CS256Q01S					
4. DS326Q01C					
5. DS326Q02C				Var	

Maddeler	DMF Durumu				
	<i>Tam Veri Seti</i>	<i>%5</i>	<i>%10</i>	<i>%20</i>	<i>%30</i>
6. C6S326Q03S					
7. CS326Q04S					
8. CS602Q01S					
9. CS602Q02S					
10. DS602Q03C					
11. CS602Q04S					
12. CS603Q01S	Var		Var		
13. DS603Q02C					
14. CS603Q03S					
15. CS603Q04S					
16. CS603Q05S					
17. CS657Q01S					
18. CS657Q02S					
19. CS657Q03S					
20. DS657Q04C					

Tablo 4.4'deki maddelerden p değerleri 0.05 düzeyinde manidar çıkan maddelerin Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabirlik oran yöntemine göre göstermiş olduğu DMF ortaya çıkarılmıştır. Analizde yer alan maddelerden en az iki yöntemde DMF tespit edilen maddelerin DMF içerdiği kabul edilmiştir. Bu doğrultuda:

%5 oranında kayıp veri ataması ile eksiksiz hale getirilmiş veri setinde hiçbir maddede DMF belirlenememiştir.

%10 oranında kayıp veri ataması ile tamamlanmış veri setinde 1 maddede (CS603Q01S) DMF tespit edilmiştir.

%20 oranında kayıp veri ataması ile tamamlanmış veri setinde 1 maddede (DS326Q02C) DMF bulunmuştur.

%30 oranında tamamlanmış veri setinde hiçbir maddede DMF bulunamamıştır.

%5, %10, %20 ve %30 oranlarında kayıp verisi olan ve regresyon atama yöntemiyle tamamlanmış veri setlerinin cinsiyet değişkenine göre madde tepki kuramına dayalı değişen madde fonksiyonu analizi sonuçları Ek 4'te bulunmaktadır.

4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Beşinci alt problemin çözümü için öncelikle PISA 2018 fen okuryazarlığı testinde 14 ve 15 numaralı kitapçığı alan 5 ülkedeki öğrencilerin verilerinden ulaşılan tam veri setinden %5, %10, %20 ve %30 oranında veri silinerek veri setleri oluşturulmuş ve bu veri setlerine çoklu atama yöntemiyle veriler atanmıştır. Elde edilen veri setlerinin cinsiyet değişkenine göre Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemi sonuçları incelenmiştir.

Tablo 4.5. *Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve Çoklu Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Dil Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları*

Maddeler	DMF Durumu				
	Tam Veri Seti	%5	%10	%20	%30
1. CS466Q01S					
2. CS466Q07S					
3. CS256Q01S	Var				
4. DS326Q01C				Var	
5. DS326Q02C					Var
6. C6S326Q03S					Var
7. CS326Q04S	Var	Var	Var	Var	Var
8. CS602Q01S	Var	Var	Var	Var	Var
9. CS602Q02S					
10. DS602Q03C					
11. CS602Q04S					
12. CS603Q01S	Var	Var			
13. DS603Q02C	Var	Var		Var	
14. CS603Q03S	Var	Var	Var	Var	Var
15. CS603Q04S		Var			
16. CS603Q05S					
17. CS657Q01S					
18. CS657Q02S					
19. CS657Q03S					
20. DS657Q04C					Var

Tablo 4.5.'deki maddelerden p değerleri 0.05 düzeyinde manidar çıkan maddelerin Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemine göre DMF gösterip göstermediği belirlenmiştir. Analize dâhil edilen maddelerden en az iki yöntemde DMF belirlenen maddelerin DMF içerdiği kabul edilmiştir.

%5 oranında tamamlanmış veri setinde CS326Q04S, CS602Q01S, CS603Q01S, DS603Q02C, CS603Q03S, CS603Q04S numaralı maddeler olmak üzere 6 maddede DMF belirlenmiştir.

%10 oranında kayıp veri ataması ile tamamlanmış veri setinde 3 maddede (CS326Q04S, CS602Q01S, CS603Q03S) DMF tespit edilmiştir.

%20 oranında tamamlanmış veri setinde 5 maddenin (DS603Q02C, CS603Q03S, DS326Q01C, CS326Q04S, CS602Q01S) DMF içerdiği görülmüştür.

%30 oranında atama yaparak elde edilen veri setinde DS326Q02C, CS326Q03S, CS326Q04S, CS602Q01S, CS603Q03S, DS657Q04C numaralı maddeler olmak üzere 6 maddede DMF bulunduğu tespit edilmiştir.

%5, %10, %20 ve %30 oranlarında kayıp verisi olan ve çoklu atama yöntemiyle tamamlanmış veri setlerinin dil değişkenine göre madde tepki kuramına dayalı değişen madde fonksiyonu analizi sonuçları Ek 5'te yer almaktadır.

4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular

Altıncı alt problemin çözümü için ilk olarak PISA 2018 fen okuryazarlığı testinde 14 ve 15 numaralı kitapçığı alan 5 ülkedeki öğrencilerin verilerinden oluşturulmuş tam veri setinden %5, %10, %20 ve %30 oranında veri silinerek veri setleri üretilmiş ve bu veri setlerine çoklu atama yöntemiyle veriler atanmıştır. Ulaşılan veri setlerinin cinsiyet değişkenine göre Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemi sonuçları incelenmiştir.

Tablo 4.6. *Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve Çoklu Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Cinsiyet Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları*

Maddeler	DMF Durumu				
	Tam Veri Seti	%5	%10	%20	%30
1. CS466Q01S					
2. CS466Q07S					
3. CS256Q01S					
4. DS326Q01C					
5. DS326Q02C					
6. C6S326Q03S					
7. CS326Q04S					
8. CS602Q01S					
9. CS602Q02S					
10. DS602Q03C					
11. CS602Q04S					
12. CS603Q01S	Var				
13. DS603Q02C					
14. CS603Q03S					
15. CS603Q04S					
16. CS603Q05S					
17. CS657Q01S					
18. CS657Q02S					
19. CS657Q03S					
20. DS657Q04C					

Tablo 4.6.'da yer alan maddelerden p değerleri 0.05 düzeyinde manidar çıkan maddelerin Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemlerine göre DMF gösterip göstermediği belirlenmiştir. Maddelerden en az iki yöntemde DMF belirlenen maddelerin DMF içerdiği kabul edilmiştir. Bu doğrultuda:

%5 oranında tamamlanmış veri setinde hiçbir maddede DMF belirlenememiştir.

%10 oranında kayıp veri ataması ile tamamlanmış veri setinde hiçbir maddede DMF tespit edilememiştir.

%20 oranında tamamlanmış veri setinde hiçbir maddenin DMF içermediği görülmüştür.

%30 oranında atama yaparak elde edilen veri setinde hiçbir maddede DMF tespit edilememiştir.

%5, %10, %20 ve %30 oranlarında kayıp verisi olan ve çoklu atama yöntemiyle tamamlanmış veri setlerinin cinsiyet değişkenine göre madde tepki kuramına dayalı değişen madde fonksiyonu analizi sonuçları Ek 6'da yer almaktadır.

4.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Yedinci alt problemin sonuçlanması için ilk olarak PISA 2018 fen okuryazarlığı testinde 14 ve 15 numaralı kitapçığı alan 5 ülkedeki öğrencilerin verilerinden elde edilen tam veri setinden %5, %10, %20 ve %30 oranında veri silinerek veri setleri oluşturulmuştur. Bu veri setlerine k-en yakın komşu yöntemi ile veriler atanmıştır. Elde edilen veri setlerinin dil değişkenine göre Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemiyle sonuçları incelenmiştir.

Tablo 4.7. *Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve k-En Yakın Komşu Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Dil Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analizi Bulguları*

Maddeler	DMF Durumu				
	Tam Veri Seti	%5	%10	%20	%30
1. CS466Q01S					
2. CS466Q07S					
3. CS256Q01S	Var	Var			
4. DS326Q01C					
5. DS326Q02C					
6. C6S326Q03S				Var	
7. CS326Q04S	Var	Var	Var	Var	Var
8. CS602Q01S	Var	Var	Var	Var	Var
9. CS602Q02S					
10. DS602Q03C					
11. CS602Q04S					
12. CS603Q01S	Var				
13. DS603Q02C	Var	Var		Var	
14. CS603Q03S	Var	Var	Var	Var	Var
15. CS603Q04S				Var	Var
16. CS603Q05S					
17. CS657Q01S				Var	
18. CS657Q02S					Var
19. CS657Q03S					
20. DS657Q04C					

Tablo 4.7.'deki maddelerden Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabirlik oran yöntemine göre 0.05 düzeyinde manidar olan maddelerin DMF durumu incelenmiştir. İlgili maddelerden en az iki yöntemde DMF olduğu tespit edilen maddelerin DMF içerdiği kabul edilmiştir.

kNN yöntemiyle %5 oranında tamamlanmış veri setinde 5 maddede (CS256Q01S, CS326Q04S, CS602Q01S, DS603Q02C, CS603Q03S) DMF belirlenmiştir.

%10 oranında atama yapılarak eksiksiz hale getirilmiş veri setinde 3 maddede (CS326Q04S, CS602Q01S, CS603Q03S) DMF tespit edilmiştir.

%20 oranında tamamlanmış veri setinde C6S326Q03S, CS326Q04S, CS602Q01S, CS603Q04S, CS603Q03S, DS603Q02C, CS657Q01S numaralı maddeler olmak üzere 7 maddenin DMF içerdiği görülmüştür.

%30 oranında atama yaparak elde edilmiş veri setinde CS326Q04S, CS602Q01S, CS603Q03S, CS603Q04S, CS657Q02S numaralı maddeler olmak üzere 5 maddede DMF tespit edilmiştir.

%5, %10, %20 ve %30 oranlarında kayıp verisi olan ve k-en yakın komşu yöntemiyle tamamlanmış veri setlerinin dil değişkenine göre madde tepki kuramına dayalı değişen madde fonksiyonu analizi sonuçları Ek 7'de yer almaktadır.

4.8. Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Sekizinci alt problemin çözümü için öncelikle PISA 2018 fen okuryazarlığı testinde 14 ve 15 numaralı kitapçığı alan 5 ülkedeki öğrencilerin verilerinden oluşturulmuş tam veri setinden %5, %10, %20 ve %30 oranında veri silinerek veri setleri oluşturulmuştur. Bu veri setlerine k-en yakın komşu yöntemi ile veriler atanmıştır. Elde edilen veri setlerinin cinsiyet değişkenine göre Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabirlik oran yöntemi sonuçları incelenmiştir.

Tablo 4.8. *Tam Veri Seti ile Farklı Oranlarda Kayıp Veri İçeren ve k-En Yakın Komşu Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setlerinin Cinsiyet Değişkenine Göre Madde Tepki Kuramına Dayalı Değişen Madde Fonksiyonu (Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran) Analiz Bulguları*

Maddeler	DMF Durumu				
	Tam Veri Seti	%5	%10	%20	%30
1. CS466Q01S					
2. CS466Q07S					
3. CS256Q01S					
4. DS326Q01C					
5. DS326Q02C				Var	
6. C6S326Q03S				Var	
7. CS326Q04S					
8. CS602Q01S					
9. CS602Q02S					
10. DS602Q03C					
11. CS602Q04S					
12. CS603Q01S	Var	Var	Var		
13. DS603Q02C					
14. CS603Q03S					
15. CS603Q04S					
16. CS603Q05S					
17. CS657Q01S					
18. CS657Q02S					
19. CS657Q03S					
20. DS657Q04C					

Tablo 4.8.'de bulunan maddelerden Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemine göre p değerleri 0.05 düzeyinde anlamlı olan maddelerin göstermiş oldukları DMF incelenmiştir. İlgili maddelerden en az iki yöntemde DMF bulunduğu belirlenen maddelerin DMF içerdiği kabul edilmiştir.

%5 oranında atama yapılarak eksiksiz hale getirilmiş veri setinde veri setinde 1 maddede (CS603Q01S) DMF tespit edilmiştir.

%10 oranında tamamlanmış veri setinde CS603Q01S numaralı maddede DMF tespit edilmiştir.

%20 oranında tamamlanarak eksiksiz hale getirilmiş veri setinde DS326Q02C, C6S326Q03S numaralı maddeler olmak üzere 2 maddede DMF belirlenmiştir.

%30 oranında atama yaparak elde edilen veri setinde hiçbir maddede DMF görülmemiştir.

%5, %10, %20 ve %30 oranlarında kayıp verisi olan ve k-en yakın yöntemiyle tamamlanmış veri setlerinin cinsiyet değişkenine göre madde tepki kuramına dayalı değişen madde fonksiyonu analizi sonuçları Ek 8’de yer almaktadır.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmanın bulgularına yönelik sonuçlar ile bu sonuçlar doğrultuda çalışmanın sonucuna ilişkin görüşler ve gelecekte yapılacak olan çalışmalara katkı sağlayacağı varsayılan önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada kayıp verilere RA, ÇA ve kNN yöntemleriyle veri ataması yapıldığında dil ve cinsiyet değişkenlerine göre DMF sonuçlarının kayıp veri oranına göre nasıl değiştiği Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oranı yöntemi ile incelenmiştir. Çalışmadan ulaşılan bulgular, tam veri setinden ve RA, ÇA ve kNN yöntemlerinden ulaşılan sonuçların kendi arasında her bir kayıp veri oranında nasıl değiştiği incelenerek tartışılmıştır. PISA 2018 uygulamasında fen okuryazarlığı test maddeleri tam veri seti, %5, %10, %20 ve %30 oranında veri ataması yaparak elde edilen veri setleri dil ve cinsiyet değişkenine göre DMF açısından incelenmiştir. DMF analizleri Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

PISA 2018 uygulamasındaki Fen okuryazarlığı testindeki tam veri setinde yer alan maddelere dil değişkenine göre Lord'un χ^2 yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve madde tepki kuramı olabilirlik oran yöntemine dayalı DMF analizi yapılmıştır. Tam veri setine dil değişkenine göre yapılan DMF analizleri sonucunda testte yer alan 20 madde arasından 6 maddede DMF belirlenmiştir. Buradan yola çıkarak uygulamada maddeyi yanıtlayan bireylerin kullandıkları dilin farklı olması maddelerin DMF içerme ihtimallerini arttırdığı belirtilebilir.

PISA 2018 uygulamasındaki Fen okuryazarlığı testindeki tam veri setinde yer alan maddelere cinsiyet değişkenine göre MTK'ye dayalı gerçekleştirilen DMF analizleri sonucunda testte yer alan 20 maddeden bir maddede DMF belirlenmiştir. Buradan yola çıkarak uygulamada maddeyi yanıtlayan bireylerin cinsiyetlerinin ilgili maddenin DMF içerme ihtimalini etkilediği söylenebilir.

RA yöntemi ile dil değişkenine göre en iyi sonucu %10 oranında verirken, %5 oranında ise diğer oranlara (%20, %30) göre daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür. %20 oranında kötü sonuçlar elde edilirken en hatalı sonuç %30 oranında elde edilmiştir.

RA yöntemi ile cinsiyet değişkenine göre %10 oranında doğru sonuç elde edilirken diğer oranlarda (%5, %10, %20, %30) yanlış sonuçlara ulaşılmıştır.

ÇA yönteminde dil değişkenine göre %5 kayıp veri oranında doğru sonuca en yakın tespitlerde bulunulurken %20 kayıp veri oranında %10 ve %30 kayıp veri oranlarına göre daha doğru sonuç elde edilmiştir. Tamcı (2019) çalışmasında ÇA yönteminin kayıp veri oranının fazla olduğu durumlarda kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Dinçsoy (2022) ise araştırmasında %10 ve %20 kayıp veri oranında DMF gösteren maddeleri belirlemede ÇA yönteminin başarılı olduğunu tespit etmiştir.

ÇA yönteminde cinsiyet değişkenine göre tüm kayıp veri oranlarında (%5, %10, %20 ve %30) yanlış sonuçlar elde edilmiştir.

KNN yöntemi ile dil değişkenine göre %5 oranında tam veri setine yakın değerler elde edildiği, %20 oranında ise %5 oranından sonra en doğru sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. %10 ve %30 oranlarında ise diğer oranlara göre kötü sonuçlar elde edilmiştir.

Cinsiyet değişkenine göre DMF analizi doğrultusunda KNN yönteminin %5 ve %10 kayıp veri oranlarında doğru sonuçlar verdiği ancak %20 ve %30 oranlarında yanlış değerlerin belirlendiği görülmüştür.

RA, ÇA ve kNN yöntemleri ile %5 kayıp veri oranında dil değişkenine göre DMF belirlemede ÇA ve kNN yöntemlerinin tam veri setine yakın kestirimler yaptığı RA yönteminin ise diğer yöntemlere göre hatalı sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır.

%10 eksik değer oranında dil değişkenine göre tam veri setine en yakın sonuç RA yönteminde elde edilirken ÇA ve kNN yöntemlerinde hatalı sonuçlara ulaşılmıştır.

%20 oranında dil değişkenine göre DMF analizi sonucunda ÇA ve kNN yöntemleri aynı oranda kestirim yaparken, RA yönteminde bu yöntemlere göre yanlış değerler belirlenmiştir. Üç yöntem de %20 eksik veri oranında DMF tespit etmek için yeterli değildir.

%30 eksik değer oranında dil değişkenine göre üç yöntem için de benzer sonuçlar ortaya çıkmasına karşın doğru yanıtlar elde edilememiştir. Buradan yola çıkarak üç yöntemin de %30 kayıp veri oranında DMF belirlemek için yeterli olmadığı tespit edilmiştir.

%5 oranında cinsiyet değişkenine DMF analizleri sonucunda ÇA ve RA yöntemlerinde hiçbir maddede DMF belirlenemezken, kNN yönteminde ise tam veri seti ile aynı sonuca ulaşılmıştır.

%10 oranında cinsiyet değişkenine göre ÇA yöntemlerinde DMF tespit edilemediği için hatalı sonuçlar ortaya çıktığı, RA ve kNN yöntemlerinde ise doğru tespitte bulunulduğu görülmüştür.

%20 eksik değer oranında cinsiyet değişkenine göre A yönteminde DMF tespit edilemediği için hatalı sonuçların ortaya çıktığı görülmüştür. RA ve kNN yöntemlerinde ise doğru sonuçtan farklı maddelerde DMF belirlenmesi nedeniyle yanlış sonuçlar elde edilmiştir.

%30 kayıp veri oranında  yöntemde de hiçbir maddede DMF belirlenememesi nedeniyle hatalı sonuçlar ortaya çıktığı görülmüştür.

5.2. neriler

5.2.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı neriler

1. Dil değişkenine göre MTK'ye dayalı DMF analizlerinde, RA yönteminin %10 kayıp veri oranında atama yapmak için kullanılabileceği söylenebilir.
2. Cinsiyet değişkenine göre MTK'ye dayalı DMF analizlerinde, RA yönteminin %10 kayıp veri oranında atama yapmak amacıyla kullanılması tavsiye edilebilir.
3. Dil değişkenine göre DMF analizi sırasında %5 oranında A yönteminin kullanılması önerilirken %10, %20 ve %30 oranındaki kayıp verilerde bu yöntemin kullanılmaması gerektiği söylenebilir.
4. Cinsiyet değişkenine göre MTK'ye dayalı DMF analizi sırasında %5, %10, %20 ve %30 oranlarında A yöntemi ile atama yapılmasının yanlış olacağı, bu nedenle farklı kayıp veri atama yöntemlerinin tercih edilmesi önerilebilir.
5. Cinsiyet değişkenine göre MTK'ye dayalı DMF analizi sırasında %5, %10, %20 ve %30 oranlarında A yöntemi ile atama yapılmasının yanlış olacağı ve başka atama yöntemlerinin kullanılması tavsiye edilebilir.
6. kNN yönteminin dil değişkenine göre MTK'ye dayalı DMF analizleri yapılması halinde, %5 kayıp veri oranı için kullanılabileceği %10, %20 ve %30 oranlarında ise farklı yöntemlerin kullanılabileceği söylenebilir.
7. Cinsiyet değişkenine yapılan MTK'ye dayalı DMF analizi sonucunda %5 ve %10 kayıp bulunan veri setinde kNN yöntemini kullanmanın doğru olacağı ifade edilebilir. Ancak %20 ve %30 oranlarında bu yöntemin tercih edilmemesi gerektiği söylenebilir.
8. %5 kayıp veri durumunda dil değişkenine göre DMF belirlenmesi sırasında A ve kNN yöntemleriyle kayıp verilerin tamamlanabileceği ancak RA yönteminin bunun için uygun olmadığı söylenebilir.
9. Dil değişkenine göre DMF analizlerinde %10 kayıp veri oranında RA yöntemiyle atama yapılması nerilebilirken, A ve kNN yöntemlerinin bu kayıp veri oranında kullanılmaması gerektiği söylenebilir.

10. Dil değişkenine göre DMF analizleri sırasında %20 kayıp veri oranına sahip veri setleri için üç yöntem (RA, ÇA, kNN) ile de atama yapmanın uygun olmadığı söylenebilir.
11. %30 oranında kayıp veri setlerine dil değişkenine göre DMF analizleri için farklı yöntemlerin kullanılabileceği söylenebilir.
12. %5 kayıp veri oranında cinsiyet değişkenine göre DMF analizlerinde kNN yönteminin kullanılabileceği ancak RA ve ÇA yöntemlerinin kullanılmaması gerektiği söylenebilir.
13. %10 kayıp veri durumunda cinsiyet değişkenine göre MTK'ye dayalı DMF analizlerinde RA ve kNN yöntemlerinin kullanılabileceği buna karşın ÇA yönteminin kullanılamayacağı ifade edilebilir.
14. Cinsiyet değişkenine göre %20 oranında üç yöntemin de yanlış sonuçlar vermesi sebebiyle bu yöntemlerin cinsiyet değişkenine göre DMF analizi yapmak için uygun olmadığı ifade edilebilir. Bu nedeneler %20 kayıp veri oranında farklı yöntemlerin kullanılması tavsiye edilebilir.
15. Cinsiyet değişkenine göre %30 oranında kayıp veri ataması için RA, ÇA ve kNN yöntemlerinin uygun olmadığı ve cinsiyet değişkenine göre DMF analizi için farklı yöntemlerin tercih edilmesi gerektiği söylenebilir.

5.2.2. Araştırmacılar İçin Öneriler

1. Bu çalışmada değişen madde fonksiyonu analizleri madde tepki kuramı olabilirlik oranı yöntemi, Raju'nun alan ölçümleri yöntemi ve χ^2 yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Sonraki araştırmalarda MTK'ye ya da KTK'ye dayalı başka yöntemlerle çalışılabilir.
2. Bu araştırma örneklem büyüklüğü sabit tutularak gerçekleştirilmiştir. Farklı örneklem büyüklüklerinde kayıp veriyle başa çıkma yöntemleri incelenebilir.
3. Araştırmada kullanılan veri setlerinde bulunan kayıp veriler TRK mekanizmasına sahiptir. Daha sonra yapılacak olan araştırmalarda DMF analizleri RK ve ROK mekanizmasına sahip veri setlerinde gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Abulela, M. A. & Davenport Jr, E. C. (2020). Measurement Invariance of the Learning and Study Strategies Inventory-(LASSI-II) across Gender and Discipline in Egyptian College Students. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 20(2), 32- 49.
- Acar, T. (2008). *Maddenin farklı fonksiyonlaşmasını belirlemede kullanılan genelleştirilmiş aşamalı doğrusal modelleme, lojistik regresyon ve olabilirlik oranı tekniklerinin karşılaştırılması*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara.
- Acuna, E. ve Rodriguez, C. (2004). The treatment of missing values and its effect on classifier accuracy. In *Classification, Clustering, and Data Mining Applications: Proceedings of the Meeting of the International Federation of Classification Societies (IFCS)*, Illinois Institute of Technology, Chicago, 15–18 July 2004 içinden (639-647 s.s). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Akbaş, U.(2014). *Farklı örneklem büyüklüklerinde ve kayıp veri örüntülerinde ölçeklerin psikometrik özelliklerinin kayıp veri baş etme teknikleri ile incelenmesi*. (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı, Ankara.
- Akcan, R. ve Kabasakal, K. A. (2023). The Impact of Missing Data on the Performances of DIF Detection Methods. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 14(1), 95-105.
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE transactions on automatic control*, 19(6), 716-723.
- Alatlı, B. K. (2016). *Uluslararası öğrenci değerlendirme programı (PISA-2012) okuryazarlık testlerinin Ölçme değişmezliğinin incelenmesi*. (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı, Ankara.
- Allison, P. D. (2003). Missing data techniques for structural equation modeling. *Journal of abnormal psychology*, 112(4), 545.
- Altay, O. (2016). *Genetik ve genetik olmayan faktörlere bağlı olarak Türk hastalarda varfarin dozajını tahmin eden bir uzman sistem geliştirilmesi*. (Yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yazılım Mühendisliği Anabilim Dalı, Elazığ.
- Ardıç, E. O. ve Gelbal, S. (2017). Cross-Group Equivalence of Interest and Motivation Items in PISA 2012 Turkey Sample. *Eurasian Journal of Educational Research*, 17(68), 221-238.

- Atar, B., Atalay Kabasakal, K., Ünsal Özberk, E. B., Özberk, E. H. ve Kıbrıslıoğlu Uysal, N., (2019). R ile Veri Analizi ve Psikometri Uygulamaları (3.Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Awuor, R. A. (2008). *Effect of unequal sample sizes on the power of DIF detection: An IRT-Based Monte Carlo study with SIBTEST and Mantel-Haenszel procedures*. (Doctoral dissertation). State University Polytechnic Institute Educational Research and Evaluation, Blacksburg, Virginia.
- Ayva Yörü, F. G. (2019). *Değişen Madde Fonksiyonu Belirleme Yöntemlerinin Madde ve Yetenek Parametre Kestirimine Etkisi*. (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Baker, F. B. ve Kim, S. H. (2017). *The basics of item response theory using R* içinde (17-34. ss.). New York: Springer.
<http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/39099/1/Frank%20B.%20Baker.pdf>
- Baraldi, A. N. ve Enders, C. K. (2010). An introduction to modern missing data analyses. *Journal of school psychology, 48* (1), 5-37.
- Başusta, N. B. (2013). *PISA 2006 Fen Başarı Testinin Madde Yanlılığının Kültür ve Dil Açısından İncelenmesi*. (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Camilli, G. & Shepard, L. A. (1994). *Methods for identifying biased test items* (Vol. 4). London: Sage.
- Chen, S. F., Wang, S. & Chen, C. Y. (2012). A simulation study using EFA and CFA programs based the impact of the missing data on test dimensionality. *Expert Sysytems with Applications, 39*(4), 4026- 4031.
- Cihan, P. (2018). *Veri madenciliği yöntemleriyle hayvan hastalıklarında teşhis, prognoz ve risk faktörlerinin belirlenmesi*. (Doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Childs, R. A. (1990). Gender bias and fairness. *Practical Assessment, Research, and Evaluation, 2*(1), 3.
- Cool, A. L. (2000). A review of methods for dealing with missing data (rapor). *Annual Meeting of the Southwest Educational Research Association*. Dallas. 4-18
- Çalışkan, S. K. ve Soğukpınar, İ. (2008). Kxknn: K-means ve k en yakın komşu yöntemleri ile ağlarda nüfuz tespiti. *EMO Yayınları, 120-124*.

- Çepni, Z. (2011). *Değişen madde fonksiyonlarının SIBTEST, Mantel Haenszel, Lojistik Regresyon ve madde tepki kuramı yöntemleriyle incelenmesi*. (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2021). Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları (Altıncı Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Çüm, S. ve Gelbal, S. (2015). Kayıp veriler yerine yaklaşık değer atamada kullanılan farklı yöntemlerin model veri uyumu üzerindeki etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(35), 87-111.
- Çüm, S., Demir, E. K., Gelbal, S. ve Kışla, T. (2018). Kayıp veriler yerine yaklaşık değer atamak için kullanılan gelişmiş yöntemlerin farklı koşullar altında karşılaştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (45), 230-249.
- Daşkın, T. (2020). *PISA 2015 matematik ve fen bilimleri alt testlerinde değişen madde fonksiyonunun Rasch Ağacı yöntemiyle belirlenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara.
- Demir, S. (2013). *PISA 2009 matematik okuryazarlığı alt testinde bulunan maddelerinin Mantel-Haenszel, Sibtest ve Lojistik Regresyon yöntemleri ile değişen madde fonksiyonunun incelenmesi*. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Bolu.
- De Vellis, R. F. (2003). *Scale Development: Theory and Applications*. Applied Social Research Methods Series. London, England: Sage Publications, Inc.
- Diñçsoy, L. B. (2022). *Karma Testlerde Kayıp Verilerin Değişen Madde Fonksiyonuna Etkisinin İncelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Dogan, E., Guerrero, A. & Tatsuoaka, K. (2005, April). Using DIF to investigate strengths and weaknesses in mathematics achievement profiles of 10 different countries. In *annual meeting of the National Council on Measurement in Education (NCME)*, Montreal, Canada.
- Doğan, N. ve Öğretmen, T. (2005). Test ve madde yanlılığı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 89-103.
- Dong, Y. & Peng, C. Y. J. (2013). Principled missing data methods for researchers. *SpringerPlus*, 2(1), 1-17.
- Dong, Y. & Peng, C.-Y. J. (2013). Principled missing data methods for researchers. *SpringerPlus*, 2(1), 222.

- Durmaz, M. (2019). *Okul motivasyonu ölçeğinin cinsiyete ve sınıf düzeyine göre ölçme değişmezliğinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Embretson, S. E. & Reise, S. P. (2013). Item response theory. *Psychology Press*. 13, 715–716.
- Emenogu, B. C., Falenchuk, 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*. (1. Ed.) içinde (44 ss.). New York: The Guilford Publications, Inc.
- Erdoğan, K. H. (2019). *Doğrulamalı faktör analizi ve farklı veri setlerinde uygulanması*. (Yüksek lisans tezi). Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Zootekni Ana Bilim Dalı, Isparta.
- Ertoprak, D. G. (2017). *Kayıp verinin test eşitlemeye etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Garrett, P. (2009). *A Monte Carlo study investigating missing data, differential item functioning, and effect size*. Georgia State University.
- Gierl, M., Khaliq, S. N. & Boughton, K. (1999). Gender differential item functioning in mathematics and science: Prevalence and policy implications. In *Annual Meeting of the Canadian Society for the Study of Education, Canada*.
- Gierl, M. J., Jodoin, M. G. & Ackerman, T. A. (2000). Performance of Mantel-Haenszel, SIBTEST, and Logistic Regression when the number of DIF items is large. In *annual meeting of the American Educational Research Association*. New Orleans.
- Güngör, M. (2019). *Fen motivasyonu ve özyeterliliği modeli'nin ölçme değişmezliğinin incelenmesi: PISA 2015 Türkiye örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Hambleton, R. K. & Swaminathan, H. (2013). *Item response theory: Principles and applications* içinden (9-150 ss.). Springer Science ve Business Media.
- Hambleton, R. K., Swaminathan, H. & Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of item response theory* (Vol. 2) içinde (32-91). USA, California: Sage.
- Hasançebi, B., Terzi, Y. ve Küçük, Z. (2019). Olasılık Okuryazarlık Testinin Madde Tepki Kuramına Dayalı Yöntemler ile Değişen Madde Fonksiyonu Açısından İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 643-652.

- Hasançebi, B. (2021). *Farklı ölçek tiplerinde değişen madde fonksiyonunun belirlenmesi ve yöntemlerin karşılaştırılması üzerine bir çalışma*. (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Ana Bilim Dalı, Trabzon.
- Holland, P. W. & Thayer, D. T. (1985). An alternate definition of the ETS delta scale of item difficulty. *ETS Research Report Series*, 1985(2), i-10.
- Işıkoğlu, M. A. (2017). *Kayıp Veri ile Baş Etme Yöntemlerinin Ölçme Değişmezliğine Etkisi Açısından Karşılaştırılması*. (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Jabrayilov, R., Emons, W. H., & Sijtsma, K. (2016). Comparison of classical test theory and item response theory in individual change assessment. *Applied psychological measurement*, 40(8), 559-572.
- Jiang, G., Mai, Y., & Yuan, K. H. (2022). Package 'equaltestMI'.
- Jodoin, M. G., & Gierl, M. J. (2001). Evaluating type I error and power rates using an effect size measure with the logistic regression procedure for DIF detection. *Applied measurement in education*, 14(4), 329-349.
- Josse, J., Mayer, I., Tierney, N., & Vialaneix, N. (2022). CRAN task view: Missing data.
- Kabasakal, K. A., Bilge, G. Ö. K., Kelecioğlu, H. ve Arslan, N. (2012). Değişen madde fonksiyonunun belirlenmesinde kullanılan farklı yöntemlerin karşılaştırılması: Bir simülasyon çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43(43), 270-281.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *psychometrika*, 39(1), 31-36.
- Kalaycıoğlu, D. B. ve Kelecioğlu, H. (2011). Öğrenci Seçme Sınavı'nın madde yanlılığı açısından incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 36(161), 3-13.
- Kale, F. (2020). *Kayıp Veri İle Baş Etme Yöntemleri*. (Yüksek lisans tezi). Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Ana Bilim Dalı, Ordu.
- Kamata, A. ve Vaughn, B. K. (2004). An Introduction to Differential Item Functioning Analysis. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 2(2), 49-69.
- Karaman, H. (2022). *Kayıp Veri İle Başa Çıkma Yöntemlerinin Yapısal Eşitlik Modellerine Etkisi*. (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Karami, H., & Salmani Nodoushan, M. A. (2011). Differential Item Functioning (DIF): Current Problems and Future Directions. *Online Submission*, 5(3), 133-142.
- Karasar, N. (2012). Bilimsel araştırma yöntemi (23. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

- Kresse, W. & Danko, D. M. (Eds.). (2012). *Springer handbook of geographic information*. Berlin: Springer.
- Kim, S. H., Cohen, A. S. & Kim, H. O. (1994). An investigation of Lord's procedure for the detection of differential item functioning. *Applied Psychological Measurement*, 18(3), 217-228.
- Kim, H., Golub, G. H. & Park, H. (2005). Missing value estimation for DNA microarray gene expression data: local least squares imputation. *Bioinformatics*, 21(2), 187–198.
- Kristjansson, E., Aylesworth, R., Mcdowell, I. & Zumbo, B. D. (2005). A comparison of four methods for detecting differential item functioning in ordered response items. *Educational and Psychological Measurement*, 65(6), 935-953.
- Little, R. J. ve Rubin, D. B. (2019). *Statistical analysis with missing data* (Vol. 793). John Wiley & Sons.
- López, S., ve Hernandez, P. (1987). When culture is considered in the evaluation and treatment of Hispanic patients. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training*, 24(1), 120.
- Longford, N. T. (2005). *Missing data and small-area estimation: Modern analytical equipment for the survey statistician*. New York: Springer.
- Lord, F. M. & Novick, M. R. (2008). *Statistical theories of mental test scores*. Educational Testing Service. IAP.
- Magis, D., Beland, S., Raiche, G. & Magis, M. D. (2015). Package 'difR'.
- Magis, D., Béland, S., Tuerlinckx, F. & De Boeck, P. (2010). A general framework and an R package for the detection of dichotomous differential item functioning. *Behavior research methods*, 42(3), 847-862.
- McKnight, P. E., McKnight, K. M., Sidani, S. & Figueredo, A. J. (2007). *Missing Data: A Gentle Introduction*. New York: The Guilford Publications, Inc.
- MEB. (2016). Uluslararası öğrenci değerlendirme programı PISA 2015 ulusal raporu. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.
- MEB. (2019). Uluslararası öğrenci değerlendirme programı PISA 2018 ulusal raporu. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.
- Menengiç, Y.(2015). *Kayıp Veri Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması*. (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Ana Bilim Dalı, Samsun.
- Odabaşı, Ş. Y. (2019). *PISA 2015 fen okuryazarlığı testinin değişen madde fonksiyonu açısından incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Antalya.
- OECD. (2019a). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD Publishing.

- OECD (2019). PISA 2018 results volume I: What students know and can do. Paris: OECD Publishing.
- Osborne, J. W. (2013). *Best practices in data cleaning: A complete guide to everything you need to do before and after collecting your data*. Sage Publications.
- Osterlind, S. J. ve Everson, H. T. (2009). *Differential item functioning*. Sage Publications.
- Öğretmen, T. (2006) *Uluslararası okuma becerilerinde gelişim projesi (PIRLS) 2001 testinin psikometrik özelliklerinin incelenmesi: Türkiye-Amerika Birleşik Devletleri örneği*. (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Peng, C. Y. J., Harwell, M., Liou, S. M., ve Ehman, L. H. (2006). Advances in missing data methods and implications for educational research. *Real data analysis*, 3178.
- Perrone, M. (2006). Differential item functioning and item bias: Critical considerations in test fairness. *Studies in Applied Linguistics and TESOL*, 6(2),1-3
- Raju, N.S., 1990. Determining the significance of estimated signed and unsigned areas between two item response functions. *Applied Psychological Measurement*. 14(2), 197-207.
- Rizopoulos, D., & Rizopoulos, M. D. (2018). Package ‘ltm’.
- 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.
- Rogers, H. J., & Swaminathan, H. (1993). A comparison of logistic regression and Mantel-Haenszel procedures for detecting differential item functioning. *Applied psychological measurement*, 17(2), 105-116.
- Roussos, L. A. ve Stout, W. F. (1996). Simulation studies of the effects of small sample size and studied item parameters on SIBTEST and Mantel-Haenszel type I error Performance. *Journal of Educational measurement*, 33(2), 215-230.
- Rubin, D. B. (2004). *Multiple imputation for nonresponse in surveys (Vol. 81) içinde* (2 ss.). John Wiley & Sons.
- Schafer, J. L. ve Graham, J. W. (2002). Missing Data: Our View Of The State Of The Art. *Psychological Methods*, 7(2), 147 – 177.
- Schafer, J. L. ve Olsen, M. K. (1998). Multiple imputation for multivariate missing-data problems: A data analyst’s perspective. *Multivariate behavioral research*, 33(4), 545-571.

- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. ve Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of psychological research online*, 8(2), 23-74.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The annals of statistics*, 6(2) 461-464.
- Selvi, H. ve Alıcı, 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.
- Shrive, F. M., Stuart, H., Quan, H. ve Ghali, W. A. (2006). Dealing with missing data in a multi-question depression scale: a comparison of imputation methods. *BMC medical research methodology*, 6(57), 1-10.
- Sırgancı, G. ve Çakan, M. (2020). Sıralı lojistik regresyon ve poly-sibtest yöntemleri ile değişen madde fonksiyonunun belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 705-717.
- Sinharay, S., Stern, H. S. ve Russell, D. (2001). The use of multiple imputation for the analysis of missing data. *Psychological methods*, 6(4), 317.
- Shepperd, M. ve Cartwright, M. (2003). Dealing with missing software project Data. Empirical Software Engineering Research Group School of Design, Engineering & Computing, Bournemouth University.
- Spencer, S. G. (2004). *The strength of multidimensional item response theory in exploring construct space that is multidimensional and correlated*. Brigham Young University.
- Tabachnick, B. G. Ve Fidell, L. S. (2020). Çok Değişkenli İstatistiklerin Kullanımı (Altıncı basımdan çeviri). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Tamcı, P. (2018). *Kayıp veriyle başa çıkma yöntemlerinin değişen madde fonksiyonu üzerindeki etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Templ, M., Alfons, A., Kowarik, A., Prantner, B. ve Templ, M. M. (2015). Package ‘VIM’. Retrieved from.
- Terzi, R. ve Yakar, L. (2018). Differential item and differential distractor functioning analyses on Turkish high school entrance exam. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 9(2), 136-149.
- Thissen, D. (2001). *IRTLRDIF v.2.0.b: Software for the Computation of the Statistics Involved in Item Response Theory Likelihood-Ratio tests for Differential Item Functioning*.

- Uyar, Ş. (2015). *Gözlenen gruplara ve örtük sınıflara göre tanımlananları madde etkilerinin karşılaştırılması*. (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Uyar, Ş., Öztürk Gübeş, N. ve Kelecioğlu, H. (2013). PISA 2009 tutum anketi madde puanlarının aşamalı tepki modeli ile incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 125-134.
- Van de Vijver, F. J., & Tanzer, N. K. (1997). Bias and equivalence in cross-cultural assessment: An overview. *European review of applied psychology*, 47(4), 263-279.
- Van Buuren, S. (2018). *Flexible Imputation of Missing Data*. Chapman ve Hall/CRC Press.
- Wright, K. D. ve Oshima, T. C. (2015). An effect size measure for Raju's differential functioning for items and tests. *Educational and Psychological Measurement*, 75(2), 338-358.
- Yılmaz, H. (2014). *Random forests yönteminde kayıp veri probleminin incelenmesi ve sağlık alanında bir uygulama*. (Yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik Ana Bilim Dalı, Eskişehir.
- Yılmaz, M. (2021). *Eğilim puanları kullanılarak ABİDE çalışmasındaki maddelerin değişen madde fonksiyonu açısından incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Zumbo, B. D. (1999). A handbook on the theory and methods of differential item functioning (DIF): Logistics regression modeling as a unitary framework for binary and Likert-type (ordinal) item scores. *Ottawa: National Defense Headquarters*, 160.

EKLER

Bu bölümde tam veri setine ve %5, %10, %20 ve %30 oranında kayıp veri içeren regresyon Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Ek 1. Tam Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Tablo 6.1. Tam Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		
	χ^2 İstatistiği	<i>p</i> değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	<i>p</i> değeri	G^2	<i>P</i> değeri	DMF
1.CS466Q01S	4.3758	0.1121	-1.6582	0.0973	0.5818	0.4456	
2.CS466Q07S	0.7974	0.6712	-0.3863	0.6993	-0.7021	1.0000	
3.CS256Q01S	8.7145	0.0128 *	-1.6960	0.0899	8.5557	0.0034 *	Var
4.DS326Q01C	4.1907	0.1230	1.9261	0.0541	3.7198	0.0538	
5.DS326Q02C	3.4015	0.1825	-1.7826	0.0747	0.3015	0.5829	
6.CS326Q03S	0.1452	0.9300	-0.3505	0.7259	0.2530	0.6150	
7.CS326Q04S	8.1000	0.0174 *	2.3439	0.0191 *	9.6177	0.0019 *	Var
8.CS602Q01S	11.5343	0.0031 *	-2.3849	0.0171 *	11.4974	0.0007 *	Var
9.CS602Q02S	5.4943	0.0641	-1.6007	0.1094	7.4043	0.0065 *	
10.DS602Q03C	0.8513	0.6534	0.9044	0.3658	1.1608	0.2813	
11.CS602Q04S	0.2819	0.8685	0.4965	0.6196	1.0477	0.3060	
12.CS603Q01S	6.2825	0.0432 *	-2.4066	0.0161 *	0.5157	0.4727	Var
13.DS603Q02C	5.5834	0.0613	-1.9672	0.0492 *	4.9193	0.0266 *	Var
14.CS603Q03S	29.4656	0.0000 *	3.4442	0.0006 *	21.6249	0.0000 *	Var
15.CS603Q04S	4.5761	0.1015	1.8340	0.0667	7.7160	0.0055 *	
16.CS603Q05S	0.7619	0.6832	-0.7833	0.4335	0.7112	0.3990	
17.CS657Q01S	2.7267	0.2558	1.1939	0.2325	23.0303	0.0000 *	
18.CS657Q02S	10.0762	0.0065 *	-1.8845	0.0595	1.1348	0.2868	
19.CS657Q03S	1.2026	0.5481	-1.0758	0.2820	-0.1642	1.0000	
20.DS657Q04C	3.8395	0.1466	-1.4591	0.1445	4.4365	0.0352 *	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Ek 2. Tam Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Tablo 6.2. *Tam Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları*

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	1.2340	0.5396	-1.0113	0.3119	-0.0062	1.0000	Var
2.CS466Q07S	0.8417	0.6565	0.8302	0.4064	0.4987	0.4801	
3.CS256Q01S	1.2648	0.5313	-1.0312	0.3025	1.4777	0.2241	
4.DS326Q01C	0.6400	0.7262	0.7315	0.4645	0.6892	0.4064	
5.DS326Q02C	3.9183	0.1410	1.7771	0.0756	2.1206	0.1453	
6.CS326Q03S	3.2555	0.1964	1.7919	0.0731	0.7581	0.3839	
7.CS326Q04S	1.9712	0.3732	1.1304	0.2583	3.3250	0.0682	
8.CS602Q01S	0.9299	0.6282	-0.5965	0.5508	0.9622	0.3266	
9.CS602Q02S	0.8428	0.6561	-0.5322	0.5946	0.8789	0.3485	
10.DS602Q03C	3.9058	0.1419	1.4496	0.1472	3.7304	0.0534	
11.CS602Q04S	0.8493	0.6540	0.8440	0.3987	1.0163	0.3134	
12.CS603Q01S	6.2812	0.0433 *	-2.3074	0.0210 *	1.1571	0.2821	
13.DS603Q02C	0.2319	0.8905	-0.3914	0.6955	0.5180	0.4717	
14.CS603Q03S	1.8684	0.3929	1.2580	0.2084	-0.0449	1.0000	
15.CS603Q04S	1.1644	0.5587	-0.8549	0.3926	0.9590	0.3274	
16.CS603Q05S	0.4535	0.7971	-0.5963	0.5509	0.4685	0.4937	
17.CS657Q01S	0.8750	0.6456	0.8701	0.3842	0.5162	0.4725	
18.CS657Q02S	0.3555	0.8372	-0.5264	0.5986	0.6905	0.4060	
19.CS657Q03S	0.1166	0.9434	0.3226	0.7470	0.2822	0.5952	
20.DS657Q04C	2.3719	0.3054	-1.1738	0.2405	1.9626	0.1612	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Ek 3. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve Regresyon Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Tablo 6.3. Regresyon Atama Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	DMF
1.CS466Q01S	4.6527	0.0977	-1.6600	0.0969	1.9948	0.1578	
2.CS466Q07S	0.1580	0.9240	0.3460	0.7294	1.1373	0.2862	
3.CS256Q01S	7.7675	0.0206 *	-1.4948	0.1350	9.4058	0.0022 *	Var
4.DS326Q01C	4.2674	0.1184	1.5960	0.1105	5.3160	0.0211 *	
5.DS326Q02C	3.1474	0.2073	-1.6907	0.0909.	1.5317	0.2159	
6.CS326Q03S	0.2873	0.8662	0.5055	0.6132	1.0353	0.3089	
7.CS326Q04S	8.8414	0.0120 *	2.4476	0.0144 *	9.4461	0.0021 *	Var
8.CS602Q01S	10.6886	0.0048 *	-2.2921	0.0219 *	10.6494	0.0011 *	Var
9.CS602Q02S	6.0169	0.0494 *	-1.5741	0.1155	9.8262	0.0017 *	Var
10.DS602Q03C	1.5241	0.4667	1.1223	0.2618	1.5834	0.2083	
11.CS602Q04S	0.7928	0.6727	0.7934	0.4275	3.0184	0.0823	
12.CS603Q01S	5.6296	0.0599	-2.2766	0.0228 *	1.2139	0.2706	
13.DS603Q02C	4.1798	0.1237	-1.7392	0.0820	4.9927	0.0255 *	
14.CS603Q03S	21.8713	0.0000 *	2.7346	0.0062 *	16.1816	0.0001*	Var
15.CS603Q04S	4.6234	0.0991	2.0593	0.0395 *	8.5546	0.0034 *	Var
16.CS603Q05S	0.8037	0.6691	-0.7960	0.4260	0.9838	0.3213	
17.CS657Q01S	2.6668	0.2636	1.3233	0.1858	24.3814	0.0000*	
18.CS657Q02S	10.0186	0.0067 *	-1.7799	0.0751	1.5943	0.2067	
19.CS657Q03S	1.0024	0.6058	-0.9462	0.3441	0.9513	0.3294	
20.DS657Q04C	3.4521	0.1780	-1.2441	0.2135	5.5173	0.0188 *	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.4. Regresyon Atama Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	2.4804	0.2893	-1.1681	0.2428	0.0646	0.7994	
2.CS466Q07S	0.4821	0.7858	-0.4074	0.6837	-0.0683	1.0000	
3.CS256Q01S	6.7808	0.0337 *	-1.5285	0.1264	4.6077	0.0318 *	Var
4.DS326Q01C	4.4861	0.1061	2.1019	0.0356 *	2.9727	0.0847	
5.DS326Q02C	4.5077	0.1050	-2.0252	0.0428 *	0.2356	0.6274	
6.CS326Q03S	0.5884	0.7451	0.6954	0.4868	-0.5346	1.0000	
7.CS326Q04S	5.8776	0.0529	2.0463	0.0407 *	4.1310	0.0421 *	Var
8.CS602Q01S	10.1042	0.0064*	-2.3356	0.0195*	8.3049	0.0040 *	Var
9.CS602Q02S	3.2049	0.2014	-1.1655	0.2438	4.8011	0.0284 *	
10.DS602Q03C	1.2903	0.5246	0.8121	0.4167	1.2424	0.2650	
11.CS602Q04S	0.7219	0.6970	0.8216	0.4113	-0.1616	1.0000	
12.CS603Q01S	5.8283	0.0543	-2.2732	0.0230*	-0.1092	1.0000	
13.DS603Q02C	6.1551	0.0461 *	-1.9702	0.0488 *	5.5500	0.0185 *	Var
14.CS603Q03S	24.1641	0.0000 *	3.6082	0.0003*	18.9307	0.0000 *	Var
15.CS603Q04S	4.3150	0.1156	1.6767	0.0936	6.3019	0.0121 *	
16.CS603Q05S	0.1022	0.9502	0.2727	0.7850	-0.2338	1.0000	
17.CS657Q01S	2.5982	0.2728	1.1930	0.2329	18.9610	0.0000 *	
18.CS657Q02S	7.2887	0.0261 *	-1.7686	0.0770	0.5433	0.4611	
19.CS657Q03S	2.1819	0.3359	-1.3912	0.1642	-0.4481	1.0000	
20.DS657Q04C	2.8087	0.2455	-0.9580	0.3381	3.9743	0.462	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.5. Regresyon Atama Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DM F
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	0.1007	0.9509	-0.2515	0.8014	-0.4338	1.0000	
2.CS466Q07S	0.7804	0.6769	-0.7697	0.4415	1.5667	0.2107	
3.CS256Q01S	4.2568	0.1190	-0.8511	0.3947	6.9995	0.0082 *	
4.DS326Q01C	2.7625	0.2513	1.1488	0.2506	2.1245	0.1450	
5.DS326Q02C	2.4022	0.3009	-1.4317	0.1522	-0.0350	1.0000	
6.CS326Q03S	2.1222	0.3461	1.4473	0.1478	2.0663	0.1506	
7.CS326Q04S	4.9312	0.0850	1.8327	0.0668	2.1068	0.1466	
8.CS602Q01S	6.9370	0.0312*	-1.6777	0.0934	3.8224	0.0506	
9.CS602Q02S	5.2785	0.0714	-1.2890	0.1974	6.3396	0.0118 *	
10.DS602Q03C	4.0502	0.1320	1.7308	0.0835	0.7280	0.3935	
11.CS602Q04S	1.4001	0.4966	0.9023	0.3669	0.3172	0.5733	
12.CS603Q01S	2.5299	0.2822	-1.4995	0.1337	0.1270	0.7215	
13.DS603Q02C	6.8223	0.0330*	2.4871	0.0129 *	4.3799	0.0364 *	Var
14.CS603Q03S	11.1005	0.0039*	3.2997	0.0010 *	12.6329	0.0004 *	Var
15.CS603Q04S	7.4259	0.0244*	2.1618	0.0306 *	9.8015	0.0017 *	Var
16.CS603Q05S	1.0524	0.5909	0.7380	0.4605	0.4141	0.5199	
17.CS657Q01S	4.5636	0.1021	1.7430	0.0813	26.0278	0.0000 *	
18.CS657Q02S	2.3014	0.3164	-1.1555	0.2479	-0.6313	1.0000	
19.CS657Q03S	0.3881	0.8236	-0.5903	0.5550	-0.4756	1.0000	
20.DS657Q04C	1.5038	0.4715	-0.7213	0.4707	1.0051	0.3161	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.6. Regresyon Atama Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	<i>p</i> değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	<i>p</i> değeri	G^2 İstatistiği	<i>p</i> değeri	
1.CS466Q01S	1.7182	0.4236	-1.1665	0.2434	-0.2309	1.0000	
2.CS466Q07S	0.2734	0.8722	-0.4590	0.6462	1.2530	0.2630	
3.CS256Q01S	3.4516	0.1780	-1.2482	0.2120	0.8175	0.3659	
4.DS326Q01C	1.8337	0.3998	-1.0552	0.2913	0.7514	0.3860	
5.DS326Q02C	2.5249	0.2830	-1.5732	0.1157	0.6880	0.4069	
6.CS326Q03S	0.8005	0.6701	-0.8719	0.3832	0.7506	0.3863	
7.CS326Q04S	3.7506	0.1533	1.5485	0.1215	2.1215	0.1452	
8.CS602Q01S	1.2289	0.5409	-0.8980	0.3692	2.2901	0.1302	
9.CS602Q02S	5.6289	0.0599	-1.4159	0.1568	7.8321	0.0051 *	
10.DS602Q03C	2.0543	0.3580	1.0240	0.3058	1.7610	0.1845	
11.CS602Q04S	1.4783	0.4775	1.1034	0.2698	0.8380	0.3600	
12.CS603Q01S	4.7476	0.0931	-2.0919	0.0364 *	0.0168	0.8970	
13.DS603Q02C	3.4882	0.1748	1.3116	0.1896	2.8694	0.0903	
14.CS603Q03S	16.5353	0.0003*	2.7313*	0.0063 *	7.0229	0.0080 *	Var
15.CS603Q04S	3.1028	0.2119	1.5376	0.1241	5.1368	0.0234 *	
16.CS603Q05S	9.6252	0.0081*	-2.7244*	0.0064 *	0.6483	0.4207	Var
17.CS657Q01S	3.2449	0.1974	0.7380	0.4605	6.2134	0.0127 *	
18.CS657Q02S	5.1297	0.0769	-1.7403	0.0818	3.4123	0.0647	
19.CS657Q03S	0.3845	0.8251	-0.6095	0.5422	0.2727	0.6015	
20.DS657Q04C	3.4882	0.1748	-1.1891	0.2344	4.6439	0.0312 *	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Ek 4. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve Regresyon Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Tablo 6.7. Regresyon Atama Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	DMF
1.CS466Q01S	1.0995	0.5771	-0.9243	0.3554	0.3067	0.5797	
2.CS466Q07S	0.7537	0.6860	0.8089	0.4186	0.1399	0.7083	
3.CS256Q01S	2.2850	0.3190	-0.9532	0.3405	0.7078	0.4002	
4.DS326Q01C	1.4831	0.4764	1.1186	0.2633	1.4290	0.2319	
5.DS326Q02C	3.4886	0.1748	1.8349	0.0665	2.1903	0.1389	
6.CS326Q03S	3.9078	0.1417	1.9283	0.0538	0.9508	0.3295	
7.CS326Q04S	1.3360	0.5127	1.1449	0.2522	3.1178	0.0774	
8.CS602Q01S	2.3070	0.3155	-0.9271	0.3539	1.8138	0.1781	
9.CS602Q02S	1.2030	0.5480	-0.7475	0.4548	2.6592	0.1030	
10.DS602Q03C	5.0605	0.0796	1.7258	0.0844	4.8071	0.0283 *	
11.CS602Q04S	0.9586	0.6192	0.9841	0.3250	0.6353	0.4254	
12.CS603Q01S	3.6075	0.1647	-1.7133	0.0867	1.0479	0.3060	
13.DS603Q02C	0.0474	0.9766	0.2181	0.8274	0.4673	0.4942	
14.CS603Q03S	1.5626	0.4578	1.2177	0.2233	1.1287	0.2880	
15.CS603Q04S	0.0596	0.9706	-0.2110	0.8329	0.6014	0.4380	
16.CS603Q05S	0.3431	0.8424	0.5703	0.5685	0.3163	0.5739	
17.CS657Q01S	1.4780	0.4776	1.1294	0.2587	1.1927	0.2748	
18.CS657Q02S	1.4742	0.4785	0.8472	0.3969	2.5584	0.1097	
19.CS657Q03S	0.4042	0.8170	0.6455	0.5186	0.3482	0.5551	
20.DS657Q04C	3.1534	0.2067	0.9130	0.3612	2.8617	0.907	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.8. Regresyon Atama Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	1.0298	0.5976	-0.8670	0.3859	0.7044	0.4013	
2.CS466Q07S	0.4888	0.7832	0.6295	0.5290	0.5487	0.4589	
3.CS256Q01S	1.6448	0.4394	-1.1772	0.2391	1.7001	0.1923	
4.DS326Q01C	1.3911	0.4988	-1.1665	0.2434	2.1334	0.1441	
5.DS326Q02C	1.8706	0.3925	1.2643	0.2061	1.0757	0.2997	
6.CS326Q03S	4.1940	0.1228	1.9898	0.0466 *	0.3528	0.5525	
7.CS326Q04S	0.8319	0.6597	0.6061	0.5445	1.0367	0.3086	
8.CS602Q01S	1.1020	0.5764	-0.6804	0.4962	0.9289	0.3351	
9.CS602Q02S	0.4422	0.8016	-0.5614	0.5745	0.5964	0.4399	
10.DS602Q03C	3.5374	0.1706	1.2547	0.2096	2.7209	0.0990	
11.CS602Q04S	1.0366	0.5955	0.9470	0.3436	0.2993	0.5843	
12.CS603Q01S	9.4304	0.0090 *	-2.7066	0.0068 *	2.0091	0.1564	Var
13.DS603Q02C	0.6641	0.7175	-0.7604	0.4470	0.1543	0.6945	
14.CS603Q03S	1.5447	0.4619	0.8872	0.3749	1.0226	0.3119	
15.CS603Q04S	2.3497	0.3089	-1.3247	0.1853	0.9637	0.3263	
16.CS603Q05S	0.6954	0.7063	-0.6980	0.4852	1.1841	0.2765	
17.CS657Q01S	2.8667	0.2385	1.2046	0.2284	0.1413	0.7070	
18.CS657Q02S	0.7535	0.6861	-0.7661	0.4436	0.1630	0.6864	
19.CS657Q03S	0.6943	0.7067	0.7936	0.4275	0.2712	0.6026	
20.DS657Q04C	1.4693	0.4797	-0.4980	0.6185	1.5894	0.2074	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.9. Regresyon Atama Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	2.2804	0.3198	-1.0618	0.2883	2.7798	0.0955	
2.CS466Q07S	0.1695	0.9187	0.3381	0.7353	0.5100	0.4751	
3.CS256Q01S	0.4210	0.8102	-0.4687	0.6393	0.6033	0.4373	
4.DS326Q01C	1.3349	0.5130	1.1092	0.2673	1.1329	0.2872	
5.DS326Q02C	9.8985	0.0071*	2.6810	0.0073 *	4.8662	0.0274 *	Var
6.CS326Q03S	5.6480	0.0594	2.2168	0.0266 *	0.5925	0.4414	
7.CS326Q04S	2.0580	0.3574	0.9127	0.3614	6.1889	0.0129 *	
8.CS602Q01S	0.1013	0.9506	-0.3050	0.7604	1.6104	0.2044	
9.CS602Q02S	2.2000	0.3329	-1.0248	0.3054	0.7884	0.3746	
10.DS602Q03C	4.2072	0.1220	1.8373	0.0662	2.1329	0.1442	
11.CS602Q04S	0.9060	0.6357	0.9032	0.3664	1.8492	0.1739	
12.CS603Q01S	1.2533	0.5344	-0.9960	0.3192	1.2496	0.2636	
13.DS603Q02C	1.8312	0.4003	-1.3054	0.1918	1.4284	0.2320	
14.CS603Q03S	1.6018	0.4489	1.2292	0.2190	2.6366	0.1044	
15.CS603Q04S	0.7544	0.6858	-0.7086	0.4786	0.6249	0.4292	
16.CS603Q05S	0.0812	0.9602	0.1941	0.8461	1.1317	0.2874	
17.CS657Q01S	3.2044	0.2014	1.3843	0.1663	0.3943	0.5300	
18.CS657Q02S	2.3389	0.3105	-0.9788	0.3277	1.2451	0.2645	
19.CS657Q03S	0.0369	0.9817	-0.1896	0.8496	1.0561	0.3041	
20.DS657Q04C	2.1859	0.3352	-0.6892	0.4907	2.2071	0.1374	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.10. Regresyon Atama Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	DMF
1.CS466Q01S	1.0029	0.6056	-0.8766	0.3807	0.0285	0.8659	
2.CS466Q07S	0.2784	0.8700	0.1629	0.8706	0.0780	0.7801	
3.CS256Q01S	0.6751	0.7135	-0.4439	0.6571	0.6410	0.4233	
4.DS326Q01C	0.9856	0.6109	-0.6264	0.5311	0.8895	0.3456	
5.DS326Q02C	1.0880	0.5804	0.9359	0.3493	1.3501	0.2453	
6.CS326Q03S	1.4377	0.4873	1.2032	0.2289	0.2497	0.6173	
7.CS326Q04S	0.6207	0.7332	0.5679	0.5701	0.8265	0.3633	
8.CS602Q01S	0.3121	0.8555	0.3940	0.6936	-0.1136	1.0000	
9.CS602Q02S	0.2666	0.8752	0.3072	0.7587	0.6124	0.4339	
10.DS602Q03C	1.3652	0.5053	0.8880	0.3745	0.8534	0.3556	
11.CS602Q04S	2.1175	0.3469	1.1182	0.2635	1.9637	0.1611	
12.CS603Q01S	0.3845	0.8251	-0.5491	0.5829	-0.3768	1.0000	
13.DS603Q02C	0.4605	0.7943	0.4768	0.6335	0.6783	0.4102	
14.CS603Q03S	5.4698	0.0649	2.2192	0.0265 *	0.3206	0.5713	
15.CS603Q04S	0.1947	0.9072	0.4366	0.6624	0.0815	0.7753	
16.CS603Q05S	0.2775	0.8704	-0.5180	0.6045	0.4163	0.5188	
17.CS657Q01S	0.7410	0.6904	0.3820	0.7025	1.1266	0.2885	
18.CS657Q02S	3.5352	0.1707	-1.3798	0.1676	4.9220	0.0265 *	
19.CS657Q03S	0.4197	0.8107	-0.6261	0.5313	0.2462	0.6198	
20.DS657Q04C	1.0730	0.5848	-0.3985	0.6903	1.3938	0.2378	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Ek 5. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve Çoklu Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Tablo 6.11. Çoklu Atama Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	6.2333	0.1871	-1.8250	0.0769	1.4876	0.2334	
2.CS466Q07S	0.2679	3.4600	-0.2877	0.7747	0.1281	0.6299	
3.CS256Q01S	7.6839	0.0981	-1.8215	0.0852	9.0436	0.0033*	
4.DS326Q01C	3.4981	0.9400	-0.1750	0.1385	3.0011	0.0923	
5.DS326Q02C	3.1134	0.7475	-1.6891	0.1509	0.1578	0.6331	
6.CS326Q03S	0.1725	3.8093	-0.0967	0.7368	0.1405	0.7296	
7.CS326Q04S	7.1827	0.1442	2.1802	0.0242*	8.4243	0.0053*	Var
8.CS602Q01S	12.0747	0.0122*	-2.4453	0.0153*	11.2982	0.0010*	Var
9.CS602Q02S	4.8085	0.3641	-1.5553	0.1436	6.5712	0.0144*	
10.DS602Q03C	0.9735	2.3698	-0.2351	0.4235	0.6196	0.5518	
11.CS602Q04S	0.2873	3.4831	0.3749	0.6761	1.0349	0.3206	
12.CS603Q01S	7.6377	0.1352	-2.6213	0.0112*	0.1815	0.6697	
13.DS603Q02C	6.5424	0.1091	-2.1975	0.0289*	6.4373	0.0137*	Var
14.CS603Q03S	24.3904	0.0000*	3.4149	0.0012*	16.4765	0.0000*	Var
15.CS603Q04S	4.9020	0.2191	1.1663	0.0548	6.8286	0.0161*	
16.CS603Q05S	0.9977	2.5906	-0.8835	0.3893	0.3063	0.5640	
17.CS657Q01S	3.3153	0.8567	1.2980	0.1973	20.2306	0.0000*	
18.CS657Q02S	11.7827	0.0129*	-1.9197	0.0543	0.8216	0.4413	
19.CS657Q03S	1.1452	2.2638	-1.0208	0.3147	0.2003	0.7243	
20.DS657Q04C	3.2204	0.8856	-1.2665	0.2135	4.6272	0.0314*	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.12. Çoklu Atama Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	DMF
1.CS466Q01S	4.0475	0.1760	-1.3077	0.2191	1.2421	0.3358	
2.CS466Q07S	0.5141	0.7860	-0.2810	0.6641	0.4944	0.7913	
3.CS256Q01S	6.2418	0.0747	-1.3462	0.2082	4.0769	0.0579	
4.DS326Q01C	3.1090	0.2449	1.3506	0.1865	2.8412	0.1243	
5.DS326Q02C	2.9503	0.2537	-1.6206	0.1158	0.4632	0.6851	
6.CS326Q03S	1.3910	0.5281	0.7658	0.3009	0.4110	0.7104	
7.CS326Q04S	8.2395	0.0372*	2.3642	0.0263*	5.5772	0.0544	Var
8.CS602Q01S	9.0431	0.0153*	-2.0960	0.0394*	8.6433	0.0044*	Var
9.CS602Q02S	4.5445	0.1318	-1.3324	0.1886	7.4909	0.0151*	
10.DS602Q03C	1.1193	0.5850	0.3232	0.4514	0.8588	0.3764	
11.CS602Q04S	0.9758	0.6512	0.5451	0.4555	1.0512	0.3579	
12.CS603Q01S	2.5581	0.3793	-1.4649	0.1931	0.7295	0.5046	
13.DS603Q02C	4.1843	0.1303	0.5222	0.0621	3.7780	0.0581	
14.CS603Q03S	21.208	0.0002*	3.3236	0.0017*	19.5953	0.0000	Var
15.CS603Q04S	5.0760	0.0857	1.8126	0.1934	6.8715	0.0108	
16.CS603Q05S	0.7214	0.7074	0.0139	0.4620	-0.0014	0.8255	
17.CS657Q01S	3.3906	0.2087	1.3519	0.1819	20.4958	0.0000*	
18.CS657Q02S	7.1439	0.0601	-1.6579	0.1010	2.5461	0.1720	
19.CS657Q03S	1.2325	0.6408	-0.7760	0.4743	0.7107	0.5240	
20.DS657Q04C	2.9333	0.2465	-0.9265	0.4014	4.4765	0.0369*	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.13. Çoklu Atama Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	DMF
1.CS466Q01S	0.6093	0.7410	-0.1198	0.5412	0.4514	0.5656	
2.CS466Q07S	1.2398	0.5595	-0.5286	0.5087	-0.1812	0.8898	
3.CS256Q01S	4.5539	0.1199	-1.0786	0.2840	6.0004	0.0333*	
4.DS326Q01C	4.8764	0.1185	0.8510	0.0673	5.8667	0.0195*	
5.DS326Q02C	1.0215	0.6415	-0.7948	0.4649	1.0045	0.4012	
6.CS326Q03S	3.3849	0.2322	1.6881	0.1128	0.7611	0.0420*	
7.CS326Q04S	8.6797	0.0175*	2.3637	0.0192*	6.6184	0.0129*	Var
8.CS602Q01S	6.9162	0.0350*	-1.6803	0.0948	7.6010	0.0150*	Var
9.CS602Q02S	4.8863	0.1120	-1.5899	0.1173	0.8836	0.3766	
10.DS602Q03C	1.8198	0.4464	1.2028	0.2648	0.0523	0.6757	
11.CS602Q04S	0.4308	0.8197	0.5221	0.6146	-0.1358	0.7907	
12.CS603Q01S	2.0881	0.4251	-1.1745	0.2817	4.9067	0.0571	
13.DS603Q02C	5.8870	0.0752	1.6102	0.0170*	19.2380	0.0000*	Var
14.CS603Q03S	17.2564	0.0003*	3.4616	0.0073*	6.6585	0.0148*	Var
15.CS603Q04S	5.0907	0.0931	1.7070	0.0948	0.7297	0.5795	
16.CS603Q05S	1.4815	0.5235	0.8092	0.4414	20.1064	0.0000*	
17.CS657Q01S	5.6904	0.0611	2.0326	0.0453*	1.0943	0.3203	
18.CS657Q02S	4.0762	0.1628	-1.5216	0.1307	0.3587	0.5684	
19.CS657Q03S	0.2982	0.8729	-0.2993	0.6049	2.4378	0.1283	
20.DS657Q04C	3.1495	0.2172	-1.0457	0.3036	0.4514	0.5656	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.14. Çoklu Atama Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	6.6706	0.2718	0.2987	0.2388	0.5581	0.5539	
2.CS466Q07S	3.2483	0.5366	0.3393	0.5199	0.8203	0.4775	
3.CS256Q01S	19.2098	0.2283	-0.3696	0.4325	5.2884	0.0289*	
4.DS326Q01C	10.3694	0.2109	1.8295	0.1458	2.0959	0.1625	
5.DS326Q02C	12.7646	0.3210	1.6187	0.2260	0.7399	0.4893	
6.CS326Q03S	11.7891	0.3161	1.1440	0.2053	-0.0480	0.8412	
7.CS326Q04S	25.0393	0.0238*	3.1052	0.0278*	9.4771	0.0035*	Var
8.CS602Q01S	14.0050	0.2591	0.6148	0.1782	6.9824	0.0325*	
9.CS602Q02S	13.0057	0.1163	0.9443	0.1881	7.3240	0.0116*	
10.DS602Q03C	11.0664	0.2915	1.8587	0.1669	1.4487	0.3443	
11.CS602Q04S	11.4311	0.3044	1.8609	0.1790	1.4770	0.3901	
12.CS603Q01S	10.6819	0.3317	0.9518	0.2396	0.0294	0.8298	
13.DS603Q02C	13.6873	0.3675	1.8708	0.2746	1.5131	0.2880	
14.CS603Q03S	20.1747	0.0205*	3.8453	0.0126*	7.6305	0.0127*	Var
15.CS603Q04S	7.5356	0.2987	1.4107	0.1871	2.1024	0.2469	
16.CS603Q05S	10.3819	0.3332	1.5851	0.2041	0.3448	0.6424	
17.CS657Q01S	5.4584	0.2061	1.4816	0.1913	4.9298	0.0690	
18.CS657Q02S	7.7468	0.2184	0.0850	0.1863	3.0538	0.1082	
19.CS657Q03S	10.8561	0.4738	2.2541	0.3196	-0.1431	0.8967	
20.DS657Q04C	18.5668	0.0340*	0.6445	0.0428*	5.4563	0.0231*	Var

*: DMF 'nin varlığını işaret etmektedir.

Ek 6. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve Çoklu Atama Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Tablo 6.15. *Çoklu Atama Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları*

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	DMF
1.CS466Q01S	1,7248	0,4404	-1.0959	0.2801	0.2671	0.7241	
2.CS466Q07S	0,9375	0,6436	0.8077	0.4267	0.5808	0.4843	
3.CS256Q01S	1,9602	0,3946	-1.0830	0.2803	1.0128	0.3245	
4.DS326Q01C	0,8181	0,6820	0.5475	0.4483	1.0938	0.3032	
5.DS326Q02C	3,0706	0,2355	1.6500	0.1087	2.1947	0.1642	
6.CS326Q03S	3,4310	0,1944	1.7857	0.0807	0.7557	0.4242	
7.CS326Q04S	1,4063	0,5111	0.8505	0.4021	2.3693	0.1314	
8.CS602Q01S	1,8783	0,4170	-0.8997	0.3836	1.6793	0.2169	
9.CS602Q02S	0,6963	0,7105	-0.5474	0.5874	1.2875	0.2725	
10.DS602Q03C	4,5918	0,1190	1.4796	0.1451	4.7930	0.0321	
11.CS602Q04S	0,3057	0,8661	0.3968	0.6609	0.5408	0.4788	
12.CS603Q01S	4,6734	0,1339	-1.9557	0.0658	0.7103	0.4284	
13.DS603Q02C	0,1182	0,9454	-0.0867	0.8127	0.5341	0.4887	
14.CS603Q03S	1,1873	0,5891	0.9991	0.3476	0.6849	0.4462	
15.CS603Q04S	0,4958	0,7905	-0.6003	0.5595	0.4901	0.5295	
16.CS603Q05S	0,4986	0,8244	-0.4138	0.6646	0.6261	0.4645	
17.CS657Q01S	0,9800	0,6270	0.9039	0.3755	0.3991	0.5939	
18.CS657Q02S	0,2921	0,8693	0.3403	0.6777	0.7069	0.4267	
19.CS657Q03S	0,1319	0,9378	0.3006	0.7681	0.4486	0.5115	
20.DS657Q04C	2,8461	0,2501	-0.2251	0.3349	3.5773	0.0650	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.16. Çoklu Atama Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	2.3282	0.4297	-1.1165	0.2939	0.5102	0.6085	
2.CS466Q07S	0.9906	0.6443	0.7936	0.4367	0.0458	0.7644	
3.CS256Q01S	2.9146	0.2500	-1.1143	0.2803	0.6079	0.5802	
4.DS326Q01C	2.0205	0.4261	0.7497	0.2703	1.0921	0.4071	
5.DS326Q02C	2.0344	0.4299	1.2749	0.2397	1.7254	0.2052	
6.CS326Q03S	5.1835	0.1593	2.1179	0.0667	0.0842	0.7654	
7.CS326Q04S	2.0297	0.3757	0.6120	0.3149	2.3170	0.2101	
8.CS602Q01S	2.0472	0.3691	-0.2697	0.2282	0.6369	0.5622	
9.CS602Q02S	1.0660	0.6352	0.2300	0.5452	1.3032	0.3491	
10.DS602Q03C	5.1142	0.0971	1.5975	0.1310	3.1258	0.0798	
11.CS602Q04S	2.5721	0.4289	1.3237	0.2720	0.3300	0.6669	
12.CS603Q01S	3.7292	0.2907	-1.6286	0.1818	0.7992	0.4325	
13.DS603Q02C	0.8406	0.7031	-0.2105	0.4924	0.3833	0.6237	
14.CS603Q03S	2.1827	0.4620	1.2093	0.3189	0.2236	0.6656	
15.CS603Q04S	1.2000	0.5800	0.0040	0.4235	1.8219	0.3183	
16.CS603Q05S	1.9991	0.3913	0.0990	0.2096	1.4735	0.3775	
17.CS657Q01S	1.7437	0.4440	1.1137	0.2797	0.5154	0.6208	
18.CS657Q02S	0.9152	0.6511	0.0613	0.4442	0.1251	0.7198	
19.CS657Q03S	0.4616	0.8004	-0.0192	0.5519	0.3324	0.6599	
20.DS657Q04C	2.9085	0.3417	0.8439	0.3532	3.3899	0.1298	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.17. Çoklu Atama Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	2.2073	0.3927	-1.1564	0.2890	2.5123	0.1701	
2.CS466Q07S	0.4117	0.8188	0.3346	0.6429	-0.2990	0.8933	
3.CS256Q01S	1.0728	0.6064	-0.8015	0.4386	0.9467	0.4765	
4.DS326Q01C	1.2963	0.5795	0.7713	0.3676	0.4924	0.5924	
5.DS326Q02C	5.7003	0.0699	2.2108	0.0341*	1.0611	0.4179	
6.CS326Q03S	2.2463	0.4265	1.3372	0.2617	-0.2080	0.9430	
7.CS326Q04S	2.8708	0.2806	-0.0837	0.2199	4.9094	0.0393*	
8.CS602Q01S	0.6305	0.7570	0.2103	0.5696	0.4132	0.6424	
9.CS602Q02S	1.6773	0.4786	-0.6318	0.4011	0.7808	0.5450	
10.DS602Q03C	3.9891	0.1643	1.5372	0.1344	2.1577	0.2414	
11.CS602Q04S	1.4552	0.5043	1.0807	0.2932	-0.1416	0.8487	
12.CS603Q01S	1.8802	0.4505	-1.2681	0.2325	0.1236	0.6513	
13.DS603Q02C	1.0094	0.6113	-0.1358	0.3711	0.0372	0.8304	
14.CS603Q03S	1.8578	0.4328	1.0231	0.2517	0.1713	0.7244	
15.CS603Q04S	0.7989	0.6921	-0.3766	0.4936	0.0788	0.7945	
16.CS603Q05S	0.8951	0.6784	-0.2042	0.4461	0.2451	0.6470	
17.CS657Q01S	0.9714	0.6254	0.0615	0.4600	0.6882	0.4248	
18.CS657Q02S	0.4182	0.8188	-0.1273	0.6210	0.0450	0.7809	
19.CS657Q03S	0.5323	0.7869	0.1734	0.5420	-0.0123	0.8414	
20.DS657Q04C	2.4725	0.3005	-0.7321	0.3258	2.0049	0.1615	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.18. Çoklu Atama Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	0.8439	0.6712	-0.2702	0.5122	-0.0317	0.7897	
2.CS466Q07S	0.7178	0.7586	0.5810	0.5745	-0.0631	0.7988	
3.CS256Q01S	0.5710	0.7705	-0.4572	0.6630	0.1782	0.7434	
4.DS326Q01C	2.2590	0.4776	0.3873	0.3466	0.4996	0.4807	
5.DS326Q02C	4.8822	0.1786	2.0817	0.0943	1.2493	0.3365	
6.CS326Q03S	3.6848	0.2671	1.5188	0.1489	0.0254	0.7000	
7.CS326Q04S	1.2484	0.5826	0.2757	0.3747	-0.1481	0.8751	
8.CS602Q01S	2.0470	0.5395	0.9988	0.3879	0.9220	0.5833	
9.CS602Q02S	0.5440	0.7704	0.2371	0.5866	-0.3223	0.7790	
10.DS602Q03C	3.5616	0.3741	1.4547	0.2731	0.2956	0.6825	
11.CS602Q04S	2.7152	0.3251	1.2896	0.2508	0.1598	0.7373	
12.CS603Q01S	2.3414	0.3879	-0.9854	0.2138	0.5769	0.6685	
13.DS603Q02C	1.4027	0.5198	0.2344	0.3155	0.6926	0.5795	
14.CS603Q03S	3.2181	0.3764	1.4485	0.2584	-0.0520	0.8664	
15.CS603Q04S	1.4409	0.5651	-0.0869	0.3623	0.7316	0.5921	
16.CS603Q05S	1.1371	0.6115	-0.2973	0.3807	0.4464	0.6012	
17.CS657Q01S	3.4326	0.3630	1.0040	0.3354	0.9640	0.5193	
18.CS657Q02S	2.3870	0.3835	-0.8664	0.2607	2.7041	0.2711	
19.CS657Q03S	1.6137	0.5221	-0.3687	0.3007	0.4533	0.6246	
20.DS657Q04C	2.4365	0.4160	0.6123	0.3728	0.8550	0.5302	

*: DMF 'nin varlığını işaret etmektedir.

Ek 7. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve k-En Yakın Komşu Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Tablo 6.19. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	4.2352	0.1203	-1.5015	0.1332	1.8668	0.1718	
2.CS466Q07S	0.0911	0.9555	-0.1140	0.9092	-0.1419	1.0000	
3.CS256Q01S	8.6229	0.0134 *	-1.6265	0.1038	7.6299	0.0057 *	Var
4.DS326Q01C	3.3208	0.1901	1.7797	0.0751	3.0671	0.0799	
5.DS326Q02C	1.0777	0.5834	-1.0062	0.3143	0.4567	0.4992	
6.CS326Q03S	0.1154	0.9439	0.3243	0.7457	0.5176	0.4719	
7.CS326Q04S	10.0632	0.0065*	2.6628	0.0077 *	9.2366	0.0024 *	Var
8.CS602Q01S	10.5827	0.0050 *	-2.1726	0.0298 *	11.2936	0.0008*	Var
9.CS602Q02S	4.6710	0.0968	-1.3717	0.1702	6.2005	0.0128 *	
10.DS602Q03C	1.0499	0.5916	0.6799	0.4965	1.8143	0.1780	
11.CS602Q04S	0.8858	0.6422	0.7765	0.4374	2.7371	0.0980	
12.CS603Q01S	3.3362	0.1886	-1.7925	0.0731	-0.6435	1.0000	
13.DS603Q02C	4.6703	0.0968	-2.1636	0.0305 *	4.3767	0.0364 *	Var
14.CS603Q03S	18.4385	0.000*	3.5217*	0.0004 *	15.4332	0.0001*	Var
15.CS603Q04S	4.9469	0.0843	1.7964	0.0724	6.9373	0.0084 *	
16.CS603Q05S	1.2413	0.5376	0.8990	0.3687	0.0682	0.7939	
17.CS657Q01S	2.6760	0.2624	1.3186	0.1873	15.0915	0.0001*	
18.CS657Q02S	9.3899	0.0091*	-1.7472	0.0806	0.5680	0.4511	
19.CS657Q03S	0.2949	0.8629	-0.4991	0.6177	0.1120	0.7379	
20.DS657Q04C	4.0703	0.1307	-1.2365	0.2163	4.9820	0.256 *	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.20. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	P değeri	DMF
1.CS466Q01S	3.0473	0.2179	-1.1478	0.2511	0.7971	0.3720	
2.CS466Q07S	0.1728	0.9172	0.2172	0.8280	1.1092	0.2923	
3.CS256Q01S	7.6556	0.0218 *	-1.4597	0.1444	3.5040	0.0612	
4.DS326Q01C	5.2637	0.0719	1.8139	0.0697	2.6642	0.1026	
5.DS326Q02C	2.9038	0.2341	-1.6003	0.1095	0.7142	0.3981	
6.CS326Q03S	1.0468	0.5925	0.9322	0.3512	0.0369	0.8476	
7.CS326Q04S	8.8923	0.0117 *	2.5426	0.0110 *	4.4817	0.0343 *	Var
8.CS602Q01S	8.4834	0.0144 *	-1.8839	0.0596	9.1048	0.0025 *	Var
9.CS602Q02S	3.6717	0.1595	-1.3072	0.1912	6.5582	0.0104 *	
10.DS602Q03C	0.8378	0.6578	0.6865	0.4924	0.5076	0.4762	
11.CS602Q04S	0.7744	0.6790	0.8582	0.3908	0.1812	0.6703	
12.CS603Q01S	1.9399	0.3791	-1.3328	0.1826	-0.2218	1.0000	
13.DS603Q02C	2.7105	0.2579	1.6433	0.1003	2.6838	0.1014	
14.CS603Q03S	12.6654	0.0018 *	3.8626	0.0001 *	15.5077	0.0001*	Var
15.CS603Q04S	4.0345	0.1330	1.6544	0.0981	6.3268	0.0119 *	
16.CS603Q05S	0.0690	0.9661	0.2302	0.8180	0.0158	0.9001	
17.CS657Q01S	3.4047	0.1823	1.5415	0.1232	17.9983	0.0000 *	
18.CS657Q02S	6.3156	0.0425 *	-1.7924	0.0731	3.3708	0.0664	
19.CS657Q03S	0.0542	0.9732	-0.1995	0.8418	0.2076	0.6487	
20.DS657Q04C	5.0712	0.0792	-1.3191	0.1871	6.2245	0.126	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.21. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	DMF
1.CS466Q01S	0.0249	0.9876	-0.1330	0.8942	0.0977	0.7546	
2.CS466Q07S	0.7103	0.7011	-0.3479	0.7279	0.0667	0.7962	
3.CS256Q01S	4.8470	0.0886	-0.9557	0.3392	6.6624	0.0098 *	
4.DS326Q01C	4.8688	0.0877	1.8461	0.0649	5.7173	0.0168 *	
5.DS326Q02C	0.3189	0.8526	0.5278	0.5976	1.0127	0.3142	
6.CS326Q03S	8.0034	0.0183 *	2.8436	0.0045 *	-0.0438	1.0000	Var
7.CS326Q04S	13.9331	0.0009*	3.2008	0.0014 *	5.5861	0.0181 *	Var
8.CS602Q01S	9.7114	0.0078 *	-1.8093	0.0704	10.1124	0.0015 *	Var
9.CS602Q02S	5.2900	0.0710	1.8880	0.0590	6.4792	0.0109 *	
10.DS602Q03C	1.8978	0.3872	1.0298	0.3031	1.0705	0.3008	
11.CS602Q04S	1.2355	0.5392	1.0894	0.2760	0.5417	0.4617	
12.CS603Q01S	0.2639	0.8764	-0.5030	0.6150	-0.4275	1.0000	
13.DS603Q02C	10.3997	0.0055*	-3.2132	0.0013 *	7.4612	0.0063 *	Var
14.CS603Q03S	8.6512	0.0132 *	2.8860	0.0039 *	14.4412	0.0001*	Var
15.CS603Q04S	5.3566	0.0687	1.9741	0.0484 *	6.2918	0.0121 *	Var
16.CS603Q05S	2.6005	0.2725	1.4667	0.1425	0.9473	0.3304	
17.CS657Q01S	6.2828	0.0432 *	2.2229	0.0262 *	29.6629	0.0000 *	Var
18.CS657Q02S	2.0549	0.3579	-1.1750	0.2400	-2.9234	1.0000	
19.CS657Q03S	0.9194	0.6315	0.9586	0.3377	0.9126	0.3394	
20.DS657Q04C	4.9718	0.0833	-1.3546	0.1755	3.5354	0.6010	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.22. *K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Dil Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları*

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		
	χ^2 İstatistiği	<i>p</i> değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	<i>p</i> değeri	G^2 İstatistiği	<i>p</i> değeri	DMF
1.CS466Q01S	3.3737	0.1851	-1.0560	0.2910	-0.3975	1.0000	
2.CS466Q07S	0.2972	0.8619	-0.1493	0.8814	0.6188	0.4315	
3.CS256Q01S	3.6615	0.1603	-0.9458	0.3443	5.8052	0.0160 *	
4.DS326Q01C	3.5646	0.1683	1.3735	0.1696	6.0527	0.0139 *	
5.DS326Q02C	0.3577	0.8362	-0.5491	0.5829	-0.0555	1.0000	
6.CS326Q03S	0.9570	0.6197	-0.9663	0.3339	0.4978	0.4805	
7.CS326Q04S	8.4581	0.0146 *	2.5003	0.0124 *	12.1891	0.0005 *	Var
8.CS602Q01S	9.8398	0.0073 *	-2.1898	0.0285 *	6.4298	0.0112 *	Var
9.CS602Q02S	0.3798	0.8270	-0.3878	0.6982	2.9918	0.0837	
10.DS602Q03C	5.4076	0.0669	1.7003	0.0891	1.1853	0.2763	
11.CS602Q04S	2.2253	0.3287	1.3449	0.1787	1.2293	0.2675	
12.CS603Q01S	2.7638	0.2511	-1.3594	0.1740	0.5227	0.4697	
13.DS603Q02C	2.1150	0.3473	1.2781	0.2012	4.4704	0.0345 *	
14.CS603Q03S	7.2307	0.0269 *	3.0225	0.0025 *	11.6349	0.0006 *	Var
15.CS603Q04S	5.9963	0.0499 *	2.0623	0.0392 *	4.3453	0.0371 *	Var
16.CS603Q05S	0.1907	0.9091	-0.3955	0.6925	-0.1558	1.0000	
17.CS657Q01S	5.7394	0.0567	1.7191	0.0856	8.9590	0.0028 *	
18.CS657Q02S	6.4667	0.0394 *	-2.0550	0.0399 *	6.3749	0.0116 *	Var
19.CS657Q03S	0.7527	0.6864	0.8619	0.3887	0.8370	0.3603	
20.DS657Q04C	2.8596	0.2394	1.1927	0.2330	6.2135	0.0127 *	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Ek 8. Farklı Oranlarda (%5, %10, %20 ve %30) Kayıp Veri İçeren ve k-En Yakın Komşu Yöntemiyle Tamamlanmış Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Tablo 6.23. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %5 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	1.3516	0.5087	-1.0252	0.3053	0.7243	0.3947	
2.CS466Q07S	0.5711	0.7516	0.7109	0.4771	0.0681	0.7941	
3.CS256Q01S	1.1263	0.5694	-0.9582	0.3380	0.3344	0.5631	
4.DS326Q01C	1.0682	0.5862	0.9021	0.3670	1.4667	0.2259	
5.DS326Q02C	3.3829	0.1843	1.7055	0.0881	1.5864	0.2078	
6.CS326Q03S	2.0344	0.3616	1.4171	0.1565	0.6907	0.4059	
7.CS326Q04S	0.9683	0.6162	0.6835	0.4943	1.8209	0.1772	
8.CS602Q01S	2.0074	0.3665	-0.8882	0.3744	2.6933	0.1008	
9.CS602Q02S	0.7428	0.6898	-0.5077	0.6117	1.2803	0.2578	
10.DS602Q03C	3.7057	0.1568	1.3182	0.1874	4.5316	0.0333*	
11.CS602Q04S	0.4197	0.8107	0.6404	0.5219	0.2078	0.6485	
12.CS603Q01S	6.3695	0.0414*	-2.3100	0.0209 *	1.1262	0.2886	Var
13.DS603Q02C	0.5887	0.7450	-0.7371	0.4611	0.5560	0.4559	
14.CS603Q03S	0.4716	0.7900	0.6101	0.5418	0.1367	0.7116	
15.CS603Q04S	0.5316	0.7666	-0.6176	0.5368	0.7603	0.3832	
16.CS603Q05S	0.8778	0.2606	-0.4690	0.6391	-0.1003	1.0000	
17.CS657Q01S	1.2212	0.5430	0.9949	0.3198	0.9451	0.3310	
18.CS657Q02S	0.2631	0.8768	0.3911	0.6957	0.8044	0.3698	
19.CS657Q03S	0.0446	0.9779	0.2113	0.8327	0.6212	0.4306	
20.DS657Q04C	2.6495	0.2659	-1.4345	0.1514	3.0548	0.0805	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.24. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %10 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	1.8368	0.3992	-1.2077	0.2272	1.4473	0.2290	
2.CS466Q07S	1.2683	0.5304	0.9239	0.3555	0.1672	0.6826	
3.CS256Q01S	3.5995	0.1653	-1.2896	0.1972	0.8422	0.3588	
4.DS326Q01C	1.1176	0.5719	-0.8856	0.3759	1.5238	0.2170	
5.DS326Q02C	2.2638	0.3224	1.4082	0.1591	2.5332	0.1115	
6.CS326Q03S	1.5676	0.4567	1.2521	0.2105	0.0482	0.8263	
7.CS326Q04S	1.3154	0.5180	-0.9652	0.3345	1.7825	0.1818	
8.CS602Q01S	2.1808	0.3361	-1.1727	0.2409	0.5985	0.4391	
9.CS602Q02S	0.2843	0.8675	-0.2947	0.7682	1.1510	0.2833	
10.DS602Q03C	0.2847	2.5126	1.2282	0.2194	1.4398	0.2302	
11.CS602Q04S	0.6667	0.7165	0.7473	0.4549	0.4397	0.5073	
12.CS603Q01S	6.0848	0.0477 *	-2.2177	0.0266 *	1.1669	0.2800	Var
13.DS603Q02C	1.4630	0.4812	-1.0802	0.2800	0.8270	0.3631	
14.CS603Q03S	1.2466	0.5362	0.9938	0.3203	0.0533	0.8174	
15.CS603Q04S	1.8039	0.4058	-1.0725	0.2835	2.5815	0.1081	
16.CS603Q05S	1.2598	0.5327	-0.9235	0.3558	0.6569	0.4177	
17.CS657Q01S	1.7779	0.4111	1.1271	0.2597	0.3522	0.5529	
18.CS657Q02S	0.6301	0.7298	-0.6070	0.5438	1.2146	0.2704	
19.CS657Q03S	0.4056	0.8164	-0.5835	0.5595	0.9334	0.3340	
20.DS657Q04C	2.1777	0.3366	-0.5817	0.5608	3.3917	0.0655	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.25. K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %20 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	3.1217	0.2100	-1.0778	0.2811	5.1657	0.0230 *	
2.CS466Q07S	0.5384	0.7640	0.7062	0.4800	0.0783	0.7796	
3.CS256Q01S	0.4610	0.7941	-0.6343	0.5259	0.5160	0.4726	
4.DS326Q01C	0.2665	0.8752	0.4392	0.6605	0.6333	0.4262	
5.DS326Q02C	7.9992	0.0183 *	2.7944	0.0052 *	0.4744	0.4910	Var
6.CS326Q03S	9.0889	0.0106 *	2.9634	0.0030 *	0.2242	0.6359	Var
7.CS326Q04S	0.4729	0.7894	0.5451	0.5857	2.0092	0.1563	
8.CS602Q01S	0.7016	0.7041	-0.4570	0.6476	0.8434	0.3584	
9.CS602Q02S	1.2759	0.5284	0.8647	0.3872	0.7665	0.3813	
10.DS602Q03C	3.2991	0.1921	1.6268	0.1038	1.9419	0.1635	
11.CS602Q04S	1.5887	0.4519	1.2049	0.2282	-0.4083	1.0000	
12.CS603Q01S	0.1911	0.9089	-0.4375	0.6617	0.1295	0.7190	
13.DS603Q02C	0.8096	0.6671	-0.8951	0.3707	0.5541	0.4566	
14.CS603Q03S	2.9745	0.2260	1.6668	0.0956	1.0662	0.3018	
15.CS603Q04S	0.9321	0.6275	0.8644	0.3873	1.0851	0.2976	
16.CS603Q05S	0.4870	0.7839	0.5959	0.5512	0.9493	0.3299	
17.CS657Q01S	0.8620	0.6499	0.9038	0.3661	0.4159	0.5190	
18.CS657Q02S	0.8980	0.6383	-0.6440	0.5196	0.5015	0.4789	
19.CS657Q03S	1.1605	0.5597	1.0566	0.2907	0.3948	0.5298	
20.DS657Q04C	2.7706	0.2503	-1.1316	0.2578	1.2823	0.2575	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 6.26. *K-en Yakın Komşu Yöntemi İle %30 Oranında Kayıp Veri Ataması Yapılarak Oluşturulan Veri Setinin Cinsiyet Değişkenine Göre Lord'un χ^2 , Raju'nun Alan Ölçümleri, Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oran Analizi Sonuçları*

Maddeler	χ^2 Yöntemi		Alan Ölçümleri Yöntemi		MTK-OO Yöntemi		DMF
	χ^2 İstatistiği	p değeri	Alan Ölçümleri İstatistiği	p değeri	G^2 İstatistiği	p değeri	
1.CS466Q01S	2.1062	0.3489	-1.2454	0.2130	-0.0585	1.0000	
2.CS466Q07S	0.6976	0.7055	0.6874	0.4918	0.0809	0.7761	
3.CS256Q01S	0.8095	0.6671	-0.5655	0.5718	0.3615	0.5477	
4.DS326Q01C	2.3720	0.3054	-1.4500	0.1471	0.0206	0.8860	
5.DS326Q02C	4.7422	0.0934	1.9362	0.0528	0.6738	0.4117	
6.CS326Q03S	0.1634	0.9216	0.3847	0.7005	-0.4820	1.0000	
7.CS326Q04S	0.2056	0.9023	0.3291	0.7421	-0.0989	1.0000	
8.CS602Q01S	1.0003	0.6064	-0.7907	0.4291	1.4398	0.2302	
9.CS602Q02S	1.4981	0.4728	-1.1105	0.2668	0.0805	0.7766	
10.DS602Q03C	0.4964	0.7802	-0.5955	0.5515	-0.2586	1.0000	
11.CS602Q04S	1.4225	0.4910	-0.9574	0.3384	-0.0766	1.0000	
12.CS603Q01S	5.4336	0.0661	-2.2292	0.0258 *	-0.0622	1.0000	
13.DS603Q02C	2.5428	0.2804	-1.4087	0.1589	0.9902	0.3197	
14.CS603Q03S	0.3790	0.8274	0.4901	0.6241	0.6779	0.4103	
15.CS603Q04S	3.5621	0.1685	-1.7530	0.0796	0.0437	0.8344	
16.CS603Q05S	3.2318	0.1987	-1.7343	0.0829	0.4827	0.4872	
17.CS657Q01S	0.3345	0.8460	0.5361	0.5919	-0.1949	1.0000	
18.CS657Q02S	0.8879	0.6415	-0.9212	0.3570	-0.3360	1.0000	
19.CS657Q03S	3.3204	0.1901	-1.7085	0.0875	2.2168	0.1365	
20.DS657Q04C	0.7243	0.6962	-0.6327	0.5270	0.1452	0.7032	

*: DMF'nin varlığını işaret etmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Fatma Ünal

Doğum Yeri ve Tarihi:

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi: Akdeniz Üniversitesi/Okul Öncesi Öğretmenliği

Yüksek Lisans Öğrenimi: Akdeniz Üniversitesi/Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme
Tezli Yüksek Lisans

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri:

İş Deneyimi

Çalıştığı Kurumlar:

Manavgat Sarılar İlkokulu (2020-2021) / Okul Öncesi Öğretmeni

Manavgat Anaokulu (2021- 2022) / Okul Öncesi Öğretmeni

Manavgat Safiye Kübra Avcı Anaokulu (2022) / Okul Öncesi Öğretmeni

İletişim

E-Posta Adresi:

Tarih:

İNTİHAL RAPORU

FARKLI ORANLARDAKİ KAYIP VERİLERE FARKLI ATAMA
YÖNTEMLERİYLE VERİ ATAMANIN MADDE TEPKİ KURAMINA
DAYALI YÖNTEMLERLE DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ORJİNALLIK RAPORU

% 15	% 15	% 4	%
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 3
2	dergipark.ulakbim.gov.tr İnternet Kaynağı	% 3
3	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 2
4	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
5	acikerisim.akdeniz.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
6	dspace.akdeniz.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
7	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	% 1
8	pisa.meb.gov.tr İnternet Kaynağı	% 1

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- ☐ Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim/Raporum sadece Akdeniz Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir. Tezimin/Raporumun yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.