



# HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

## EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı

Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Programı

KAYIP VERİYLE BAŞ ETME YÖNTEMLERİNİN  
MADDE TAKIMLARINDA DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONU  
ÜZERİNE ETKİSİ

Rabia AKCAN

Doktora Tezi

Ankara, 2023

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

*Daha ileriye... En İyiyeye...*



Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı  
Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Programı

KAYIP VERİYLE BAŞ ETME YÖNTEMLERİNİN  
MADDE TAKIMLARINDA DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONU  
ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF MISSING DATA HANDLING METHODS ON DIFFERENTIAL ITEM  
FUNCTIONING WITH TESTLET DATA

Rabia AKCAN

Doktora Tezi

Ankara, 2023

## Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Rabia AKCAN'ın hazırladığı “KAYIP VERİYLE BAŞ ETME YÖNTEMLERİNİN MADDE TAKIMLARINDA DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONU ÜZERİNE ETKİSİ” baŐlıklı bu çalışma j¼rimiz tarafından **Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalında Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

J¼ri Başkanı Prof. Dr. Selahattin GELBAL İmza

J¼ri Üyesi (Danışman) Doç. Dr. K¼bra ATALAY  
KABASAKAL İmza

J¼ri Üyesi Prof. Dr. Burcu ATAR İmza

J¼ri Üyesi Doç. Dr. Ayfer SAYIN İmza

J¼ri Üyesi Doç. Dr. Beyza AKSU  
D¼NYA İmza

Enstit¼ Y¼netim Kurulunun  
.../.../.... Tarihli ve .....  
sayılı kararı.

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisans¼st¼ Eğitim, ğretim ve Sınav Y¼netmeliđi'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri yeleri tarafından ..... / ..... / ..... tarihinde uygun g¼r¼lm¼Ő ve Enstit¼ Y¼netim Kurulunca ..... / ..... / ..... tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Selahattin GELBAL  
Eğitim Bilimleri Enstit¼s¼ M¼d¼r¼

## Öz

Bu çalışmanın amacı kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin madde takımları halindeki veri setlerinde değişen madde fonksiyonu (DMF) belirleme üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışma bir yabancı dil testindeki 20 okuduğunu anlama maddesinin yer aldığı altı madde takımından oluşan iki farklı veri seti üzerinde yürütülmüştür. Sola çarpık dağılıma sahip veri seti veri1, sağa çarpık dağılıma sahip veri seti veri2 olarak adlandırılmıştır. Çalışmada tamamen rastgele kayıp (TRK), rastgele kayıp (RK), rastgele olmayan kayıp (ROK) kayıp veri mekanizmaları altında liste bazında silme (LBS), sıfır atama (SA) ve kesirli hot-deck atama yöntemlerinin DMF belirleme performansı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. DMF belirleme yöntemi olarak madde takımları için ko-değişkenli iki faktörlü çok boyutlu madde tepki kuramı modeline dayalı DMF belirleme yöntemi kullanılmıştır. İki örneklem büyüklüğü (1000 ve 2000) ve iki kayıp veri oranı (%5 ve %15) çalışmada incelenen diğer koşullardır. Çalışmanın sonuçları her iki veri setindeki tüm koşullardan elde edilen DMF değerleri ile tam veri setlerinden elde edilen DMF değerleri arasındaki korelasyonlar incelediğinde, LBS yönteminin en düşük korelasyonlara sahip olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte tüm koşullarda kayıp veri oranının artmasıyla uygulanan kayıp veriyle baş etme yöntemi fark etmeksizin elde edilen korelasyon değerleri düşmüştür. Veri1'e ait DMF analizleri sonucunda %5 kayıp veri oranında DMF'siz maddeleri belirleme performansının üç kayıp veri yöntemiyle benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Veri2'yle gerçekleştirilen analizlerde sekiz koşulda DMF'siz maddeleri belirleme performansında örneklem büyüklüğü arttıkça iyileşme olduğu, diğer koşullarda her iki örneklemde tüm DMF'siz maddelerin doğru sınıflandırıldığı belirlenmiştir. %15 kayıp veri oranında SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin uygulanmasıyla TRK mekanizması altında DMF'li maddeleri belirlenme performansı aynı bulunmuştur.

**Anahtar sözcükler:** madde takımı, kayıp veri, değişen madde fonksiyonu

### **Abstract**

The purpose of this study was to examine the effect of missing data handling methods on differential item functioning (DIF) with testlet data. The study was conducted on two different data sets consisting of six testlets which contain 20 reading comprehension items of a foreign language test. Data with left-skewed distribution was referred to as data1 and data with right-skewed distribution was referred to as data2. Under missing completely at random (MCAR), missing at random (MAR), and missing not at random (MNAR) missing mechanisms, the effect of listwise deletion (LD), zero imputation (ZI) and fractional hot-deck imputation (FHDI) methods on the DIF detection performance was investigated. A bifactor multidimensional item response theory model for testlets with covariates was used as the DIF detection method. Two sample size (1000 and 2000) and two missing data percentage (5% and 15%) conditions were the other conditions examined in the study. Results of the study indicated that examining the correlation between DIF values obtained from both data sets under all conditions and DIF values obtained from complete data sets, LD method had the lowest correlations. Besides, in all conditions correlation values decreased with the increase of missing data percentage regardless of the missing data handling method used. As a result of the DIF analyses from data1, it was concluded that performance of detecting DIF-free items was similar with three missing data handling methods at 5% missing data percentage condition. In eight conditions conducted on data2, it was found that there was recovery in the performance of detecting DIF-free items as the sample size increased; in other conditions all DIF-free items were identified correctly for both sample size. Performance of detecting DIF items with ZI and FHDI methods under MCAR mechanism at 15% missing data percentage was found to be identical.

**Keywords:** testlet, missing data, differential item functioning

## Teşekkür

Bu hayattaki en büyük mucizelerden biri yalnızca küçükken değil, bir yetişkin olduğunuzda bile iyi bir öğretmene rastlamaktır. Lisansüstü eğitim sürecinde bu şansı yakaladığım ve sevgili danışmanım Doç. Dr. Kübra ATALAY KABASAKAL ile tanışma fırsatı bulduğum için oldukça mutluyum. Kendisine bana öğrettikleri ve sabrı için teşekkür ederim.

Tez izleme komitem ve jürimde bulunan, değerli önerileri ile tezimin gelişmesine katkıda bulunan hocalarım Prof. Dr. Selahattin GELBAL, Prof. Dr. Burcu ATAR, Doç. Dr. Ayfer SAYIN ve Doç. Dr. Beyza AKSU DÜNYA'ya,

Bu zorlu süreçte beni yalnız bırakmayan, dertlerime ortak olan tüm aileme, en çok da ilkokula başladığım günden lisansüstü eğitimimi tamamladığım ana kadar beni gönülden destekleyen, hayatımı kolaylaştıran, tüm eğitim hayatımın mimarı canım annem Hanife AKCAN'a,

Araştırmamı yapabilmem için gerekli verileri sağlayan ÖSYM'ye,

Son olarak doktora eğitimim boyunca maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a çok teşekkür ederim.

## İçindekiler

Kabul ve Onay.....	ii
Öz.....	iii
Abstract.....	iv
Teşekkür.....	v
Tablolar Dizini.....	viii
Şekiller Dizini.....	ix
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	x
Bölüm 1 Giriş.....	1
Problem Durumu.....	1
Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	5
Araştırma Problemi.....	7
Sayıltılar.....	7
Sınırlılıklar.....	8
Tanımlar.....	8
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	9
Araştırmanın Kuramsal Temeli.....	9
İlgili Araştırmalar.....	22
Bölüm 3 Yöntem.....	33
Araştırmanın Türü.....	33
Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	33
Veri Toplama Süreci.....	34
Veri Toplama Araçları.....	34
Verilerin Analizi.....	34
Bölüm 4 Bulgular ve Yorumlar.....	44
Tam Veri Setlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	44
Alt Problem 1'e İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	45



Alt Problem 2'ye İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	50
Alt Problem 3'e İlişkin Bulgular ve Yorumlar .....	56
Alt Problem 4'e İlişkin Bulgular ve Yorumlar .....	62
Bölüm 5 Sonuç, Tartışma ve Öneriler .....	69
Sonuçlar.....	69
Tartışma.....	72
Öneriler .....	74
Kaynaklar .....	76
EK-A: ÖSYM İzin Belgesi .....	lxxxiv
EK-B:Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu/Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi .....	lxxxv
EK-C: Etik Beyanı.....	lxxxvi
EK-Ç: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu .....	lxxxvii
EK-D: Thesis/Dissertation Originality Report.....	lxxxviii
EK-E: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı .....	lxxxix

## Tablolar Dizini

<b>Tablo 1</b> <i>Veri1 Örneklemine göre Test İstatistikleri</i> .....	35
<b>Tablo 2</b> <i>Veri1 Referans ve Odak Gruba göre Test İstatistikleri</i> .....	36
<b>Tablo 3</b> <i>Veri2 Örneklemine göre Test İstatistikleri</i> .....	38
<b>Tablo 4</b> <i>Veri2 Referans ve Odak Gruba göre Test İstatistikleri</i> .....	38
<b>Tablo 5</b> <i>Tam Veri Setlerinden Elde Edilen DMF Analizi Sonuçları</i> .....	44
<b>Tablo 6</b> <i>Veri1 %5 Kayıp Veri Oranında LBS Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)</i> .....	46
<b>Tablo 7</b> <i>Veri1 %5 Kayıp Veri Oranında LBS Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)</i> .....	47
<b>Tablo 8</b> <i>Veri2 LBS Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)</i> .....	48
<b>Tablo 9</b> <i>Veri2 LBS Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)</i> .....	49
<b>Tablo 10</b> <i>Veri1 SA Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)</i> .....	51
<b>Tablo 11</b> <i>Veri1 SA Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)</i> .....	52
<b>Tablo 12</b> <i>Veri2 SA Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)</i> .....	53
<b>Tablo 13</b> <i>Veri2 SA Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)</i> .....	55
<b>Tablo 14</b> <i>Veri1 Kesirli Hot-deck Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)</i> .....	57
<b>Tablo 15</b> <i>Veri1 Kesirli Hot-deck Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)</i> .....	58
<b>Tablo 16</b> <i>Veri2 Kesirli Hot-deck Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)</i> .....	59
<b>Tablo 17</b> <i>Veri2 Kesirli Hot-deck Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)</i> .....	61
<b>Tablo 18</b> <i>Veri1'de SA, LBS ve Kesirli hot-deck Yöntemleriyle DMF Gösteren Maddeler</i> ..	62
<b>Tablo 19</b> <i>Veri2'de SA, LBS ve Kesirli hot-deck Yöntemleriyle DMF Gösteren Maddeler</i> ..	64
<b>Tablo 20</b> <i>Tam Veri Setiyle Tüm Koşullardan Elde Edilen DMF Büyüklükleri Korelasyonları</i> .....	66

**Şekiller Dizini**

<b>Şekil 1</b> Zumbo (1999), Tek Biçimli Değişen Madde Fonksiyonu (TB DMF).....	11
<b>Şekil 2</b> Zumbo (1999), Tek Biçimli Olmayan Değişen Madde Fonksiyonu (TBO DMF) ....	11
<b>Şekil 3</b> Veri1 Puan Dağılım Grafikleri .....	36
<b>Şekil 4</b> Veri1 Referans ve Odak Gruba Göre Puan Dağılım Grafikleri .....	37
<b>Şekil 5</b> Veri2 Puan Dağılım Grafikleri .....	38
<b>Şekil 6</b> Veri2 Referans ve Odak Gruba Göre Puan Dağılım Grafikleri .....	39
<b>Şekil 7</b> Birinci Madde için Geçmiş (History) Grafiği.....	42
<b>Şekil 8</b> Birinci Madde için Yoğunluk (Density) ve Otokorelasyon (Autocorrelation) Grafikleri.....	42
<b>Şekil 9</b> DMF Analizlerinden Elde Edilen Parametre Değerleri ve MC Hataları .....	42

## Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

**DMF:** Değişen Madde Fonksiyonu

**DMGF:** Değişen Madde Grubu Fonksiyonu

**DMTF:** Değişen Madde Takımı Fonksiyonu

**LBS:** Liste Bazında Silme

**SA:** Sıfır Atama

**TRK:** Tamamen Rastgele Kayıp

**RK:** Rastgele Kayıp

**ROK:** Rastgele Olmayan Kayıp

**RK:** Rastgele Kayıp

## Bölüm 1

### Giriş

Bu bölümde problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, araştırma problemi, sayıtlar, sınırlılıklar ve tanımlar yer almaktadır.

#### Problem Durumu

Eğitimde sınıf içi değerlendirme yapma, yükseköğretim kurumlarına öğrenci seçme ve yerleştirme gibi farklı kullanım amaçlarına uygun ölçme araçları kullanılmaktadır. Bireylerin hayatlarını etkileyen eğitim kararlarının verilmesinde bu ölçme araçlarından elde edilen ölçme sonuçlarına başvurulmaktadır. Dolayısıyla ölçme araçlarının geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi süreci eğitim kararları açısından önem taşımaktadır.

Ölçme araçlarında aranan en temel iki özellik geçerlik ve güvenirlik kavramlarıdır. Güvenirlik kavramı, ölçme sonuçlarının tesadüfî hatalardan arınık olma derecesini ifade etmektedir. Geçerlik ise klasik olarak ölçme aracının, bu araçla ölçülmek istenen özelliği başka özelliklerle karıştırmadan ölçebilme derecesi olarak tanımlanmaktadır (Turgut ve Baykul, 2010). Testlerin geliştirilmesinde ve değerlendirilmesinde en temel özellikler olması sebebiyle testin güvenilir olmasına ve test puanlarının geçerliğine dair yeterli kanıt elde edilmesine dikkat edilmelidir.

Geçmişten günümüze geçerliğin tanımı ve sağlanması üzerine yapılan çalışmalar devam etmektedir. Testlerin geçerliğine ilişkin dikkat edilmesi gereken konulardan biri madde yanlılığıdır. Madde yanlılığı, testteki maddenin karakteristik özelliklerinden ya da testin amacına uygun olmayan test koşullarından dolayı bir grubun bir maddeye doğru yanıt verme olasılığının diğer gruptan daha fazla olması olarak tanımlanmaktadır (Zumbo, 1999). Testte yer alan herhangi bir maddenin bir gruba avantaj sağlaması ise geçerliği olumsuz etkilemektedir.

Ölçülen yetenek sayısı ve gruplar arası karşılaştırmaların ne derece uygun olduğu gibi konuların yapı geçerliğiyle alakalı konular olması sebebiyle madde yanlılığı ve yapı

geçerliği birbiriyle ilişkilidir. Bir testin yapı geçerliği yoksa bu durum testin, o testle ölçülmesi amaçlanan yetenek dışında başka yetenekleri ölçen maddeler içerdiği anlamına gelmektedir. Bu nedenle testteki maddelerde madde yanlılığının bulunması olasıdır (Ackerman, 1992). Bir testte yer alan yanlı maddelerin tespit edilmesi test puanlarının geçerliğine olumlu etki eder.

Madde yanlılığının belirlenmesi maddede değişen madde fonksiyonu (DMF) bulunup bulunmadığının tespit edilmesiyle başlar. Bir maddeyle ölçülmek istenilen yetenek açısından eşleştirildikten sonra sınava giren farklı gruptaki bireylerin o maddedeki başarı olasılıklarının birbirinden farklı olması durumunda DMF ortaya çıkar (Clauser ve Mazor, 1998). Bir maddenin yanlı olması için maddenin DMF içermesi gereklidir. Ancak DMF'nin varlığı maddenin yanlı olduğunu söylemek için yeterli değildir. Bir maddede DMF çıkması durumunda madde yanlılığının bulunup bulunmadığını tespit etmek amacıyla madde yanlılığı analizleri (kapsam analizi vb.) gerçekleştirilmelidir (Zumbo, 1999). Başka bir ifadeyle DMF yanlı olma ihtimali bulunan maddelerin tespit edilmesine yardım eden istatistiksel bir tekniktir.

Test geliştirenler ölçme aracının yapı geçerliğini belirlerken, o test ile neyin ölçülmek istendiğini ve elde edilen test puanlarının ne anlama geldiğini belirtir. Örneğin; bir test cebirsel sembol manipölasyonunu ölçmek amacıyla geliştirilmişse bu beceriyle ilgili maddelerden oluşması gerekir. Maddelerin başka yetenekleri (okuma becerisi vb.) ölçtüğü ölçüde yapı geçerliği azalır (Ackerman, 1992). Psikolojik ölçmelerden ve eğitsel testlerden elde edilen puanların yansız olması ve bunların her birey için aynı yapıyı ölçmesi önemlidir. Bu nedenle test geliştirme sürecinde ve geçerliğin sağlanmasında DMF analizlerinin gerçekleştirilmesi önem taşır (Walker, 2011).

Madde düzeyinde DMF analizleri yoğun ilgi görmüş olsa da birçok sınavın temel yapı taşları küçük madde gruplarıdır. Belirli bir düzene göre seçilmiş bir takım madde, madde grubu (item bundle) olarak tanımlanmaktadır ve madde grubundaki maddelerin birbirine yakın olması veya ortak bir metne bağlı olması zorunlu değildir (Douglas vd.,

1996). Örneğin; bir matematik testinde analitik akıl yürütmeye dayalı, bağımsız üç madde bir madde grubunu oluşturabilir. Yabancı dil testlerinde arka arkaya gelen ancak birbirinden bağımsız çeviri maddeleri de bir madde grubu olarak ele alınabilir.

Testlerdeki maddelerin DMF analizi madde düzeyinde yapılabileceği gibi grup olarak da yapılabilmektedir. Madde grubunda DMF analizleri, madde düzeyindeki DMF analizlerinin genişletilmiş halidir ve değişen madde grubu fonksiyonu (DMGF-differential bundle functioning) olarak adlandırılır (Douglas vd., 1996). DMGF, aynı yetenek düzeyinde madde grubundaki maddeleri doğru cevaplama olasılığının gruplara (cinsiyet, etnik köken vb.) göre farklılaştığını gösterir (Beretvas ve Walker, 2012).

Madde gruplarının oluşmasında farklı sebepler bulunmaktadır. Bunlardan biri maddelerin bir madde takımının (testlet) içinde gruplandırılabilmesidir (Beretvas ve Walker, 2012). Madde takımı, bireyin takip edebileceği önceden belirlenmiş belli sayıda yolu içeren ve bir konuyla ilişkili bir birim olarak geliştirilen bir grup madde olarak tanımlanmıştır (Wainer ve Kiely, 1987). Test maddeleri sıklıkla ortak bir uyarıcı merkeze alan kümeler veya madde takımları biçiminde gruplandırılır. Madde takımları içindeki maddeler bir okuma parçasına, laboratuvar senaryosuna, grafiğe veya karmaşık bir probleme odaklanabilir (DeMars, 2006). Özellikle yabancı dil testlerinde tek paragrafa bağlı birden fazla maddenin olduğu okuduğunu anlama maddeleri, genel yetenek testlerindeki bir senaryo üzerinden sorulan sözel ve sayısal yetenek maddeleri madde takımlarının sıklıkla kullanıldığı madde tipleridir. Madde takımlarının ortak bir uyarıcıya dayalı maddelerden oluşmasının onları madde gruplarından ayırdığı söylenebilir. Bu nedenle de madde takımlarındaki madde yanlılığının diğer maddelere uygulanan yöntemlerden farklı bir şekilde incelenmesi daha geçerli ve güvenilir sonuçlar verir.

Shealy ve Stout (1993) tarafından önerilen SIBTEST ve bu yöntemin çok kategorili maddeler için uzantısı olan Poly-SIBTEST (Chang vd., 1996) yöntemleri madde düzeyinde DMF'nin ve madde takımı düzeyinde DMGF'nin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Beretvas ve Walker, 2012; Lee, Cohen ve Toro, 2009; Min ve He, 2020).

SIBTEST yöntemiyle Douglas vd.'nin (1996) önerdiği DMGF analizleri yapıldığında DMF yalnızca madde takımı düzeyinde tespit edilebilir ve bu nedenle değişen madde takımı fonksiyonu (DMTF-differential testlet functioning) olarak ele alınabilir. Bu durumda madde takımındaki hangi maddelerin DMF'nin kaynağı olduğu bilinmemektedir. Bir madde takımının oluşturulması maliyetli ve zaman alıcıdır. DMTF sebebiyle madde takımının tamamının madde havuzundan çıkarılması yerine hangi maddelerin problemli olduğu tespit edilerek sorunun madde düzeyinde çözülmesi daha uygundur. Bu nedenle madde takımlarından oluşan testlerde DMTF yerine DMF'yi madde düzeyinde ele alan bir yöntemin uygulanması daha pratik ve uygundur (Fukuhara ve Kamata, 2011).

Bireylerin yeteneklerine ilişkin yanlış yorumların yapılmasına ve testin geçerliğinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olabilecek bir diğer konu ise kayıp verilerdir (Garrett, 2009). Teste giren bireylerin testteki maddelere verdikleri boş cevaplar kayıp veri olarak adlandırılır (Ludlow ve O'leary, 1999). Gözleme dayalı verilerde ve deneysel verilerde bile kayıp verilerin olması sıklıkla yaşanan bir durumdur. Geniş ölçekli sınavlarda, farklı öğrencilere farklı kitapçıklarda farklı maddelerin gelmesini sağlamak amacıyla yapılan karmaşık tasarımlar kayıp verilere neden olabilmektedir. Bununla birlikte yorgunluk, zamanın yetmemesi ve isteksizlik gibi test tasarımından ziyade bireylerin özelliklerinden kaynaklanan durumlar da kayıp verinin nedeni olabilir (Robitzsch ve Rupp, 2009).

Psikolojik ölçmelerde ve başarı testlerinde kayıp verilere sıklıkla rastlanmaktadır. Gerçek yaşamda yapılan ölçmelerde sıklıkla görülen kayıp verilerle başa çıkmak için birkaç kayıp veri yöntemi bulunmaktadır. Kayıp verinin türü ve kayıp veriyle baş etmek için seçilen yöntem istatistiksel sonuçlar üzerinde kendine özgü bir etkiye sahip olabilir (Garrett, 2009). Bu durum kayıp verilerin varlığının DMF analizleri üzerindeki etkisinin incelenmesini gerektirmektedir. Yaygın olarak kullanılan Mantel Haenzsel, SIBTEST ve lojistik regresyon gibi DMF belirleme yöntemleri kayıp veriyle baş edecek şekilde tasarlanmamıştır (Banks, 2015). Dolayısıyla DMF analizlerinin öncesinde kayıp veri probleminin çözülmesi gerekmektedir.



DMF analizlerinde tercih edilen kayıp veriyle baş etme yöntemleri yanlılık sebebi olabilmektedir. Tercih edilen yöntem, maddede gerçekte var olan DMF'nin yok gibi gözükmesine veya maddede DMF olmadığı halde maddenin DMF göstermesine neden olabilir (Banks, 2015). Araştırmacılar kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin DMF belirlemedeki etkisini simülasyon çalışmaları (Banks ve Walker, 2006; Finch, 2011a; Finch, 2011b; Garrett, 2009; Robitzsch ve Rupp, 2009) ve gerçek verinin kullanıldığı çalışmalar (Rousseau vd., 2004; Selvi ve Özdemir Alıcı, 2018; Tamcı, 2018) aracılığıyla belirlemeye çalışmışlardır. Yapılan birçok araştırmada kayıp veri ve DMF farklı yönlerden ele alınmış; ikili ve çok kategorili puanlanan maddelerle çalışılmıştır. Ancak bu alanda madde takımları halindeki maddelerde kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin DMF belirleme üzerindeki etkisi üzerinde henüz yeterince durulmamıştır.

Madde takımlarında yer alan maddeler birbirine bağımlı olduğundan, birey madde takımındaki bir maddeyi boş bıraktığında madde takımındaki diğer maddelere verilen yanıtlar da muhtemelen etkilenecek ve bu da rastgele olmayan kayıp veriye sebep olacaktır. Bir gruptaki bireylerin maddeyi boş bırakma oranı diğer gruptakilerden daha yüksek olduğunda ise dengesiz bir veri seti ortaya çıkacaktır (Sedivy, 2009). Bu nedenle kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin madde takımlarında DMF analizlerini ne yönde etkileyeceğinin araştırılması önem arz etmektedir.

### **Araştırmanın Amacı ve Önemi**

Bu araştırmanın amacı, madde takımları halindeki verilerde kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin DMF belirleme üzerindeki etkisini incelemektir. Araştırma kapsamında madde takımları halinde bulunan gerçek veri seti üzerinde çalışılmıştır.

Geçmişten günümüze hem ulusal düzeyde (Temel Yeterlik Testi, Yabancı Dil Bilgisi Seviye Tespit Sınavı vb.) hem de uluslararası düzeyde (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı vb.) birçok geniş ölçekli sınav uygulanmaktadır. Bu sınavların sonuçlarına dayanarak testi alan bireylerle ilgili önemli kararlar verilmektedir.

Dolayısıyla geniş ölçekli sınavların geçerlik ve güvenilirliğine ilişkin yapılacak çalışmalar geçerliği yüksek sınavların hazırlanmasına zemin hazırlarken, bireyler ile ilgili hatalı kararlar verilmesinin de önüne geçmektedir.

Test geçerliğinde önemli yeri olan yanlılık çalışmalarının ilk aşaması DMF analizleridir. Daha önce de belirtildiği gibi sıklıkla kullanılan DMF belirleme yöntemleri kayıp veriyle çalışacak şekilde tasarlanmamıştır. Ancak doğası gereği veri setlerinde kayıp verilerin olması kaçınılmazdır. Kayıp veri ve DMF üzerine yapılan araştırmalar kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin veya kayıp veri türünün DMF belirleme yöntemlerinin performanslarını etkileyebileceğini göstermiştir (Banks ve Walker, 2006; Finch, 2011a; Finch, 2011b; Robitzsch ve Rupp, 2009). Kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin hangisinin hangi koşulda daha iyi çalıştığının tespit edilmesi DMF analizlerinden elde edilen sonuçların doğruluğunu da artıracaktır. Bu nedenle DMF analizlerinden önce kayıp veri sorununun çözülmesi gerekmektedir.

Bağımsız maddelerde olduğu gibi madde takımları içerisinde yer alan maddelerde DMF'nin incelendiği ve bu maddelerin madde takımları içerisinde yer almasının DMF sonuçlarına etkisini belirlemeye yönelik araştırmalar bulunmaktadır (Fukuhara ve Kamata, 2011; Min ve He, 2020; Ravand, 2015; Sedivy, 2009; Taşdelen Teker, 2014; Wang ve Wilson, 2005). Ülkemizde özellikle Akademik Personel ve Lisansüstü Eğitimi Giriş Sınavı (ALES) ve Yabancı Dil Bilgisi Seviye Tespit Sınavı (YDS) gibi geniş ölçekli sınavlarda madde takımlarının yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Yurtdışında üniversitelerin lisans bölümlerine giriş için yapılan ACT (American College Testing) ve SAT (Scholastic Aptitude Test); lisansüstü bölümlerde giriş için kullanılan GRE (Graduate Record Examination) ve GMAT (Graduate Management Admission) sınavlarında olduğu gibi ikinci dil öğrenen bireylerin yabancı dil seviyesinin ölçüldüğü TOEFL (Test of English as a Foreign Language) ve IELTS (International English Language Testing System) sınavlarında da madde takımları yer almaktadır. Madde takımlarının kullanıldığı geniş ölçekli sınav sayısının fazlalığına rağmen literatürde madde takımları şeklindeki veri

setlerinde kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin DMF belirlemeye etkisini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın bu ihtiyaca cevap vermesi beklenmektedir.

### **Araştırma Problemi**

Kayıp veriyle başa çıkma yöntemlerinin farklı örneklem büyüklükleri ve kayıp veri oranları altında madde takımlarındaki DMF'nin belirlenmesi üzerinde etkisi var mıdır?

### **Alt Problemler**

Araştırmada 4 alt problem yer almaktadır. Madde takımı halindeki tam veri setlerinden farklı kayıp veri mekanizmaları altında (TRK, RK ve ROK) veri silinerek oluşturulan veri setlerine,

1) Liste bazında silme yönteminin uygulanmasıyla belirlenen DMF sonuçları örneklem büyüklüğüne (1000 ve 2000) ve kayıp veri oranlarına (%5 ve %15) göre nasıl değişmektedir?

2) Sıfır atama yönteminin uygulanmasıyla belirlenen DMF sonuçları örneklem büyüklüğüne (1000 ve 2000) ve kayıp veri oranlarına (%5 ve %15) göre nasıl değişmektedir?

3) Kesirli hot-deck veri atama yönteminin uygulanmasıyla belirlenen DMF sonuçları örneklem büyüklüğüne (1000 ve 2000) ve kayıp veri oranlarına (%5 ve %15) göre nasıl değişmektedir?

4) Liste bazında silme, sıfır atama ve kesirli hot-deck veri atama yöntemlerinin uygulanması sonucunda DMF gösteren/göstermeyen maddeler ve DMF sonuçlarının tam veri setlerinden elde edilen sonuçlarla arasındaki korelasyon nasıl değişmektedir?

### **Sayıtlar**

Çalışmada kullanılan gerçek veri setinde teste giren bireylerin teste verdikleri cevapların gerçek durumlarını yansıttığı varsayılmaktadır.

## Sınırlılıklar

- Bu çalışma iki farklı gerçek veri setinden elde edilen 1000 ve 2000 kişilik örneklerle sınırlıdır.

- DMF belirleme yöntemi olarak madde takımı etkisini ele alan tek yöntemle sınırlandırılmıştır.

- Kayıp veri oranı %5 ve %15 olarak sınırlandırılmıştır.

- Liste bazında silme yöntemiyle yapılan analizlerde örneklem büyüklüğünün azalması sebebiyle DMF parametrelerinin hesaplanamadığı koşullar bulunmaktadır.

- Kesirli hot-deck yöntemiyle RK mekanizması altında odak gruptaki tüm bireylerde eksik verinin bulunması sebebiyle atama yapılamadığı için DMF parametrelerinin hesaplanamadığı koşullar bulunmaktadır.

## Tanımlar

Madde takımı (Testlet): Madde takımı ortak bir paragrafa, senaryoya veya bağlama bağlı maddeler kümesidir (DeMars, 2012).

Madde grubu (Item bundle): Belirli bir düzene göre seçilmiş, birbirine yakın veya ortak bir metne bağlı olması zorunlu olmayan bir takım madde, madde grubu olarak tanımlanmaktadır (Douglas vd., 1996).

Kayıp veri: Teste giren bireylerin testteki maddelere verdikleri boş cevaplar kayıp veri olarak adlandırılır (Ludlow ve O'leary, 1999).

## Bölüm 2

### Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

#### Araştırmanın Kuramsal Temeli

Araştırmanın kuramsal temeli madde takımı kavramı, DMF ve kayıp veri olmak üzere üç başlık altında verilmiştir.

#### ***Madde Takımı Kavramı***

Madde takımı ortak bir paragrafa, senaryoya veya bağlama bağlı maddeler kümesidir. Madde takımlarında, bireyler senaryoyu bir kez düşündükleri ve senaryodaki bilgiyi birkaç kez kullanabildikleri için test zamanından tasarruf sağlar. Ayrıca daha çok bağlam eklendiğinden madde takımları testin özgünlüğünü de artırabilir (DeMars, 2012). Madde takımlarının testlerde kullanılmasının olumlu etkileri olabileceği gibi bazı olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Yerel bağımsızlığın ihlali bunlardan biridir.

Yerel bağımsızlık, bireyin testteki farklı maddelere verdiği cevapların istatistiksel olarak birbirinden bağımsız olmasıdır. Yerel bağımsızlık varsayımının karşılanması bireyin bir maddedeki performansının testteki diğer maddeleri iyi veya kötü yönde etkilememesi anlamına gelmektedir. Örneğin, bir madde diğer maddelerin cevaplandırılmasını etkileyebilecek ipucu içermemelidir (Hambleton ve Swaminathan, 1985). Yerel bağımsızlık ihlali maddelerin fiziksel bağlılığı, içerikle ilgili ipuçları, ölçme aracının uzunluğu ve yetersiz zaman gibi çeşitli nedenlerle meydana gelebilmektedir. Ortak bir şekle dayalı trigonometri soruları ya da aynı paragrafın kullanıldığı okuma parçaları maddelerin fiziksel bağlılığına örnek olarak verilebilir (De Ayala, 2009).

Bir testteki maddeler yerel bağımsız ise bireylerin cevapları istatistiksel olarak birbirinden bağımsızdır. Ancak örtük özellik kontrol edildiğinde bile madde takımında yer alan madde cevaplarının birbirine bağlantılı olma ihtimalleri vardır. Bu durum yerel bağımsızlığın ihlaline neden olur (Ha, 2017). Yerel bağımlılık madde takımı içindeki maddelerin ikinci bir özellik ile ilişkili olduğunu göstermektedir. İkinci özellik madde takımına

özgü yetenek, ilgi düzeyi, geçmişten getirilen bilgiler veya o madde takımına özgü diğer motive edici faktörler olabilir (DeMars, 2006). Örneğin; bazı öğrencilerin bir paragrafa yönelik özel bir ilgileri veya geçmişten gelen daha iyi bilgisi olduğunda, bu öğrencilerin ilgili paragraftaki maddelerde aynı zorluk düzeyindeki diğer maddelere göre daha iyi performans göstermeleri ya da bu paragraftaki maddelerde aynı yetenek düzeyindeki öğrencilere göre performanslarının daha iyi olması olasıdır (Li, 2017). DMF analizleri gerçekleştirilirken madde takımından kaynaklı bu etkiler dikkate alınmalıdır.

### ***Değişen Madde Fonksiyonu***

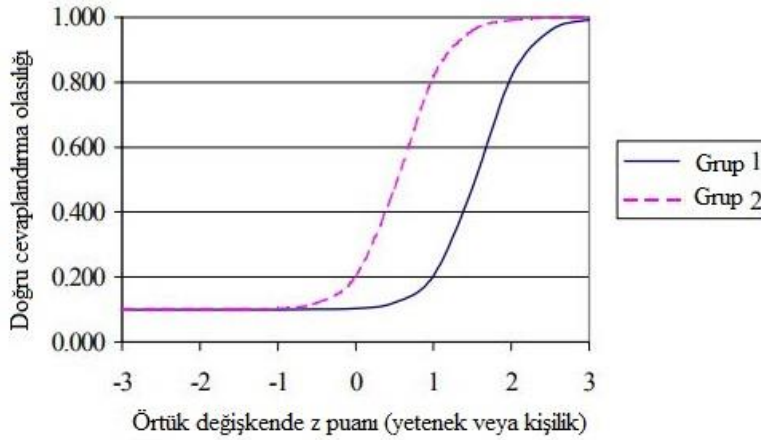
Başarı testlerinde geçerli sonuçlar elde etmek için testle ölçülmek istenen özelliğin geçerli bir ölçümünün yapılması gereklidir. Bir ölçme aracının geçerliği aracı oluşturan maddelerin kalitesine bağlıdır. Testlerin kalitesi testte yer alan maddelerden bağımsız değildir. Bu nedenle problemlili maddelerin belirlenmesinde madde analizlerinin yapılması gerekmektedir. Madde analizlerinin önemli bir kısmı da maddelerde DMF bulunup bulunmadığının belirlenmesidir (Wiberg, 2007). Daha önce de belirtildiği gibi DMF yetenek düzeyi eşit olan iki grubun bir maddeyi doğru cevaplama olasılıkları arasında fark olduğunda meydana gelir (Clauser ve Mazor, 1998). Başka bir ifadeyle DMF bir testteki maddeyle ölçülmek istenen özellik bakımından benzer olduğu varsayılan gruplar arasında ortaya çıkan beklenmedik farklılıktır (Dorans ve Holland, 1992).

DMF analizinde her bir maddenin bir grubun lehine çalışıp çalışmadığı test edilir (Douglas vd., 1996). Analizler referans ve odak grup olmak üzere iki grup üzerinde yapılır. Referans grup, bir maddenin doğru cevaplanmasında haksız avantaja sahip olduğu varsayılan gruptur. Analiz edilen maddenin referans grup lehine çalıştığı varsayımı test edilir ve ispatlanırsa maddenin odak grup aleyhine DMF gösterdiği sonucuna ulaşılır (Walker, 2011).

DMF, tek biçimli DMF (TBDMF) ve tek biçimli olmayan DMF (TBODMF) olmak üzere iki türde bulunabilir. Şekil 1'de TBDMF gösteren bir maddenin grafiksel gösterimi verilmiştir.

### Şekil 1

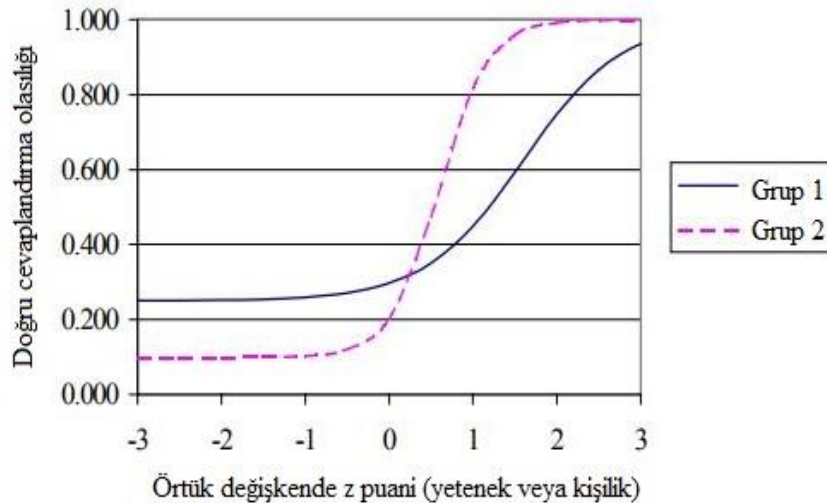
Zumbo (1999), Tek Biçimli Değişen Madde Fonksiyonu (TB DMF)



Şekil 1'de iki madde karakteristik eğrisi arasında geniş bir alan bulunmaktadır. Eğriler kesişmediğinden bu maddede TBDMF olduğu söylenir. Bu maddenin örtük özelliği iki grup için eşit olarak ölçmediği söylenebilir (Zumbo, 1999). Grafik incelendiğinde tüm yetenek düzeylerinde 2. grubun daha avantajlı olduğu görülmektedir.

### Şekil 2

Zumbo (1999), Tek Biçimli Olmayan Değişen Madde Fonksiyonu (TBO DMF)



Şekil 2'de eğriler kesişmektedir. Bu maddede TBODMF olduğunun göstergesidir. Grafik incelendiğinde madde ortalamada veya ortalamasının altında puan alan bireylerde 1.

grubun lehine işlerken, ortalamanın üstünde alan bireylerde 2. grubun lehine işlemektedir (Zumbo, 1999).

### ***Değişen Madde Fonksiyonu Belirleme Yöntemleri***

Literatürde birçok DMF belirleme yöntemi yer almaktadır; ancak bu yöntemlerin güçlü yönleri ve deneysel karşılaştırmaların sonuçları dikkate alınarak çok azı pratikte tercih edilmektedir (Clauser ve Mazor, 1998). DMF belirleme yöntemlerini sınıflamada farklı sınıflamalar kullanılsa da genel olarak Klasik Test Kuramı'na (KTK) ve Madde Tepki Kuramı'na (MTK) dayalı yöntemler olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Lojistik regresyon, varyans analizi, Mantel Haenszel KTK'ya dayalı, madde karakteristik eğrisi, Lord'un ki-kare testi, MTK olabilirlik oranı MTK'ya dayalı yöntemlere örnek verilebilir.

Daha önce de belirtildiği gibi yurt içinde ve yurt dışında yapılan birçok geniş ölçekli sınavda tek bir uyarıcıya, senaryoya veya paragrafa bağlı olarak sorulan madde takımları halindeki maddelere rastlanmaktadır. Madde takımları içindeki maddeler tek boyutlu MTK modelleri altında yerel bağımsızlığı sağlamayabilirler (Fukuhara ve Kamata, 2011). Bu durumda yerel bağımsızlık varsayımına dayanan geleneksel MTK modellerinin kullanımı madde takımları halindeki testlere uygun olmayabilir (Li vd., 2006). Bradlow vd. (1999), Wainer vd. (2000) ve Wang vd. (2002) aynı madde takımında yer alan maddeler arasındaki yerel bağımlılığı modellemek amacıyla madde takımı tesadüf etkisinin parametre olarak eklendiği MTK modelleri önermişlerdir. Bu genel yaklaşıma göre iki parametrelili normal ogive madde takımı modeli aşağıdaki gibidir.

$$P(y_{ij} = 1) = \Phi[\alpha_i(\theta_j - b_i + \gamma_{d(i)j})] \quad (1)$$

Eşitlik 1'de yer alan  $P(y_{ij} = 1)$ , j bireyinin i maddesini doğru cevaplama olasılığını;  $\Phi$  standart normal bir dağılımın birikimli dağılım fonksiyonunu;  $\theta_j$ , j bireyine ait yeteneği;  $b_i$  i maddesinin güçlüğü;  $\alpha_i$ , i maddesinin ayırt ediciliğini;  $\gamma_{d(i)j}$ , j bireyinin d(i) madde



takımı ile etkileşimini temsil eden tesadüfî etkiyi (madde takımı etkisi) göstermektedir. Bu modelde bireylerin yeteneğinin standart normal dağılıma ve madde takımlarının etkilerinin normal dağılıma sahip olduğu varsayılır. Madde takımı etkisinin varyansı her bir madde takımındaki yerel bağımlılığı göstermektedir. Madde takımı etkisinin varyansı sıfır ise bu madde takımındaki maddelerin birbirinden bağımsız olduğu söylenebilir. Varyans arttıkça yerel bağımlılık artar (Li vd., 2006).

Fukuhara ve Kamata (2007) gerçekleştirdikleri çalışmada madde takımı etkisi olduğu durumda, doğrulayıcı faktör analizi yaklaşımı aracılığıyla bir DMF belirleme modelinin gücünü değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda DMF parametrelerinin ve madde ayırt edicilik parametrelerinin madde takımı etkisi ihmal edildiğinde sistematik olarak olduğundan daha az bulunduğunu rapor etmişlerdir (akt. Fukuhara ve Kamata, 2011). Bu nedenle yerel bağımsızlığın ihlal edilmesi durumunda geleneksel DMF belirleme yöntemleri kullanılmamalıdır (Fukuhara ve Kamata, 2011).

Bu çalışmada madde takımı etkisini ele alan, Fukuhara ve Kamata (2011) tarafından geliştirilen madde takımları için iki faktörlü çok boyutlu MTK modeline dayanan DMF belirleme modeli kullanılmıştır. Bu yöntemden aşağıda kısaca bahsedilmiştir.

**Madde Takımları İçin Ko-Değişkenli İki Faktörlü Çok Boyutlu MTK Modeli.**Fukuhara ve Kamata (2011) MTK'ya dayalı geleneksel DMF belirleme yöntemlerinden farklı olarak madde takımları şeklindeki testlerde madde takımı etkisini ele alan ve böylece DMF düzeyini uygun şekilde belirleyen bir DMF belirleme modeli önermişlerdir. Model madde takımları için iki faktörlü çok boyutlu MTK (ÇBMTK) modelinin genişletilmiş halidir. Önerilen bu modelde tüm maddelerin DMF analizi aynı anda gerçekleştirilebilmektedir. Araştırmacılar bir maddenin DMF düzeyi belirlenirken testteki diğer maddeleri ankor (ortak) madde olarak kullanıp hepsinin DMF düzeylerinin sıfır olduğu varsayımıyla hareket etmek yerine ortalama DMF düzeyinin sıfır olduğu varsayımıyla DMF düzeylerini belirlemişlerdir. Ayrıca modelde DMF ve madde etkisini (impact) ayırt edebilmek amacıyla odak ve referans gruplar arasındaki ortalama yetenek

farkını gösteren bir parametre yer almaktadır. Bu parametrenin ele alınmaması odak ve referans gruplar arasında hiç yetenek farkı yoktur şeklinde güçlü bir varsayımda bulunmayı gerektirmektedir. Fukuhara ve Kamata (2011) önerdikleri iki faktörlü ÇBMTK modeline dayalı yeni modelin madde takımı etkisi bulunmadığında MTK'ya dayalı geleneksel DMF belirleme yöntemlerine indirgendğini ve böylece madde takımı etkisi olmasa bile modelin kullanılmasının dezavantaj oluşturmayacağını ifade etmişlerdir.

Fukuhara ve Kamata'nın (2011) önerdikleri model iki faktörlü çok boyutlu MTK (ÇBMTK) modelinin (DeMars, 2006; Li vd., 2006) genişletilmiş halidir ve bu model Eşitlik 2'deki gibi ifade edilir:

$$\ln\left(\frac{P(y_{jt}=1)}{P(y_{jt}=0)}\right) = \alpha_i\theta_j - \delta_i + \lambda_i\gamma_{d(i)j} - \beta'_i G_j \quad (2)$$

Eşitlik 2'de yer alan  $\theta_j$ , j bireyine ait yeteneği (birinci boyutu) gösterir.  $\gamma_{d(i)j}$ , j bireyi için d madde takımında yer alan maddelerdeki madde takımı etkisini ifade eder.  $\delta_i$ , madde güçlük parametresi;  $\alpha_i$  ve  $\lambda_i$  sırasıyla yetenek ve madde takımı etkisi için ayırt edicilik parametreleridir.  $\beta'_i$ , i maddesi için madde güçlük parametrelerinin gruplar arasındaki farkını;  $G_j$  ise  $G_j = 1$  odak grup,  $G_j = 0$  referans grup olmak üzere j bireyi için grup üyeliğini gösterir. Madde takımları için iki faktörlü ÇBMTK modelinde yetenek ve madde takımı etkisinin bağımsız olduğu ve standart normal dağılıma sahip olduğu varsayılır (DeMars, 2006; Li vd., 2006). Madde takımı etkisinin büyüklüğü madde takımı etkisinin ayırt edicilik parametresinin ( $\lambda_i$ ), yeteneğin ayırt edicilik parametresine ( $\alpha_i$ ) oranıyla bulunur. Çalışılan i maddesi için hesaplanan TBDMF'nin büyüklüğü ise Eşitlik 2'deki  $\beta'_i$  ile belirlenir. Sonuç olarak  $\delta_i - \beta'_i$  ve  $\delta_i$ , i maddesinin sırasıyla odak ve referans grup için güçlük parametreleridir. Buna göre Eşitlik 2, Eşitlik 3'teki gibi yeniden yazılabilir:

$$\ln\left(\frac{P(y_{jt}=1)}{P(y_{jt}=0)}\right) = \alpha_i(\theta_j - b_i + C_i\gamma_{d(i)j} - \beta_i G_j) \quad (3)$$

Eşitlik 3'te  $b_i = \frac{\delta_i}{\alpha_i}$ ,  $C_i = \frac{\lambda_i}{\alpha_i}$  ve  $\beta_i = \frac{\beta'_i}{\alpha_i}$  şeklinde ifade edilir. Eşitlik 3'teki madde takımı etkisinin ( $\gamma_{d(i)j}$ ), d madde takımı için standart normal dağılım yerine 0 ortalama ve  $\sigma_{\gamma_d}^2$  varyansla normal dağılıma sahip olduğu varsayıldığında Eşitlik 4 elde edilir:

$$\ln\left(\frac{P(y_{ji}=1)}{P(y_{ji}=0)}\right) = \alpha_i(\theta_j - b_i + \frac{C_i}{\sigma_{\gamma_d}}\gamma_{d(i)j} - \beta_i G_j) \quad (4)$$

Li vd. (2006) her bir madde takımındaki tüm maddeler için  $C_i = \sigma_{\gamma_{dj}}$  eşitliğinin sağlandığını belirtmişlerdir. Bu durumda Eşitlik 4 Eşitlik 5'teki gibi sadeleştirilebilir:

$$\ln\left(\frac{P(y_{ji}=1)}{P(y_{ji}=0)}\right) = \alpha_i(\theta_j - b_i + \gamma_{d(i)j} - \beta_i G_j) \quad (5)$$

Eşitlik 5, iki parametrelili lojistik madde takımı tepki modeline paraleldir. Bir başka ifadeyle Eşitlik 5, Eşitlik 2'nin özel bir halidir. Bu eşitlikte yeteneğin ve madde takımı etkisinin aynı madde ayırt edicilik düzeyine sahip olduğu varsayılmaktadır. Fukuhara ve Kamata (2011) önerdikleri DMF modelinde ölçme kısmı olarak Eşitlik 5'i kullanmışlardır. Bu nedenle bu model her bir madde takımındaki tüm maddeler için  $C_i = \sigma_{\gamma_{dj}}$  olarak varsayıldığı madde takımları için iki faktörlü ÇBMTK modelinin uzantısıdır.

Eşitlik 5 odak ve referans gruplar arasındaki ortalama yetenek farkını gösteren bir parametre içermemektedir. Bu parametrenin ekleneceği yapısal model Eşitlik 6'daki gibi ifade edilir:

$$\theta_j = \beta_\theta G_j + \zeta_j \quad (6)$$

Eşitlik 6'da  $\beta_\theta$  grup üyeliğinin yetenek üzerindeki etkisidir. Bu nedenle odak grup ile referans grup arasındaki ortalama yetenek farkını gösterir.  $\zeta_j$  ise, j bireyi için artık

olarak ifade edilmektedir. Eşitlik 5 ve Eşitlik 6 birleştirildiğinde Eşitlik 7, yani Fukuhara ve Kamata (2011) tarafından önerilen madde takımları için ko-değişkenli iki faktörlü ÇBMTK modeline dayalı DMF belirleme yönteminin tam hali elde edilmektedir:

$$\ln\left(\frac{P(y_{ji}=1)}{P(y_{ji}=0)}\right) = \alpha_i(\beta_\theta G_j + \zeta_j - b_i + \gamma_{d(i)j} - \beta_1 G_j) \quad (7)$$

Araştırmacılar bu yöntemle elde edilen  $\beta$  değerlerinde 0.426 ölçütünü yüksek düzeyde anlamlı DMF büyüklüğü olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada DMF analizleri Fukuhara ve Kamata (2011) tarafından önerilen madde takımları için ko-değişkenli iki faktörlü ÇBMTK modeline dayalı DMF belirleme yöntemiyle gerçekleştirilmiş ve DMF belirleme kriteri olarak 0.426 ölçütü kullanılmıştır.

**Kayıp Veri Problemi.** Testlerden ve anketlerden elde edilen verilerde yaygın olarak meydana gelen bir problem kayıp verilerin olmasıdır. Kayıp verilerin bireyin bir maddeyi veya sayfayı atlaması, maddeyi sonraya bırakıp yanıtlamayı unutması, cevabı bilmemesi, sıkıldığı için bazı maddeleri atlaması, yanıtlamaya isteksiz olması vb. birçok sebebi olabilir (Sijtsma ve van der Ark, 2003).

Kayıp veri nicel araştırmalarda sıklıkla karşılaşılan bir problemdir. Standart istatistiksel yöntemler tam veri setleri için geliştirildiğinden kayıp veriler araştırmacı için önemli bir sorun haline gelmektedir. Araştırmacılar genellikle analizden önce veriyi düzeltmek amacıyla geliştirilen, eksik veri içeren bireylerin veri setinden çıkartıldığı veya kayıp verilere atamaların yapıldığı yöntemler kullanarak kayıp verilerle baş etmeye çalışmaktadır. Ancak bu geleneksel yöntemlerin çoğu kayıp verinin nedenine ilişkin katı varsayımlara sahiptir ve yanlılığa neden olabilmektedir (Peugh ve Enders, 2004).

Kayıp veriler nicel araştırmalarda, parametre kestirimlerinde yanlılık, standart hatanın şişirilmesi, bilgi kaybı, istatistiksel testlerin gücünün azalması ve bulguların genellenebilirliğinin zayıf olması gibi olumsuz sonuçlara neden olabilir (Dong ve Peng, 2013). Literatürde birçok kayıp veriyle baş etme yöntemi bulunmaktadır (Sijtsma ve van

der Ark, 2003). Araştırmacılar kayıp veriyle baş etmek için uygun yöntemi belirlemeden önce madde düzeyinde kayıp veri problemini kayıp veri oranı, kayıp veri örüntüsü ve kayıp veri mekanizmaları açısından ele almalıdırlar (Dong ve Peng, 2013).

**Kayıp Veri Mekanizmaları.**Rubin (1976) kayıp verinin olası nedenleri olabilecek üç kayıp veri mekanizması tanımlamıştır. Bunlar tamamen rastgele kayıp (missing completely at random), rastgele kayıp (missing at random) ve rastgele olmayan kayıp (missing not at random) şeklindedir.

**Tamamen Rastgele Kayıp.** Bir Y değişkeninde kayıp veri bulunma olasılığının, Y değişkeninin kendi değerleriyle ve veri setindeki diğer değişkenlerin değerleriyle ilişkisiz olması durumunda Y değişkenindeki verinin tamamen rastgele kayıp (TRK) olduğu söylenir (Allison, 2002). Örneğin; bir ilkokulda okuma başarısı üzerine yürütülen bir boylamsal araştırmada çocuklar hastalık ya da ailede ölüm gibi tesadüfi bir sebepten değerlendirmeye katılmadığında veri TRK olarak adlandırılır. Ayrıca bu faktörlerin sosyoekonomik düzey gibi ölçülen diğer değişkenle ilişkisi olmadığı varsayıldığında, araştırmacı tarafından elde edilen veriler hipotetik bir tam veri setinin rastgele bir örneklemini temsil eder (Peugh ve Enders, 2004). TRK'nın formül olarak gösterimi Eşitlik 8'de verilmiştir.

$$P(M|Y_{tam}) = P(M|Y_{göz}, Y_{kayıp})=P(M). \quad (8)$$

Eşitlik 8'de  $Y_{göz}$  gözlenen veriyi,  $Y_{kayıp}$  kayıp veriyi,  $Y_{tam}$  ise gözlenen ve kayıp veriden oluşan tam veri setini göstermektedir. M verinin kayıp olup olmadığını gösteren işaretleri içeren bir matristir (Robitzsch ve Rupp, 2009).

**Rastgele Kayıp.** Rastgele kayıp (RK), bir Y değişkenindeki kayıp veri bulunma olasılığının, analiz modelindeki diğer değişkenlerin bazılarıyla ilişkili olduğunu ancak Y değişkeninin kendi değerleriyle ilişkili olmadığını ifade eder. Örneğin, kanser hastalarıyla yaşam kalitesi üzerine çalışma yapan bir psikoloğun yaşlı ve eğitim düzeyi düşük

hastaların yaşam kalitesi anketini reddetme eğiliminin daha yüksek olduğu sonucuna ulaştığını düşünelim. Bu durumda kayıp veriye eğilimin, kayıp veri bulunan değişkenle arasında artık ilişki yoksa verinin RK olduğu söylenir. Başka bir ifadeyle, RK yaş ve eğitim kontrol edildiğinde kayıp veri olasılığının yaşam kalitesiyle arasında ilişki olmaması durumudur (Enders, 2010). Kayıp veri olasılığı yalnızca diğer gözlenen değişkenlerin değerlerine bağlı olduğunda veri RK'dır (Robitzsch ve Rupp, 2009).  $Y_{göz}$ ,  $Y_{kayıp}$ ,  $Y_{tam}$  ve M Eşitlik 8'deki gibi tanımlanmak üzere RK'nın formül olarak gösterimi Eşitlik 9'da verilmiştir.

$$P(M|Y_{tam}) = P(M|Y_{göz}, Y_{kayıp}) = P(M|Y_{göz}). \quad (9)$$

Olasılık temelli kestirimler gibi tahminsel işlemler yapıldığında gözlenmeyen veri ihmal edilebilir; bu nedenle RK ihmal edilebilir kayıp olarak da adlandırılır (Robitzsch ve Rupp, 2009). RK koşulunu test etmek imkânsızdır. Kayıp verilerin değerleri bilinmediğinden veri tamken ve kayıp veriler varken karşılaştırma yapılamayacağı için verilerin söz konusu değişken üzerinde sistematik olarak değişip değişmediği kontrol edilemez (Allison, 2002).

**Rastgele Olmayan Kayıp.** Rastgele olmayan kayıp (ROK), bir Y değişkenindeki kayıp veri bulunma olasılığının diğer değişkenler kontrol edildiğinde bile Y değişkeninin değerleriyle ilişkili olması durumunda meydana gelir. Örneğin, okuma becerileri zayıf olan öğrencilerin okuma testinde anlama güçlüğü çekerek soruları atlaması kaçınılmaz olacaktır. Bu durumda okuma değerlendirmesi okuma başarısıyla doğrudan ilişkilidir (Enders, 2010; Peugh ve Enders, 2004).

ROK verilerde, kayıp olma durumu gözlenmeyen değişkenlere bağlıdır. Bu nedenle gözlenen verilerle açıklanamaz (Robitzsch ve Rupp, 2009). ROK'un formül olarak gösterimi Eşitlik 10'daki gibidir.

$$P(M|Y_{tam}) = P(M|Y_{göz}, Y_{kayıp}) \neq P(M|Y_{göz}). \quad (10)$$

ROK mekanizması ihmal edilemez kayıp olarak da adlandırılır (Robitzsch ve Rupp, 2009). RK mekanizması gibi bu mekanizmanın da test edilmesi mümkün değildir (Enders, 2010).

**Kayıp Veriyle Baş Etme Yöntemleri.**Araştırmacılar kayıp veri problemi üzerine yıllarca çalışmış ve bu problemle baş etmek için birçok yöntem önermişlerdir (Enders, 2010). Kayıp veriyle baş etme yöntemleri veri silmeye dayalı yöntemler ve atama yöntemleri olmak üzere iki geniş kategoride incelenebilir. Yaygın olarak kullanılan iki veri silme yöntemi liste bazında silme ve çiftler bazında silme yöntemleridir (Cheema, 2012). Bu yöntemlerin uygulamasının pratik olması ve istatistik yazılım paketlerinde standart olarak bulunmaları temel avantajlarından. Ancak bu yöntemler MCAR veri mekanizmasını gerektirmektedir ve bu varsayım sağlanmadığında yanlış parametre kestirimleri verebilir. MCAR varsayımı sağlandığında bile verinin silinmesi analizin gücünün düşmesine neden olabilmektedir (Enders, 2010).

Veri atama ise tekli ve çoklu veri atama şeklinde yapılabilir. Tekli atama yöntemlerinde her bir kayıp veri için tek değer atanırken, çoklu atama yönteminde veri setinin birkaç farklı kopyası oluşturularak her bir kopyaya kayıp değerlerin en makul kestirimleri atanmaktadır. Ortalama atama, regresyon atama, stokastik regresyonla atama ve hot-deck atama tekli veri atama yöntemlerine örnek olarak verilebilir (Enders, 2010). Sosyal bilimlerde ve psikometrik çalışmalarda yaygın olan bir diğer tekli veri atama yöntemi de sıfır atamadır (McKnight vd., 2007). Veri atama tam bir veri seti elde edilmesi sebebiyle kullanımı cazip bir tekniktir. Dolayısıyla kolay uygulanabilir olması tekli atama yönteminin başlıca avantajıdır. Aynı zamanda silme yöntemleriyle veri setinden çıkarılan verinin de kullanıma olanak sağlaması ilk bakışta bu yöntemleri avantajlı hale getirmektedir. Ancak tekli veri atama yöntemlerinin bu avantajlarına rağmen ciddi dezavantajları da bulunmaktadır. Tekli veri atama yöntemlerinin birçoğu TRK veri mekanizması altında bile yanlış parametre kestirimlerine sebep olmaktadır. Stokastik regresyonla atama RK mekanizması altında yansız kestirimlerin elde edilebileceği tek

yöntem olması sebebiyle istisnadır. Bununla birlikte tekli veri atama yöntemleri standart hataları olduğundan daha küçük kestirmektedir. Çoklu atamada eksik veriler için standart hatalar uygun bir şekilde düzenlendiği için bu sorunla karşılaşılmamaktadır (Enders, 2010). Bu araştırmada veri silme yöntemlerinden liste bazında silme yöntemi, tekli veri atama yöntemlerinden sıfır atama yöntemi ve hot-deck yönteminin farklı bir versiyonu olan kesirli hot-deck yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan yöntemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

**Liste Bazında Silme (Listwise Deletion).** Liste bazında silme (LBS) yönteminde modelde araştırılan değişkenlerde kayıp veriye sahip tüm gözlemler örneklemden silinir. Bu yöntemin iki avantajı vardır: (1) Tüm istatistiksel analizler için kullanılabilir ve (2) herhangi bir özel hesaplama yöntemi gerektirmez (Allison, 2002). Enders'a (2010) göre LBS'nin uygulanmasının kolay olması ve uygulamada özel yazılım gerektirmemesi bu yöntemin avantajlarından biridir. Ancak silmeye dayalı yöntemler, TRK kayıp veri mekanizmasını gerektirir ve bu varsayım sağlanmadığında doğru olmayan parametre kestirimlerine neden olabilir. Kayıp veri mekanizması TRK değil de RK ise LBS yöntemiyle kestirilen parametreler yanlı olabilir. Yanlılığın haricinde veri setinden çıkarılan veriler birçok değişkende veriye sahip olabilir ve kayıp veri bulunan gözlemleri silmek örneklem sayısını dolayısıyla analiz gücünü ciddi derecede düşürebilir (Allison, 2002; Enders, 2010). LBS ve çiftler bazında silme araştırmalarda en yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir (Peugh ve Enders, 2004). Kayıp veri ve DMF'yi birlikte ele alan araştırmalarda büyük oranda LBS yönteminin kullanıldığı görülmüştür (Banks ve Walker, 2006; Emenogu vd., 2010; Finch, 2011a; Finch, 2011b; Robitzsch ve Rupp, 2009; Sedivy vd., 2006). Bu nedenle LBS'nin madde takımlarında DMF belirleme üzerindeki etkisini incelemenin de faydalı olacağı düşünülmektedir.

**Sıfır Atama (Zero Imputation).** Madde cevaplarına tek adımda atama yapılan en basit yöntemlerden biri sıfır atama yöntemidir. Bu yöntemde tüm kayıp verilere sıfır değeri atanır. Bu yöntem herhangi bir istatistiksel modele dayanmadığından araştırmacılar



tarafından doğru bir yöntem olmadığı düşünülmektedir. Yine de kolay uygulanması ve cevabı olmayan bir sorunun bilgi eksikliğinden kaynaklandığı gibi akla yatkın bir varsayımı yansıtabileceği düşüncesiyle başarı testlerinde uygulanmaktadır (Robitzsch ve Rupp, 2009).

Başarı testlerinde ve ikili puanlanan ölçümlerde en yaygın olarak kullanılan yöntem sıfır atamadır. Hız testlerinde maddeleri tamamlayamayan veya madde atlayan bireylerin o maddede başarısız oldukları sıfır atama yapılarak gösterilir. Bu durumda sıfır atamanın kullanılması haklı görülebilir. Ancak müdahale yapılan araştırmalarda başarısızlığın göstergesi olarak sıfır atama yapılması uygun olmayabilir (McKnight vd., 2007). Başarı testlerinde yaygın olarak kullanılması nedeniyle bu araştırmada kayıp veriyle baş etme yöntemlerinden biri olarak sıfır atama yöntemi ele alınmıştır.

***Kesirli Hot-deck Atama (Fractional Hot-deck Imputation)***. Hot-deck atama kayıp verilerle başa çıkmada kullanılan popüler bir yöntemdir. Bu yöntemle atanan değerler aynı örneklemdaki yanıtlayıcılardan alınan gerçek gözlenmiş değerlerdir. Hot deck atama yapay veriler üretmediğinden ve güçlü model varsayımlarına ihtiyaç olmadığından yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak hot-deck atama sonrasında varyans kestirimi önemli bir problem yaratmaktadır çünkü atanan değerleri gerçek değerler gibi ele almak gerçek varyansın olduğundan daha az kestirilmesine neden olmaktadır (Im vd., 2015).

Kalton ve Kish (1984) tarafından önerilen ve Kim ve Fuller'in (2004) incelediği kesirli hot-deck atama yöntemi ise etkili bir şekilde hot-deck atama gerçekleştiriminin bir yoludur. Bu yöntemde çoklu atamaya benzer şekilde her bir kayıp değer için M sayıda veri atanır ancak kesirli atama sonucunda tek bir veri seti elde edilir. Kayıp veriler yerine atama yapılan değerlere fraksiyonel ağırlıklar verilir ve varyans kestirimi için tekrar (replication) yöntemleri kullanılır.

Im vd. (2015), Kim ve Fuller'in (2004) çalışmasını iki açıdan genişletmişlerdir. Birincisi atama yapılan hücrelerin önceden verilmesi yerine her bir kayıp veri için çoklu hücreler oluşturulur. Çoklu hücreler, sonlu karma bir model aracılığıyla gerçek modelin

nonparametrik kestirimi (approximation) olarak düşünülebilir. Sonlu karma modelde kesirli hot-deck atamanın uygulanması iki aşamalı bir sistematik örnekleme yöntemiyle yapılır. İkincisi ise bu yöntem rastgele örüntüye sahip çok değişkenli kayıp verilerle kullanılabilir. Kesirli hot-deck atama R yazılımında “FHDI” paketi (Im vd., 2018) ile uygulanabilmektedir. Ancak bu paketin bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle paketteki fonksiyonlar her zaman tüm türlerdeki eksik verilere uygulanabilir değildir. Bu versiyondaki algoritmalar tüm değişkenlerde tam olarak gözlenen birimler bulunmadığında eksik verilere atama yapmak için kullanılamazlar. İkinci olarak, sıralı olmayan kategorik verilerde yetersiz donör durumunda veri manuel olarak işlenmelidir.

### **İlgili Araştırmalar**

İlgili araştırmalar kayıp verinin olduğu durumda DMF çalışmaları ve madde takımlarında DMF çalışmaları olmak üzere iki başlık altında toplanmıştır. Literatürde, kayıp verinin olduğu durumda madde takımları üzerinde DMF belirlenen çalışmaya rastlanmamıştır.

### ***Kayıp Veriyle Baş Etme Yöntemlerinin DMF'ye Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar***

Banks ve Walker (2006) iki kategorili simülasyon verisi üzerinde yürüttükleri çalışmada RK ve ROK kayıp veri mekanizmalarını kullanarak kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin DMF üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kayıp veri atama yöntemi olarak LBS ve SA; DMF belirleme yöntemi olarak SIBTEST kullanılmıştır. Araştırma sonucunda odak gruptaki kayıp veri oranı %10 ve çalışılan madde kolay olduğunda RK mekanizması altında SA yönteminin I. tip hatasının arttığı; bu hata oranlarının ROK mekanizması altında oldukça düştüğü gözlenmiştir. Her iki kayıp veriyle baş etme yönteminde güç oranları odak grubun aleyhine olan TBDMF'nin büyüklüğü arttıkça artarken, çalışılan maddenin güçlüğü arttıkça azalmıştır. Araştırmacılar tam veri setine yakın değerlerde I. tip hata ve güç oranları elde edildiği için LBS yöntemini önermişlerdir (akt. Banks, 2015).

Sedivy vd. (2006) çok kategorili simülasyon verisiyle yaptıkları çalışmada TRK kayıp veri mekanizması altında, LBS ve en düşük puanı atama kayıp veriyle baş etme yöntemlerini kullanmışlardır. Üç farklı örneklem büyüklüğü ( $n_R = n_o = 500$ ,  $n_R = n_o = 1000$ ,  $n_R = n_o = 4000$ ) ve iki farklı kayıp veri oranının (%10 ve %30) ele alındığı araştırmada kullanılan DMF belirleme yöntemleri ise ordinal lojistik regresyon ve poly-SIBTEST'tir. Araştırma sonucunda DMF yöntemi fark etmeksizin her iki kayıp veriyle baş etme yönteminin I.tip hatası tam veri setine benzer bulunmuştur. Sonuçların farklılaştığı tek koşul poly-SIBTEST yönteminde, 500 ve 1000 örnekleme LBS ile verinin %30'unun silindiği koşuldur. Bu koşullarda her bir yetenek düzeyinde odak ve referans grupları eşleştirecek kadar yeterli sayıda bireyin bulunmamasından dolayı DMF etki büyüklüğü parametreleri hesaplanamamıştır. DMF analizlerinde en düşük puanı atama yönteminin güç oranı daha yüksek bulunmuştur. Bu güç oranı örneklem büyüklüğü ve odak grup aleyhine TBDMF büyüklüğünün arttığı durumda artarken, kayıp veri oranı arttıkça azalmıştır. Poly-SIBTEST ordinal lojistik regresyondan daha yüksek güç oranına sahip olmasına rağmen, 500 ve 1000 örnekleme LBS yöntemiyle verinin %30'unun silindiği koşulda Poly-SIBTEST yönteminde DMF parametrelerinin hesaplanamadığı görülmüştür. Araştırmacılar tarafından kayıp veriyle baş etme yöntemi olarak en düşük puanı atama önerilirken, DMF belirleme yöntemi olarak küçük örneklemlerde ordinal lojistik regresyon yöntemi önerilmiştir (akt. Banks, 2015).

Robitzsch ve Rupp (2009) çalışmalarında kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin DMF belirleme üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla iki kategorili simülasyon verisi üzerinde çalışmışlardır. Araştırmada TRK, RK ve ROK kayıp veri mekanizmaları üzerinde LBS, SA, çift yönlü atama ve yanıt fonksiyonu yöntemleri (response function imputation) kullanılmıştır. DMF, Mantel Haenszel (MH) ve Lojistik regresyon (LR) yöntemleriyle belirlenmiş ve odak-referans grup oranının eşit olarak alındığı üç farklı örneklem büyüklüğü ( $n_R = n_o = 250$ ,  $n_R = n_o = 1000$ ,  $n_R = n_o = 4000$ ) seçilmiştir. Araştırma sonucunda kayıp veriyle baş etmede kullanılan yöntemin yanlış olmasının DMF'nin varken

yok, yokken de var gibi gözükmesine sebep olabileceği görülmüştür. Kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin TRK mekanizmasında diğerlerine göre daha az problemlili olduğu rapor edilmiştir. Analiz sonuçlarında DMF belirlemede kullanılan yöntemler arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Falenchuck ve Herbert (2009) iki kategorili simülasyon verisiyle çalıştıkları araştırmada, ROK mekanizması altında LBS, SA ve çiftler bazında silme yöntemlerini kullanmışlardır. DMF belirleme yöntemi olarak ise MH yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda eşleme alt testi fark etmeksizin LBS ve SA yöntemlerinde hatalı DMF'ye rastlanmıştır. Çiftler bazında silme yönteminde eşleme kriteri olarak toplam puan alındığı durumda DMF sonuçlarının hatalı olduğu görülmüştür. Araştırmacılar çiftler bazında silme yöntemiyle birlikte, doğru cevaplanan madde sayısının toplamda yapılan madde sayısına oranının eşleme kriteri olarak alındığı kombinasyonun kullanılmasını önermişlerdir (akt. Banks, 2015).

Garrett (2009) çok kategorili simülasyon verisiyle çalıştığı araştırmasında TRK mekanizması altında %10, %25 ve %40 oranlarında kayıp veri oluşturmuştur. Araştırmada kayıp veriyle baş etme yöntemlerinden çoklu atama ve kişiler arası ortalama atama yöntemleri, DMF belirleme yöntemlerinden ise MH ve ordinal lojistik regresyon kullanılmıştır. Her iki DMF belirleme yönteminde kişiler arası ortalama atama yönteminin I.tip hatasının çoklu atama yöntemine göre biraz daha yüksek olduğu görülmüştür. Her iki kayıp veriyle baş etme yönteminin güç oranı odak grup aleyhine DMF büyüklüğü arttıkça artmış, örneklem büyüklüğü oranları farklılaştıkça ve kayıp veri içeren kişi sayısı arttıkça azalmıştır. I.tip hatayı kontrol etmede biraz daha iyi olması ve güç oranının yüksek düzeyde DMF'nin varlığında daha yüksek olması sebebiyle çoklu atama yöntemi önerilmiştir.

Emenogu vd. (2010) LBS, SA ve çiftler bazında silme kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin MH DMF belirleme yöntemi üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında hem simülasyon hem de gerçek veriyle çalışmışlardır. Çalışma sonuçları kayıp veri miktarı

az olduğunda uygulanan kayıp veri yönteminin etkisinin önemli olmadığını ancak kayıp veri fazla olduğu durumda odak veya referans gruptaki kayıp veri oranının DMF kaynağı olabileceğini göstermiştir. Araştırmacılar SA yönteminin bazı maddelerde hatalı DMF tespit ettiğini bu nedenle her koşulda en uygun yöntem olmayabileceğini ifade etmişlerdir. LBS yönteminde kayıp veri bulunan her öğrencinin veri setinden çıkarılması örneklem büyüklüğünün ve MH yönteminin gücünün ciddi derecede azalmasına neden olmuştur. Araştırma sonucunda en iyi sonuçların çiftler bazında silme yöntemiyle elde edildiği belirtilmiştir.

Finch (2011a) TRK, RK ve ROK mekanizmaları altında iki kategorili simülasyon verisi üzerinde çalışmıştır. Araştırmada kullanılan kayıp veriyle baş etme yöntemleri LBS, SA ve çoklu atamadır. DMF belirleme için MH, LR ve SIBTEST yöntemlerinin kullanıldığı araştırmada üç farklı örneklem büyüklüğü ( $n_R = n_o = 250$ ,  $n_R = n_o = 500$ ,  $n_R = n_o = 1000$ ) ve üç farklı kayıp veri oranı (%0, %5 ve %15) ele alınmıştır. Araştırma sonucunda SA yönteminin özellikle RK kayıp veri mekanizması altında diğer yöntemlere göre en uygun olmayan yöntem olduğu belirtilmiştir. RK mekanizması altında tüm koşullarda LBS ve çoklu atama yöntemlerinin aksine, SA yönteminin I. tip hata oranının ciddi derecede yüksek olduğu görülmüştür. LBS ve çoklu atama yöntemlerinin sonuçlarının benzer olduğu, tüm koşullarda her iki yöntemin normal değerlere yakın ve tam veri setine benzer sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır. İki yöntemin güç oranları da tam veri setine benzer bulunmuştur. DMF belirleme yöntemleri arasında I. tip hata ve güç oranları bakımından önemli bir fark bulunmamıştır.

Finch (2011b) SIBTEST, lojistik regresyon ve MTK'ya dayalı olabilirlik oranı DMF belirleme yöntemlerini kullanarak kayıp verinin TBODMF belirleme üzerindeki etkisini incelediği araştırmasında iki kategorili simülasyon veri seti üzerinde çalışmıştır. Çalışmada kayıp veriyle baş etme yöntemi olarak LBS, SA, çoklu atama ve stokastik regresyon atama yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmada incelenen koşullar örneklem büyüklüğü ( $n_R = n_o = 250$ ,  $n_R = n_o = 500$ ,  $n_R = n_o = 1000$ ), test uzunluğu (20 ve 40 madde), kayıp veri

oranı (%0, %10, %20 ve %30) , etki, DMF büyüklüğü ve üç farklı kayıp veri mekanizmasıdır. Çalışma sonucunda birçok koşulda LBS yönteminin tam veri setinden elde edilen sonuçlara çok benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. LBS yönteminin SA yöntemine üstünlük kurduğu, çoklu atama yönteminin ise stokastik regresyon atama yöntemine göre daha tercih edilebilir bir atama yöntemi olduğu sonucuna varılmıştır. Tüm kayıp veri yöntemleriyle elde edilen güç değerleri tam veri setlerinden elde edilen değerlerden hafif düşük bulunmuştur.

Rodriguez de Gil (2015) çok kategorili maddelerle gerçekleştirdiği simülasyon çalışmasında tam bilgi maksimum olabilirlik, çoklu atama, LBS, bireysel ortalama atama (person mean substitution ), bağıl ortalama atama (relative mean substitution ) ve tekli regresyon atama (single regression substitution) olmak üzere altı kayıp veriyle baş etme yönteminin MTK olabilirlik oranı DMF belirleme yönteminin I.tip hata ve güç oranları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. MTK çerçevesinde likert tipi maddeleri ve aşamalı tepki modeli kullanılarak yapılan çalışmada 500 ve 1000 kişilik örneklem kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi, bireylerin yetenek dağılımı, kayıp gözlemlerin oranı, kayıp maddelerin oranı, DMF büyüklüğü ve test uzunluğu diğer simülasyon koşullarını oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda, bireysel ortalama atama ve tam bilgi maksimum olabilirlik yöntemlerinin I.tip hataları tam veri setine benzer bulunmuştur. Çoklu atama ve tekli regresyon atama yöntemleri en az başarılı olan yöntemler arasındayken, LBS yöntemi de en başarısız yöntem olarak rapor edilmiştir. Örneklem büyük, kayıp gözlemlerin oranı, madde sayısı ve diğer değişkenlerin küçük olması gibi koşullar sağlandığında LBS yönteminin sorunsuz çalışabilme olasılığı olduğu belirtilmiştir. Tüm kayıp veriyle baş etme yöntemlerinde örneklem büyüklüğünün ve kayıp gözlem oranının MTK olabilirlik oranı yönteminin performansını etkileyen faktörler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Selvi ve Özdemir Alıcı (2018) Mersin Üniversitesi tarafından 2016 yılında gerçekleştirilen yabancı uyruklu öğrenci sınavının temel beceri alt testinde 1046 bireyin cevaplarından elde edilen iki kategorili gerçek veri üzerinde çalışmışlardır. Kayıp veriyle

baş etme yöntemi olarak beklenti maksimizasyonu ve regresyon atama yöntemleri kullanılırken, DMF belirleme yöntemi olarak KTK'ya dayalı MH ve standartlaştırma yöntemi ile MTK'ya dayalı olabilirlik oran testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda KTK'ya dayalı DMF belirleme yöntemlerinin MTK'ya dayalı yöntemle göre kendi içinde daha tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Kayıp veriyle baş etme yöntemlerinde DMF gösteren madde sayısında ve DMF gösteren maddelerde farklılık gözlenmiştir. Kayıp veriyle baş etme yöntemine göre DMF'li olarak belirlenen maddelerin en çok farklılaştığı yöntemin ise MH olduğu belirlenmiştir.

Tamcı (2018) PISA 2012 matematik testinden elde edilen gerçek verileri kullandığı çalışmada SA, BM ve çoklu değer atama yöntemlerinin farklı koşullar altında DMF üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmada TRK mekanizması altında örneklem büyüklüğü (450 ve 900 kişi), odak-referans grup oranı (150/300, 225/225, 350/550, 450/450), DMF düzeyi (A, B ve C) ve kayıp veri oranı (%10, %20 ve %30) olmak üzere dört farklı koşul ele alınmıştır. DMF analizleri SIBTEST yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda çoklu değer atama yönteminin hatasının BM ve SA yöntemlerine göre daha düşük olduğu, üç yöntem için de güç oranlarının çoğunlukla kabul edilebilir düzeyin altında olduğu ancak SA yönteminde %10 kayıp veri oranında kabul edilir sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir. BM yönteminin gücünün SA yönteminden daha yüksek olduğu görülmüştür. Kayıp veri oranının %10 ve %20 olduğu durumda elde edilen güç oranları %30 kayıp veri oranında elde edilen güç oranından daha yüksek çıkmıştır.

Dinçsoy (2022) karma testlerde kayıp veri atama yöntemlerinin DMF analizleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada TRK ve RK kayıp veri mekanizmaları altında %10 ve %20 oranında kayıp veri oluşturulan veri setlerine çoklu değer atama, beklenti maksimizasyonu ve Markov zincirleri monte carlo yöntemleri ile veri ataması yapılmış, poly-SIBTEST yöntemiyle elde edilen DMF analizi sonuçları karşılaştırılmıştır. 1160 kişilik tek örneklem üzerinde yürütülen araştırma sonucunda tüm koşullarda C düzeyinde DMF için beklenti maksimizasyonu ve Markov zincirleri monte carlo yöntemlerinin A ve B düzeyi

DMF'ye göre performansının daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. TRK mekanizmasında DMF gösteren maddeler için DMF belirleme performansı en iyi olan yöntemin çoklu değer atama olduğu belirlenmiştir. RK mekanizmasında ise tam veri setiyle yapılan karşılaştırmada %10 kayıp veri oranında üç kayıp veri atama yönteminin sonuçları benzer çıkarken, %20 oranında kayıp veri bulunduğu Markov zincirleri Monte Carlo yönteminin sonuçlarının tam veri setine daha yakın olduğu rapor edilmiştir.

Akcan ve Atalay Kabasakal (2023), PISA 2015 fen bilimleri testinde bulunan on yedi madde üzerinde yürüttükleri çalışmalarında SA, LBS ve kesirli hot-deck atama yöntemlerinin MH ve çoklu göstergeler çoklu nedenler (MIMIC) yöntemlerinin DMF belirleme performansı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. TRK mekanizması altında 1099 kişilik örneklemden %5 ve %15 kayıp veri oluşturularak elde edilen sonuçlar tam veriden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar kesirli hot-deck atama yönteminin tüm koşullarda DMF'li maddeleri belirlemede daha iyi olduğunu ve tam veri setindeki DMF değerlerine en yakın değerlerin bu yöntemle elde edildiğini göstermiştir. Tam veri setinde DMF göstermeyen maddelerin doğru olarak tespit edilmesinde SA yönteminin diğer iki yöntemden daha iyi olduğu görülmüştür. DMF yöntemleri açısından incelendiğinde kayıp verinin varlığının MIMIC yöntemini MH'ye göre daha olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

### ***Madde Takımlarında DMF Belirleme Üzerine Yapılan Çalışmalar***

Gao ve Wang (2005) araştırmalarında paragrafa dayalı okuma testlerinde cinsiyete göre DMF incelemişlerdir. DMF analizlerinde çok kategorili lojistik regresyon, aşamalı tepki modeli, MH, poly-SIBTEST ve madde takımı tepki modeli olmak üzere beş farklı yöntem kullanılmış ve bu yöntemlerin sonuçları karşılaştırılmıştır. Gerçek veri üzerinde yürütülen çalışma sonucunda çok kategorili lojistik regresyon, MH ve poly-SIBTEST yöntemlerinin birbiriyle tutarlı sonuçlar verdiği ancak diğer iki yöntemin tutarlı sonuçlar vermediği belirtilmiştir.



Wang ve Wilson (2005) Rasch madde takımı modeline DMF parametreleri ekleyerek madde takımlarındaki iki kategorili ve çok kategorili verilerde DMF belirlemede çalışması gerçekleştirmişlerdir. Simülasyon çalışmasında test türü (tamamı iki kategorili maddelerden oluşan, tamamı çok kategorili maddelerden oluşan ve iki kategorili-çok kategorili maddelerden oluşan) ve ankor madde (bir tane DMF içermeyen madde ve tamamı DMF içermeyen maddeler) olmak üzere iki bağımsız değişken bulunmaktadır. Bağımlı değişkenler ise ortalama kestirimleri arasındaki fark ve RMSE değerleridir. Simülasyonlar sonucunda hem bir tane DMF içermeyen madde hem de tamamı DMF içermeyen maddeler ankor madde olarak kullanıldığında tüm parametrelerin doğru şekilde kestirilebileceği görülmüştür. Ayrıca tamamı DMF içermeyen maddelerin ankor olarak kullanıldığı koşulun diğer koşuldan biraz daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Sedivy (2009) madde takımı halindeki verilerde geleneksel DMF belirleme yöntemlerinden MH, LR ve SIBTEST yöntemleriyle birlikte genişletilmiş LR ve değiştirilmiş MH yöntemlerinin etkililiklerini araştırmıştır. Araştırma hem simülasyon verilerle hem de gerçek veri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda madde takımlarında yöntemlerin I.tip hata oranının etkilenmediği görülmüştür. DMF belirleme oranı kolay maddelerde orta ve yüksek güçlükteki maddelere göre daha fazladır. Geleneksel MH yöntemiyle değiştirilmiş MH yönteminin güç oranları arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Genel olarak madde takımı etkisi yöntemlerde güç oranlarının düşmesine neden olurken, genişletilmiş LR yönteminde böyle bir durumla karşılaşılmamıştır. Bu nedenle yerel bağımsızlığın ihlal edildiği maddelerde bu yöntemin kullanılması önerilmiştir. Gerçek verilerden elde edilen sonuçların simülasyon sonuçlarıyla benzer olduğu belirtilmiştir.

Lee, Cohen ve Toro (2009) yerel bağımsızlığın ihlali durumunda SIBTEST ve poly-SIBTEST yöntemlerinin DMF ve DMTF belirleme performanslarını incelemişlerdir. Gerçek veri üzerinde gerçekleştirilen analizlerde iki yöntemin DMF ve DMTF belirlemede tamamen tutarlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın simülasyonla yürütülen

kısımında iki yöntemin I.tip hata ve güç oranları incelenmiştir. Araştırmacılar SIBTEST yönteminin DMF düzeyinin arttığı bazı koşullar dışında I.tip hata kontrolünü sağlayabildiğini; aynı durumun poly-SIBTEST yöntemi için de geçerli olduğunu ancak bu yöntemin I.tip hata üzerinde daha az kontrol sağladığını ifade etmişlerdir. SIBTEST yönteminin güç oranı DMF oranından ve büyüklüğünden kötü etkilenmemiştir. Poly-SIBTEST yöntemi %85'in üzerinde koşulda I. tip hatayı kontrol edemezken, I.tip hatayı kontrol edebildiği koşullarda güç oranının SIBTEST yöntemine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Fukuhara ve Kamata (2011) araştırmalarında madde takımı şeklindeki veriler için DMF analizlerinde madde takımı etkisini ele alan bir model önermiş ve hem simülasyon verisi üzerinde hem de gerçek veri üzerinde çalışarak önerdikleri modelin etkili olup olmadığını değerlendirmişlerdir. Madde takımları için geliştirilen model ko-değişkenli iki faktörlü çok boyutlu MTK modelidir. Araştırmacılar tarafından önerilen bu modelin etkililiğini belirlemek amacıyla MTK'ya dayalı geleneksel bir DMF yöntemi araştırmaya dâhil edilmiştir. Simülasyon sonuçlarında madde takımları için önerilen modelin MTK'ya dayalı geleneksel DMF belirleme yönteminden daha yüksek DMF belirleme oranına sahip olduğu ve DMF büyüklüklerini kestirmede daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Gerçek veriden elde edilen sonuçların da simülasyon sonuçlarıyla benzer olduğu görülmüştür.

Taşdelen Teker (2014) bir devlet üniversitesinin İngilizce yeterlik sınavından elde edilen altı madde takımı halindeki 20 madde üzerinde güvenilirlik ve DMF analizlerini gerçekleştirmiştir. DMF analizleri madde takımı etkisini ele alan ko-değişkenli iki faktörlü çok boyutlu MTK modeli ve madde takımı etkisini ele almayan ko-değişkenli iki parametrelili lojistik MTK modeliyle yürütülmüştür. Araştırma sonucunda madde takımı etkisini ele alan DMF belirleme yöntemiyle anlamlı düzeyde DMF içerdiği tespit edilen madde sayısının, madde takımı etkisini ele almayan yöntemle oranla daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Madde takımlarında yerel bağımsızlığın ihlal edilmesi nedeniyle tek

boyutlu MTK'ya dayalı yöntemlerle kestirilen DMF büyüklüklerinin olduğundan daha küçük kestirildiği belirtilmiştir.

Ravand (2015) araştırmasında bir okuduğunu anlama testindeki maddelerde cinsiyete ve ana dalı İngilizce olup olmama durumuna göre etki, DMF ve DMTF değerlendirmek amacıyla iki düzeyli madde takımı modelini kullanmıştır. İran devlet üniversitelerinde İngilizce yüksek lisans programına başvuran 21.641 adayın 20 maddeden oluşan okuduğunu anlama bölümüne verdiği yanıtlar çalışmanın veri setini oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda dokuz maddede cinsiyete göre, on maddede ana dala göre DMF tespit edilmiştir. DMTF sonuçlarına göre tüm madde takımlarının ana dala göre DMTF gösterdiği, yalnızca birinci madde takımının cinsiyete göre DMTF gösterdiği gözlemlenmiştir.

Luo ve Liang (2019) gerçekleştirdikleri simülasyon çalışmasında DMF ve DMTF'yi eş zamanlı olarak modelledikleri MZMC yaklaşımıyla kestirilen çoklu grup bir parametrelili madde takımı modeli önermişlerdir. Araştırmacılar literatürdeki diğer modellerden farklı olarak önerdikleri modelde odak ve referans grupların kendilerine ait madde takımı etkisi ve yetenek dağılımlarına (farklı ortalamalar ve varyanslarla) sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda MZMC yaklaşımıyla çoklu grup bir parametrelili madde takımı modeliyle parametrelerin doğru bir şekilde kestirildiği, madde takımı etkisi ve yeteneğin eşit varyanslara sahip olduğu varsayımı altında daha düşük parametre kestirimlerinin elde edildiği görülmüştür.

Min ve He (2020) Çin'de yapılan lisansüstü İngilizce giriş sınavı okuduğunu anlama bölümünün DMF, DMGF ve değişen test fonksiyonu (DTF) gösterip göstermediğini incelemişlerdir. Veri seti 10.000 bireyin beşer maddeden oluşan altı madde takımına verdiği yanıtlardan oluşmaktadır. DMF ve DMGF analizleri için poly-SIBTEST ve MTK olabilirlik oranı yöntemleri kullanılırken, DTF için çoklu grup DFA yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda testte yer alan 30 maddenin önemli düzeyde DMF göstermediği ancak 2 madde takımının her iki yöntemle de erkek öğrenciler lehine DMGF

gösterdiği belirlenmiştir. Madde takımlarında bulunan DMGF'nin test bazında DTF oluşturmadığı gözlenmiştir. İki DBF yönteminin uyumunun düşük olmasına karşın DMGF'nin yönü ikisinde de aynı bulunmuştur.

Zhang (2022) lojistik karma model ve MH yöntemlerinin çok düzeyli veri setlerindeki madde takımları için DMF belirleme performanslarını karşılaştırdığı bir simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda madde takımları ve/veya iç içe geçmiş veri setinde bağımlılık olması durumunda lojistik karma modelin DMF belirlemede daha doğru sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Ancak bu modelin DMF ölçümlerinin ortalamaya doğru gerileme eğilimde olduğu ve bu sebeple gerçek DMF düzeyi büyük olduğunda yanlış sonuçlar verdiği rapor edilmiştir. Aynı zamanda değişen madde takımı etkisi içeren bir madde takımında DMF gösteren bir maddenin de olduğu durumda DMF'siz maddelerde yanlışlığa sebep olduğu belirtilmiştir. Herhangi bir değişkenin etkisi olmadığında her iki yöntem DMF belirlemede başarılı sonuç vermiştir.

## Bölüm 3

### Yöntem

Bu bölümde araştırmanın türü, araştırmanın evrem ve örnekleme, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve verilerin analizi yer almaktadır.

#### Araştırmanın Türü

Bu araştırma ile madde takımları halindeki verilerde kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin DMF üzerindeki etkisini incelemek amaçlandığından araştırma nicel desen kapsamında betimsel bir çalışmadır.

#### Araştırmanın Evreni ve Örnekleme

Araştırma kapsamında kullanılan gerçek veri seti 2016 Lisans Yerleştirme Sınavı İngilizce testine katılan bireylerin altı madde takımı halindeki 20 maddeye verdikleri cevaplardan elde edilmiştir. Araştırmanın veri seti için ilk olarak madde takımlarından oluşan veri setinden kayıp veriye sahip olan tüm bireyler çıkartılarak 33570 bireyden oluşan tam veri seti elde edilmiştir. Ancak bu veri setinde yer alan 87 farklı okul türünden sadece örneklem sayısı çalışmada kullanılan örneklem sayısına uygun olabilecek okullar seçilmiştir. Bu nedenle veri setinde sola çarpık dağılıma sahip iki okulun (yabancı dille öğretim yapan özel liseler ve fen liseleri) oluşturduğu veri seti veri1, sağa çarpık dağılıma sahip iki okulun (imam hatip lisesi ve resmi ve gündüz öğretimi yapan liseler) oluşturduğu veri seti veri2 olarak adlandırılmıştır. Kayıp veri içermeyen veri setinden seçilen yabancı dille öğretim yapan özel liseler 4275, fen lisesi-özel fen lisesi birleşiminden oluşan fen lisesi grubu 1183, imam hatip lisesi 2333 ve resmi ve gündüz öğretimi yapan liseler 4891 bireyden oluşmaktadır.

Araştırmanın DMF analizleri için veri1 ve veri2'den 1000 ve 2000'er kişilik örneklem seçilmiştir. Toplamda dört örneklem üzerinde çalışılmıştır. Seçilen örneklemlerden daha sonra yapay olarak kayıp veri oluşturulacağından bu örneklem

tam veri seti olarak nitelendirilmiştir. Tam veri setlerinden elde edilen DMF sonuçları, kayıp veri oluşturulan veri setlerinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılırken referans olarak kullanılmıştır.

### **Veri Toplama Süreci**

Araştırmada kullanılan gerçek veriler Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) araştırma geliştirme birimi tarafından temin edilmiştir. Verilerin araştırmada kullanılabilmesi için ÖSYM'den alınan izin belgesi EK A'da verilmiştir.

### **Veri Toplama Araçları**

Çalışmada kullanılan veri seti 2016 Lisans Yerleştirme Sınavı (LYS) İngilizce testinde yer alan 80 madde arasından seçilmiştir. LYS yabancı dil testleri 2018 yılına kadar Almanca, İngilizce ve Fransızca olmak üzere üç ayrı dilde yapılmıştır. 2018 yılında yapılan değişiklikler sonucunda LYS yabancı dil testleri Yabancı Dil Testi (YDT) olarak değiştirilmiş ve Rusça ve Arapça dilleri de eklenerek beş farklı dilde yapılmaya başlanmıştır. Testte yer alan madde sayısı ve testin süresi değişmemiştir.

Çalışmanın analizleri 2016 LYS İngilizce testinde bulunan altı madde takımı halindeki 20 madde üzerinden yürütülmüştür. Veri setinde yer alan madde takımları cloze test (M1-M5), okuma-1 (M6-M8), okuma-2 (M9-M11), okuma-3 (M12-M14), okuma-4 (M15-M17) ve okuma-5 (M18-M20) olarak ayrılmaktadır.

### **Verilerin Analizi**

Araştırmada kullanılan veri setinde doğru cevaplara 1, yanlış cevaplara 0 verilerek madde puanlaması yapılmıştır. Veri setinde sola çarpık dağılıma sahip iki okulun oluşturduğu veri seti veri1, sağa çarpık dağılıma sahip iki okulun oluşturduğu veri seti veri2'dir. Bu iki veri setinden ise 1000 ve 2000 kişilik örneklem seçilerek toplamda dört örneklem elde edilmiştir. Elde edilen tüm örneklem üzerinde aşağıdaki basamaklar izlenerek analizler yürütülmüştür.

1) Tam örneklemeler üzerinden madde takımları için ko-değişkenli iki faktörlü ÇBMTK'ya dayalı DMF belirleme yöntemiyle DMF analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar referans olarak kullanılmıştır.

2) Dört örneklemden TRK, RK ve ROK mekanizmaları altında %5 ve %15 oranlarında kayıp veri oluşturulmuş ve 24 veri seti elde edilmiştir.

3) Elde edilen 24 veri setine LBS, SA ve kesirli hot-deck kayıp veriyle baş etme yöntemleri uygulanarak kayıp veri problemi çözülmüş 72 veri seti elde edilmiştir. LBS ve SA yöntemleri için R yazılımında temel paket kullanılarak kodlar yazılmış, kesirli hot-deck yöntemiyle atama için "FHD1" (Im vd., 2018) paketi kullanılmıştır.

4) 72 veri seti üzerinde madde takımları için ko-değişkenli iki faktörlü ÇB MTK'ya dayalı DMF belirleme yöntemiyle DMF analizleri yapılmıştır. Tüm veri setleri için DMF analizleri WinBUGS 1.4.3 (Spiegelhalter, Thomas, Best ve Lunn, 2003) programında gerçekleştirilmiştir.

5) 1.adımda tam veri setlerinden elde edilen sonuçlarla 4. adımda elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

### ***Betimsel Test İstatistikleri***

Araştırmada ele alınan veri1 için 1000 ve 2000 örnekleme ait betimsel istatistikler Tablo 1'de ve puan dağılım grafikleri Şekil 3'te verilmiştir.

**Tablo 1**

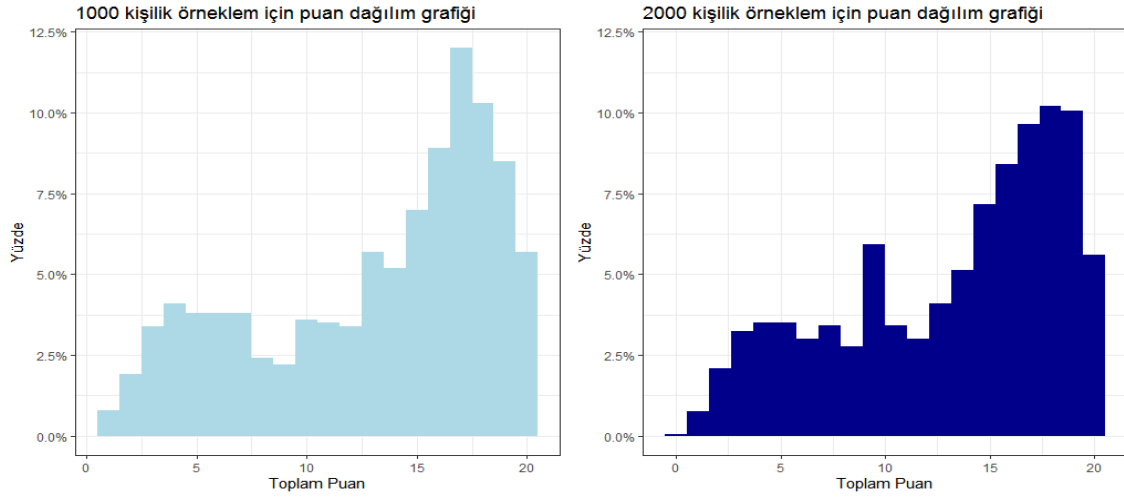
*Veri1 Örneklemelere göre Test İstatistikleri*

Değişken	Veri1_bin	Veri1_ikibin
Madde Sayısı	20	20
Öğrenci sayısı	1000	2000
Ortalama	13.13	13.25
Çarpıklık	-0.64	-0.66
Basıklık	-0.86	-0.83
Ortalama güçlük	0.66	0.66
Ortalama ayırcılık	0.52	0.53

\*veri1\_bin: veri1 1000 kişilik örneklem, veri1\_ikibin: veri1 2000 kişilik örneklem

### Şekil 3

#### Veri1 Puan Dağılım Grafikleri



Tablo 1 ve Şekil 3 incelendiğinde her iki örneklem için test puanlarının sola çarpık olduğu ve yüksek puanlarda yığılma olduğu görülmektedir. Her iki örnekteki ortalama güçlük değerleri testin gruplara kolay geldiğini göstermektedir. Testin ayırt ediciliğinin de genel olarak yeterli olduğu ortalama ayırtıcılık değerlerinin incelenmesiyle anlaşılabilir.

Çalışmada gruplama değişkeni olarak kullanılan okul değişkeni için her iki örnekte referans ve odak grup olarak ayrı ayrı olarak betimsel istatistiklere yer verilmiştir. Tablo 2 ve Şekil 4 iki örneklem için referans ve odak gruba ait betimsel istatistikleri ve puan dağılım grafiklerini göstermektedir.

### Tablo 2

#### Veri1 Referans ve Odak Gruba göre Test İstatistikleri

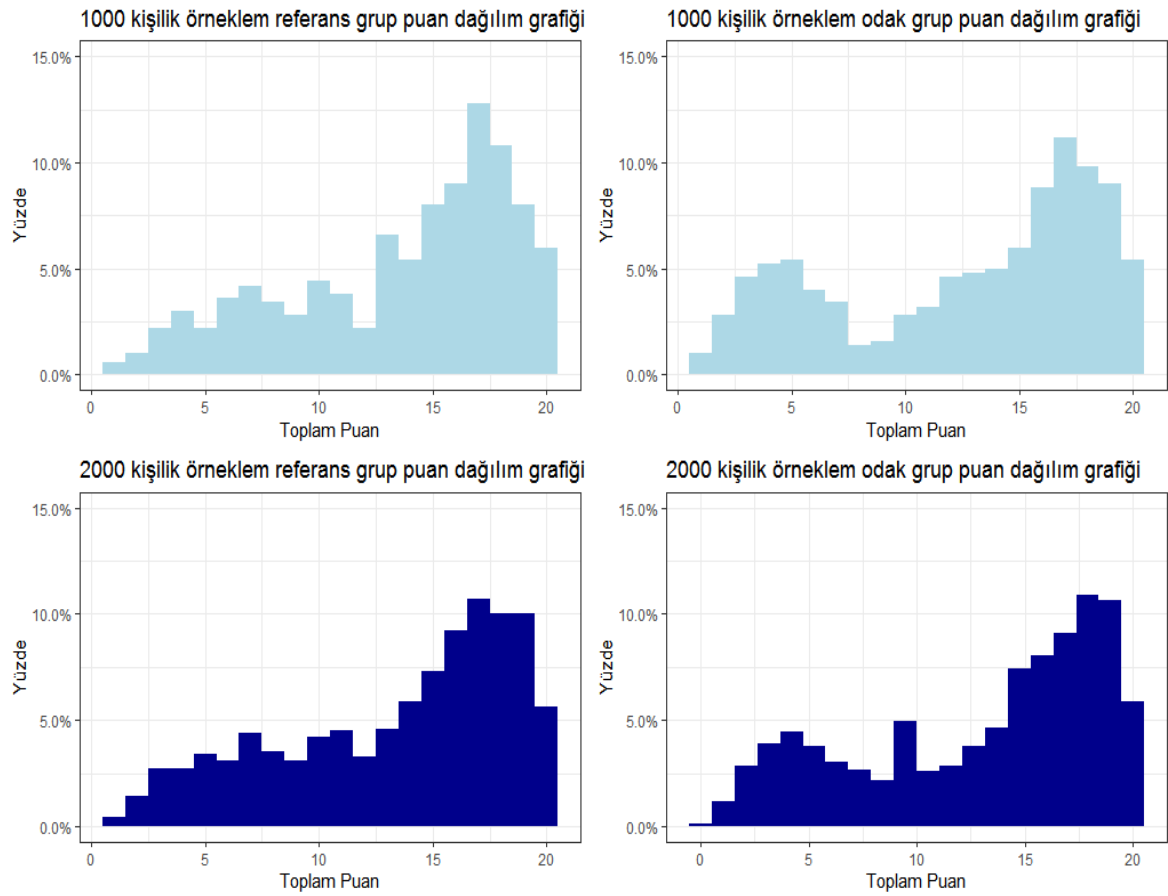
Değişken	veri1_bin_ref	veri1_bin_odak	veri1_ikibin_ref	veri1_ikibin_odak
Madde Sayısı	20	20	20	20
Öğrenci sayısı	500	500	1000	1000
Ortalama	13.57	12.69	13.39	13.11
Çarpıklık	-0.71	-0.54	-0.64	-0.66
Basıklık	-0.61	-1.11	-0.77	-0.94
Ortalama güçlük	0.68	0.64	0.67	0.66
Ortalama ayırtıcılık	0.48	0.55	0.49	0.56

\*veri1\_bin\_ref: veri1 1000 kişilik örneklem referans grup, veri1\_ikibin\_ref: veri1 2000 kişilik örneklem referans grup, veri1\_bin\_odak: veri1 1000 kişilik örneklem odak grup, veri1\_ikibin\_odak: veri1 2000 kişilik örneklem odak grup



## Şekil 4

### Veri1 Referans ve Odak Gruba Göre Puan Dağılım Grafikleri



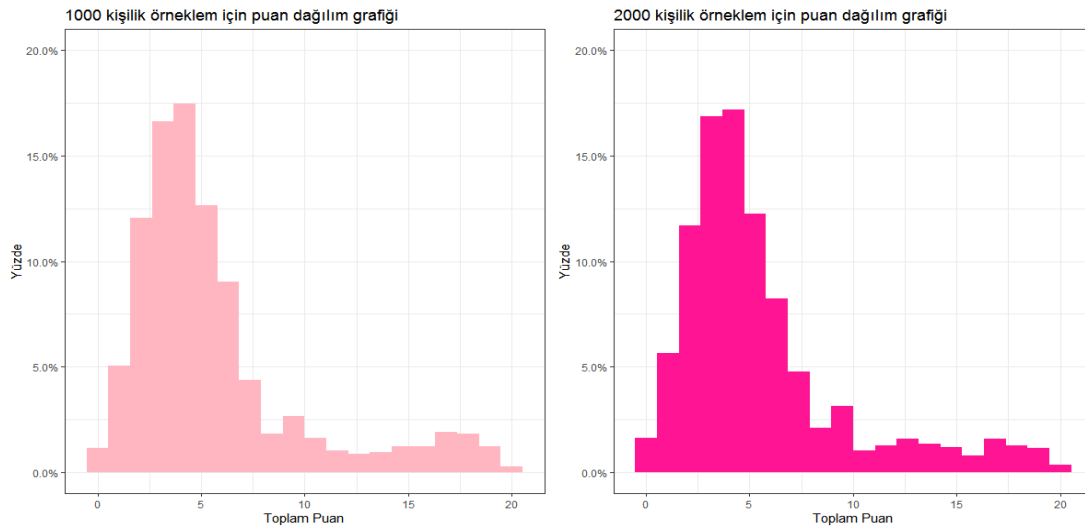
Tablo 2 ve Şekil 4 incelendiğinde her iki örnekleme odak grup ortalamalarının referans gruptan küçük bir farkla düşük olduğu ve tüm gruplarda sola çarpık dağılımın görüldüğü söylenebilir. Her iki örnekleme testin ortalama güçlük değerleri odak gruptaki bireyler için testin daha zor olduğunu göstermektedir. Ortalama ayırıcılık değerleri referans gruplarda odak gruba göre daha düşüktür. Ancak iki örnekleme karşılaştırıldığında referans ve odak gruplardan elde edilen ortalama ayırıcılık değerleri birbirine oldukça yakındır.

Araştırmada ele alınan diğer veri seti (veri2) için 1000 ve 2000 örnekleme ait betimsel istatistikler Tablo 3'te ve puan dağılım grafikleri Şekil 5'te verilmiştir.

**Tablo 3***Veri2 Örneklemine göre Test İstatistikleri*

Değişken	Veri2_bin	Veri2_ikibin
Madde Sayısı	20	20
Öğrenci sayısı	1000	2000
Ortalama	5.51	5.40
Çarpıklık	1.69	1.67
Basıklık	2.21	2.30
Ortalama güçlük	0.28	0.27
Ortalama ayırıcılık	0.41	0.40

\*veri2\_bin: veri2 1000 kişilik örneklem, veri2\_ikibin: veri2 2000 kişilik örneklem

**Şekil 5***Veri2 Puan Dağılım Grafikleri*

Tablo 3 ve Şekil 5 incelendiğinde, veri2'den elde edilen iki örneklemin sağa çarpık ve sivri dağılıma sahip oldukları görülmektedir. İki örneklemden elde edilen ortalama güçlük ve ayırıcılık değerleri birbirine oldukça yakındır. Ortalama ayırıcılık değerlerinin genel olarak yeterli olduğu söylenebilir. Ortalama güçlük değerleri göz önüne alındığında testin her iki örneklemdeki öğrenciler için zor bir test olduğu belirlenmiştir.

Veri2'den elde edilen iki örneklem için referans ve odak gruba ait betimsel istatistikler ve puan dağılım grafikleri Tablo 4 ve Şekil 6'da verilmiştir.

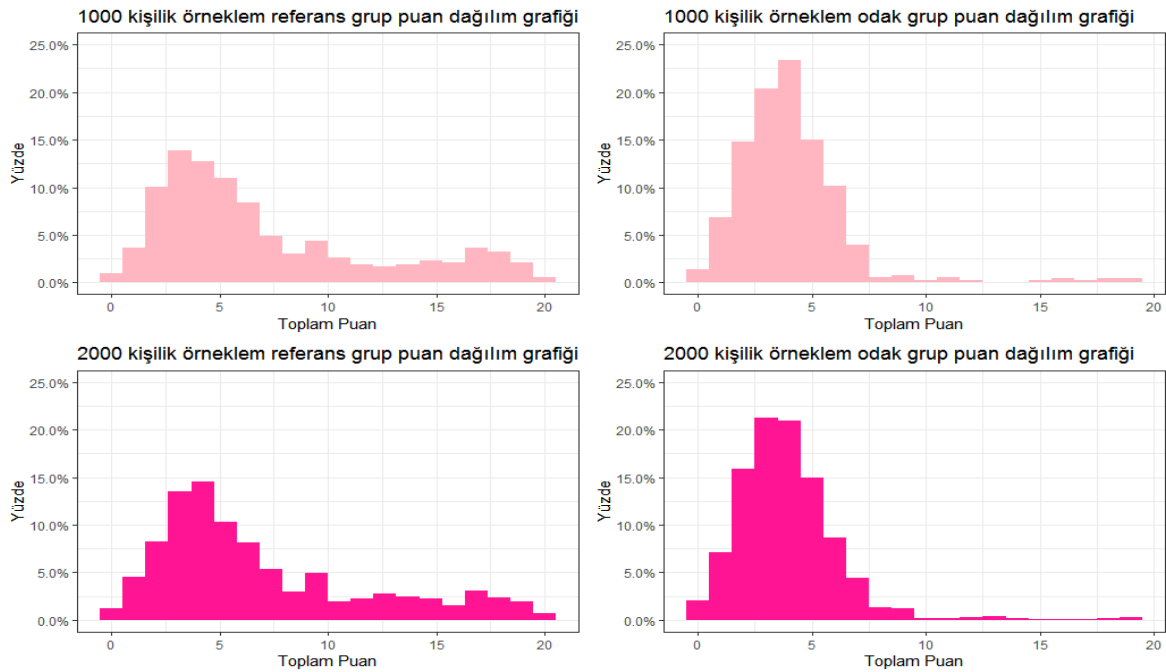
**Tablo 4***Veri2 Referans ve Odak Gruba göre Test İstatistikleri*

Değişken	Veri2_bin_ref	Veri2_bin_odak	Veri2_ikibin_ref	Veri2_ikibin_odak
Madde Sayısı	20	20	20	20
Öğrenci sayısı	500	500	1000	1000
Ortalama	6.96	4.06	6.85	3.96
Çarpıklık	1.02	2.61	1.03	2.17
Basıklık	-0.19	11.73	-0.07	9.47
Ortalama güçlük	0.35	0.20	0.34	0.20
Ortalama ayırıcılık	0.49	0.16	0.47	0.14

\*veri2\_bin\_ref: veri2 1000 kişilik örneklem referans grup, veri2\_ikibin\_ref: veri2 2000 kişilik örneklem referans grup, veri2\_bin\_odak: veri2 1000 kişilik örneklem odak grup, veri2\_ikibin\_odak: veri2 2000 kişilik örneklem odak grup

## Şekil 6

### Veri2 Referans ve Odak Gruba Göre Puan Dağılım Grafikleri



Tablo 4 ve Şekil 6'ya göre her iki örnekleme odak grup ortalamalarının referans gruptan daha düşük olduğu ve tüm gruplarda sağa çarpık dağılımın görüldüğü söylenebilir. Dağılımlar odak grupta referans gruba kıyasla daha sivridir. Her iki örnekleme testin ortalama güçlük değerleri incelendiğinde testin odak grup için çok zor olduğu görülmektedir. Ortalama ayırıcılık değerleri referans gruplarda genel olarak iyi, odak gruplarda oldukça düşük olarak gözlenmiştir. Benzer şekilde güçlük değerleri de odak grupta referans gruba göre daha düşüktür.

### Kayıp Verilerin Oluşturulması

Tam veri setleri oluşturulduktan sonra TRK, RK ve ROK kayıp veri mekanizmalarına göre her bir veri setinden %5 ve %15 oranında veri silinmiştir. TRK mekanizması için tam veri setindeki tüm maddelerden hem referans hem de odak gruptan tamamen rastgele veri silinmiştir. RK mekanizması için yalnızca odak gruptaki bireylerin madde cevaplarından rastgele veri silinmiştir. RK mekanizmasında odak gruptan silinen veri oranı tüm veri setinin %5'i ve %15'i olacak şekilde belirlenmiştir. ROK mekanizması için veri silme işlemi ise bireylerin toplam puanı ve madde güçlüklerine bağlı olarak gerçekleştirilmiş ancak tüm veri setindeki kayıp veri oranı diğer kayıp veri mekanizmalarındaki oranlarla eşit olacak şekilde ayarlanmıştır. ROK mekanizmasıyla veri silme işleminde bireylerin toplam puanı en düşükten en yükseğe doğru üç düzeye ayrılırken; madde güçlükleri de en kolay maddeden en zor maddeye olacak şekilde üç düzeye bölünmüştür. Tam veri setinde %5 ve %15 oranında olacak şekilde her bir düzeyde belli oranlarda veri silme işlemi yapılmıştır. Kayıp veriler R yazılımında Doğanay Erdoğan (2012) tarafından yazılan kodların bu çalışmaya uyarlanmasıyla oluşturulmuştur.

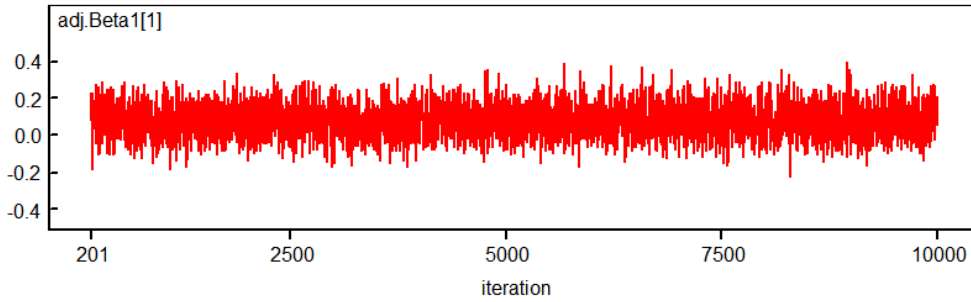
### ***DMF Analizleri***

Tüm veri setlerinde DMF analizleri madde takımları için ko-değişkenli iki faktörlü ÇBMTK modeline dayalı DMF belirleme yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle elde edilen parametreler Markov Zinciri Monte Carlo (MZMC) yaklaşımıyla WinBUGS 1.4 programı kullanılarak kestirilmiştir. Parametrelerin kestiriminde MZMC yönteminin kullanılması durumunda, parametre kestirimlerinin yakınsayıp yakınsamadığı kontrol edilmelidir. Yakınsama sağlanmazsa ilgilenilen parametreyle ilgili yanlış çıkarımlar söz konusu olacaktır. Bu nedenle bir parametre kestirimi kararlı hale geldiğinde zincirden çıkarılacak iterasyon sayısının belirlenmesi gerekir (Fukuhara ve Kamata, 2011). Her bir Markov zinciri belirlenmiş bir başlangıç değerinden (önselden) çalıştırılmaktadır. Bir Markov zinciri çalıştırırken, araştırmacılar genellikle subjektif olarak seçilen başlangıç değerinin son tahmini parametreyi etkilemesinin önüne geçmek için yeterince uzun bir ısınma (burn-in) örnekleme belirler. Bu ısınma (burn-in) örnekleme Monte Carlo zincirinden

çıkarılır (Qian, 2011). Bir parametrenin sonsal dağılımını temsil eden her bir parametrenin iyi örneklemelerinin elde edilebilmesi için ısınma (burn-in) örnekleminin çıkarılmasından sonraki iterasyon sayısının belirlenmesi gereklidir (Fukuhara ve Kamata, 2011). Bu çalışmada öncelikle tam veri seti üzerinde ön analizler yapılmış ve yakınsamanın sağlanabilmesi için gerekli olan ısınma (burn-in) ve toplam iterasyon sayısı belirlenmiştir. Analizlerde tek zincir çalıştırılarak toplamda 10000 iterasyon yapılmış ve bu iterasyonların 200'ü ısınma (burn-in) örnekleme olarak kullanılmıştır. Örneklem sayısının düştüğü veri setlerinde yakınsamanın sağlanabilmesi amacıyla bu iterasyon sayısı artırılmıştır. Sinharay (2004) yakınsamanın gerçekleşip gerçekleşmediğinin belirlenmesinde kullanılan çeşitli yöntemler önermiştir. Fukuhara ve Kamata (2011) çalışmalarında, geçmiş (history) grafikleri, yoğunluk (density) grafiği ve oto-korelasyon (auto-correlation) grafiklerini inceleyerek yakınsamayı değerlendirmişlerdir. Parametre kestiriminin ne zaman kararlı hale geldiğini belirlemek amacıyla sonsal dağılımların geçmiş grafiklerini, sonsal dağılımların normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yoğunluk grafiklerini incelemişlerdir. Otokorelasyon grafikleri ise bir sonsal dağılımdaki ard arda gelen değerlerin arasındaki korelasyonu göstermektedir. Otokorelasyon ne kadar yüksekse sonsal dağılımın elde edilmesi o kadar uzun sürecek ve bu da daha fazla örnekleme ihtiyaç duyulmasına neden olacaktır (Fukuhara ve Kamata, 2011). Yakınsamanın değerlendirilmesinde kullanılacak en basit yöntemlerden biri de MC hatalarına bakmaktır. MC hatalarının düşük olması ilgilenilen parametrenin doğru bir şekilde kestirildiğini gösterir (Ntzoufras, 2009). Pratik olarak MC hatasının kestirilen parametrenin standart sapmasının %5'inden küçük olması hedeflenmektedir. Doğrudan ilgilenilmeyen parametreler için bu oran %10'a kadar uygundur (Woodward, 2011). Bu çalışmada yakınsamanın değerlendirilmesi için geçmiş, yoğunluk ve otokorelasyon grafikleri ile MC hataları incelenmiştir. Veri1'e ait 1000 kişilik veri setinin DMF analizleri sonucunda 1. madde için elde edilen geçmiş grafiği Şekil 7'de, yoğunluk grafiği ve otokorelasyon grafiği örnek olarak Şekil 8'de verilmiştir.

## Şekil 7

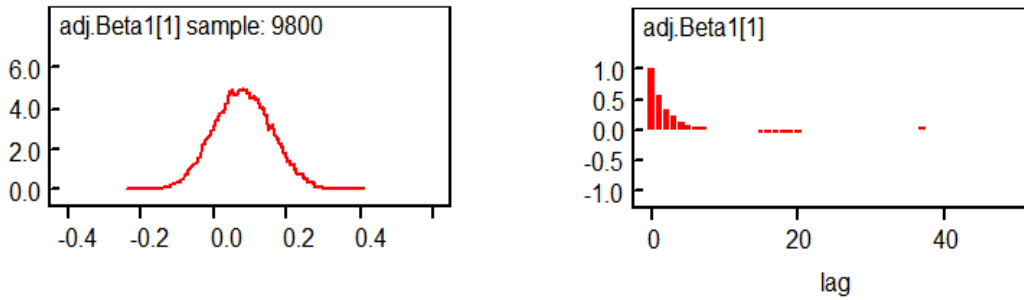
*Birinci Madde için Geçmiş (History) Grafiği*



Şekil 7 incelendiğinde 1. maddeye ait geçmiş grafiğinde herhangi bir düzensizlik veya sapma görülmediği ve yakınsamanın sağlandığı söylenebilir.

## Şekil 8

*Birinci Madde için Yoğunluk (Density) ve Otokorelasyon (Autocorrelation) Grafikleri*



Şekil 8 incelendiğinde 1. maddeye ait yoğunluk grafiğinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Otokorelasyon ise 1'den başlayarak iterasyon sayısı arttıkça düşmüş ve sıfır seviyesine inmiştir. Geçmiş grafiklerinde olduğu gibi bu iki grafikten elde edilen bulgular da yakınsamanın sağlandığına dair ipucu niteliğindedir. Şekil 9'da veri' e ait 1000 kişilik veri setinin DMF analizleri sonucunda ilk beş madde için elde edilen parametre değerleri MC hatalarıyla birlikte verilmiştir.

## Şekil 9

*DMF Analizlerinden Elde Edilen Parametre Değerleri ve MC Hataları*

node	mean	sd	MC error	2.5%	median	97.5%	start	sample
adj.Beta1[1]	0.08034	0.07989	0.001588	-0.07138	0.0799	0.238	201	9800
adj.Beta1[2]	0.04389	0.09332	0.001406	-0.1414	0.04315	0.2266	201	9800
adj.Beta1[3]	-0.4744	0.0925	0.00168	-0.6554	-0.475	-0.2938	201	9800
adj.Beta1[4]	0.1639	0.1123	0.002177	-0.05039	0.1626	0.3898	201	9800
adj.Beta1[5]	0.07131	0.1117	0.00209	-0.148	0.07011	0.2922	201	9800

Şekil 9'a göre beş maddenin de MC hatalarının parametrelerin standart sapma değerlerinin %5'inden küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar DMF analizlerinde yakınsamanın gerçekleştiğini göstermektedir.

## Bölüm 4

### Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde tam veri setlerinin DMF analizleri ve alt problem sırasına göre analiz edilen verilerden elde edilen bulgular ve yorumlar yer almaktadır.

#### Tam Veri Setlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Veri1 ve veri2'den elde edilen 1000 ve 2000 kişilik toplam dört örneklem üzerinde DMF analizleri gerçekleştirilmiş ve bu sonuçlar diğer veri setlerinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmak üzere referans olarak kullanılmıştır. Tüm analizler madde takımları için ko-değişkenli iki faktörlü ÇBMTK modeline dayalı DMF belirleme yöntemiyle yapılmış ve DMF belirleme kriteri olarak Fukuhara ve Kamata (2011) tarafından kullanılan 0.426 ölçütü kullanılmıştır. Sonuçlar bu değer altındaki değere sahip olan maddelerde DMF'nin olmadığı, üzerindeki değerlere sahip olan maddelerde ise anlamlı olarak DMF'nin olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Tam veri setlerinden elde edilen bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5**

*Tam Veri Setlerinden Elde Edilen DMF Analizi Sonuçları*

Maddeler	Veri1		Veri2	
	1000 kişi	2000 kişi	1000 kişi	2000 kişi
M1	0.080	0.016	0.393	<b>0.455*</b>
M2	0.044	-0.115	-0.178	-0.084
M3	<b>-0.474*</b>	<b>-0.484*</b>	-0.326	-0.260
M4	0.164	0.006	<b>0.439*</b>	<b>0.480*</b>
M5	0.071	0.025	-0.051	-0.079
M6	-0.028	-0.052	-0.336	-0.105
M7	-0.149	-0.105	-0.379	-0.175
M8	-0.032	-0.007	-0.246	-0.184
M9	-0.080	0.058	0.270	0.048
M10	-0.129	-0.113	0.051	0.093
M11	-0.184	-0.081	-0.161	-0.106
M12	-0.024	-0.076	<b>-0.526*</b>	-0.217
M13	0.174	0.120	0.290	0.198
M14	0.067	0.125	-0.059	-0.113
M15	0.049	0.052	0.148	0.073
M16	0.382	0.235	0.424	<b>0.435*</b>
M17	-0.056	0.047	-0.078	-0.172
M18	0.194	0.173	0.209	-0.201
M19	-0.153	0.001	-0.099	-0.171



M20	0.084	0.177	0.214	0.085
-----	-------	-------	-------	-------

\*DMF büyüklüğü>0.426

Tablo 5 incelendiğinde veri1'den elde edilen her iki örnekleme yalnızca 3 numaralı maddenin DMF gösterdiği görülmektedir. Bu maddenin yer aldığı madde takımındaki diğer dört madde (M1-M5) incelendiğinde tamamının DMF düzeyinin her iki örnekleme düşük olduğu belirlenmiştir.

Veri2'de ise 1000 kişilik örnekleme iki madde (M4 ve M12), 2000 kişilik örnekleme üç madde (M1,M4 ve M16) DMF göstermiştir. Veri2'den elde edilen iki örnekleme DMF gösteren tek ortak madde bulunmaktadır. Bununla birlikte 1000 kişilik örnekleme DMF göstermeyen 1, 7 ve 16 numaralı maddelerin 0.426 ölçütüne oldukça yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca 2000 kişilik örnekleme DMF gösteren 1 ve 4 numaralı maddelerin aynı madde takımında yer aldığı görülmektedir.

### **Alt Problem 1'e İlişkin Bulgular ve Yorumlar**

Madde takımı halindeki tam veri setlerinden farklı kayıp veri mekanizmaları altında (TRK, RK ve ROK) veri silinerek oluşturulan veri setlerine, LBS yönteminin uygulanmasıyla belirlenen DMF sonuçları örneklem büyüklüğüne (1000 ve 2000) ve kayıp veri oranlarına (%5 ve %15) göre nasıl değişmektedir?

### **Veri1'e İlişkin Bulgular ve Yorumlar**

Çalışma kapsamında ilk olarak veri1'den elde edilen 1000 ve 2000 kişilik örneklem üzerinde çalışılmıştır. LBS yönteminin uygulandığı bu veri setlerinde %15 kayıp veri oranında örneklem büyüklüğünün ciddi derecede düştüğü görülmüştür. Bu sebeple bu yöntemde analizlere yalnızca %5 kayıp veri oranıyla devam edilmiştir. Bu oranda 1000 kişilik örnekleme gerçekleştirilen analizlerde örneklem büyüklüğü TRK, RK ve ROK mekanizmaları için sırasıyla 338, 557 ve 360 kişidir. LBS yönteminin uygulanması sonucu veri1'den elde edilen 1000 kişilik örneklemin DMF sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6**

*Veri1 %5 Kayıp Veri Oranında LBS Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	TRK	RK	ROK
M1	-0.064	-0.060	-0.101
M2	-0.019	0.022	0.158
M3	-0.392	-0.229	<b>-0.511*</b>
M4	0.047	0.245	-0.008
M5	0.063	-0.234	0.143
M6	-0.071	-0.108	-0.141
M7	-0.085	-0.171	0.083
M8	0.112	-0.052	0.236
M9	0.063	-0.085	-0.132
M10	-0.089	0.073	0.126
M11	-0.262	-0.109	-0.118
M12	0.056	0.028	0.117
M13	0.136	0.144	0.206
M14	0.006	0.164	0.120
M15	0.101	0.229	0.099
M16	0.146	<b>0.431*</b>	0.059
M17	-0.031	-0.260	-0.181
M18	0.175	0.245	0.038
M19	-0.032	-0.279	-0.170
M20	0.141	0.004	-0.025

\*DMF büyüklüğü>0.426

Tablo 6'ya göre tam veri setinde DMF gösteren 3 numaralı maddenin LBS yönteminin uygulanması sonucu TRK ve RK mekanizmaları altında DMF göstermediği, ROK mekanizması altında ise DMF değerinin olduğundan daha yüksek kestirildiği sonucuna ulaşılmaktadır. Tam veri setinde DMF göstermeyen 16 numaralı madde RK mekanizması altında DMF göstermiştir. Aynı maddenin TRK ve ROK mekanizmaları altında DMF değerinin esas değerinden daha düşük kestirildiği göze çarpmaktadır. Kayıp veri oranının %5 olduğu koşulda dahi DMF gösteren ve göstermeyen maddelerde ve DMF değerlerinde değişiklik olmasında LBS yönteminin örneklem sayısında meydana getirdiği düşüşün etkili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 7 LBS yönteminin uygulanması sonucu veri1'den elde edilen 2000 kişilik örneklemin DMF sonuçlarını göstermektedir. Bu örnekleme %5 oranında gerçekleştirilen

analizlerde örneklem büyüklüğü TRK, RK ve ROK mekanizmaları için sırasıyla 688, 1113 ve 687 kişidir.

**Tablo 7**

*Veri1 %5 Kayıp Veri Oranında LBS Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	TRK	RK	ROK
M1	0.039	-0.077	-0.005
M2	-0.104	-0.221	0.010
M3	<b>-0.666*</b>	<b>-0.602*</b>	-0.365
M4	-0.169	0.263	0.004
M5	0.094	-0.075	0.163
M6	0.046	0.019	-0.019
M7	-0.020	-0.275	-0.032
M8	0.189	-0.102	0.026
M9	0.132	0.199	0.120
M10	-0.232	-0.009	-0.184
M11	-0.246	-0.093	-0.170
M12	-0.160	-0.161	-0.104
M13	0.108	0.289	0.198
M14	0.115	0.027	0.046
M15	0.124	-0.041	0.056
M16	0.202	0.269	0.031
M17	0.096	0.134	-0.075
M18	0.314	-0.007	-0.072
M19	0.078	-0.009	-0.010
M20	0.058	<b>0.471*</b>	0.380

\*DMF büyüklüğü>0.426

Tablo 7'ye göre tam veri setinde DMF gösteren 3 numaralı madde LBS yönteminin uygulanması sonucu TRK ve RK mekanizmaları altında DMF gösterirken, ROK mekanizması altında DMF göstermemektedir. Ancak maddenin kestirilen DMF büyüklüğünün 0.426 ölçütüne yakın olduğu görülmektedir. Bir maddenin (madde 20) tam veri setinde DMF göstermediği halde RK mekanizması altında DMF gösterdiği belirlenmiştir. Aynı madde ROK mekanizması altında DMF göstermemesine rağmen DMF büyüklüğünün 0.426 ölçütüne yakınlığı dikkat çekmektedir. 20 numaralı maddenin yer aldığı altıncı madde takımındaki diğer iki madde (M18 ve M19) incelendiğinde ise RK ve ROK mekanizmaları altında DMF düzeylerinin sıfıra oldukça yakın olduğu göze çarpmaktadır.

Veri1'den elde edilen 1000 ve 2000 kişilik örneklemere LBS yöntemi uygulanması sonucu elde edilen bulgular kıyaslandığında küçük örnekleme 3 numaralı maddenin TRK ve RK mekanizmaları altında DMF büyüklüğünün olduğundan az kestirilerek DMF göstermediği, büyük örnekleme ise DMF büyüklüğünün olduğundan daha fazla kestirildiği sonucuna varılmıştır. ROK mekanizmasında ise tam tersi bir durum söz konusudur.

### **Veri2'ye İlişkin Bulgular ve Yorumlar**

Veri2'den elde edilen 1000 ve 2000 kişilik örneklemere LBS yönteminin uygulandığı durumda %15 kayıp veri oranında yalnızca ROK mekanizması altında analizlere uygun sayıda birey kalmıştır. Bu nedenle Veri2'de bu yöntemde %5 kayıp veri oranının yanında %15 kayıp veri oranında ROK mekanizması altında gerçekleştirilen analizlere de yer verilmiştir. ROK mekanizması altında 1000 kişilik örnekleme %15 kayıp veri oranı için örneklem büyüklüğü 205 kişi iken, %5 kayıp veri oranında örneklem büyüklüğü TRK, RK ve ROK mekanizmaları için sırasıyla 366, 558 ve 423 kişidir. LBS yönteminin uygulanması sonucu veri2'den elde edilen 1000 kişilik örneklemin DMF sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8**

*Veri2 LBS Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	%5			
	TRK	RK	ROK	ROK
M1	<b>0.445*</b>	0.151	0.370	0.031
M2	<b>-0.582*</b>	-0.084	-0.098	0.057
M3	-0.068	0.252	-0.229	0.056
M4	0.357	0.011	0.276	-0.189
M5	-0.077	-0.194	-0.251	-0.103
M6	-0.207	-0.262	-0.062	0.055
M7	<b>-0.430*</b>	0.129	-0.203	-0.015
M8	-0.236	<b>-0.497*</b>	-0.352	<b>-0.447*</b>
M9	0.402	0.281	0.279	-0.018
M10	0.018	0.062	0.019	0.084
M11	-0.232	-0.032	-0.271	-0.109
M12	<b>-0.596*</b>	<b>-0.705*</b>	-0.281	-0.293
M13	<b>0.472*</b>	0.214	0.196	-0.061
M14	-0.183	-0.180	-0.086	-0.144
M15	0.277	-0.114	0.050	<b>0.866*</b>
M16	0.291	0.300	0.292	-0.178
M17	-0.386	0.270	-0.022	0.080

M18	<b>0.540*</b>	0.256	0.111	-0.087
M19	-0.028	0.270	-0.019	-0.012
M20	0.225	-0.126	0.280	<b>0.428*</b>

\*DMF büyüklüğü>0.426

Tablo 8'e göre tam veri setinde DMF gösteren 4 numaralı madde LBS yönteminin uygulanması sonucu hiçbir koşulda DMF göstermemiştir. Tam veri setinde DMF gösteren bir diğer madde (12.madde) ise %5 kayıp veri oranında TRK ve RK mekanizmaları altında DMF göstermiş ancak DMF değeri gerçek değerinden yüksek kestirilmiştir. ROK mekanizması altında her iki kayıp veri oranında 12 numaralı maddenin DMF göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. %5 kayıp veri oranında TRK mekanizması altında beş maddenin, RK mekanizması altında bir maddenin tam veri setinde DMF göstermediği halde DMF'li olarak sınıflandırıldığı tespit edilmiştir. Bu sayı ROK mekanizması için %15 kayıp veri oranında üçtür.

Madde takımları incelendiğinde %5 kayıp veri oranında TRK mekanizması altında DMF gösteren 1 ve 2 numaralı maddelerin gerçek veri setinde DMF gösteren 4 numaralı madde ile aynı madde takımında olduğu ancak M4'ün bu koşulda DMF'li olarak sınıflandırılmadığı gözlenmiştir. Tam veri setinde DMF gösteren M12 ile aynı madde takımında bulunan M13 tam veri setinde DMF göstermediği halde bu koşulda DMF göstermiştir. Diğer koşullarda DMF'li olarak belirlenen maddelerin farklı madde takımlarında yer aldığı görülmektedir.

LBS yönteminin uygulanması sonucu veri2'den elde edilen 2000 kişilik örneklemin DMF sonuçları Tablo 9'da gösterilmiştir. Bu örnekleme ROK mekanizması altında %15 kayıp veri oranı için örneklem büyüklüğü 444 kişi iken, %5 kayıp veri oranında örneklem büyüklüğü TRK, RK ve ROK mekanizmaları için sırasıyla 701, 1133 ve 844 kişidir.

## Tablo 9

*Veri2 LBS Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	%5			%15
	TRK	RK	ROK	ROK
M1	0.329	0.405	0.322	0.130
M2	0.001	-0.070	-0.050	0.027

M3	-0.412	-0.319	0.129	-0.185
M4	<b>0.434*</b>	0.200	0.295	<b>0.571*</b>
M5	-0.213	-0.240	-0.194	-0.182
M6	-0.217	-0.157	-0.011	0.129
M7	-0.036	-0.189	-0.042	-0.002
M8	-0.169	-0.344	-0.300	-0.189
M9	0.217	0.013	0.111	0.146
M10	-0.149	0.213	0.130	<b>0.511*</b>
M11	0.140	0.010	-0.174	-0.322
M12	-0.168	-0.183	-0.172	-0.150
M13	0.021	0.330	-0.010	0.061
M14	-0.079	0.131	0.143	-0.087
M15	0.240	0.093	0.310	0.288
M16	0.051	0.253	0.090	0.084
M17	-0.179	0.028	-0.135	0.191
M18	-0.236	-0.120	-0.178	-0.359
M19	-0.002	-0.179	-0.089	-0.335
M20	<b>0.426*</b>	0.128	-0.176	-0.328

\*DMF büyüklüğü>0.426

Tablo 9 incelendiğinde %5 kayıp veri oranında tam veri setinde DMF gösteren 1, 4 ve 16 numaralı maddelerden yalnızca 4. maddenin TRK mekanizması altında DMF gösterdiği görülmektedir. RK mekanizması altında ise 4. maddenin DMF büyüklüğü 0.426 ölçütüne oldukça yakın bulunmuştur. Bu örnekte LBS yönteminin uygulanması sonucu DMF'li maddeleri belirleme oranının oldukça düştüğü söylenebilir. Benzer şekilde %15 kayıp veri oranında tam veri setindeki DMF'li maddelerden sadece 4. madde doğru sınıflandırılmıştır. Tam veri setinde DMF göstermeyen bir maddenin (madde 10) %15 kayıp veri oranında ROK mekanizması altında, bir başka maddenin (madde 20) ise %5 kayıp veri oranında TRK mekanizması altında DMF gösterdiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca TRK mekanizması altında kayıp veri oranı %5 iken DMF gösteren 4 numaralı maddenin yer aldığı birinci madde takımında M1 ve M3'e ait DMF değerlerinin 0.426 ölçütüne yakın olduğu göze çarpmaktadır.

### Alt Problem 2'ye İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Madde takımı halindeki tam veri setlerinden farklı kayıp veri mekanizmaları altında (TRK, RK ve ROK) veri silinerek oluşturulan veri setlerine, SA yönteminin uygulanmasıyla belirlenen DMF sonuçları örneklem büyüklüğüne (1000 ve 2000) ve kayıp veri oranlarına (%5 ve %15) göre nasıl değişmektedir?

### Veri1'e İlişkin Bulgular ve Yorumlar

SA yönteminin uygulanması sonucu veri1'den elde edilen 1000 kişilik örneklemin DMF sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10**

*Veri1 SA Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	%5			%15		
	TRK	RK	ROK	TRK	RK	ROK
M1	0.328	0.300	0.100	-0.002	<b>0.687*</b>	0.061
M2	0.046	-0.043	0.097	0.038	-0.052	0.110
M3	<b>-0.573*</b>	<b>-0.618*</b>	<b>-0.457*</b>	<b>-0.552*</b>	<b>-1.028*</b>	<b>-0.468*</b>
M4	0.058	0.342	0.150	0.000	<b>0.674*</b>	0.138
M5	0.023	-0.066	0.003	0.155	-0.386	0.174
M6	0.014	-0.125	-0.033	-0.017	-0.308	-0.027
M7	-0.114	-0.216	-0.165	0.006	-0.310	-0.075
M8	-0.095	-0.003	0.008	-0.041	0.250	-0.096
M9	-0.198	-0.018	-0.095	-0.177	-0.109	-0.036
M10	-0.137	-0.240	-0.085	-0.002	-0.344	0.187
M11	-0.196	-0.107	-0.217	-0.108	0.042	-0.137
M12	-0.036	-0.151	-0.085	0.005	-0.266	-0.125
M13	0.157	0.057	0.113	0.081	-0.057	0.073
M14	0.106	0.128	0.131	0.092	-0.015	-0.031
M15	0.203	0.224	0.054	0.173	0.359	-0.050
M16	0.400	<b>0.567*</b>	0.347	0.421	<b>0.964*</b>	0.384
M17	-0.025	-0.136	-0.100	-0.159	-0.165	-0.044
M18	0.165	0.173	0.287	0.127	0.180	0.125
M19	-0.155	-0.238	-0.146	-0.145	-0.405	-0.219
M20	0.029	0.171	0.091	0.106	0.290	0.057

\*DMF büyüklüğü>0.426

Tablo 10 incelendiğinde tam veri setinde DMF gösteren 3 numaralı maddenin SA yönteminin uygulandığı tüm koşullarda DMF gösterdiği ancak özellikle RK mekanizması altında DMF büyüklüğünün gerçek değerinden oldukça yüksek kestirildiği belirlenmiştir. TRK ve ROK mekanizmaları altında her iki kayıp veri oranında DMF göstermeyen maddelerde herhangi bir değişiklik olmazken, RK mekanizması altında DMF göstermeyen bazı maddelerin DMF gösterdiği tespit edilmiştir. SA yönteminin uygulandığı bu sette kayıp veri oranının etkisinin RK mekanizmasında oldukça belirgin olduğu görülmektedir. DMF gösteren madde sayısı %5 kayıp veri oranında iki iken, %15 kayıp veri oranında bu sayı dörde çıkmıştır. Her ne kadar DMF gösteren maddeler arasına alınmasa da TRK mekanizması altında 16. maddenin 0.426 ölçütüne oldukça yakın olduğu görülmektedir.

Madde takımları incelendiğinde RK mekanizması altında %15 kayıp veri oranında aynı madde takımından üç maddenin DMF gösterdiği (M1, M3 ve M4) ve bu madde takımındaki bir diğer madde olan M5'e ait DMF değerinin 0.426 ölçütüne yakın olduğu görülmektedir. Aynı koşulda benzer bir durumun beşinci madde takımında yer alan M15 ve M16 için de söz konusu olduğu söylenebilir.

Tablo 11 SA yönteminin uygulanması sonucu veri1'den elde edilen 2000 kişilik örneklemin DMF sonuçlarını göstermektedir.

**Tablo 11**

*Veri1 SA Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	%5			%15		
	TRK	RK	ROK	TRK	RK	ROK
M1	0.051	0.234	0.031	0.080	0.367	0.033
M2	-0.150	-0.108	-0.087	-0.092	-0.122	-0.097
M3	<b>-0.460*</b>	<b>-0.672*</b>	<b>-0.457*</b>	<b>-0.499*</b>	<b>-0.958*</b>	<b>-0.458*</b>
M4	-0.052	0.233	0.001	-0.048	<b>0.640*</b>	0.041
M5	-0.001	-0.076	0.071	0.020	-0.278	-0.041
M6	-0.098	-0.142	-0.077	-0.035	-0.350	-0.089
M7	-0.067	-0.169	-0.142	-0.013	-0.172	-0.041
M8	0.008	-0.061	-0.005	0.048	-0.029	0.031
M9	0.094	0.118	0.040	0.041	0.201	0.055
M10	-0.140	-0.221	-0.119	-0.132	-0.351	-0.073
M11	-0.091	-0.025	-0.082	-0.011	0.019	-0.094
M12	-0.089	-0.170	-0.059	-0.023	-0.379	-0.049
M13	0.173	0.063	0.158	0.094	0.029	-0.023
M14	0.151	0.175	0.133	0.071	0.186	0.090
M15	0.014	0.201	0.059	0.093	0.265	0.106
M16	0.276	0.321	0.181	0.181	<b>0.707*</b>	0.270
M17	0.053	-0.027	0.083	-0.007	-0.170	0.103
M18	0.146	0.165	0.081	0.140	0.262	0.086
M19	0.025	-0.053	-0.004	-0.020	-0.233	0.013
M20	0.155	0.217	0.194	0.112	0.365	0.137

\*DMF büyüklüğü>0.426

Tablo 11'de verilen değerler incelendiğinde 2000 kişilik tam veri setinde DMF gösteren 3 numaralı maddenin SA yönteminin uygulandığı tüm koşullarda DMF gösterdiği ancak 1000 kişilik örnekleimde olduğu gibi RK mekanizması altında DMF büyüklüğünün gerçek değerinden oldukça yüksek kestirildiği sonucuna ulaşılmıştır. Tam veri setinde DMF göstermeyen maddelerde değişiklik olan tek koşulun RK mekanizmasında %15 oranında kayıp verinin oluşturulduğu koşul olduğu görülmüştür. RK mekanizmasında %15 kayıp veri oranına SA yönteminin uygulanmasıyla tam veri setinde DMF göstermeyen iki



maddenin (M4 ve M16) DMF gösterdiği belirlenmiştir. Madde takımları açısından incelendiğinde RK mekanizması altında %15 kayıp veri oranında birinci madde takımında yer alan M3 ve M4'ün DMF göstermesine rağmen diğer koşullarda M4'ün DMF değerinin sifıra yakın olması dikkat çekmektedir.

Veri1'den elde edilen 1000 ve 2000 kişilik örneklere SA yöntemi uygulanması sonucu elde edilen bulgular kıyaslandığında tam veri setlerinde DMF gösteren tek maddenin her iki örneklem büyüklüğünde tüm koşullarda doğru bir şekilde tespit edildiği ancak DMF değerlerinde farklılıklar gözlemlendiği sonucuna ulaşılmaktadır. Tam veri setlerinde DMF göstermeyen on dokuz madde RK mekanizması haricinde SA yönteminin uygulandığı tüm koşullarda DMF göstermemiştir. Her iki örnekleme RK mekanizması altında DMF göstermediği halde DMF'li olarak tespit edilen maddelerin bulunduğu ancak bu sayının 2000 kişilik örnekleme daha az olduğu belirlenmiştir.

### ***Veri2'ye İlişkin Bulgular ve Yorumlar***

SA yönteminin uygulanması sonucu veri2'den elde edilen 1000 kişilik örneklemin DMF sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

**Tablo 12**

*Veri2 SA Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	%5			%15		
	TRK	RK	ROK	TRK	RK	ROK
M1	0.396	0.373	0.370	<b>0.518*</b>	0.191	0.385
M2	-0.212	-0.157	-0.187	-0.297	-0.218	-0.131
M3	-0.399	-0.342	-0.305	-0.395	-0.340	-0.182
M4	<b>0.479*</b>	0.358	<b>0.433*</b>	<b>0.545*</b>	0.346	0.318
M5	0.008	-0.098	-0.045	-0.074	-0.306	-0.026
M6	-0.283	-0.370	-0.264	-0.402	<b>-0.517*</b>	-0.323
M7	-0.393	<b>-0.489*</b>	-0.403	<b>-0.451*</b>	<b>-0.466*</b>	-0.208
M8	-0.259	-0.243	-0.189	-0.303	-0.106	-0.206
M9	0.260	0.303	0.232	0.337	0.291	0.101
M10	0.137	0.199	0.007	-0.058	<b>0.802*</b>	0.011
M11	-0.220	-0.166	-0.151	-0.281	-0.141	-0.189
M12	<b>-0.501*</b>	<b>-0.561*</b>	<b>-0.488*</b>	<b>-0.505*</b>	<b>-0.688*</b>	-0.165
M13	0.303	<b>0.446*</b>	0.288	0.351	<b>0.668*</b>	0.230
M14	-0.067	-0.115	-0.076	0.029	-0.184	0.030
M15	0.107	0.072	0.112	0.276	0.009	0.087
M16	0.323	0.364	0.423	<b>0.531*</b>	<b>0.558*</b>	0.262
M17	-0.089	-0.028	-0.127	-0.078	-0.216	-0.063
M18	0.206	0.276	0.223	0.046	0.303	0.129

M19	-0.028	-0.006	-0.050	-0.030	-0.273	-0.248
M20	0.233	0.184	0.198	0.244	0.286	0.187

\*DMF büyüklüğü>0.426

Tablo 12 incelendiğinde 1000 kişilik tam veri setinde DMF gösteren ve göstermeyen maddelerin SA yönteminin uygulanmasıyla %5 kayıp veri için TRK ve ROK mekanizmaları altında tamamının doğru sınıflandırıldığı görülmektedir. Tam veri setinde DMF gösteren 4 ve 12 numaralı maddelerden RK mekanizması altında yalnızca 12 numaralı maddenin DMF'li olduğu görülmektedir. Bununla birlikte RK mekanizması altında DMF göstermeyen 4. maddenin DMF büyüklüğü 0.426 ölçütüne yakındır. Ayrıca iki maddenin (M7 ve M13) de DMF göstermediği halde DMF'li olarak sınıflandırıldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Tam veri setinde DMF büyüklüğü 0.426 ölçütüne yakın olduğu tespit edilen 7.maddenin üç koşulda DMF büyüklüğünün şişirilmiş olması ve DMF'li olarak sınıflandırılması dikkat çekmektedir. Kayıp veri oranı %15 olduğunda ROK mekanizması altında maddelerin hiçbiri DMF göstermemiştir. TRK mekanizmasında üç, RK mekanizmasında beş madde tam veri setinde DMF göstermediği halde DMF'li olarak tespit edilmiştir. Tüm koşullar incelendiğinde tam veri setinde DMF'li olduğu görülen 4 ve 12 numaralı maddelerin TRK mekanizması altında her iki kayıp veri oranında doğru sınıflandırıldığı görülmektedir. Ancak birçok maddede olduğu gibi DMF büyüklüklerinde düşüş ya da artış gözlenmiştir.

Madde takımları değerlendirildiğinde %5 kayıp veri oranında üç mekanizma altında birinci madde takımında M5 haricindeki maddelerin DMF değerlerinin nispeten yüksek olduğu görülmektedir. Aynı kayıp veri oranında her üç mekanizma altında DMF gösteren 12 numaralı maddeyle aynı madde takımında yer alan M14 için kestirilen değerler ise M13'e göre daha düşüktür. Aynı zamanda RK mekanizması altında aynı madde takımından iki madde (M12 ve M13) DMF göstermiştir.

Kayıp veri oranı %15 olduğunda TRK mekanizması altında birinci madde takımındaki iki maddenin DMF gösterdiği, DMF gösteren diğer maddelerin farklı madde takımlarında yer aldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Ancak ikinci madde takımında M6 ve M8,

dördüncü madde takımında ise M13 nispeten yüksek DMF değerlerine sahiptir. RK mekanizması altında DMF gösteren M6 ve M7 ikinci madde takımında, M12 ve M13 dördüncü madde takımında bulunmaktadır. DMF gösteren diğer maddeler farklı madde takımlarında yer almaktadırlar.

Tablo 13 SA yönteminin uygulanması sonucu veri2'den elde edilen 2000 kişilik örneklemin DMF sonuçlarını göstermektedir.

**Tablo 13**

*Veri2 SA Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	%5			%15		
	TRK	RK	ROK	TRK	RK	ROK
M1	<b>0.496</b>	0.389	<b>0.439</b>	<b>0.471</b>	0.225	<b>0.427</b>
M2	-0.138	-0.182	-0.073	-0.149	-0.175	-0.126
M3	-0.305	-0.232	-0.218	-0.321	-0.134	-0.163
M4	<b>0.499</b>	0.420	<b>0.471</b>	<b>0.625</b>	<b>0.477</b>	<b>0.491</b>
M5	-0.154	-0.147	-0.107	-0.063	-0.207	-0.121
M6	-0.118	-0.130	-0.093	-0.054	-0.237	-0.231
M7	-0.192	-0.214	-0.126	-0.110	-0.193	-0.161
M8	-0.133	-0.180	-0.214	-0.199	-0.264	-0.148
M9	0.065	0.042	0.076	-0.083	0.174	0.082
M10	0.147	0.313	0.072	0.061	<b>0.875</b>	0.070
M11	-0.109	-0.073	-0.103	-0.092	-0.195	-0.101
M12	-0.253	-0.270	-0.212	-0.196	-0.295	-0.098
M13	0.238	0.345	0.218	0.174	<b>0.452</b>	0.115
M14	-0.170	-0.126	-0.120	-0.092	-0.240	-0.151
M15	0.045	0.081	0.058	0.050	-0.089	0.165
M16	0.424	0.424	0.424	<b>0.437</b>	<b>0.426</b>	0.378
M17	-0.155	-0.215	-0.188	-0.132	-0.360	-0.084
M18	-0.155	-0.185	-0.216	-0.124	-0.110	-0.256
M19	-0.208	-0.147	-0.148	-0.200	-0.273	-0.173
M20	0.175	0.088	0.061	-0.002	0.143	0.083

\*DMF büyüklüğü>0.426

Tablo 13 incelendiğinde TRK ve ROK mekanizmaları altında %5 kayıp veri oranında SA yönteminin uygulanmasıyla 2000 kişilik tam veri setinde DMF gösteren üç maddeden ikisinin (M1 ve M4) DMF gösterdiği, RK mekanizması altında ise hiçbir maddenin DMF göstermediği sonucuna varılmıştır. DMF büyüklükleri açısından değerlendirildiğinde TRK mekanizması altında DMF büyüklüklerinin olduğundan yüksek, ROK mekanizması altında ise olduğundan düşük kestirildiği görülmektedir. Tam veri setinde DMF gösteren 16 numaralı maddenin üç mekanizmada da 0.426 ölçütüne oldukça yakın olduğu göze çarpmaktadır.

Kayıp veri oranı %15 olduğunda tüm maddelerin yalnızca TRK mekanizması altında doğru sınıflandırıldığı belirlenmiştir. RK mekanizmasında tam veri setinde DMF gösteren 4 ve 16 numaralı maddeler, ROK mekanizmasında ise 1 ve 4 numaralı maddeler doğru sınıflandırılmıştır. RK mekanizmasında tam veri setinde DMF göstermediği halde DMF'li olarak sınıflandırılan iki madde (M10 ve M13) bulunmaktadır. Veri2'den elde edilen 1000 ve 2000 kişilik örneklere SA yöntemi uygulanması sonucu elde edilen bulgular kıyaslandığında küçük örnekleme DMF göstermeyen maddelerin sınıflandırılmasında hata oranının daha yüksek olduğu sonucuna varılmaktadır. Ayrıca her iki örnekleme TRK mekanizması altında elde edilen sonuçların tam veri setiyle daha tutarlı olduğu söylenebilir.

Madde takımlarında DMF gösteren maddeler açısından incelendiğinde her iki kayıp veri oranında RK mekanizması dışındaki koşullarda aynı madde takımında bulunan M1 ve M4'ün tam veri setinde olduğu gibi DMF gösterdiği görülmektedir. Tüm koşullar incelendiğinde diğer DMF'li maddelerin farklı madde takımlarında yer aldığı belirlenmiştir.

### **Alt Problem 3'e İlişkin Bulgular ve Yorumlar**

Madde takımı halindeki tam veri setlerinden farklı kayıp veri mekanizmaları altında (TRK, RK ve ROK) veri silinerek oluşturulan veri setlerine, kesirli hot-deck yönteminin uygulanmasıyla belirlenen DMF sonuçları örneklem büyüklüğüne (1000 ve 2000) ve kayıp veri oranlarına (%5 ve %15) göre nasıl değişmektedir?

### **Veri1'e İlişkin Bulgular ve Yorumlar**

Çalışma kapsamında kullanılan bir diğer yöntem olan kesirli hot-deck yönteminin uygulaması yanlış tanımlanmış bir atama modelinden kaçınmak amacıyla odak ve referans grupta ayrı ayrı yapılmıştır. RK mekanizmasında %15 kayıp veri oranının oluşturulduğu veri setlerinde odak gruptaki bireylerin tümünde eksik verilerin bulunması kesirli hot-deck yöntemiyle uygun bir şekilde atama yapılmasına engel olmuştur. Bu nedenle RK mekanizmasında kesirli hot-deck yöntemiyle %15 kayıp veri oranı için

bulgular raporlanamamıştır. Kesirli hot-deck yönteminin uygulanması sonucu veri1'den elde edilen 1000 kişilik örneklemin DMF sonuçları Tablo 14'te verilmiştir.

**Tablo 14**

*Veri1 Kesirli Hot-deck Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	%5			%15		
	TRK	RK	ROK	TRK	RK	ROK
M1	0.140	0.099	0.083	-0.145	-	-0.076
M2	0.046	0.056	0.071	-0.015	-	-0.016
M3	<b>-0.584*</b>	<b>-0.497*</b>	<b>-0.568*</b>	<b>-0.911*</b>	-	<b>-0.979*</b>
M4	0.162	0.198	0.149	-0.005	-	-0.025
M5	0.023	0.018	0.022	0.234	-	<b>0.591*</b>
M6	-0.026	-0.121	-0.037	-0.002	-	0.013
M7	-0.093	-0.200	-0.060	-0.016	-	-0.177
M8	-0.029	0.010	-0.033	-0.039	-	-0.148
M9	-0.056	-0.087	-0.091	0.091	-	-0.030
M10	-0.141	-0.125	-0.075	-0.135	-	0.421
M11	-0.205	-0.211	-0.182	-0.200	-	-0.318
M12	-0.040	-0.009	-0.035	0.049	-	0.054
M13	0.160	0.175	0.168	0.190	-	0.076
M14	0.101	0.045	0.082	0.314	-	0.265
M15	0.091	0.073	0.033	0.155	-	-0.093
M16	0.382	<b>0.448*</b>	0.369	<b>0.507*</b>	-	0.314
M17	-0.053	-0.025	-0.124	0.063	-	-0.053
M18	0.249	0.251	0.294	-0.046	-	<b>0.430*</b>
M19	-0.178	-0.194	-0.144	-0.197	-	-0.241
M20	0.051	0.097	0.078	0.108	-	-0.006

Tablo 14'e göre tam veri setinde DMF gösteren 3 numaralı madde kesirli hot-deck yönteminin uygulandığı tüm koşullarda DMF göstermiştir ancak koşulların tümünde DMF büyüklüğü gerçek değerinden yüksek kestirilmiştir. Ayrıca aynı maddede kayıp veri oranının artmasıyla DMF değerinin ciddi derecede arttığı görülmektedir. Tam veri setiyle karşılaştırıldığında TRK ve ROK mekanizmalarında %5 kayıp veri oranında DMF göstermeyen maddelerin doğru sınıflandırıldığı, RK mekanizmasında yalnızca 16. maddenin yanlış sınıflandırıldığı sonucuna varılmıştır. %15 kayıp veri oranında ise TRK mekanizması altında bir madde (M16), ROK mekanizması altında iki madde (M5 ve M18) tam veri setinde DMF göstermediği halde DMF'li olarak sınıflandırılmıştır. ROK mekanizması altında DMF gösteren 3 ve 5 numaralı maddelerin aynı madde takımında olması ve tam veri setinde kestirilen DMF değeri sifıra oldukça yakın olan 5 numaralı

maddenin bu koşulda çok yüksek bir DMF değerine sahip olması dikkat çekicidir. Diğer koşullarda DMF gösteren maddelerin farklı madde takımlarında yer aldığı görülmektedir.

Kesirli hot-deck yönteminin uygulanması sonucu veri1'den elde edilen 2000 kişilik örneklemin DMF sonuçları Tablo 15'te verilmiştir.

**Tablo 15**

*Veri1 Kesirli Hot-deck Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	%5			%15		
	TRK	RK	ROK	TRK	RK	ROK
M1	0.066	0.082	0.081	-3.28E-04	-	0.248
M2	-0.096	-0.199	-0.109	0.066	-	-0.003
M3	<b>-0.579*</b>	<b>-0.558*</b>	<b>-0.581*</b>	<b>-0.599*</b>	-	<b>-1.037*</b>
M4	0.078	0.001	0.047	0.064	-	0.195
M5	0.012	0.064	0.077	-0.202	-	-0.218
M6	-0.036	-0.056	-0.077	0.183	-	-0.209
M7	-0.142	-0.178	-0.102	-0.104	-	-0.066
M8	0.040	-0.064	0.042	-0.177	-	0.205
M9	0.057	0.076	-0.008	0.205	-	0.143
M10	-0.224	-0.069	-0.248	-0.163	-	<b>-0.547*</b>
M11	-0.064	-0.089	-0.014	-0.161	-	0.148
M12	-0.126	-0.092	-0.109	-0.180	-	-0.222
M13	0.153	0.164	0.116	0.167	-	-0.424
M14	0.128	0.134	0.204	0.091	-	0.299
M15	0.076	0.101	0.114	-0.102	-	0.291
M16	0.223	0.226	0.304	0.023	-	<b>0.472*</b>
M17	0.039	0.058	0.107	0.152	-	0.125
M18	0.192	0.154	-0.105	<b>0.495*</b>	-	0.129
M19	0.048	0.037	0.027	0.122	-	0.095
M20	0.154	0.206	0.233	0.119	-	0.378

\*DMF büyüklüğü>0.426

Tablo 15 incelendiğinde 2000 kişilik tam veri setinde DMF gösteren 3 numaralı maddenin kesirli hot-deck yönteminin uygulandığı tüm koşullarda DMF gösterdiği ancak 1000 kişilik örneklemden elde edilen sonuçlara benzer şekilde DMF büyüklüğünün gerçek değerinden daha yüksek kestirildiği görülmüştür. Kayıp veri oranının %15 olduğu durumda DMF değerinin gerçek değerden daha çok uzaklaştığı belirlenmiştir. Tam veri setinde DMF göstermeyen on dokuz maddenin %5 kayıp veri oranındaki koşullarda DMF göstermediği görülmektedir. TRK ve ROK mekanizmalarında ise %15 kayıp veri oranında DMF'li olmadığı halde DMF gösteren maddelerin olduğu göze çarpmaktadır. TRK mekanizmasında bir madde (M18), ROK mekanizmasında iki madde (M10 ve M16) DMF

gösterme bakımından yanlış sınıflandırılmıştır. Ayrıca ROK mekanizması altında 13. maddenin DMF büyüklüğü 0.426 ölçütüne yakın bulunmuştur. Tüm koşullarda DMF gösteren maddelerin ise farklı madde takımlarında yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Veri1'den elde edilen 1000 ve 2000 kişilik örneklere kesirli hot-deck atama yönteminin uygulanması sonucu elde edilen bulgular kıyaslandığında tam veri setlerinde DMF gösteren 3 numaralı maddenin her iki örnekleme farklı koşullarda DMF gösterdiği görülmektedir. Her iki örnekleme %15 kayıp veri oranında TRK ve ROK mekanizmaları altında DMF göstermediği halde DMF'li olarak tespit edilen maddeler yer almaktadır. Bu maddelerin sayısı 1000 ve 2000 kişilik örnekleme aynı olmakla birlikte DMF gösteren maddeler aynı değildir. RK mekanizmasında ise %5 kayıp veri oranında 1000 kişilik örnekleme bir madde DMF göstermediği halde DMF'li olarak tespit edilirken, 2000 kişilik örnekleme DMF göstermeyen tüm maddeler doğru sınıflandırılmıştır.

### **Veri2'ye İlişkin Bulgular ve Yorumlar**

Veri2'den elde edilen 1000 kişilik örnekleme kesirli hot-deck yönteminin uygulanması sonucu elde edilen DMF sonuçları Tablo 16'da yer almaktadır.

**Tablo 16**

*Veri2 Kesirli Hot-deck Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (1000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	%5			%15		
	TRK	RK	ROK	TRK	RK	ROK
M1	0.376	<b>0.433*</b>	0.365	<b>0.529*</b>	-	0.335
M2	-0.205	-0.080	-0.217	-0.282	-	-0.158
M3	-0.370	-0.345	-0.332	-0.397	-	-0.159
M4	<b>0.462*</b>	0.387	0.401	<b>0.537*</b>	-	0.264
M5	0.033	-0.032	-0.099	-0.089	-	-0.031
M6	-0.279	-0.255	-0.349	<b>-0.434*</b>	-	-0.342
M7	-0.417	-0.382	-0.357	-0.390	-	-0.219
M8	-0.276	-0.252	-0.235	<b>-0.488*</b>	-	-0.252
M9	0.246	0.344	0.303	0.163	-	0.128
M10	0.149	0.029	0.069	-0.068	-	0.037
M11	-0.201	-0.122	-0.156	-0.237	-	-0.224
M12	<b>-0.479*</b>	<b>-0.522*</b>	<b>-0.445*</b>	<b>-0.535*</b>	-	-0.152
M13	0.305	0.292	0.281	<b>0.729*</b>	-	0.186
M14	-0.075	-0.217	-0.048	-0.018	-	0.028
M15	0.118	0.162	0.118	0.296	-	0.069
M16	0.268	0.389	0.423	<b>0.548*</b>	-	0.257
M17	-0.092	0.045	-0.071	-0.080	-	-0.068
M18	0.234	0.030	0.210	<b>-0.789*</b>	-	0.291

M19	-0.015	-0.099	-0.041	<b>0.471*</b>	-	-0.152
M20	0.219	0.195	0.179	<b>0.536*</b>	-	0.161

\*DMF büyüklüğü>0.426

Tablo 16 incelendiğinde tam veri setinde DMF gösteren 12. maddenin %5 kayıp veri oranında tüm koşullarda DMF gösterdiği gözlenmiştir. Tam veri setinde DMF gösteren diğer bir madde olan 4. madde ise yalnızca TRK mekanizması altında DMF göstermiştir. RK ve ROK mekanizmaları altında 4. maddenin DMF büyüklüğünün 0.426 ölçütüne yakın olduğu söylenebilir. %5 kayıp veri oranında yalnızca 1 numaralı madde tam veri setinde DMF göstermediği halde kesirli hot-deck yöntemiyle atama yapılması sonucunda DMF göstermiştir. Tam veri setinde olduğu gibi 1, 7 ve 16 numaralı maddelerin DMF büyüklükleri 0.426 ölçütüne yakın kestirilmiştir.

Kayıp veri oranı %15'e yükseldiğinde ROK mekanizması altında hiçbir madde DMF göstermezken, TRK mekanizması altında on maddenin DMF gösterdiği görülmektedir. Bu maddelerden sekizi tam veri setinde DMF göstermeyen maddelerdir. Özellikle 13 ve 18 numaralı maddelerin DMF büyüklüklerinin oldukça yüksek kestirildiği belirlenmiştir. Tam veri setinde DMF gösteren iki maddenin (M4 ve M12) DMF büyüklükleri de olduğunda daha yüksek kestirilmiştir. Ayrıca tam veri setinde DMF büyüklükleri sınıra oldukça yakın olan 1 ve 16 numaralı maddelerin bu koşulda DMF gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Madde takımları değerlendirildiğinde %5 kayıp veri oranında DMF gösteren maddelerin tamamının farklı madde takımlarında yer aldığı görülmektedir. Ancak %15 kayıp veri oranında TRK mekanizması altında DMF gösteren M1 ve M4 birinci madde takımında, M6 ve M8 ikinci madde takımında, M12 ve M13 dördüncü madde takımında yer almaktadır. Son madde takımındaki 18, 19 ve 20 numaralı maddelerin tamamı DMF'li olarak sınıflandırılmıştır.

Veri2'den elde edilen 2000 kişilik örnekleme kesirli hot-deck yönteminin uygulanması sonucu elde edilen DMF sonuçları Tablo 17'de verilmiştir.



**Tablo 17***Veri2 Kesirli Hot-deck Yöntemiyle Elde Edilen DMF Sonuçları (2000 Kişilik Örneklem)*

Maddeler	%5			%15		
	TRK	RK	ROK	TRK	RK	ROK
M1	<b>0.471</b>	0.422	0.422	<b>0.442</b>	-	0.420
M2	-0.122	-0.114	-0.093	<b>-0.670</b>	-	-0.106
M3	-0.290	-0.266	-0.252	-0.331	-	-0.217
M4	<b>0.457</b>	<b>0.440</b>	<b>0.478</b>	<b>0.439</b>	-	<b>0.516</b>
M5	-0.172	-0.121	-0.098	-0.121	-	-0.061
M6	-0.096	-0.080	-0.108	-0.136	-	-0.246
M7	-0.163	-0.170	-0.118	0.094	-	-0.173
M8	-0.091	-0.200	-0.230	-0.259	-	-0.141
M9	0.068	0.058	0.084	-0.163	-	0.081
M10	0.120	0.202	0.056	0.391	-	0.080
M11	-0.123	-0.089	-0.084	-0.142	-	-0.104
M12	-0.183	-0.273	-0.262	-0.171	-	-0.076
M13	0.236	0.296	0.221	0.243	-	0.108
M14	-0.137	-0.110	-0.101	-0.047	-	-0.116
M15	0.047	0.086	0.056	-0.100	-	0.133
M16	0.364	0.422	<b>0.434</b>	<b>0.611</b>	-	0.349
M17	-0.142	-0.188	-0.148	-0.172	-	-0.109
M18	-0.212	-0.178	-0.186	0.309	-	-0.235
M19	-0.219	-0.238	-0.127	0.024	-	-0.193
M20	0.186	0.102	0.056	-0.241	-	0.088

*\*DMF büyüklüğü>0.426*

Tablo 17'ye göre %5 kayıp veri oranında tam veri setinde DMF gösteren 4 numaralı madde tüm koşullarda DMF göstermektedir. Tam veri setinde DMF gösteren 1 numaralı madde yalnızca TRK mekanizmasında DMF gösterirken, 16 numaralı madde ise ROK mekanizması altında DMF göstermiştir. Ancak her iki maddenin de diğer koşullarda kestirilen DMF büyüklükleri 0.426 ölçütüne yakındır. Tam veri setinde DMF göstermeyen tüm maddelerin DMF'siz olduğu görülmektedir.

Kayıp veri oranı %15 iken TRK mekanizmasında 1, 4 ve 16 numaralı maddelerin tam veri setinde olduğu gibi DMF'li olarak sınıflandırıldığı tespit edilmiştir. Bu koşulda 2. maddenin de DMF gösterdiği ve DMF büyüklüğünün oldukça yüksek kestirildiği sonucuna ulaşılmıştır. ROK mekanizması altında DMF'li olarak belirlenen tek madde 4. madde olmuştur. Veri2'den elde edilen 1000 ve 2000 kişilik örneklere kesirli hot-deck yöntemi uygulanması sonucu elde edilen bulgular kıyaslandığında küçük örnekleme DMF göstermeyen maddelerin sınıflandırılmasında hata oranının daha yüksek olduğu

sonucuna varılmaktadır. Bu hata oranının özellikle %15 kayıp veri oranında TRK mekanizması altında artış gösterdiği söylenebilir.

Madde takımlarındaki maddeler ayrıca incelendiğinde %5 kayıp veri oranında TRK mekanizması altında DMF gösteren M1 ve M4'ün aynı madde takımında olduğu belirlenmiştir. RK ve ROK mekanizmaları altında DMF göstermemesine rağmen 1 numaralı maddenin 0.426 ölçütüne yakın olması göze çarpmaktadır. Kayıp veri oranı %15 olduğunda TRK mekanizması altında birinci madde takımından üç maddenin (M1, M2 ve M4) DMF gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

#### Alt Problem 4'e İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Liste bazında silme, sıfır atama ve kesirli hot-deck veri atama yöntemlerinin uygulanması sonucunda DMF gösteren/göstermeyen maddeler ve DMF sonuçlarının tam veri setlerinden elde edilen sonuçlarla arasındaki korelasyon nasıl değişmektedir?

Tablo 18'de veri1'e SA, LBS ve kesirli hot-deck yöntemlerinin uygulanması sonucu tüm koşullarda DMF gösteren maddeler gösterilmektedir. Toplamda 36 koşul bulunmaktadır ancak daha önce de belirtildiği gibi LBS yönteminde örneklem sayısının azlığı ve kesirli hot-deck yönteminde odak gruptaki tüm bireylerde eksik verinin bulunması sebebiyle sekiz koşulda analizler gerçekleştirilememiştir. Veri1 için 28 analizden elde edilen DMF'li maddeler tablo halinde verilmiştir.

**Tablo 18**

*Veri1'de SA, LBS ve Kesirli hot-deck Yöntemleriyle DMF Gösteren Maddeler*

Yöntem	%5			%15		
	TRK	RK	ROK	TRK	RK	ROK
<b>1000 kişi</b>						
SA	M3	M3,M16	M3	M3	M1,M3,M4,M16	M3
LBS	*	M16	M3	-	-	-
K.Hot-deck	M3	M3,M16	M3	M3,M16	-	M3,M5,M18
<b>2000 kişi</b>						
SA	M3	M3	M3	M3	M3,M4,M16	M3
LBS	M3	M3,M20	*	-	-	-
K.Hot-deck	M3	M3	M3	M3,M18	-	M3,M10,M16

\*Hiçbir madde DMF göstermemiştir.

Tablo 18 incelendiğinde kayıp veri oranının %5 olduğu durumda TRK ve ROK mekanizmaları altında her iki örnekleme yalnızca LBS yöntemiyle tam veri setlerinde DMF gösteren maddenin tespit edilemediği görülmektedir. 1000 kişilik örnekleme TRK mekanizmasında, 2000 kişilik örnekleme ise ROK mekanizması altında LBS yönteminin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlarda tam veri setinde DMF gösteren 3 numaralı madde DMF göstermemiştir. RK mekanizmasında ise 1000 kişilik örnekleme üç yöntemle de 16. maddenin DMF gösterdiği sonucuna ulaşarak hatalı sonuç elde edilmiştir. LBS yöntemiyle ayrıca DMF gösteren 3 numaralı madde de doğru sınıflandırılmamıştır. 2000 kişilik örnekleme ise tüm yöntemlerle 3. madde doğru sınıflandırılırken, LBS yönteminin uygulanmasıyla 20. madde DMF göstermediği halde DMF'li olarak belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde %5 kayıp veri oranındaki üç koşulda SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin DMF'li maddeyi belirlemede LBS'ye üstünlük sağladıkları söylenebilir.

Kayıp veri oranının %15 olduğu durumda bu veri setinde LBS yöntemiyle analizler gerçekleştirilemediğinden SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin sonuçları karşılaştırılmıştır. Tabloya göre tüm koşullarda her iki yöntemde 3 numaralı maddenin DMF'li olarak doğru bir şekilde sınıflandırıldığı sonucuna varılmaktadır. Ancak tam veri setinde DMF göstermeyen maddeler açısından incelendiğinde, TRK ve ROK mekanizmaları altında SA yönteminin kesirli hot-deck yönteminden daha iyi sonuç verdiği, hatasının daha düşük olduğu söylenebilir. RK mekanizması altında yalnızca SA yönteminin sonuçları yer almaktadır. SA yöntemiyle %15 kayıp veri oranında RK mekanizması altında DMF göstermeyen maddelerin DMF'li olarak sınıflandırıldığı ve bu şekilde yanlış sınıflandırılan madde sayısının 1000 kişilik örnekleme daha fazla olduğu görülmektedir.

Bu bulgular ışığında tam veri setindeki DMF'li maddeleri belirlenmesi açısından SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin yapılan analizlerde doğru bir şekilde çalıştığı ancak her iki kayıp veri oranında bazı DMF'li olmayan maddelerin bu yöntemlerle DMF'li olarak belirlendiği tespit edilmiştir. %5 kayıp veri oranında yalnızca RK mekanizmasında gözlenen bu durum, kayıp veri oranı %15'e yükseldiğinde kesirli hot-deck yöntemiyle tüm

mekanizmalarda görülmüş ve yanlış sınıflandırılan maddelerin sayısı da artmıştır. TRK ve ROK mekanizmalarında SA yönteminin kullanıldığı analizlerde her iki kayıp veri oranında tüm maddelerin doğru sınıflandırılmış olması dikkat çekmektedir.

Tablo 19'da veri2'ye SA, LBS ve kesirli hot-deck yöntemlerinin uygulanması sonucu tüm koşullarda DMF gösteren maddeler gösterilmektedir. Toplamda 36 koşul bulunmaktadır ancak veri1'e benzer şekilde LBS yönteminde örneklem sayısının azlığı ve kesirli hot-deck yönteminde odak gruptaki tüm bireylerde eksik verinin bulunması bu veri setinde altı koşulda analizlerin gerçekleştirilmesinin önüne geçmiştir. Veri2 için 30 analizden elde edilen DMF'li maddeler tablo halinde verilmiştir.

**Tablo 19**

*Veri2'de SA, LBS ve Kesirli hot-deck Yöntemleriyle DMF Gösteren Maddeler*

Yöntem	%5			%15		
	TRK	RK	ROK	TRK	RK	ROK
<b>1000 kişi</b>						
SA	M4,M12	M7,M12,M13	M4,M12	M1,M4,M7, M12,M16	M6,M7,M10, M12,M13,M16	*
LBS	M1, M2, M7, M12,M13,M18	M8,M12	*	-	-	M8,M15, M20
K.Hot-deck	M4,M12	M1,M12	M12	M1,M4,M6,M8, M12,M13,M16, M18,M19,M20	-	*
<b>2000 kişi</b>						
SA	M1,M4	*	M1,M4	M1,M4,M16	M4,M10,M13, M16	M1,M4
LBS	M4,M20	*	*	-	-	M4,M10
K.Hot-deck	M1,M4	M4	M4,M16	M1,M2, M4,M16	-	M4

\*Hiçbir madde DMF göstermemiştir.

Tablo 19'a göre kayıp veri oranı %5 olduğunda 1000 kişilik örnekleme üç koşulda tam veri setinde DMF gösteren ve göstermeyen maddelerin tamamının doğru sınıflandırıldığı görülmektedir. Bunlar TRK mekanizması altında SA ve kesirli hot-deck yöntemiyle atama yapılan ve ROK mekanizmasında SA yöntemiyle atama yapılan koşullardır. LBS yöntemiyle TRK mekanizması altında beş maddenin DMF'li olmadığı halde DMF'li olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. Kayıp veri oranı %5 iken 2000 kişilik

örnekleme tam veri setinde DMF gösteren üç maddenin herhangi bir koşul altında tamamının doğru sınıflandırılmadığı görülmektedir. TRK mekanizmasında LBS yönteminin uygulandığı analizler dışında tüm koşullarda tam veri setinde DMF göstermeyen maddeler yine DMF göstermemiştir. Ancak LBS yöntemiyle tam veri setinde DMF göstermeyen 20. maddenin DMF'li olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kayıp veri oranı %15 olduğunda LBS yöntemiyle yalnızca ROK mekanizması altında analizler gerçekleştirilmiştir. Tablo incelendiğinde 1000 kişilik örnekleme TRK mekanizması altında SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin uygulanmasıyla DMF'li iki maddenin (M4 ve M12) doğru sınıflandırıldığı ancak tam veri setinde DMF'li olmayan bazı maddelerin de DMF'li olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. Bu şekilde yanlış sınıflandırılan maddelerin sayısı kesirli hot-deck yönteminde daha fazladır. RK mekanizması altında SA yöntemiyle yalnızca 12 numaralı maddenin tam veri setinde olduğu gibi DMF gösterdiği görülmektedir. Beş madde ise DMF'li olmadığı halde DMF göstermiştir. ROK mekanizmasında üç yöntemin de DMF'li maddeleri belirleyemediği görülmektedir. LBS yöntemiyle tam veri setinde DMF göstermeyen üç maddenin DMF gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu koşulda DMF'li maddeleri belirlemede üç yöntem arasında fark olmadığı gözlenirken, LBS yönteminin DMF'li olmayan maddelerde hata oranının diğer iki yönteme göre daha yüksek olduğu söylenebilir. 2000 kişilik örnekleme TRK mekanizması altında SA ve kesirli hot-deck yöntemleriyle atama yapılması sonucu DMF'li üç maddenin (M1, M4 ve M16) doğru sınıflandırıldığı ancak tam veri setinde DMF'li olmayan 2. maddenin kesirli hot-deck yöntemiyle DMF'li olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. RK mekanizması altında SA yönteminin uygulanmasıyla tam veri setinde DMF gösteren üç maddeden ikisi doğru sınıflandırılırken, iki madde de DMF göstermediği halde DMF'li olarak sınıflandırılmıştır. ROK mekanizması altında DMF gösteren maddelerden SA yöntemiyle biri, LBS ve kesirli hot-deck yöntemlerinin uygulanmasıyla ikisi tespit edilememiştir. LBS yöntemiyle bir madde de tam veri setinde DMF göstermediği halde DMF gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo genel olarak yorumlandığında tam veri setinde DMF göstermediği halde DMF'li olarak sınıflandırılan madde sayısının 1000 kişilik örnekleme daha fazla olduğu görülmektedir. Tam veri setindeki DMF'li maddeleri belirlenmesi açısından SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin uygulandığı koşullarda maddeleri sınıflamada iki yöntemin birbirine benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Ancak her iki kayıp veri oranında bazı DMF'li olmayan maddelerin bu yöntemlerle atama yapılması sonucunda DMF'li olarak belirlendiği sonucuna varılmıştır. Kayıp veri oranı %15'e yükseldiğinde tam veri setinde DMF'li olan ve olmayan maddelerin sınıflandırılmasındaki hata oranında artış olduğu gözlenmiştir.

Tablo 20 tüm koşullardan elde edilen DMF büyüklüklerinin tam veri setlerinden elde edilen DMF sonuçlarıyla olan Pearson korelasyonlarını göstermektedir. Tam veri setleriyle yüksek korelasyon gösteren sonuçlar DMF büyüklükleri bakımından gerçek değerlere daha yakın değerler elde edildiğinin göstergesi olarak yorumlanmıştır.

**Tablo 20**

*Tam Veri Setiyle Tüm Koşullardan Elde Edilen DMF Büyüklükleri Korelasyonları*

Yöntem	%5			%15		
	TRK	RK	ROK	TRK	RK	ROK
<b>Veri1_1000 kişi</b>						
SA	0.92**	0.91**	0.97**	0.89**	0.80**	0.85**
LBS	0.83**	0.74**	0.60**	-	-	-
K.Hot-deck	0.98**	0.99**	0.97**	0.82**	-	0.72**
<b>Veri1_2000 kişi</b>						
SA	0.98**	0.90**	0.98**	0.95**	0.80**	0.94**
LBS	0.88**	0.83**	0.73**	-	-	-
K.Hot-deck	0.97**	0.98**	0.89**	0.74**	-	0.77**
<b>Veri2_1000 kişi</b>						
SA	0.99**	0.97**	0.99**	0.97**	0.84**	0.93**
LBS	0.88**	0.52*	0.90**	-	-	0.20
K.Hot-deck	0.98**	0.97**	0.99**	0.73**	-	0.92**
<b>Veri2_2000 kişi</b>						
SA	0.99**	0.95**	0.99**	0.97**	0.76**	0.96**
LBS	0.71**	0.83**	0.64**	-	-	0.58**
K.Hot-deck	0.98**	0.98**	0.99**	0.68**	-	0.96**

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ .

Tablo 20'de veri1'e ait korelasyon değerlerine bakıldığında 1000 kişilik örnekleme %5 kayıp veri oranında en yüksek korelasyon değerlerinin kesirli hot-deck yöntemiyle elde

edildiği görülmektedir. LBS yönteminin üç yöntem içerisinde en düşük korelasyon değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Kayıp veri mekanizmaları açısından bakıldığında değerlerin herhangi bir örüntüye göre artma ya da azalma göstermediği sonucuna ulaşılabılır. %5 kayıp veri oranından elde edilen sonuçların aksine veri1'den elde edilen 1000 kişilik örnekleme %15 kayıp veri oranında SA yönteminin korelasyon değerlerinin kesirli hot-deck yönteminden daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır.

Veri1'e ait 2000 kişilik örnekleme %5 kayıp veri oranında en düşük korelasyon değerleri yine LBS yönteminde bulunmuştur. TRK mekanizması altında SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin korelasyon değerleri oldukça yakınken, RK mekanizmasında kesirli hot-deck yöntemi ROK mekanizmasında SA yöntemi daha yüksek korelasyon göstermiştir. Kayıp veri oranı %15 olduğunda SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin korelasyon değerlerinin düştüğü belirlenmiştir. Ancak korelasyon değerlerindeki düşüş değerlendirildiğinde kayıp veri oranının artmasının kesirli hot-deck yöntemini SA yöntemine göre daha fazla etkilediği sonucuna ulaşılabılır. Veri1'e ait değerler örneklem büyüklüğünün SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin sonuçlarında çok ciddi farklılıklara yol açmadığını ancak LBS yönteminde daha büyük örnekleme daha yüksek korelasyon değerleri elde edilmesine yol açtığını göstermektedir.

Veri2'ye ait korelasyon değerleri incelendiğinde 1000 kişilik örnekleme %5 kayıp veri oranında en düşük korelasyonun RK mekanizması altında LBS yöntemiyle elde edildiği görülmektedir. SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin birbirine benzer sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Kayıp veri %15 olduğunda TRK ve ROK mekanizmaları altında SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinden elde edilen korelasyonların düştüğü gözlenmiştir. TRK mekanizması altında kesirli hot-deck yönteminin bu durumdan daha ciddi bir şekilde etkilendiği göze çarpmaktadır. Üç yöntem içerisinde SA yönteminin korelasyon değerleri en yüksek değerlerdir. Tablodaki verilere göre ROK mekanizması altında LBS yönteminden elde edilen sonuçların tam veri setiyle anlamlı bir ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Korelasyon değerinin düşük olması bu koşulda LBS yönteminin

kullanılması sonucu gerçek veri setinden oldukça uzak DMF değerlerinin elde edildiğinin göstergesidir.

Veri2'ye ait 2000 kişilik örnekleme %5 kayıp veri oranında en düşük korelasyonların tüm koşullarda olduğu gibi LBS yöntemiyle elde edildiği belirlenmiştir. SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinden elde edilen sonuçlar birbirine oldukça yakındır. Kayıp veri oranı %15 olduğunda LBS yöntemi ROK mekanizması altında en düşük korelasyona sahiptir. Kesirli hot-deck yönteminin TRK mekanizması altında SA yöntemine göre daha düşük korelasyona sahip olduğu görülmektedir.

Tablo genel olarak değerlendirildiğinde SA yönteminden elde edilen en düşük korelasyonların RK mekanizması altında olduğu, tüm koşullarda en düşük korelasyonların LBS yöntemiyle elde edildiği sonucuna varılmaktadır. Ayrıca tüm koşullarda kayıp veri oranının yükselmesiyle üç yöntemden de elde edilen korelasyon değerlerinin düştüğü gözlenmiştir. Kayıp veri oranı yükseldiğinde TRK mekanizması altında SA yöntemiyle elde edilen korelasyon değerlerinin kesirli hot-deck yönteminden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Veri1 ve veri2'ye ait aynı birey sayısına ait örneklemelerden elde edilen korelasyonlara bakıldığında SA yönteminin korelasyon değerlerinin tamamının veri2'de veri1'e göre daha yüksek olduğu, LBS ve kesirli hot-deck yöntemlerinde buna benzer bir örüntüye rastlanmadığı görülmüştür. Bu durum veri2'de düşük puanlarda yığılmanın olması ve DMF değerlerinin SA yöntemiyle yapılan atamadan daha az etkilenmiş olmasıyla açıklanabilir.



## Bölüm 5

### Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında madde takımları halindeki verilerde kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin DMF belirleme üzerindeki etkisi farklı koşullar altında incelenmiştir. Araştırmada farklı dağılımlara sahip iki farklı veri setinden 1000 ve 2000 kişilik örneklemeler kullanılmıştır. SA, LBS ve kesirli hot-deck yöntemlerinin farklı kayıp veri mekanizmaları (TRK, RK ve ROK) ve iki farklı kayıp veri oranında (%5 ve %15) madde takımı halindeki maddelerde DMF belirleme performanslarına etkisi karşılaştırılmıştır. Bu bölümde bulgular bölümünde detaylı olarak verilen araştırma bulgular özetlenerek literatürde yer alan çalışmalarla birlikte tartışılmıştır.

#### Sonuçlar

Veri1'e ait sonuçlar incelendiğinde tam veri setinde DMF gösteren ve göstermeyen maddelerin tespitiyle ilgili elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

1) Tüm koşullarda SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin uygulanmasıyla tam veri setindeki DMF'li maddenin doğru tespit edildiği belirlenmiştir. LBS yöntemiyle 1000 kişilik örnekleme TRK ve RK mekanizmaları altında, 2000 kişilik örnekleme ise ROK mekanizması altında DMF'li madde tespit edilememiştir. Bu koşullarda SA ve kesirli hot-deck yöntemleri LBS'ye göre daha iyi performans göstermiştir.

2) Üç yöntemin %5 kayıp veri oranında DMF'siz maddeleri belirleme performanslarına etkisinin benzer olduğu görülmüştür.

3) 2000 kişilik örnekleme SA ve kesirli hot-deck yöntemiyle elde edilen sonuçlar haricindeki tüm koşullarda RK mekanizmasında DMF'siz maddeleri doğru belirleme oranının TRK ve ROK mekanizmalarına göre daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

4) Kayıp veri oranı artırıldığında tüm koşullarda kesirli hot-deck yöntemiyle DMF'siz maddeleri tespit etmede hata artışı gözlenmiştir. SA yönteminin ise her iki örnekleme TRK ve ROK mekanizmalarındaki performansı aynı kalırken, kayıp veri oranı

arttırıldığında RK mekanizmasında DMF'siz maddeleri doğru belirleme oranı daha düşük çıkmıştır.

5) RK mekanizması altında örneklem büyüklüğü arttıkça SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin uygulanması sonucu DMF'siz maddeleri doğru belirleme oranında iyileşme olduğu görülmüştür. LBS yöntemiyle örneklem büyüklüğüne göre değişiklik gözlenmemiştir. TRK ve ROK mekanizmalarında kayıp veri oranı fark etmeksizin tüm kayıp veri yöntemleriyle DMF göstermeyen maddeleri doğru tespit edebilme performansları örneklem büyüklüğüne göre değişiklik göstermemiştir.

6) DMF gösteren maddeler yer aldıkları madde takımları açısından incelendiğinde, aynı madde takımındaki bazı maddelerin birlikte DMF gösterdiği durumun en belirgin olarak gözlemlendiği koşul her iki örnekleme RK mekanizması altında %15 kayıp veri oranında SA yöntemiyle atama yapılan koşuldur.

Veri2'ye ait sonuçlar incelendiğinde tam veri setinde DMF gösteren ve göstermeyen maddelerin tespitiyle ilgili elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

1) TRK ve ROK mekanizmaları altında %5 kayıp veri oranında örneklem büyüklüğü fark etmeksizin DMF'li maddeleri belirleme performansının en düşük LBS yöntemiyle elde edildiği belirlenmiştir.

2) TRK ve RK mekanizmaları altında %5 kayıp veri oranında üç yöntemle de yapılan analizler sonucu DMF'li maddeleri belirleme performansının örneklem büyüklüğü arttıkça düştüğü görülürken, ROK mekanizmasında benzer bir örüntü tespit edilmemiştir.

3) Kayıp veri oranı %15 olduğunda SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin TRK mekanizması altında DMF'li maddeleri belirleme performansına etkisi aynı bulunmuştur. RK ve ROK mekanizmaları altında gerçekleştirilen analizler sonucu örneklem büyüklüğü arttığında DMF'li maddeleri belirleme oranının üç yöntem için de yükseldiği sonucuna varılmıştır.

4) TRK ve ROK mekanizmaları altında %5 kayıp veri oranında SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin uygulanması sonucu DMF'siz maddeleri belirleme performanslarının her iki örnekleme aynı olduğu belirlenmiştir. RK mekanizmasında ise kullanılan yöntem bakılmaksızın örneklem büyüklüğü arttığında DMF'siz maddeleri belirleme performansında artış tespit edilmiştir.

5) Kayıp veri oranı %15 olduğunda her iki örnekleme ROK mekanizması altında SA ve kesirli hot-deck yöntemleriyle DMF'siz maddeleri belirleme performansları aynı kalmıştır. 2000 kişilik örneklem TRK mekanizmasında SA yöntemi uygulandığında DMF'siz maddeyi belirleme oranı aynı kalırken, TRK, RK ve ROK mekanizmalarında %15 kayıp veri oranında gerçekleştirilen diğer tüm koşullarda DMF'siz maddeleri belirleme performansının %5 kayıp veri oranına göre daha düşük olduğu görülmüştür.

6) Sekiz koşulda DMF'siz maddeleri belirleme performansında örneklem büyüklüğü arttıkça iyileşme olduğu, diğer koşullarda her iki örnekleme tüm DMF'siz maddelerin doğru sınıflandırıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

7) DMF gösteren maddeler yer aldıkları madde takımları açısından incelendiğinde, her iki örnekleme LBS yöntemiyle %5 kayıp veri oranı TRK mekanizması altında bazı madde takımlarındaki maddelerin birlikte DMF gösterdiği veya DMF değerlerinin 0.426 ölçütüne yakın olduğu belirlenmiştir.

8) Kesirli hot-deck yöntemiyle %15 kayıp veride TRK mekanizması altında 1000 kişilik örnekleme dört farklı madde takımında aynı madde takımındaki maddelerden birlikte DMF gösterenler olduğu tespit edilmiştir. 2000 kişilik örnekleme bu sayı daha azdır.

9) SA yöntemiyle atama yapılan koşulda ise veri1'e benzer şekilde aynı madde takımındaki maddelerden birlikte DMF gösterenlerin en belirgin olarak gözlemlendiği koşul her iki örnekleme RK mekanizması altında kayıp verinin oluşturulduğu koşuldur.

Tam veri setleriyle her iki veri setindeki tüm koşullardan elde edilen korelasyon katsayıları incelendiğinde elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

1) Her iki veri setinde tüm koşullar için LBS yönteminin üç yöntem içerisinde en düşük korelasyon değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum LBS yönteminin uygulanmasıyla elde edilen DMF değerlerinin tam veri setlerinden elde edilen DMF değerlerine en uzak değerler olduğunu göstermektedir.

2) Her iki veri setindeki tüm koşullarda kayıp veri oranının artmasıyla üç yöntemden elde edilen korelasyon değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir. Kayıp veri oranı %5 olduğunda SA ve kesirli hot-deck yöntemleri benzer sonuçlar verirken, %15 kayıp veri oranında SA yönteminin korelasyon değerlerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

3) Veri1'e ait korelasyon sonuçlarından örneklem büyüklüğü arttığında LBS yöntemiyle daha yüksek korelasyon elde edildiğini göstermektedir. Ancak benzer bir örüntü veri2'ye ait sonuçlardan elde edilememiştir.

4) SA yöntemiyle veri2'den elde edilen korelasyon değerlerinin bir koşul hariç veri1'den elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

## **Tartışma**

Bu çalışmada farklı kayıp veri mekanizmaları ve kayıp veri oranları ele alınarak madde takımı halindeki maddelerde SA, LBS ve kesirli hot-deck yöntemlerinin DMF belirleme performansına etkisini incelemek amaçlanmıştır. İki farklı veri setinden 1000 ve 2000 kişilik örneklem üzerinde çalışılmıştır. LBS yöntemiyle %15 kayıp veri oranında örneklemde silinen birey sayısının fazla olması örneklem büyüklüğünü ciddi derecede düşürmüştü ve bu koşulda LBS yöntemiyle DMF parametreleri kestirilememiştir. Bu durum LBS yöntemiyle daha büyük kayıp veri oranında elde edilebilecek sonuçları sınırlamıştır. Literatürde benzer bulguları raporlayan çalışmalara rastlanmıştır (Emenogu vd., 2010; Sedivy vd., 2006).

Çalışmada ele alınan her iki veri setinden elde edilen sonuçlara göre tüm koşullarda tam veri setlerindeki referans DMF değerleriyle korelasyonu en düşük bulunan yöntemin LBS yöntemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. LBS yöntemi DMF'siz maddelerin tespitinde SA ve kesirli hot-deck yöntemleriyle eşit düzeyde veya hafif farkla düşük performans gösterirken, DMF'li maddelerin tespitinde her iki veri setinde birden fazla koşulda diğer iki yöntemin LBS yöntemine üstünlük sağladıkları görülmüştür. Bu bulgu Akcan ve Atalay Kabasakal'ın (2023) araştırmasıyla paralellik göstermektedir.

Veri1'e ait bulgular kayıp veri oranı arttığında tüm koşullarda kesirli hot-deck yönteminin uygulanmasıyla DMF'siz maddelerin tespitinde hata artışı olduğunu göstermiştir. SA yöntemiyle RK mekanizması altında elde edilen bulgular kayıp veri oranındaki artışın DMF'siz maddeyi doğru tespit etme performansını olumsuz yönde etkilediğini ortaya çıkarmıştır. Benzer şekilde veri2'de daha büyük kayıp veri oranında üç kayıp veri mekanizması için de DMF'siz maddeleri belirleme performansının düştüğü koşullar olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca tüm koşullarda kayıp veri oranının artmasıyla üç yöntemden elde edilen korelasyon değerlerinin düştüğü gözlenmiştir. Emenogu vd. (2010) kayıp veri miktarı az olduğunda uygulanan kayıp veri yönteminin etkisinin önemli olmadığını ancak kayıp veri fazla olduğu durumda odak veya referans gruptaki kayıp veri oranının DMF kaynağı olabileceğini ifade etmişlerdir. Araştırmanın sonucu bu araştırmanın bulgularını destekler niteliktedir.

Finch (2011a) araştırmasında RK mekanizması altında tüm koşullarda SA yönteminin I. tip hata oranının ciddi derecede yüksek olduğu, LBS ve çoklu atama yöntemlerinde benzer bir durumun olmadığını rapor etmiştir. Bu çalışmada veri1'de 2000 kişilik örnekleme SA ve kesirli hot-deck yöntemiyle elde edilen sonuçlar haricindeki tüm koşullarda RK mekanizmasında DMF'siz maddeleri belirleme performansının TRK ve ROK mekanizmalarına göre daha düşük olduğu bulgusu Finch'in (2011a) araştırmasıyla paralellik göstermektedir.

Tam veri setlerindeki referans DMF değerleriyle korelasyon açısından değerlendirildiğinde her iki veri setinde kayıp veri oranı %5 olduğunda SA ve kesirli hot-deck yöntemlerinin yakın sonuçlar verdiği, %15 kayıp veri oranında ise SA yöntemiyle elde edilen korelasyon değerlerinin kesirli hot-deck yönteminden daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Akcan ve Atalay Kabasakal (2023) araştırmalarında kesirli hot-deck yönteminin tüm koşullarda en yüksek korelasyon değerlerine sahip olduğunu, SA yöntemiyle elde edilen korelasyon değerlerinin kesirli hot-deck yöntemine hafif düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Bu bakımdan iki çalışmanın sonuçları birbirinden farklılık göstermektedir. Bu durum iki çalışmada kullanılan verilerin dağılımlarındaki farklılığın sonuçlara yansımaları olabilir. Özellikle düşük puanlarda yığılmanın olduğu veri setlerinde DMF değerlerinin SA yöntemiyle yapılan atamadan daha az etkilenmiş olması ve gerçek değerlere daha yakın değerler elde edilmesi olasıdır.

Araştırmanın bir diğer bulgusu veri2'deki sekiz koşulda DMF'siz maddeleri belirleme performansında örneklem büyüklüğünün artmasıyla iyileşme olduğudur. Veri1'de RK mekanizması altında SA ve kesirli hot-deck yöntemleriyle DMF'siz maddelerin belirlenmesinde hatanın azaldığı gözlenmiştir. Kayıp verinin DMF üzerindeki etkisini TRK mekanizması altında inceleyen Tamcı (2018) da örneklem büyüklüğü azaldığında SA yönteminin I.tip hatasının kabul edilebilir düzey dışına çıktığını, örneklem büyüklüğü arttığında ve odak/referans grup oranı 1 olduğunda beklenti maksimizasyonu yönteminin I.tip hatasının kabul edilebilir düzeyde bulunduğunu rapor etmiştir.

## **Öneriler**

### ***Uygulayıcılara Yönelik Öneriler***

Bu araştırmadan elde edilen bulgulara dayanarak öneriler şu şekildedir;

1) DMF'li maddeleri belirleme performansı açısından bakıldığında düşük kayıp veri oranında SA ve kesirli hot-deck yöntemleri LBS yöntemine tercih edilebilir. DMF'siz maddeleri belirlenmesinde üç yöntemin de kullanılmasının uygun olduğu söylenebilir.

2) Kayıp veri oranı %5 iken SA ve kesirli hot-deck yöntemleriyle elde edilen korelasyon sonuçlarının benzer olduğu, kayıp veri oranı arttığında ise SA yönteminin daha yüksek korelasyona sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Kayıp veri oranı %15 olduğunda SA yönteminin kullanılması önerilebilir.

3) SA yöntemiyle elde edilen korelasyonlar incelendiğinde bu yöntemin veri1'e benzer yüksek puanlarda yığılma olan veri setlerinden ziyade veri2'ye benzer sağa çarpık ve düşük puanlarda yığılma olan veri setlerinde daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilir.

### ***Araştırmacılara Yönelik Öneriler***

1) Çalışma kapsamında kullanılan veri seti gerçek veri setiyle sınırlıdır. İlerideki araştırmalarda gerçek veriyle birlikte simülasyon verisiyle çalışılması önerilebilir.

2) Çalışmada kullanılan kayıp veriyle baş etme yöntemleri dışındaki silme ve atamaya dayalı yöntemler de araştırmaya dahil edilebilir.

3) Daha büyük örneklerle ve farklı kayıp veri oranlarıyla çalışılabilir. Odak/referans gruplarının oranları farklılaştırılarak çalışmanın kapsamı genişletilebilir.

4) Çalışma kapsamında madde takımı halindeki maddeler üzerinden madde takımı etkisini ele alan tek DMF yöntemi kullanılmıştır. Başka DMF yöntemleri de kullanılarak kayıp verinin etkisi araştırılabilir.

5) Madde takımı halinde olan ve olmayan maddeleri içeren testlerde kayıp veriyle atama yöntemlerinin DMF'ye etkisi tek bir çalışmada incelenebilir.

6) Bu çalışmada kullanılan veri seti iki kategorili puanlanan maddelerden oluşmaktadır. İleri araştırmalarda çok kategorili maddeler kullanılarak benzer araştırmalar yapılabilir.

## Kaynaklar

- Ackerman, T. A. (1992). A didactic explanation of item bias, item impact, and item validity from a multidimensional perspective. *Journal of Educational Measurement*, 29(1), 67-91. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1992.tb00368.x>
- Akcan, R., & Atalay Kabasakal, K. (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. <https://doi.org/10.21031/epod.1183617>
- Allison, P. D. (2002). *Missing data*. Thousand Oaks, CA, US: Sage publications.
- Banks, K. (2015). An introduction to missing data in the context of differential item functioning. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 20(12), 1-10.
- Banks, K., & Walker, C. (2006). *Performance of SIBTEST when focal group examinees have missing data*. Paper presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, San Francisco, CA.
- Beretvas, S. N., & Walker, C. M. (2012). Distinguishing differential testlet functioning from differential bundle functioning using the multilevel measurement model. *Educational and Psychological Measurement*, 72(2), 200-223. <https://doi.org/10.1177/0013164411412768>
- Bradlow, E. T., Wainer, H., & Wang, X. (1999). A Bayesian random effects model for testlets. *Psychometrika*, 64(2), 153-168.
- Chang, H.-H., Mazzeo, J., & Roussos, L. (1996). Detecting DIF for polytomously scored items: An adaptation of the SIBTEST procedure. *ETS Research Report Series*, 1995(1), i:30.
- Cheema, J. (2012). *Handling missing data in educational research using SPSS*. (Doctoral dissertation). George Mason University.



- Clauser, B. E., & Mazor, K. M. (1998). Using statistical procedures to identify differentially functioning test items. *Educational Measurement Issues and Practice*, 17(1), 31-44. <https://eric.ed.gov/?id=EJ564712>
- De Ayala, R. J. (2009). *The theory and practice of item response theory*. The Guilford Press.
- DeMars, C. E. (2006). Application of the bi-factor multidimensional item response theory model to testlet-based tests. *Journal of Educational Measurement*, 43(2), 145-168. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.2006.00010.x>
- DeMars, C. E. (2012). Confirming testlet effects. *Applied Psychological Measurement*, 36(2), 104-121. <https://doi.org/10.1177/0146621612437403>
- Dinçsoy, L. B. (2022). *Karma testlerde kayıp verilerin değişen madde fonksiyonuna etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Doğanay Erdoğan, B. (2012). *Çoklu atama yöntemlerinin Rasch modelleri için performansının benzetim çalışması ile incelenmesi*. (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Dong, Y., & Peng, C. Y. (2013). Principled missing data methods for researchers. *SpringerPlus*, 2(1), 222.
- Dorans, N. J., & Holland, P. W. (1992). DIF detection and description: Mantel Haenszel and Standardization. *ETS Research Report Series*, 1992(1), i-40. <https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.1992.tb01440.x>
- Douglas, J. A., Roussos, L. A., & Stout, W. (1996). Item-bundle DIF hypothesis testing: Identifying suspect bundles and assessing their differential functioning. *Journal of Educational Measurement*, 33(4), 465-484. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1996.tb00502.x>

- 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. <https://doi.org/10.11575/ajer.v56i4.55429>
- Enders, C. K. (2010). *Applied missing data analysis*. Newyork: The Guilford Press.
- Finch, H. (2011a). The use of multiple imputation for missing data in uniform DIF analysis: Power and type I error rates. *Applied Measurement in Education, 24*, 281-301. <https://doi.org/10.1080/08957347.2011.607054>
- Finch, H. (2011b). The impact of missing data on the detection of nonuniform differential item functioning. *Educational and Psychological Measurement, 71*(4), 663-683. <https://doi.org/10.1177/0013164410385226>
- Fukuhara, H., & Kamata, A. (2011). A Bifactor Multidimensional Item Response Theory Model for Differential Item Functioning Analysis on Testlet-Based Items. *Applied Psychological Measurement, 35*(8), 604-622. <https://doi.org/10.1177/0146621611428447>
- Gao, L., & Wang, C. (2005). Using five procedures to detect DIF with passage-based testlets. . *In annual meeting of the National Council of Measurement in Education*, Montreal, Quebec.
- Garrett, P. L. (2009). *A monte carlo study investigating missing data, differential item functioning, and effect size*. (Doctoral dissertation). Georgia State University, Atlanta.
- Ha, D. (2017). The implementation of testlet models into evaluating a reading comprehension test. *International Journal of Scientific & Engineering Research, 8* (1), 1220-1225.
- Hambleton, R. K., & Swaminathan, H. (1985). *Item response theory: Principles and applications*.

- Im, J., Cho, I. H., & Kim, J. K. (2018). *FHDI: Fractional Hot Deck and Fully Efficient Fractional Imputation*. <https://cran.r-project.org/web/packages/FHDI/index.html>
- Im, J., Kim, J. K., & Fuller, W. A. (2015). Two-phase sampling approach to fractional hot deck imputation. *In Proceedings of the Survey Research Methods Section*, 1030-1043.
- Kalton, G., & Kish, L. (1984). Some efficient random imputation methods. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 13(16), 1919-1939. <https://doi.org/10.1080/03610928408828805>
- Kim, J. K., & Fuller, W. (2004). Fractional hot deck imputation. *Biometrika*, 91(3), 559-578. <https://doi.org/10.1093/biomet/91.3.559>
- Lee, Y.-S., Cohen, A., & Toro, M. (2009). Examining type I error and power for detection of differential item and testlet functioning. *Asia Pacific Education Review*, 10(3), 365-375. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12564-009-9039-7>
- Li, F. (2017). An information-correction method for testlet-based test analysis: From the perspectives of item response theory and generalizability theory. *ETS Research Report Series*, 1, 1-25. <https://doi.org/10.1002/ets2.12151>
- Li, Y., Bolt, D. M., & Fu, J. (2006). A comparison of alternative models for testlets. *Applied Psychological Measurement*, 30, 3-21. <https://doi.org/10.1177/0146621605275414>
- Ludlow, L. H., & O'leary, M. (1999). Scoring omitted and not-reached items: Practical data analysis implications. *Educational and Psychological Measurement*, 59(4), 615-630. <https://doi.org/10.1177/0013164499594004>
- Luo, Y., & Liang, X. (2019). Simultaneously modeling differential testlet functioning and differential item functioning: Addressing variance heterogeneity with a multigroup one-parameter testlet model. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 17(2), 93-105. <https://doi.org/10.1080/15366367.2018.1533783>

- McKnight, P. E., McKnight, K. M., Sidani, S., & Figueredo, A. J. (2007). *Missing data: A gentle introduction*. The Guilford Press.
- Min, S., & He, L. (2020). Test fairness: Examining differential functioning of the reading comprehension section of the GSEEE in China. *Studies in Educational Evaluation*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100811>
- Ntzoufras, I. (2009). *Bayesian modeling using WinBUGS*. John Wiley & Sons.
- Peugh, J. L., & Enders, C. K. (2004). Missing data in educational research: A review of reporting practices and suggestions for improvement. *Review of Educational Research*, 74(4), 525-556. <https://doi.org/10.3102/00346543074004525>
- Qian, X. (2011). *A multi-level differential item functioning analysis of trends in international mathematics and science study: Potential sources of gender and minority difference among U.S. eighth graders' science achievement*. (Unpublished doctoral dissertation). Faculty of the University of Delaware.
- Ravand, H. (2015). Assessing testlet effect, impact, differential testlet, and item functioning using cross-classified multilevel measurement modeling. *SAGE Open*, 5(2). <https://doi.org/10.1177/2158244015585607>
- 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. <https://doi.org/10.1177/0013164408318756>
- Rodriguez de Gil, P. (2015). *An empirical comparison of the effect of missing data on type I error and statistical power of the likelihood ratio test for differential item functioning: An item response theory approach using the graded response model*. (Doctoral dissertation). University of South Florida.
- Rousseau, M., Bertrand, R., & Boiteau, N. (2004). *Impact of missing data on robustness of DIF IRT-based and non IRT-based methods*. Paper presented at the annual

meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA, April 2004.

Rubin, D. B. (1976). Inference and missing data. *Biometrika*, 63(3), 581-592. <https://doi.org/10.1093/biomet/63.3.581>

Sedivy, S. K. (2009). Using traditional methods to detect differential item functioning in testlet data. (Doctoral dissertation). University of Wisconsin-Milwaukee.

Sedivy, S. K., Zhang, B., & Traxel, N. M. (2006). *Detection of differential item functioning with polytomous items in the presence of missing data*. Paper presented at the annual meeting of the National Council of Measurement in Education.

Selvi, H., & Özdemir Alici, D. (2018). Investigating the Impact of Missing Data Handling Methods on the Detection of Differential Item Functioning. *International Journal of Assessment Tools in Educatio*, 5(1), 1-14. <https://doi.org/10.21449/ijate.330885>

Shealy, R., & Stout, W. (1993). A model-based standardization approach that separates true bias/ DIF from group ability differences and detects test bias/DTF as well as item bias/DIF. *Psychometrika*, 58(2), 159-194. <https://doi.org/10.1007/BF02294572>

Sijtsma, K., & van der Ark, L. A. (2003). Investigation and treatment of missing item scores in test and questionnaire data. *Multivariate Behavioral Research*, 38(4), 505-528. [https://doi.org/10.1207/s15327906mbr3804\\_4](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr3804_4)

Sinharay, S. (2004). Experiences with Markov chain Monte Carlo convergence assessment in two psychometric examples. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 29(4), 461-488. <https://doi.org/10.3102/10769986029004461>

Spiegelhalter, D., Thomas, A., Best, N., & Lunn, D. (2003). WinBUGS version 1.4.3 [Computer Program]. Cambridge, UK: MRC Biostatistics Unit, Institute of Public Health.

- Tamcı, P. (2018). *Kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin değişen madde fonksiyonu üzerindeki etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Taşdelen Teker, G. (2014). *Madde takımlarının güvenilirlik ve değişen madde fonksiyonu üzerine etkisi*. (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Turgut, M. F., & Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (Cilt 8.baskı). Pegem Akademi.
- Wainer, H., & Kiely, G. L. (1987). Item clusters and computerized adaptive testing: A case for testlets. *Journal of Educational Measurement*, 24, 185-201. <https://www.jstor.org/stable/1434630>
- Wainer, H., Bradlow, E. T., & Du, Z. (2000). Testlet response theory: An analog for the 3PL model useful in testlet-based adaptive testing. In W. J. van der Linden, & C. A. Glas (Eds.) *Computerized adaptive testing: Theory and practice* (p. 245-270). Boston: Kluwer-Nijhoff.
- Walker, C. M. (2011). What's the DIF? Why differential item functioning analyses are an important part of instrument development and validation. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 29(4), 364-376. <https://doi.org/10.1177/0734282911406666>
- Wang, W.-c., & Wilson, M. (2005). Assessment of differential item functioning in testlet-based items using the Rasch testlet model. *Educational and Psychological Measurement*, 65(4), 549-576. <https://doi.org/10.1177/0013164404268677>
- Wang, X., Bradlow, E. T., & Wainer, H. (2002). A general Bayesian model for testlets: Theory and applications. *Applied Psychological Measurement*, 26(1), 109-128. <https://doi.org/10.1177/0146621602026001007>
- Wiberg, M. (2007). *Measuring and detecting differential item functioning in criterion-referenced licensing test: A theoretic comparison of methods*. Umea University.

Woodward, P. (2011). *Bayesian analysis made simple: An Excel GUI for WinBUGS*. CRC Press.

Zhang, J. (2022). Differential item functioning for testlet-based tests in multilevel data. *International Journal of Intelligent Technologies & Applied Statistics*, 15(1), 21-31.

Zumbo, B. D. (1999). *A Handbook on the theory and methods of differential item functioning (DIF)*. National Defense Headquarters

**EK-A: ÖSYM İzin Belgesi**

T.C.  
ÖLÇME, SEÇME VE YERLEŞTİRME MERKEZİ BAŞKANLIĞI  
Kurumsal İlişkiler Daire Başkanlığı



Sayı : 63282839-824.01.04-E.19943  
Konu : Telif İşleri

09/05/2017

Sayın Rabia AKCAN  
Vakıf Mah.Emekliler Sok No :25 Çay /Afyonkarahisar

İlgi : a) 20/04/2017 tarihli dilekçeniz.  
b) Hukuk Müşavirliğinin 04/05/2017 tarihli ve 19469 sayılı mütalaa yazısı.

ÖSYM Başkanlığının 03.11.2016 tarihli ve 63282839-824.01.04-E.38575 sayılı oluru ile; Merkezimiz tarafından yapılan sınavlarda sorulan soruların akademik araştırmalarda kullanılması, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu kapsamında bedelli veya bedelsiz olarak telif hakkı devri yapılmayacak, başka bir yolla da yayımlanmasına izin verilmeyecek ve ticari amaçla kullanılmayacak şekilde, yapılan akademik çalışmalarda "Bu soruların her hakkı ÖSYM ye aittir. Hangi amaçla olursa olsun, tamamının veya bir kısmının kopya edilmesi, fotoğraflarının çekilmesi, herhangi bir yolla çoğaltılması ya da kullanılması, yayımlanması ÖSYM'nin yazılı izni olmadan yapılamaz." ibaresine yer verilmesi kaydıyla uygun görülmüştür.

Bu kapsamda, ilgi dilekçenizde talep ettiğiniz 2016-LYS-5 İngilizce sorularını ÖSYM Hukuk Müşavirliğinin ilgi yazısında ve yukarıda belirtilen çerçeveye sınırlı kalmak kaydıyla akademik çalışmanızda kullanmanızda bir sakınca bulunmamaktadır. Talep ettiğiniz diğer veriler CD ortamında ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

Yrd. Doç. Dr. Alper ŞEKER  
Başkan a.  
Daire Başkanı

Ek: Bir adet CD

BELGE  
ELEKTRONİK İMZALIDIR  
09.05.2017


Bu evrak 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na göre elektronik olarak imzalanmıştır. Evrak doğrulama adresi:  
<https://ds.osym.gov.tr/Home/Dogrulama/5c1a3a3b-b253-4e26-9acd-da86cf601d29>

Adres : Üniversiteler Mah. İhsan Doğramacı Bul. 1.Cad Bilkent  
Telefon : 03122988594  
E-Posta : [sule.kahraman@osym.gov.tr](mailto:sule.kahraman@osym.gov.tr)

Ayrıntılı Bilgi : Şule KAHRAMAN  
Fax : 03122988810  
Elektronik Ağ : [www.osym.gov.tr](http://www.osym.gov.tr)



## EK-B:Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu

	<b>Hacettepe Üniversitesi</b> <b>Eğitim Bilimleri Enstitüsü</b> <b>Tez Çalışması/Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu</b>	<b>F46</b>
		01 / 06 / 2023
Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı Başkanlığına		
<b>Tez/Araştırma Başlığı</b>	Kayıp Veriyle Baş Etme Yöntemlerinin Madde Takımlarında Değişen Madde Fonksiyonu Üzerine Etkisi	
<p>Yukarıda başlığı/konusu verilen tez/araştırma çalışmam,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. İnsan ve hayvan üzerinde deney niteliği taşımamaktadır.</li> <li>2. Biyolojik materyal (kan, idrar vb. biyolojik sıvılar ve numuneler) kullanılmasını gerektirmemektedir.</li> <li>3. Beden bütünlüğüne veya ruh sağlığına müdahale içermemektedir.</li> <li>4. Anket, ölçek (test), mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme gibi teknikler kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen araştırmalar niteliğinde değildir.</li> <li>5. Diğer kişi ve kurumlardan temin edilen veri kullanımını (kitap, belge vs.) gerektirmektedir. Ancak bu kullanım, diğer kişi ve kurumların izinverdiği ölçüde Kişisel Bilgilerin Korunması Kanununa tabi olarak gerçekleştirilecektir.</li> </ol> <p>Çalışmada kullanacağım veriler:</p> <p>( ) Kamusal erişime açık (buraya yazınız): .....</p> <p>( x ) Özel izin ve onaya tabi (buraya yazınız): ÖSYM tarafından özel izinle temin edilen verilerdir.</p> <p>( ) Üretilmiş veri (buraya yazınız): .....</p> <p>( ) Diğer (buraya yazınız): .....</p> <p>Yükseköğretim Kurumları Etik Kurulları ve Komisyonlarının Yönergelerini inceledim ve bunlara göre çalışmamın yürütülebilmesi için herhangi bir Etik Komisyondan/Kuruldan izin alınmasına gerek olmadığını; aksi durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.</p> <p>Gereğini saygılarımla arz ederim.</p> <p style="text-align: right;"><b>Rabia AKCAN</b> (Araştırmacı Adı Soyadı, İmzası)</p>		
<b>Araştırmacı Bilgileri</b>		
<b>Adı Soyadı</b>	<b>Rabia AKCAN</b>	
<b>Öğrenci ise No</b>	N18146203	
<b>Ana Bilim Dalı</b>	Eğitim Bilimleri	
<b>Programı</b>	Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme	
<b>Çalışma Türü</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Tez <input type="checkbox"/> Tezden Üretilen Yayın <input type="checkbox"/> Araştırma Makalesi	
<b>Statüsü</b>	<input type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütünleşik Dr. <input type="checkbox"/> Diğer	
<b>Danışman Görüşü ve Onayı*</b>		
		<b>Doç. Dr. Kübra ATALAY KABASAKAL</b> <small>(İmza)</small> <small>(Danışmanın İmzası, Adı ve Soyadı)</small>
*Tez ve tezden üretilen yayın ve araştırma makalelerinde gerekli		
Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Beytepe Yerleşkesi, 06800, Çankaya / ANKARA Telefon: 0(312) 297 85 72    Belgegeçer: 0(312) 297 85 66    e-Aç: <a href="http://ebe.hacettepe.edu.tr/">http://ebe.hacettepe.edu.tr/</a> e-Posta: <a href="mailto:ebe@hacettepe.edu.tr">ebe@hacettepe.edu.tr</a>		

**EK-C: Etik Beyanı**

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

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

beyan ederim.

06/06/2023

(İmza)

Rabia AKCAN

**EK-Ç: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu**

16/06/2023

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

Tez Başlığı : Kayıp Veriyle Baş Etme Yöntemlerinin Madde Takımlarında Değişen Madde Fonksiyonu Üzerine Etkisi

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

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
16/06/2023	105	144292	06/06/2023	%8	2117242777

Uygulanan filtreler:

- Kaynaklar hariç
- Alıntılar dâhil
- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunubeyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

**Ad Soyadı:** Rabia AKCAN

**Öğrenci No.:** N18146203

**Ana Bilim Dalı:** Eğitim Bilimleri

**Programı:** Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme

**Statüsü:**  Y.Lisans  Doktora  Bütünleşik Dr.

İmza

**DANIŞMAN ONAYI**

UYGUNDUR.

(Doç. Dr., Kübra ATALAY KABASAKAL, İmza)

## EK-D: Thesis/Dissertation Originality Report

16/06/2023

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

Thesis Title: The Effect Of Missing Data Handling Methods On Differential Item Functioning With Testlet Data

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

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
16/06/2023	105	144292	06/06/2023	%8	2117242777

Filtering options applied:

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

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

I respectfully submit this for approval.

**Name Lastname:** Rabia AKCAN

**Student No.:** N18146203

**Department:** Educational Sciences

**Program:** Educational Measurement and Evaluation

**Status:**  Masters  Ph.D.  Integrated Ph.D.

Signature

### ADVISOR APPROVAL

APPROVED

(Associate Professor, Kübra ATALAY KABASAKAL, Signature)

## EK-E: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme veya başka dâverilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesi'ne verdiğim bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışında tüm fikrî mülkiyet haklarımbende kalacak, tezimin tamamını ya da bir bölümünü gelecekteki çalışmalarında (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

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

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

- Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.<sup>(1)</sup>
- Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren ... ay ertelenmiştir.<sup>(2)</sup>
- Tezime ilgililik kararı verilmiştir.<sup>(3)</sup>

06/06 /2023

(imza)

Rabia AKCAN

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

- (1) Madde 6.1. Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılmaması veya patent alınması sürecinde vama teslim durumunda, tezdanişmanın önerisi ve enstitüünabilim dalının uyuşgun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kuruluna iki yıl süre ile tezini erişime açılmasının ertelenmesi kararı verilebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metodların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemler korunmamış ve internetten paylaşılma durumunda 3 şahıslar veya kurumlar haksız kazanç; imkân oluşturabilecek bilgi ve bulgulariçerentezler hakkındaki tezdanişmanın önerisi ve enstitüünabilim dalının uyuşgun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezini erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7.1. Ulusal çıkarlar veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezi yapıldığı kurum tarafından verilir\*. Kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlerle ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uyuşgun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulutarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

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

\*Tezdanişmanın önerisi ve enstitüünabilim dalının uyuşgun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulutarafından karar verilir.

