

**GÖZLENEN GRUPLARA VE ÖRTÜK SINIFLARA GÖRE  
BELİRLENEN DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNUN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**COMPARING DIFFERENTIAL ITEM FUNCTIONING BASED  
ON MANIFEST GROUPS AND LATENT CLASSES**

**Şeyma UYAR**

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı İçin

Öngördüğü

Doktora Tezi

olarak hazırlanmıştır.

2015

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼'ne,  
Œeyma UYAR'ın hazırladığı "G¼zlenen Gruplara ve ¼rt¼k Sınıflara G¼re Belirlenen DeđiŒen Madde Fonksiyonunun KarŒılaŒtırılması" baŒlıklı bu alıŒma j¼rimiz tarafından **Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde ¼lme ve Değerlendirme Bilim Dalı'nda Doktora Tezi** olarak kabul edilmiŒtir.

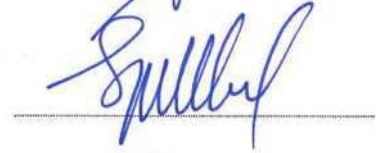
*BaŒkan* Prof. Dr., Œener B¼Y¼K¼ZT¼RK



*¼ye (DanıŒman)* Prof. Dr., H¼lya KELECİOğLU



*¼ye* Prof. Dr., Selahattin GELBAL



*¼ye* Yrd. Doç. Dr., Derya OBANOğLU  
AKTAN



*¼ye* Yrd. Doç. Dr., ¼mer KUTLU



ONAY

Bu tez Hacettepe ¼niversitesi Lisans¼st¼ Eğitim-¼đretim ve Sınav Y¼netmeliđi'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri ¼yeleri tarafından 24/04/2015 tarihinde uygun g¼r¼lm¼Œ ve Enstit¼ Y¼netim Kurulunca ...../...../ ..... tarihinde kabul edilmiŒtir.

Prof. Dr. Berrin AKMAN  
Eğitim Bilimleri Enstit¼s¼ M¼d¼r¼

# GÖZLENEN GRUPLARA VE ÖRTÜK SINIFLARA GÖRE BELİRLENEN DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNUN KARŞILAŞTIRILMASI

**Şeyma UYAR**

## ÖZ

Değişen Madde Fonksiyonu (DMF) incelenirken genellikle gözlenen değişkenler (cinsiyet vb.) dikkate alınarak referans ve odak gruplar oluşturulur. Bu gruplarda bireylerin maddeye verdiği cevapların benzer fonksiyon gösterdiği kabul edilir. Bir grubun ölçülen yetenek bakımından homojen topluluklardan oluştuğu varsayılır ve ilgili gözlenen grupta maddenin grup içinde DMF göstermesi olasılığı çoğu zaman dikkate alınmaz. Homojenliğin sağlanamaması nedeniyle bireylerin cevap örüntülerine göre oluşturulan örtük sınıflar ile DMF çalışmalarının yapılması söz konusu olmuştur.

Bu çalışmada önceden belli gözlenen gruplara dayalı DMF belirleme ile “çok düzeyli karma madde tepki kuramı” (ÇDKMTK) yardımı ile ortaya çıkarılan örtük sınıflara dayalı DMF belirleme bakımından I.Tip hata ve güç oranları incelenmiştir. Bu amaçla örneklem büyüklüğü 5000 olarak belirlenmiştir. Verinin, gerçeği yansıtmaması açısından geniş ölçekli sınavlarda farklı okullardan öğrencilerin sınava alındığı durum dikkate alınarak 100 farklı okul örnekleminden 50’şer öğrenci seçilecek şekilde üretilmiştir. Araştırmada bir tane iki kategorili gözlenen grup değişkeni (cinsiyet vb.), bir tane iki kategorili öğrenci düzeyi değişkeni (ekonomik düzey vb.) ve bir tane iki kategorili okul düzeyi değişkeni (okulun konumu vb.) yer almaktadır. DMF’li madde oranı, referans-odak grup oranı, DMF etki büyüklüğü ve gözlenen grup ile örtük sınıfların örtüşme oranı değişen koşullar olarak ele alınmıştır.

DMF incelemek üzere gözlenen grup değişkenine ilişkin yöntemlerden klasik test kuramı çerçevesinde Mantel Haenszel (MH) tekniği ve madde tepki kuramı çerçevesinde Lord’un  $\chi^2$  tekniğinden yararlanılmıştır. Örtük sınıflar ÇDKMTK modeli ile belirlenmiş, buna ilişkin analizler R programında *MplusAutomation* kütüphanesi üzerinden 1-PL modele göre yapılmıştır. ÇDKMTK ile yapılan kestirimlerde En Çok Olabilirlik yöntemi kullanılmıştır. Üretilen gözlenen grup değişkeninde bir kategori referans, diğer kategori odak grup olarak belirlenmiştir.

MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri ile maddelerin referans ve odak grup arasında DMF bakımından incelenmesi için R 3.1.2 programında "difR" kütüphanesi kullanılmıştır. Öğrenci düzeyi örtük sınıfları arasında DMF incelemek üzere sınıf özellikli kestirilen madde parametreleri bir sınıf için referans, diğer sınıf için odak grup olarak ele alınmıştır. Çalışmada örtük sınıflara ait madde parametreleri MH tekniği ile karşılaştırılmıştır. Eğer hata,  $0.025 \leq I.$  Tip hata oranı  $\leq 0.075$  aralığında ise I. tip hatanın iyi kontrol edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Güç değerinin 0.80 değerinin üzerinde bulunduğu durumlarda ilgili yöntemin DMF belirleme bakımından yeterli olduğuna karar verilmiştir. Sonuçlar, etki büyüklüğünün yüksek ve DMF içeren madde sayısının fazla olduğu durumda verinin ÇDKMTK modeline daha iyi uyum sergilediğini göstermiştir. DMF etki büyüklüğü 1.0 iken örtüşme oranlarının tamamında ve tüm DMF içeren madde oranı ve referans-odak grup koşullarında ÇDKMTK'nın gücü yüksek, I. tip hata oranı düşük bulunmuştur. Örtüşme oranı %90 iken MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin gücü ve I. tip hatası tüm koşullarda kabul edilebilir düzeydedir. Örtüşme oranı azaldığında MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin gücü düşmektedir. Bu nedenle DMF çalışmalarında kullanılacak veriye uygun modele göre örtük sınıf değişkeni ya da gözlenen grup değişkeni ile DMF belirleme yöntemine karar verilmesi önerilmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Çok düzeyli karma madde tepki kuramı, örtük sınıf, değişen madde fonksiyonu, madde yanlılığı

**Danışman:** Prof. Dr. Hülya KELECİOĞLU Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı

# COMPARING DIFFERENTIAL ITEM FUNCTIONING BASED ON MANIFEST GROUPS AND LATENT CLASSES

## ABSTRACT

**Şeyma UYAR**

Reference and focal groups are formed by generally regarding manifest variables (for example; gender) while differential item functioning (DIF) being examined. It is assumed that responses, by individuals to the item, function similarly in these groups. It is supposed that a homogeneous group in respect to measured capability and the possibility of item's exhibiting differential item functioning in related manifest group is not regarded. Differential item functioning studies are done with latent classes formed in respect of response patterns of individuals because homogeneity cannot be provided.

In this study, I. type error and power rates, which are formed with multilevel mixture item response theory, in respect to determination of differential item functioning depended on latent classes and determination of differential item functioning depended on previously determined manifest groups are examined. The sample size determined as 5000 upon this aim. The sample group is formed by selecting 50 students from each sample group, from 100 different schools, and by regarding that the students from different schools are tested in large-scale exams with the aim of data's reflecting the truth. In this study, a two categorized manifest group variable (for example; gender), a two categorized student degree variable (for example; economic status) and a two categorized school degree variable (for example; location of the school) take place. The rate of item exhibiting differential item functioning, the rate of reference-focal groups, effect size of differential item functioning, and the overlap of manifest class and latent classes are examined as manipulated conditions.

It is benefited from Mantel Haenszel technique under the framework of classic test theory, which is one of the methods on manifest group variable and Lord's  $\chi^2$  technique under the framework of item response theory to examine the differential item functioning. Latent classes are determined through multilevel mixture item response theory and analyses, with respect to this, are carried out in respect of 1-PL model by MplusAutomation library in R software. Maximum Likelihood

estimation method used to estimate parameters with multilevel mixture item response theory. One category is determined as reference group and the other one is determined as focal group in produced manifest group variable. “difR” library is used in R 1.2.3. software to examine items between reference and focal groups in respect to differential item functioning by Mantel Haenszel technique and Lord’s  $\chi^2$  technique. Item parameters, class qualified estimated to examine differential item functioning among latent classes in respect to student degree, are examined as reference group for one class and as focal group for the other one. Item parameters belonging to latent classes are compared through Mantel Haenszel technique in the study. It is reached that I. type error is checked in a good way if the error is between the ranges of  $0.025 \leq \text{I. type error rate} \leq 0.075$ . It is decided to be adequate in respect to determination of differential item functioning in the situations that numerical power value is above 0.80. The results show that data adapts better to multilevel mixture item response theory in the situation that effect size is high and the number of item, which exhibit differential item functioning, is many. While differential item functioning effect size is 1.0, the power of multilevel mixture item response theory is found high in the conditions of reference-focal groups, the rate of all the items including differential item functioning, and in the whole of overlaps and I. type error rate is found low. While overlap is % 90, the power and I. type error of Mantel Haenszel technique and  $\chi^2$  technique of Lord are at acceptable degree in all conditions. When overlap decreases, the power of Mantel Haenszel technique and  $\chi^2$  technique of Lord weaken. Because of this, the method of determination of differential item functioning through latent group variable or manifest group variable in respect of appropriate for the data which is to be used in differential item functioning studies.

**Keywords:** Multilevel mixture item response theory, latent class, differential item functioning, item bias

**Advisor:** Prof. Dr. Hülya KELECİOĞLU, Hacettepe University, Department of Educational Sciences, Division of Educational Measurement and Evaluation

## ETİK BEYANNAMESİ

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

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

beyan ederim.

Şeyma UYAR

## TEŞEKKÜR

Tez yazma sürecini iki yıla böldüğümde her bir yılda farklı bir danışmanla çalışma fırsatı bularak kendimi daima şanslı hissettiğim, ancak desteğiyle, pratikliğiyle ve yönlendirmeleriyle bana güven veren ve finale yürümemi sağlayan çok değerli hocam Prof. Dr. Hülya KELECİOĞLU'na sonsuz teşekkürü bir borç bilirim. Sürecin başında, Türkiye'den çok uzaklarda da olsa ilerleyen aşamalarda, önerilerini paylaşan, bana olan güvenini daima hatırlatan değerli hocam Doç. Dr. Nuri DOĞAN'a katkıları için sonsuz teşekkür ederim.

Meslek hayatında özellikle öğrencileriyle olan iletişimine hayran kaldığım ve takdir ettiğim, tez çalışmamda yorum ve önerileriyle katkılarını sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Selahattin GELBAL'a çok teşekkür ederim. Lisansüstü eğitimim boyunca yüksek lisans, yeterlik ve doktora süreçlerinde yakından tanıma fırsatı bulduğum, bir anlamda akademik gelişimimin her aşamasına şahit olan ve her fırsatta önerilerini sunan değerli hocam Prof. Dr. Şener BÜYÜKÖZTÜRK'e çok teşekkür ederim. Tez jürimde yer alan, görüş ve fikirleriyle tezin son biçimine yön veren değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Ömer KUTLU ve Yrd. Doç. Dr. Derya ÇOBANOĞLU AKTAN'a çok teşekkür ederim.

Umutsuzluğa kapıldığım günlerin ardından iyi ki tanışmışım ve güvenmişim dediğim ve programlama bilgisiyle verileri elde etmeme katkı sağlayan bilgisayar yüksek mühendisi değerli Mehmet KARAKOÇ'a teşekkürü bir borç bilirim. Elinden geldiğince işimi kolaylaştırmaya çalışan, iş ortamımda esneklik ve kolaylık sağlayan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa KILINÇ'a çok teşekkür ederim.

Doktora sürecinin başından sonuna gerek anne karnında gerek kucağında yanımda olan, bazen annesinden mahrum kalan canım oğlum Enes Utku UYAR'a, desteğini ve bana olan inancını her zaman hissettiğim, fedakarlıklarını göz ardı edemeyeceğim iyi bir baba, can yoldaşım sevgili eşim Akın UYAR'a sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak beni yüreklendiren, doktora ders sürecinde çocuğumu güvenle emanet ettiğim, yardımlarını esirgemeyen canım anneme ve uzaktan da olsa bu sürecin sonunu merakla ve heyecanla beklediklerini bildiğim canım babam ve kardeşlerime teşekkürlerimi sunarım.



***Oğlum Enes Utku'ya ve EŖim Akın'a***

## İÇİNDEKİLER

ETİK BEYANNAMESİ.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi:.....	7
1.3 Problem Cümlesi.....	8
1.3.1. Alt Problemler.....	8
1.4. Sınırlılıklar:.....	10
1.5 Araştırmanın Kuramsal Temeli.....	10
1.5.1 Değişen Madde Fonksiyonu.....	10
1.5.2 Değişen Madde Fonksiyonu Belirleme Yöntemleri.....	12
1.5.2.1 Mantel-Haenszel Yöntemi.....	13
1.5.2.2 Lord'un $\chi^2$ (Ki-Kare) Yöntemi.....	14
1.5.3 Örtük Değişken Modelleme Yaklaşımları.....	15
1.5.3.1 Madde Tepki Kuramı.....	16
1.5.3.2 Karma Dağılım Modelleri.....	18
1.5.3.3. Örtük Sınıf Analizi.....	20
1.5.3.4 Karma Madde Tepki Kuramı.....	21
1.5.3.5 Çok Düzeyli Madde Tepki Kuramı.....	22
1.5.3.6. Çok Düzeyli Karma Madde Tepki Kuramı.....	24
2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	26
2.1. MH ve Lord'un $\chi^2$ DMF belirleme yöntemlerinin performansı ile İlgili Çalışmalar.....	26
2.2. Karma Madde Tepki Kuramı ile İlgili Çalışmalar.....	29
2.5. İlgili Araştırmalar Özet.....	32
3. YÖNTEM.....	34
3.1. Araştırmanın Yöntemi.....	34
3.2. Veriler.....	34
3.2.1. Sabit Koşullar.....	34
3.2.2. Simülasyon koşulları.....	35
3.3. Verilerin Üretilmesi.....	37
3.5 Verilerin İşlenmesi ve Çözülmesi.....	39
3.5.1 MH ve Lord'un $\chi^2$ yöntemleri uygulaması.....	39
3.5.2 ÇDKMTK Uygulaması.....	40
3.5.3 DMF 'nin Belirlenmesi:.....	43
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	45

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular .....	45
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular .....	49
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular .....	52
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular .....	54
4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular:.....	57
4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular .....	60
4.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular: .....	62
4.8. Sekizinci Alt probleme İlişkin Bulgular.....	65
4.9. Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular: .....	67
4.10. Onuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	70
5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....	74
5.1. Sonuçlar.....	74
5.2. Öneriler.....	75
5.2.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler.....	75
5.2.2. Benzer Araştırmalara Yönelik Öneriler .....	76
KAYNAKÇA.....	78
EKLER DİZİNİ .....	83
EK 1. ETİK KURUL İZİN MUAFİYET FORMU.....	84
EK 2: TEKRARA GÖRE DMF'Lİ BULUNAN MADDE SAYILARI.....	85
EK 3. ANLAMLI BULUNAN ANA ETKİLER VE ETKİLEŞİMLERE GÖRE I.TİP HATA VE GÜÇ ORANLARI.....	104
EK 4. ÇDKMTK İLE ELDE EDİLEN RMSE VE YANLILIK DEĞERLERİ.....	105
EK 5: MANTEL HAENSZEL (MH), LORD'UN $\chi^2$ YÖNTEMLERİ VE ÇDKTKM ANALİZİ İÇİN YAZILAN KODLAR .....	106
EK 6: VERİ ÜRETMEDE KULLANILAN C SHARP KOMUTU .....	107
EK 7. ORJİNALLİK RAPORU .....	112
ÖZGEÇMİŞ .....	113

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1: MH Tekniğine Göre Veri Düzeni .....	13
Tablo 1.2: MH Tekniği ile Belirlenen DMF Düzeyleri.....	14
Tablo 1.3: Örtük Değişken Modelleri.....	15
Tablo 3.1: Referans ve Odak Grup Oranının 50:50 Olduğu Duruma İlişkin Koşullar:.....	36
Tablo 3.2: Örtüşme Oranına Göre Gözlenen Grup ve Örtük Sınıflardaki Birey Sayıları .....	37
Tablo 3.3: Verilerin Üretilmesinde Kullanılan Madde Güçlük Değerleri.....	38
Tablo 3.4: Koşullara Göre 1PL ve ÇDKMTK Modelinden Elde Edilen AIC Değerleri .....	43
Tablo 4.1: Örtüşme Oranının %90 ve Etki Büyüklüğünün 0.5 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	45
Tablo 4.2: Örtüşme Oranının %90 ve Etki Büyüklüğünün 0.7 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	49
Tablo 4.3: Örtüşme Oranının %90 ve Etki Büyüklüğünün 1.0 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	52
Tablo 4.4.: Örtüşme Oranının %70 ve Etki Büyüklüğünün 0.5 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	54
Tablo 4.5 Örtüşme Oranının %70 ve Etki Büyüklüğünün 0.7 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları .....	57
Tablo 4.6: Örtüşme Oranının %70 ve Etki Büyüklüğünün 1.0 Olduğu Durum İçin I. tip Hata ve Güç Oranları.....	60
Tablo 4.7: Örtüşme Oranının %50 ve Etki Büyüklüğünün 0.5 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	62
Tablo 4.8: Örtüşme Oranının %50 ve Etki Büyüklüğünün 0.7 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	65
Tablo 4.9: Örtüşme Oranının %50 ve Etki Büyüklüğünün 1.0 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	68
Tablo 4.10.1: I. Tip Hata ve Güç Oranlarının Yöntemlere Göre Farklaşma Durumu.....	70
Tablo 4.10.3: Güç Oranları için ANOVA Sonuçları .....	72

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: Tek Biçimli Değişen Madde Fonksiyonu (DMF) .....	11
Şekil 1.2: Tek Biçimli Olmayan Değişen Madde Fonksiyonu (DMF) .....	12
Şekil 1.3: Örtük Modellerin Birlikte Kullanılması. ....	16
Şekil 1.4: a) Tek Bileşenli Normal Dağılım Modeli (kesikli çizgi) ve İki Bileşenli Karma Normal Dağılım Modeli (sürekli çizgi) b) Her Bir Bileşene Ait Normal Dağılım Eğrileri İle İki Bileşenli Normal Dağılım Eğrisi .....	19
Şekil 1.5: Galaxy Veri Setine İlişkin 6 Bileşenli Karma Normal Dağılım (düz çizgi) ve Tek Bileşenli Normal Dağılım (kesikli çizgi) Modeli.....	19
Şekil 4.1: Birinci Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre Yöntemlerin I. Tip Hata ve Güç Oranları .....	48
Şekil 4.2: İkinci Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre Yöntemlerin I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	51
Şekil 4.3: Üçüncü Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	53
Şekil 4.4: Dördüncü Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre Yöntemlerin I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	56
Şekil 4.5: Beşinci Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre Yöntemlerin I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	59
Şekil 4.6: Altıncı Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	62
Şekil 4.7: Yedinci Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	64
Şekil 4.8: Sekizinci Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	67
Şekil 4.9: Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre I. Tip Hata ve Güç Oranları.....	69

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

**ÇDKMTK:** Çok Düzeyli Karma Madde tepki Kuramı

**EO:** En çok Olabilirlik Yöntemi

**KTK:** Klasik Test Kuramı

**KMTK:** Karma Madde Tepki Kuramı

**LR:** Lojistik Regresyon

**MH:** Mantel Haenszel

**MTK:** Madde Tepki Kuramı

**MTK-OO:** Madde Tepki Kuramı Olabilirlik Oranı

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Problem Durumu

Eğitim-öğretim süreci içerisinde bireylerin başarılarını saptamak, öğrenme eksikliklerini belirlemek, gelişimlerine ilişkin geribildirimde bulunmak öğrenme sürecine büyük katkı sağlar. Bu nedenle birçok programda çeşitli ölçme ve değerlendirme yöntemleri ile bireylerin gelişiminin izlenmesi amaçlanır. Eğitim alanında uygulanan testler, bireylerin sahip olduğu bilgi ve becerileri belirlemeye ilişkin ölçme yöntemlerinden biridir. Testlerden elde edilen puanlar bireyin, ölçülmek istenilen özelliğe ne miktarda sahip olduğunu gösterir. Bu nedenle puanların genellikle sıralama ya da karşılaştırmaya tabi tutularak seçme ve yerleştirme amacı ile kullanıldığı görülür. Sonuç olarak, yaşamın pek çok aşamasında test puanlarına (ya da ölçme sonuçlarına) dayalı değerlendirme yapılarak kararlar alındığını söylemek mümkündür.

Bireyler hakkında alınan kararların doğruluğu sosyal ve politik sonuçlar doğurabilecek kadar etkili olabilir (Clauser ve Mazor, 1988). Bu nedenle kullanılan testin niteliği çok önemlidir. Bir test için geçerlik ve güvenilirlik özellikleri kabul edilebilir seviyede ise nitelikli olduğu kararı verilir (Horst, 1966). Testin geçerli olması ölçmeyi amaçladığı duruma hizmet etmesi anlamına gelir. Aynı zamanda her bir test maddesi ölçülmek istenen özellik bakımından bireyleri iyi derecede ayırt edebilmelidir (Crocker ve Algina, 1986).

Bazen testlerde gösterilen performans, sınavı alan bireylerin oluşturduğu alt grupların özelliklerinden etkilenebilmektedir. Bireyin performansına cinsiyet ya da kültürel özellikler gibi farklılıklar karışabilmekte ve geçerliği düşürebilmektedir. Böyle testlerden elde edilen puanların gruba bağımlı olduğu düşünülmektedir (Clauser ve Mazor, 1988). Oysa yetenek düzeyi eşit olan bireylerin, farklı gruplarda olsalar bile, maddeyi aynı oranda doğru yanıtlaması beklenmektedir. Eğer bu oran değişiyorsa ve testte yer alan maddeler, gruplardan birine diğer gruptan daha fazla avantaj sağlıyorsa maddenin yanlılığa yol açtığı problemi akla gelmektedir. (Camili ve Shephard, 1994; Mellor, 1995; Zumbo, 1999).

Madde yanlılığı, testin amacına uygun olmayan test koşullarından ya da test maddelerinin özelliklerinden dolayı, bir maddeyi doğru yanıtlama olasılığının aynı

yetenek düzeyindeki iki grupta farklı olması anlamını taşımaktadır (Zumbo, 1999). Yanlı testlerde bir grup için avantaj varken, diğer grup için dezavantaj söz konusudur. Bu nedenle sistematik hata içerdiği öne sürülür. Dolayısıyla yanlı test sonuçlarına dayalı alınan kararlar tartışılır bir hal alır. Bu nedenle de testin geçerliği yanlılıktan etkilenir.

Madde yanlılığı, Alfred Binet tarafından 1910 yılında yılında düşük sosyoekonomik düzeye sahip çocuklara zekâ testi uygulanmasıyla ortaya atılmıştır. Binet, bazı test maddelerinin zekâ dışında kültürel özellikleri de ölçtüğünü fark etmiş ve testten çıkarmayı uygun görmüştür. Bundan sonra Stern (1912) tarafından yapılan çalışmalar da çeşitli alt gruplarda farklı sonuçların ortaya çıktığını göstermiştir. Bu nedenle testlerin tek bir gruba yönelik hazırlanması yönünde düşünceler gelişmiştir (Camilli ve Shepard, 1994).

Bir teste ait maddelerin yanlı olup olmadığına uzmanların detaylı incelemeleri sonucunda karar verilmektedir. Uzmanlar, testteki her madde için ayrı ayrı geçerlik kanıtı toplayarak maddenin çeşitli alt gruplarda benzer işlediğine ilişkin sağlam dayanaklar oluşturmaktadır. Eğer gruplar arasında farklı işleyen maddeler varsa bunların gözden geçirilmesi ya da testten çıkarılması gerekmektedir. Bu süreç testin yapı geçerliğinin gruplar arasında denk olduğunu kanıtlamak amacı ile önemli ve gerekli görülmektedir (Kamata ve Vaughn, 2004; Steinberg ve Thissen, 2006).

Değişen madde fonksiyonu (DMF) çalışmaları madde yanlılığı incelemelerinin ilk adımını oluşturan istatistiksel bir süreçtir. DMF incelenirken, genellikle yetenek düzeyleri eşit varsayılan demografik değişkenler (cinsiyet, ülke, vb.) dikkate alınarak oluşturulan referans ve odak grupların maddelere verdikleri yanıtların dağılımı incelenmektedir (Cohen ve Bolt, 2005; Steinberg ve Thissen, 2006). Grupların performansları ve maddeye verilen yanıtların dağılımı gruplar arasında değişmemelidir. Karşılaştırılan grupların maddeyi doğru cevaplama olasılıkları arasındaki fark maddenin DMF içerdiğini göstermektedir. DMF'li olarak belirlenen madde gruplar arasında farklı istatistiksel özellikler sergilemektedir (Angoff, 1993; Clauser ve Mazor, 1998, s. 31.). Bu nedenle DMF gösteren maddeler olası yanlı maddeler olarak dikkate alınmaktadır.



DMF, istenen özellik dışında başka bir özelliğin ölçüldüğü, istenmeyen bir boyuta dolayısıyla çok boyutluluğa da işaret etmektedir (Ackerman, 1992). Testte ölçülmesi amaçlanmayan bu özellikler bazı gruplar için testi daha zor hale getirmekte ve testin tüm gruplar için eşitliğinin sorgulanmasını gerektirmektedir (Messcik, 1995). DMF dikkate alınmadığında aynı testi alan farklı alt gruplar için haksızlık yapılmış olacağı öne sürülmektedir (Tittle, 1998). DMF'li testlerden elde edilen sonuçlarla grupların karşılaştırılması anlamlı olmamakta ve yapılan yorumlar yanlış sonuçlar içerebilmektedir. Bu nedenle bir test veya teste ait maddeler DMF içeriyorsa bunun kaynağı araştırılmalıdır.

DMF çalışmaları 1970'lerde Klasik Test Kuramı (KTK) çerçevesinde başlamıştır (Gelin, 2001). Bu konuda birçok yöntem önerilmiş ve araştırmacılar tarafından farklı şekilde gruplandırılmıştır (Camilli ve Shepard, 1994; Holland ve Wainer, 1993; Millsap ve Everson, 1993). Gelin, (2001) DMF belirleme yöntemlerini gözlenen puan ve örtük puan yöntemi olarak sınıflamıştır. Madde tepki kuramının (MTK) temellerinin atılması ile KTK temelli ve MTK temelli olarak sınıflamalar yapılmıştır. KTK temelli DMF belirleme yöntemleri arasında Mantel-Haenzel yöntemi (Mantel ve Haenzel, 1959; Holland, 1985) ve lojistik regresyon yöntemi (Swaminathan ve Rogers, 1990; Zumbo, 1999) sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde DMF çalışmaları gözlenen puanlar üzerinden yürütülmektedir. MTK'ya dayalı DMF belirleme yöntemleri bireyin yeteneğinin maddelerden bağımsız olarak kestirilmesine olanak vermesi nedeniyle oldukça kullanışlıdır. MTK'da bireyin maddelere verdiği cevaplardan yola çıkarak bireyin puanı örtük puan olarak tanımlanmaktadır. Simultaneous Item Bias ya da SIBTEST (Shealy ve Stout, 1993), Hierarchical Generalized Linear Model (HGLM), Lord'un  $\chi^2$  yöntemi (Lord's Chi-Square), Raju'nun alan ölçümleri (Raju's Area Method) ve madde karakteristik eğrisi yöntemi MTK temelli DMF belirleme yöntemleri arasında yer almaktadır.

Sözü geçen yöntemlerle DMF incelenirken referans ya da odak gruba ait bireylerin maddeye verdiği cevapların benzer fonksiyon gösterdiği kabul edilmektedir. Bir grubun ölçülen yetenek bakımından homojen topluluklardan oluştuğu varsayılmakta ve maddenin grup içinde DMF göstermesi olasılığı dikkate alınmamaktadır.

Samuelsen (2005), gözlenen değişkenler ile yapılan DMF çalışmalarındaki bazı sorunlara dikkat çekmektedir. Birincisi DMF'ye neden olan etkenin açıklanmaya ihtiyaç duyulması ve gözlenen değişken yöntemleri ile bu etkenlerin tam olarak ortaya çıkarılamayacağı yönündedir. DMF bakımından karşılaştırılan gruplar arasında maddeye verilen cevap bakımından bir fark elde edildiğinde, DMF'ye neden olan etkenin grup değişkeni olduğu düşünülmektedir. Oysa gözlenen değişkenler ile elde edilen DMF büyüklüğü çoğu zaman olması gereken değer altında kestirim yapmaktadır. Böylece DMF'ye neden olabilecek etkenleri tanımlamak güçleşmektedir. Bir gruptaki bireyler ancak karakteristik olarak birbirine çok benzediğinde, DMF'nin gözlenen gruplardan kaynaklanabileceğine karar verilmektedir. (De Ayala ve ark., 2002; Maij-de Meij, Kelderman, van der Flier, 2010). Bu nedenle gözlenen grup yöntemleri DMF belirlemede sınırlı kalabilmektedir. Eğitim ve Psikolojik Testler için Standartlar'da (APA ve NCME gibi) [Standards for Educational and Psychological Testing, (1999)] bu durum şöyle açıklanmaktadır "DMF yöntemleri test kalitesini arttırmaya yönelik olsa bile, DMF içeren maddeleri tanımlayan yetersiz bir süreç vardır. Bu nedenle, testte bir gruptan diğer gruba işleyiş farklılığı gösteren maddeler varsa performans farklılığına neden olan etkenleri veya bu maddelerdeki eksikliği bulmak zordur" (s.78).

İkinci sorun, gözlenen değişken DMF yöntemlerinde bir gruba ait olan katılımcıların tamamında tüm özelliklerin benzer olduğunun varsayılmasıdır (De Ayala ve ark., 2002). Bu varsayım doğrultusunda, DMF içeren bir madde herhangi bir gözlenen grupta bulunan tüm bireyler için avantajlı ya da dezavantajlı olarak ele alınmaktadır. Cinsiyet, sosyoekonomik düzey ya da kültür açısından farklı alt grupların tanımlanması kolay olsa da bu grupların yetenek bakımından her zaman homojen bir topluluğu temsil ettiğini söylemek mümkün değildir. (De Ayala ve ark., 2002; Samuelsen, 2005). Özellikle ABD gibi toplumlarda Latin ırkı Meksikalı, Porto Ricolu, Güney Amerikalı ya da Kübalı olabilmektedir (Yüksel, 2012). Bu açıdan bakıldığında birçok farklı sınıfın ortaya çıkması kaçınılmazdır.

Hu ve Dorans (1989), bir maddenin çıkarılması ile kızların erkeklerden daha düşük puanlar aldığını belirttikleri çalışmada aynı zamanda sürpriz bir sonuçla karşılaşmışlar ve bu maddenin çıkarılması ile Latin ve Asya Amerikan kızların puanlarının, Latin ve Asya Amerikan erkeklere göre yükseldiğini görmüşlerdir.

Buna göre kızların puanı düşüyor gibi görünse de, kızlar alt grubunda yer alan Latin ve Asya Amerikan gibi bir sınıfta puanların yükselmesi sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Cohen ve Bolt (2002) gözlenen değişken yöntemi ile DMF belirleme çalışmasında maddelerin cinsiyet bakımından DMF gösterdiğini belirtmiştir. Bu maddeler örtük sınıf analizi ile tekrar incelendiğinde kadınların %50, erkeklerin ise %40'a yakınının farklı sınıflarda yer aldığı görülmüştür. De Ayala ve ark. (2002) örtük sınıf analizi ile belirledikleri sınıflar arasında yaptıkları DMF çalışmasında, üç maddenin bir örtük sınıfa ait olan siyah ırkta DMF gösterdiğini, ancak diğer sınıfta yer alan siyah ırkta DMF göstermediğini saptamışlardır. Bu sonuç, gözlenen değişken yönteminin aslında öyle olmadığına bile bir maddeyi tüm üyeler için DMF gösteren madde şeklinde belirleyebileceğini ortaya koymaktadır.

Üçüncü sorun ise gözlenen gruplar ile örtük sınıfların birbiri ile yüksek oranda örtüşmesi olasılığının düşük olmasıdır. Bir gözlenen grupta yer alan bireyler aynı zamanda tek bir örtük sınıfta yer alıyorsa, gözlenen grup ve örtük sınıfların %100 olarak yüksek oranda örtüşmesinden bahsedilir. Bu oran, örtük sınıf ve gözlenen grubun karakteristik özelliklerinin benzer olduğunu göstermektedir. Ancak, bir gruba ait olan bireyler aynı zamanda başka bir örtük sınıfa ait olabilmektedir. Özellikle örtüşme oranının %70'ten az olduğu durumlarda yalnızca gözlenen grup değişkenleri kullanılarak elde edilen DMF sonuçları yanıltıcı olabilmektedir. (Bilir, 2009; Samuelsen, 2005).

Grup homojenliği varsayımının sağlanamaması DMF çalışmalarında örtük sınıf yöntemini ortaya çıkarmıştır (Oliveri, Ercikan ve Bruno, 2013; De Mars ve Lau, 2013; Bilir, 2009; Cho, 2007; Samuelsen, 2005; De Ayala, 2002). Kelderman ve Macready (1990) DMF incelemelerinde örtük sınıf yaklaşımının avantajlı olabileceğini şu şekilde belirtmişlerdir "Örtük sınıf değişkeni kullanmak DMF'yi herhangi bir değişken veya değişken setine bağlamadan DMF değerlendirmesi sağlar. Böylece DMF varlığının daha kesin olarak rapor edilebileceği DMF incelemeleri yapmak mümkün olabilir" (s.309).

DMF incelemek için örtük sınıf çerçevesinde madde tepki kuramı kapsamında öne çıkan "Karma MTK" (KMTK-Mixture IRT) modelidir. KMTK ile bireyler önceden belli olmayan örtük sınıflara ayrılırlar. Elde edilen sınıflarda ilgili özellik bakımından sınıf içi homojenlik ve sınıflar arası heterojenlik en üst seviyeye ulaşmaktadır. Ayrıca

madde güçlükleri her sınıfta farklı olarak kestirildiği için DMF sorununun çözülebileceği düşünülmektedir (De Ayala ve ark., 2002). Bunun yanında çok düzeyli verilerde KMTK modelinin yetersiz kalabileceği belirtilmektedir (Cho, 2007; Cho ve Cohen, 2010).

İstatistik alanında kullanılan birçok model için gözlemlerin birbirinden bağımsız olduğu varsayılmaktadır (Vermunt ve Magidson, 2002). Özellikle eğitim alanındaki uygulamalarda bu varsayımı karşılamak güçleşmektedir. Bu nedenle öğrencilerin sınıflarda, sınıfların okullarda, okulların şehirlerde kümelendiği hiyerarşik ya da iç içe geçmiş yapıdaki veriler için yeni model türleri geliştirilmiştir (Stevens, 2009; Aspourov ve Muthen, 2008). Hiyerarşik (çok düzeyli) modellerde, öğrenciler, sınıflar ve okullar farklı düzeylerde tanımlanmaktadır (Hox, 1998). Öğrenciler ve onları tanımlayan değişkenler (öğrencilerin cinsiyetleri, yaşları) sistemin birinci düzeyinde, sınıflar ve onları tanımlayan değişkenler (sınıf mevcudu, öğretim yöntemi) sistemin bir üst düzeyinde yani ikinci düzeyinde yer almaktadır. Okullar ve onları tanımlayan değişkenler (okul türü, okul kaynakları ) sistemin üçüncü düzeyinde yer alırlar (Raudenbush ve Bryk, 2002). Üst düzeyde yer alan değişkenlerin etkilerini inceleyebilmek amacı ile çok düzeyli teknikler DMF çalışmalarında uygulanmaya başlanmıştır. Cho ve Cohen (2010), farklı veri setleri üzerinde yaptıkları simülasyon çalışması sonuçlarına göre “Çok Düzeyli Karma MTK” modelinin (ÇDKMTK) öğrenci ve okul düzeyi etkilerini modele dahil etmesi ile DMF belirlemede kullanılmasını önermişlerdir. Ayrıca bireylerin cevap örüntülerine göre grup üyeliği konusunda da bilgi vermesi nedeni ile ÇDKMTK modelinin çok daha etkili yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Testlerdeki olası yanlış maddelerin varlığını incelemek amacı ile yapılan DMF çalışmaları test geliştirme çalışmalarının önemli bir parçasıdır. DMF belirlemek amacı ile geliştirilen gözlenen grup veya örtük sınıf değişkeni yöntemlerinin performansları çeşitli faktörlere ya da bu faktörlerin etkileşimine duyarlıdır. Bu nedenle test uzunluğu, örneklem büyüklüğü, DMF içeren maddelerin oranı ve DMF etki büyüklüğü gibi pek çok değişkenin DMF belirleme yöntemlerinin performanslarını etkilediği birçok araştırmada ortaya konulmuştur (Clauser, Mazor ve Hambleton, 1993; Samuelsen, 2005, Cho, 2007).

Araştırmalarda yöntemlerin çeşitli koşullar altında performansının karşılaştırıldığı I. tip Hata (Type I error) ve istatistiksel güç (power) çalışmaları bu kapsamda ele

alınan yaklaşımlardır (Naranayan ve Swaminathan,1994; Finch, 2005; Kim, 2010). Birinci tip hata, gerçekte doğru olan bir yokluk (null) hipotezinin, hipotez testi sonucunda reddedilmesini ifade etmektedir. DMF kapsamında I. tip hata, gerçekte DMF içermeyen bir maddenin DMF'li olarak belirlendiği durumu yansıtmaktadır. İstatistiksel güç, gerçekte yanlış olan bir yokluk hipotezini reddedilmesi anlamına gelir. Gerçekte DMF içeren maddenin incelemeler sonucunda DMF'li olarak doğru şekilde belirlenme durumu ilgili yöntemin gücüne işaret etmektedir.

Yöntemlerin performansının ortaya konulduğu çalışmalarda genellikle MTK'ya dayalı yöntemlerin daha güçlü olduğu belirtilmektedir. Ancak, modelin gerektirdiği varsayımları karşılamak kolay değildir. Yeterli büyüklükte örneklem kullanıldığında modelin kullanılabilirliği artmaktadır (Narayanan ve Swaminathan, 1996). MH yöntemi DMF çalışmalarında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemle ait I. tip hatanın büyük ve küçük örneklerde ve grupların yetenek dağılımlarının farklılaşmadığı durumlarda düşük olduğu, birçok koşulda kabul edilebilir sonuçlar verdiği araştırmalarda ortaya konmuştur. (Prieto, Barbero ve Luis, 1997; Roussos ve Stout, 1996; Shealy ve Stout 1993;). Gözlenen puana dayalı olmasına rağmen MH yönteminin tek biçimli DMF'de örtük puanlara dayalı yöntemlerden SIBTEST ve MTK-OO ile uyumlu sonuçlar verdiği de belirtilmektedir (Atalay, Gök, Kelecioğlu ve Arsan, 2012; Narayanan ve Swaminathan, 1994; Roussos ve Stout, 1993). Araştırma sonuçları göz önünde bulundurularak DMF belirlemede MTK gibi güçlü yöntemlerin örtük sınıfa dayalı DMF ile karşılaştırılması, bu sonuçların da varsayımlarının karşılanmamasının daha kolay olduğu KTK'ya dayalı güçlü DMF yöntemleri ile karşılaştırılması uygun görülmektedir.

## **1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi:**

DMF çalışmalarının pek çok araştırmada homojen topluluklardan oluştuğu düşünülen gözlenen gruplar üzerinden yürütüldüğü görülmektedir. Ancak bu grupları oluşturan bireylerin ölçülen yetenek bakımından birbirine tamamen benzemesi mümkün değildir. Bu nedenle sadece gözlenen gruplara dayalı yapılan DMF çalışmalarında elde edilen sonuçlar yetersiz kalabilmektedir.

Son zamanlarda DMF'nin gerçek kaynağını bulabilmek amacı ile örtük değişkenler üzerinden yapılan DMF çalışmalarına rastlanmaktadır. Eğer gözlenen grup ve örtük değişken birbiri ile tamamen örtüşmüyorsa, özellikle bu oran % 70'ten az ise DMF çalışmalarının örtük sınıflar üzerinden yapılması önerilmektedir. DMF'nin

gerçek kaynağına ulaşabilmesi açısından örtük değişken yönteminin yanlı sonuçlar üretmediği çalışmalarda belirtilmektedir. Ancak, verilerin barındırdığı çok düzeyli yapı DMF kaynağının gerçek sebebini bulmaya engel olmaktadır. Çok düzeyli veriler için daha yansız kestirimleri yapacak tekniklerin kullanılması önerildiğinden araştırmalarda çok düzeyli DMF belirleme yaklaşımlarına da çok sık rastlanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, çok düzeyli veriler için DMF etki büyüklüğü, örtüşme düzeyi, DMF içeren madde oranı ve referans-odak grup oranı değiştiğinde örtük sınıfa göre belirlenen DMF ile gözlenen gruba dayalı belirlenen DMF'ye ilişkin gücün ve I. tip hatanın değişimini incelemektir.

Farklı koşullar için yöntemlerin performansının bilinmesi DMF'li maddelere karar vermeyi, kararların sonuçlarını kestirmeyi, geçerli ve güvenilir testler elde etmeyi kolaylaştırır. Özellikle büyük ölçekli sınavlarda yanlı maddeler bulunması test puanlarına dayalı kararları etkileyebileceğinden araştırmacıların çeşitli koşullar için en doğru yöntemi kullanması önem taşımaktadır. Bu nedenle verinin yapısına uygun modelin belirlenerek DMF yöntemlerinin seçilmesi uzmanlara daha fazla maddeyi yanlılık bakımından inceleme fırsatı sunacaktır.

### **1.3 Problem Cümlesi**

Değişen madde fonksiyonlarının gözlenen gruplara dayalı olarak belirlendiği Mantel-Haenszel (MH) ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri ile örtük sınıflara dayalı olarak belirlendiği "çok düzeyli karma madde tepki kuramı (ÇDKMTK)" yöntemi farklı simülasyon koşullarında istatistiksel güç ve I. tip hata bakımından nasıl performans sergilemektedir?

#### **1.3.1. Alt Problemler**

1. Gözlenen grup ile örtük sınıfların örtüşme miktarı % 90, DMF etki büyüklüğü 0.5 olduğunda MH, Lord'un  $\chi^2$  ve ÇDKMTK yöntemleri için I. tip hata ve güç oranları

- a. Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50);
- b. Referans ve odak grup oranının farklılaştığı (80:20);

durumlar için DMF'li madde oranına bağlı olarak nasıl değişmektedir?

2. Gözlenen grup ile örtük sınıfların örtüşme miktarı % 90, DMF etki büyüklüğü 0.7 olduğunda MH, Lord'un  $\chi^2$  ve ÇDKMTK yöntemleri için I. tip hata ve güç oranları

- a. Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50);
- b. Referans ve odak grup oranının farklılaştığı (80:20);

durumlar için DMF'li madde oranına bağlı olarak nasıl değişmektedir?

3. Gözlenen grup ile örtük sınıfların örtüşme miktarı %90, DMF etki büyüklüğü 1.0 olduğunda MH, Lord'un  $\chi^2$  ve ÇDKMTK yöntemleri için I. tip hata ve güç oranları

- a. Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50);
- b. Referans ve odak grup oranının farklılaştığı (80:20);

durumlar için DMF'li madde oranına bağlı olarak nasıl değişmektedir?

4. Gözlenen grup ile örtük sınıfların örtüşme miktarı %70, DMF etki büyüklüğü 0.5 olduğunda MH, Lord'un  $\chi^2$  ve ÇDKMTK yöntemleri için I. tip hata ve güç oranları

- a. Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50);
- b. Referans ve odak grup oranının farklılaştığı (80:20);

durumlar için DMF'li madde oranına bağlı olarak nasıl değişmektedir?

5. Gözlenen grup ile örtük sınıfların örtüşme miktarı % 70 ve DMF etki büyüklüğü 0.7 olduğunda MH, Lord'un  $\chi^2$  ve ÇDKMTK yöntemleri için I. tip hata ve güç oranları,

- a. Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50);
- b. Referans ve odak grup oranının farklılaştığı (80:20);

durumlar için DMF'li madde oranına bağlı olarak nasıl değişmektedir?

6. Gözlenen grup ile örtük sınıfların örtüşme miktarı % 70 ve DMF etki büyüklüğü 1.0 olduğunda MH, Lord'un  $\chi^2$  ve ÇDKMTK yöntemleri için I. tip hata ve güç oranları,

- a. Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50);
- b. Referans ve odak grup oranının farklılaştığı (80:20);

durumlar için DMF'li madde oranına bağlı olarak nasıl değişmektedir?

7. Gözlenen grup ile örtük sınıfların örtüşme miktarı % 50 ve DMF etki büyüklüğü 0.5 olduğunda MH, Lord'un  $\chi^2$  ve ÇDKMTK yöntemleri için I. tip hata ve güç oranları,

- a. Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50);

b. Referans ve odak grup oranının farklılaştığı (80:20);

durumlar için DMF'li madde oranına bağlı olarak nasıl değişmektedir?

8. Gözlenen grup ile örtük sınıfların örtüşme miktarı % 50 ve DMF etki büyüklüğü 0.7 olduğunda MH, Lord'un  $\chi^2$  ve ÇDKMTK yöntemleri için I. tip hata ve güç oranları,

a. Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50);

b. Referans ve odak grup oranının farklılaştığı (80:20);

durumlar için DMF'li madde oranına bağlı olarak nasıl değişmektedir?

9. Gözlenen grup ile örtük sınıfların örtüşme miktarı % 50 ve DMF etki büyüklüğü 1.0 olduğunda MH, Lord'un  $\chi^2$  ve ÇDKMTK yöntemleri için I. tip hata ve güç oranları,

a. Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50);

b. Referans ve odak grup oranının farklılaştığı (80:20);

durumlar için DMF'li madde oranına bağlı olarak nasıl değişmektedir?

10. MH, Lord'un  $\chi^2$  ve ÇDKMTK yöntemlerinin koşullara ve koşulların birbiri ile etkileşimine göre I. tip hata ve güç oranları arasında anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?

#### **1.4. Sınırlılıklar:**

1. Bu çalışmada kullanılan model, bir parametrelili (1PLM) çok düzeyli karma MTK modeli ile sınırlıdır.

2. Çalışmada yalnızca tek biçimli DMF dikkate alınmıştır.

#### **1.5 Araştırmanın Kuramsal Temeli**

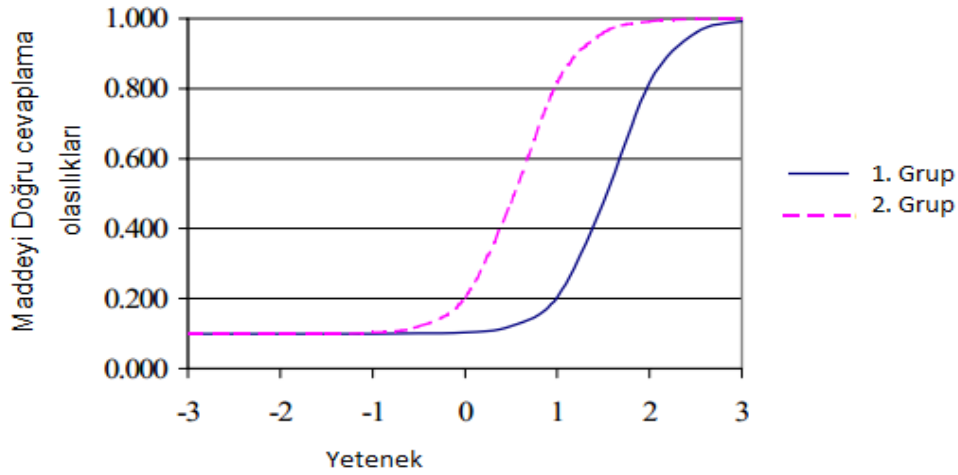
##### **1.5.1 Değişen Madde Fonksiyonu**

Değişen Madde Fonksiyonu (DMF), yeteneğin kontrol edildiği durumda grupların maddeyi doğru cevaplandırma olasılıklarının farklılaşması anlamına gelmektedir (Li ve Stout, 1996; Naranayan ve Swaminathan, 1996; Clauser ve Mazor, 1988). Örneğin, ikili puanlanan (1-0) ve madde tepki kuramı çerçevesinde değerlendirilen veri setinde, DMF iki gözlenen grup (kızlar ve erkekler gibi) için doğru cevap verme olasılıklarının değişmesi ve aynı madde bakımından, gruplar arasında madde karakteristik eğrilerinin farklılaşmasını ifade etmektedir. Madde



karakteristik eğrisi, belirli bir yetenek düzeyindeki bireyin maddeye vereceği tepkiye ilişkin olasılıkları grafiksel olarak göstermektedir (Hambleton ve Swaminathan, 1985).

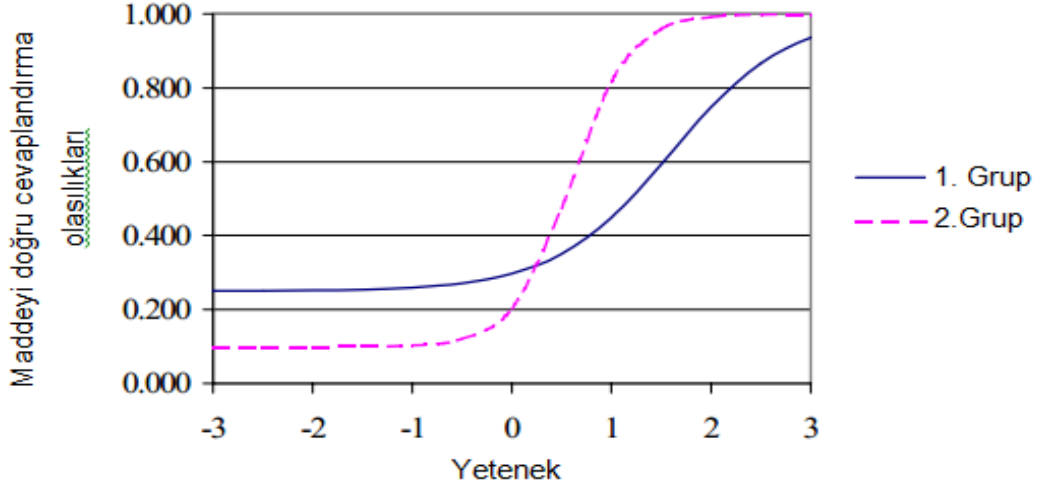
DMF, tek biçimli ve tek biçimli olmayan DMF olmak üzere iki şekilde ortaya çıkmaktadır (Mellenberg, 1982). Tek biçimli DMF, madde karakteristik eğrilerinin paralel olduğu ve her bir yetenek düzeyi için gruplardan yalnızca birisi için avantaj sağladığı durumu ifade etmektedir. Yetenek ölçeği boyunca DMF sadece bir grubun lehine işlemektedir. Madde ayırt edicilikleri gruplar arasında değişmemektedir. Yalnızca madde güçlüğü, referans ve odak gruplar arasında farklılaşmaktadır. (De Ayala 2002; Zumbo, 1999; Li ve Stout, 1996). Şekil 1'de maddenin tek biçimli DMF gösterdiği duruma ilişkin grafik gösterilmektedir.



**Şekil 1.1: Tek Biçimli Değişen Madde Fonksiyonu (DMF)**

Şekil 1.1 incelendiğinde, tüm yetenek düzeylerinde 2.grubun maddeyi doğru cevaplama olasılığının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tek biçimli olmayan DMF, maddenin yetenek ölçeğinde boyunca bazı yetenek düzeylerinde bir grubun bazı yetenek düzeylerinde ise diğer grubun lehine işlemesi olarak tanımlanır. Maddenin tek biçimli olmayan DMF içermesi durumunda iki grup için elde edilen madde karakteristik eğrileri çakışmaktadır. Maddeye ilişkin ayırt edicilik ve güçlük parametreleri referans ve odak grup için farklıdır (Zumbo, 1999; De Ayala, Kim, Stapleton ve Dayton, 2002). Şekil 1.2'de tek biçimli olmayan DMF durumuna ait bir örnek verilmektedir.



**Şekil 1.2: Tek Biçimli Olmayan Değişen Madde Fonksiyonu (DMF)**

Şekil 1.2'de maddenin düşük yetenek düzeylerinde 1. gruba, yüksek yetenek düzeylerinde 2. gruba avantaj sağladığı görülmektedir.

### 1.5.2 Değişen Madde Fonksiyonu Belirleme Yöntemleri

DMF değerlendirme yöntemleri, kullanılan eşleştirme puanının gözlenen ya da örtük olması durumuna göre farklı kategorilere ayrılmaktadır. Aynı zamanda yöntemler kendi içerisinde parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olmak sınıflanmaktadır. İki kategorili puanlanan maddeler için gözlenen puanlara dayalı ve KTK kapsamında ele alınan Mantel-Haenszel tekniği özellikle tek biçimli DMF'nin belirlenmesinde öne çıkan parametrik olmayan yaklaşımdır. Bununla birlikte lojistik regresyon (LR) tekniği de gözlenen puana dayalı parametrik teknik olarak sıklıkla kullanılmaktadır. LR, hipotez testini regresyon modeline dayalı olarak gerçekleştirdiği için parametrik yöntem olarak ele alınmaktadır (Potenza ve Dorans, 1995).

MTK ile DMF belirlenirken iki gruba ilişkin elde edilen madde parametrelerinin karşılaştırıldığı "Lord'un  $\chi^2$ " (Cohen, Kim, Wollack, 1996) yöntemi, iki gruba ilişkin elde edilen madde karakteristik eğrileri arasında kalan alanın hesaplandığı "Raju'nun Alan Ölçümleri" (Raju's Area) yöntemleri örtük puana dayalı parametrik yöntemlerdir. MTK kapsamında değerlendirilen SIBTEST yöntemi parametrik olmayan yöntem olarak sınıflanmaktadır. MTK'ya dayalı diğer bir parametrik yöntem ise iki grubun madde cevaplarına ilişkin elde edilen modeller arasındaki olabilirlik oranlarının karşılaştırıldığı MTK-OO yöntemidir.

Bu çalışmada kullanılan gözlenen puana dayalı yöntemlerden MH ve örtük puana dayalı yöntemlerden Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri daha detaylı şekilde açıklanmaktadır.

### 1.5.2.1 Mantel-Haenszel Yöntemi

Mantel-Haenszel (MH), tek biçimli DMF'yi belirlemede sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir. Aynı yetenek düzeyinde yer alan iki grubun (odak ve referans grup) ikili puanlanan maddelerden aldıkları puanlardan elde edilen, bir olayın gerçekleşme olasılığının gerçekleşmeme olasılığına bölümü olarak adlandırılan, "odd" değerleri arasındaki farka dayanan bir yöntemdir (Mertler ve Vannatta, 2005). Toplam test puanını dikkate alarak aynı puanı alan bireyler için yetenek grupları oluşturulur. Örneğin; n maddeli bir test için 0 ile n arasında puan alınabileceğinden toplamda en fazla (n+1) sayıda yetenek grubu oluşabilir. Her bir yetenek düzeyi için 2x2 şeklinde çapraz tablo oluşturulur (Holland ve Thayer, 1988). Tablo 1.1'de referans ve odak grupları içerisinde maddeyi doğru ve yanlış yanıtlayanların sayısı ile maddeyi yanıtlayan toplam kişi sayıları verilmektedir.

**Tablo 1.1: MH Tekniğine Göre Veri Düzeni**

Grup	Doğru	Yanlış	Toplam
Referans	$A_j$	$B_j$	$n_{Rj}$
Odak	$C_j$	$D_j$	$n_{Oj}$
Toplam	$m_{1j}$	$m_{0j}$	$T_j$

Tablo 1.1'deki değerlerin kullanılmasıyla eşitlik 1'de yer alan olabilirlik oranı elde edilmektedir.

$$\alpha_{MH} = \frac{\sum_j A_j D_j / T_j}{\sum_j B_j C_j / T_j} \quad (1)$$

Elde edilen  $\alpha_{MH}$  istatistiği olasılıksal bir oran olması nedeniyle 0 ile  $\infty$  arasında değerler alabilmektedir. Bu oran için kurulan sıfır hipotezi  $\alpha_{MH}$  değerinin 1'e eşit olduğunu, alternatif hipotez ise 1'den farklı olduğunu ifade etmektedir. Eğer,  $\alpha_{MH}$  1'den küçük değer alıyorsa maddenin odak gruba avantaj sağladığı, 1'den büyük ise referans grubun maddeyi doğru yanıtlama olasılığının daha fazla olduğu yorumu yapılmaktadır. Camilli ve Shepard (1994), yorumlamalara kolaylık getirmesi açısından  $\alpha_{MH}$  istatistiğinin doğal logaritmasının -2.35 katı alınarak  $\Delta_{MH}$  (delta) istatistiğinin kullanılmasını önermektedir.

Elde edilen  $\Delta_{MH}$  istatistiği DMF derecesini belirten DMF etki büyüklüğü olarak yorumlanmaktadır. Dorans ve Holland (1993) etki büyüklükleri için aşağıdaki tabloda yer alan değerleri kullanmayı önermiştir.

**Tablo 1.2: MH Tekniği ile Belirlenen DMF Düzeyleri**

Düzye	Değer	DMF Miktarı
A	$ \Delta_{MH}  < 1$	Yok veya ihmal edilebilir
B	$1 \leq  \Delta_{MH}  < 1,5$	Orta düzey
C	$ \Delta_{MH}  \geq 1,5$	Yüksek düzey

Tablo 1.2’de yer alan etki büyüklüğü aralıklarından yararlanarak incelenen madde için tek biçimli DMF varlığına karar verilebilir.

### 1.5.2.2 Lord’un $\chi^2$ (Ki-Kare) Yöntemi

Lord (1980) tek biçimli ve tek biçimli olmayan DMF’yi belirlemek üzere uygun bir madde tepki modeline göre  $\chi^2$  yöntemi kullanmayı önermiştir (Maij de Meij ve ark., 2010; Wiberg, 2007). Bu yöntem madde parametrelerinin referans ve odak grup olarak adlandırılan alt gruplarda karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Alt gruplar arasında hesaplanan madde parametreleri arasındaki fark ve bu farka ilişkin varyans-kovaryans matrisi yardımı ile  $\chi^2$  istatistiği hesaplanmaktadır (Camilli ve Shepard, 1994). Gruplar arasında karşılaştırma yapılabilmesi için kestirilen parametreler aynı ölçek düzeyine getirilmektedir.  $m=1$  ve  $m=2$  şeklinde adlandırılan iki alt grup için  $\chi^2$  değeri aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmaktadır:

$$\chi^2 = \frac{(\hat{\delta}_{j1} - \hat{\delta}_{j2})^2}{V_j}$$

$\hat{\delta}_{j1}$  ve  $\hat{\delta}_{j2}$  : Referans ve odak grup için bir maddeye ait güçlük değerini,

$V_j$ : Güçlük değerleri arasındaki farkın varyansını göstermektedir.

Bu değerler yardımı ile elde edilen  $\chi^2$  istatistiği serbestlik derecesi “bir” olan Ki-kare dağılımına uymaktadır.  $\chi^2$  istatistik değeri kritik değeri aştığında maddenin ilgili anlam düzeyine göre DMF içerdiğine karar verilmektedir. Lord’un  $\chi^2$  yöntemi ile elde edilen sonuçların, Raju’nun işaretlenmemiş alan indeksi yöntemi ile elde edilen sonuçlarla yüksek korelasyon verdiği belirtilmektedir. (Millsap ve Everson, 1993).

### 1.5.3 Örtük Değişken Modelleme Yaklaşımları

Sosyal bilimlerde birçok özelliğin doğrudan gözlenemediği veya ölçülemediği kabul edilmektedir. Doğrudan gözlenemeyen, ancak kendisiyle ilişkili gözlenen değişkenler aracılığı ile ortaya çıkarılan hipotetik yapılara örtük değişken adı verilmektedir. Örtük değişkenlere ait özellikler, gözlenen değişkenler ile örtük değişkenleri birbirine bağlayan istatistiksel modellerle dolaylı olarak açıklanabilmektedir (Jöreskog ve Sörbom, 1993; Skrondal ve Hesketh, 2004). Bu değişkenler hakkında güvenilir sonuçlar elde etmek için ölçek ve değişken türüne göre kullanılacak modeli belirlemek önem taşımaktadır.

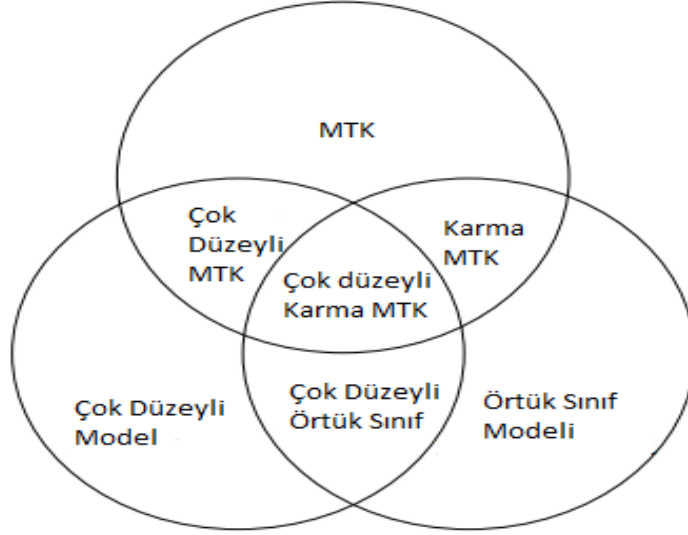
Örtük modellere dayalı olarak yapılan analizler gözlenen ve örtük değişkenlerin sürekli veya süreksiz yapıda oluşlarına göre Tablo 1.3'te yer alan farklı kategorilere ayrılmaktadır.

**Tablo 1.3: Örtük Değişken Modelleri**

Örtük değişken	Gözlenen değişken	
	Sürekli	Süreksiz
Sürekli	Faktör analizi	Madde tepki kuramı
Süreksiz	Örtük profil analizi	Örtük sınıf analizi

Tablo 1.3'e göre "faktör analizi" için gözlenen ve örtük değişkenin sürekli; "MTK" için gözlenen değişkenlerin süreksiz, örtük değişkenlerin sürekli yapıda olması gerekmektedir. "Örtük profil analizi" örtük değişkenin süreksiz, gözlenen değişkenin sürekli olduğu durumlarda kullanılmaktadır. "Örtük sınıf analizinin" tüm değişkenlerin süreksiz olduğu durumlarda kullanılması uygun olmaktadır.

Modellerin farklı özellikleri ve uygulama alanları bulunduğu gibi modeller birarada kullanılarak çeşitli özellikleri ortaya çıkarmak amacı ile kullanılabilir (Cho, 2007). Aynı zamanda bu modeller eğitimde birçok testte karşılaşılabilen düzey etkisinin görülebilmesi amacıyla çok düzeyli modellere genişletilebilmektedir. Modellerin birbirleri ile olan ilişkisi ve birlikte kullanımı Şekil 1.3'te tanımlanmaktadır.



**Şekil 1.3: Örtük Modellerin Birlikte Kullanılması (Cho, 2007).**

Şekil 1.3'e göre "Karma MTK", MTK ile örtük sınıf analizi' nin birleşiminden oluşmaktadır. Çok düzeyli modeller ile MTK'nın birlikte kullanımı "çok düzeyli MTK" modelini ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada önerilen "çok düzeyli karma MTK modeli" karma MTK, çok düzeyli model ve örtük sınıf modeli olmak üzere üç tane modelin birleşmesi ile meydana gelmektedir.

### **1.5.3.1 Madde Tepki Kuramı**

Madde tepki modeline göre, bireyin incelenen özelliğe ilişkin yeteneği maddeye verdiği yanıtlardan yola çıkarak tahmin edilebilmektedir. Yetenek doğrudan ölçülemeyen örtük bir özellik olduğundan, bir madde tepki modeli bireyin gözlenen test performansı ile bu performansın altında yatan gözlenemeyen özellik arasındaki ilişki olarak tanımlanmaktadır (Hambleton ve Swaminathan, 1985).

MTK, bireyin maddeye verdiği yanıtlar ile bireyin yetenek düzeyi ve maddenin özelliklerini ilişkilendirerek bireylerin yeteneklerinin ( $\theta$ ) ve maddelere ait parametrelerin (güçlük, ayırt edicilik ve şans parametresi) aynı ölçek üzerinde gösterilmesini sağlar (Embretson ve Reise, 1996). Böylece bireyin bir maddeyi doğru cevaplama olasılığı bulunabilir. MTK'ya göre yetenek arttıkça maddeyi yanıtlama olasılığının arttığı söylenebilir (Hambleton, Swaminathan ve Rogers, 1991).

MTK' da bir kişinin testten aldığı puanlar matematiksel modeller kullanılarak belirlenmektedir. Tek bir özelliğin ölçüldüğü modeller tek boyutlu MTK, birden fazla özelliğin ölçüldüğü durumlarda ise çok boyutlu MTK modelleri kullanılır. Aynı zamanda puanlama türüne göre MTK, ikili puanlanan (1-0) ve çok kategorili puanlanan modeller olarak da tanımlanabilir. Bu modellerin kullanılması için çeşitli varsayımların sağlanması gerekir. Tek boyutlu MTK çerçevesinde, ölçülen özelliğin tek boyutlu olduğu varsayımı bulunmaktadır. Yani bireylere ait tek bir özelliğin ölçüldüğü öne sürülür. Bir diğer varsayım, yerel bağımsızlık olarak adlandırılır ve maddelere verilen tepkilerin arasında ilişkinin bulunmaması anlamına gelir. Yerel bağımsızlık ve tek boyutluluk ilişkili kavramlardır (Hambleton, Swaminathan, 1985; Hambleton ve ark, 1991, Embretson ve Reise, 1996).

MTK çerçevesinde modeller Normal ve Lojistik diye ikiye ayrılmakta ama lojistik modeller daha çok tercih edilmektedir. Bunlar iki parametrelili lojistik, üç parametrelili lojistik ve bir parametrelili lojistik model adıyla anılmaktadır.

## 2 Parametrelili Lojistik Model (2 PLM)

İlk defa Birnbaum tarafından önerilmiş olan 2 parametrelili lojistik fonksiyon aşağıdaki gibidir (Lord ve Novick, 1968; Lord, 1980; Hambleton ve Swaminathan, 1985):

$$P_i(\theta) = \frac{e^{D a_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{D a_i(\theta - b_i)}} \quad (2)$$

$P_i(\theta)$ :  $\theta$  yeteneğindeki bir bireyin  $i$  maddesini doğru olarak cevaplama olasılığı

$b_i$ :  $i$  maddesinin güçlük indeksi

$a_i$ :  $i$  maddesinin ayırtıcılık gücü indeksi

$D$  : ölçek sabiti (1.7)

Ölçek sabiti 1.7 olarak alındığında, normal 2PLM model ile lojistik 2PLM'den elde edilen doğru cevaplama olasılıkları tüm yetenek düzeylerinde 0.01'den daha fazla farklılaşmamaktadır (Lord ve Novick, 1968). Model, şans başarısının sıfır olması varsayımına dayanmaktadır. Madde güçlüğü'nün yanı sıra madde ayırt edicilik indeksi modele dâhil edilir. Bu iki parametre kullanılarak bireylerin yetenekleri kestirilmeye çalışılır (Hambleton ve ark 1991).

### 3 Parametrelili Lojistik Model (3 PLM)

Bu modelde madde güçlüğü, madde ayırıcılık indeksi ve şans parametresi yer alır.

Lord (1980), tarafından tanımlanan üç parametrelili model şu şekildedir:

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

Bu modelde, 2-PL modelden farklı olarak c (şans) parametresi modele dahil edilmiştir. Lord c parametresini şans parametresi olarak tanımlamak yerine en düşük yetenek seviyesindeki bireylerin soruyu doğru cevaplama olasılığı olarak tanımlamaktadır (1968 ve 1980).

### 1 Parametrelili Lojistik Model (1 PLM) ve Rasch Model

Bir parametrelili model, iki ve üç parametrelili lojistik modellerin özel bir halidir (Hambleton ve Swaminathan, 1985). Şans başarısının sıfır olması ve her maddenin eşit derecede ayırıcılık gücüne (maddelerin tümü için kestirilen ortalama bir a parametresi değerine) sahip olması şeklinde bir varsayıma sahiptir. Bu modelde sadece madde güçlük parametresi dikkate alınır ve bu parametreye dayalı olarak yetenek kestiriminde bulunulur (Hambleton ve diğerleri, 1991).

1 parametrelili lojistik modele ilişkin olasılık fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

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

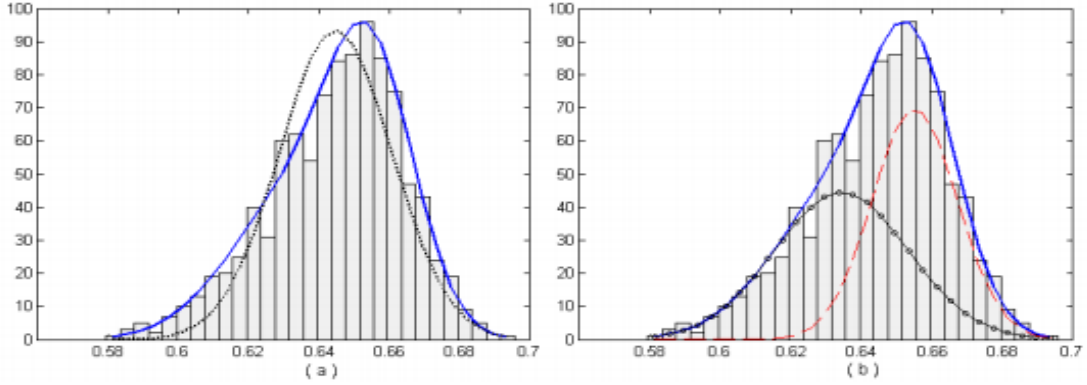
Bir parametrelili lojistik modelin özel bir hali Rasch modelidir. Burada ayırt edicilik parametresi tüm maddeler için eşit ve 1 olarak kabul edilir.

#### 1.5.3.2 Karma Dağılım Modelleri

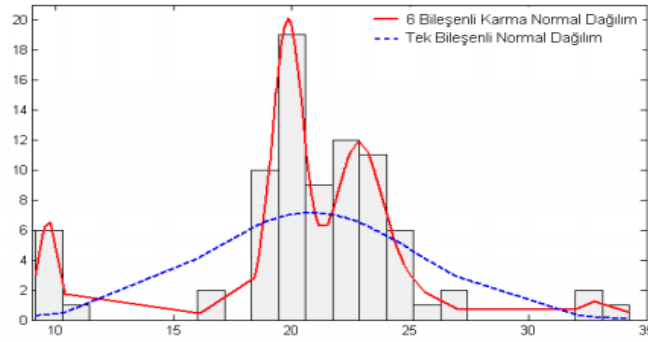
Karma dağılım modelleri, ilgilenilen özelliğe göre homojen olmayan yapıdaki grupları iki ya da daha fazla bileşen ile modellemek için kullanılmaktadır (McLachlan ve Peel, 2000). Özellikle birden çok moda sahip verileri modellemede klasik istatistik modellerine göre daha başarılı olduğu belirtilmektedir. İlgilenilen örtük özellik alt gruplarda, farklı dağılıma sahip olabileceğinden, karma model ile ilgili yapılan ilk çalışmalar heterojen verinin normal dağılımla modellenmesi yerine her bir alt grubun ayrı ayrı normal dağılım modeline uydurulmasının daha az hata barındırdığını göstermektedir (Sarı, 2012; Frühwirth-Schnatter, 2006; Çalış, 2005). Şekil 1.4'te Pearson (1984) tarafından incelenen yengeç türü verilerine ilişkin tek bileşenli normal dağılım ile iki bileşenli normal dağılım eğrilerini gösterilmektedir



Şekil 1.5'te ise Roeder (1990) tarafından tanımlanan Galaxy veri setine, Karma Dağılım ve Normal Dağılım uygulandığında elde edilen eğriler yer almaktadır.



**Şekil 1.4: a) Tek Bileşenli Normal Dağılım Modeli (kesikli çizgi) ve İki Bileşenli Karma Normal Dağılım Modeli (sürekli çizgi) b) Her Bir Bileşene Ait Normal Dağılım Eğrileri ile İki Bileşenli Normal Dağılım Eğrisi (McLachlan ve Peel, 2000)**



**Şekil 1.5: Galaxy Veri Setine İlişkin 6 Bileşenli Karma Normal Dağılım (düz çizgi) ve Tek Bileşenli Normal Dağılım (kesikli çizgi) Modeli**

Şekil 1.4.b'ye göre asimetrik yapıya sahip yengeç verileri için iki ayrı yengeç türü olabileceği öngörülmüştür. Bu nedenle Pearson (1984) Şekil 1.4.a'da kesikli çizgide görülen normal dağılım kullanılmasının doğru olmadığını, bu verilerin iki ayrı bileşen kullanılarak karma modeller ile tanımlanmasının daha doğru olacağını belirtmiştir ((McLachlan ve Peel, 2000, Çalış, 2011).

Karma dağılım modellerinde rastgele bir gözlenen değişken koşullu olasılık fonksiyonları ile ifade edilmektedir. Gözlenen değişkenin kesikli (sayılabilir) olması karma modelin "sonlu karma model" (finite mixture model) olarak adlandırılmasına neden olur. Bunun yanında sayılamayan (uncountable) karma modeller de bulunmaktadır. Heterojen grupları ayırtmaya yarayan örtük sınıf analizi sonlu karma dağılım modellerine göre ele alınan analiz türüdür (Vermunt ve Magidson, 2005).

### 1.5.3.3. Örtük Sınıf Analizi

Bireylerin grup üyeliklerinin daha önce bilinmediği durumlarda onlara ait belirli kategorik değişkenler kullanılarak yeni örtük sınıf değişkenleri oluşturmak mümkündür (Lubke ve Muthen, 2005; Mislevy ve Huang, 2006). Bu tür modellerler “Örtük Sınıf Modeli” olarak adlandırılmaktadır.

Örtük sınıf analizi (ÖSA) homojen grupları kümelemek amacı ile kullanılmaktadır. İlk olarak Lazarsfeld (1950) tarafından iki kategorili maddelerden oluşan cevap örüntülerini içeren bir araştırmada grubun heterojenliğini açıklamak amacıyla kullanılmıştır. Bir veri indirgeme yöntemi olarak çok sayıda bağımsız gözlenen değişkenin az sayıda örtük değişken ile ifade edilmesini sağlamaktadır. ÖSA’ da, sınıflama ya da sıralama düzeyindeki ölçekten elde edilen kesikli yapıdaki veriler kullanılır, ancak bu veri türlerinden kaynaklanabilecek ölçme hataları en aza indirgenir (Vermunt, 2003; Collins ve Lanza, 2010). Buna göre var olan gözlenen değişkenlerin kategori sayısına göre farklı cevap kombinasyonları mevcuttur. Örneğin; iki kategorili  $V$  tane değişken için  $2^V$  tane muhtemel cevap örüntüsü oluşturulabilir. ÖSA ile  $V$  tane gözlenen değişkenin her birisi için ait oldukları gözlenmeyen sınıflar belirlenmektedir. Sonuçta gözlenen değişkenlerin ait olduğu sınıflar ile veri setine uygun sınıf sayısı ( $T$ ) belirlenmektedir.

Örtük sınıfların ve sayısının belirlenmesi için öncelikle modelin belirlenmesi gereklidir. Model seçimine sınıf sayısına karar vermek ile başlanır. Sınıf sayısına karar verme işlemi ise bir hipotez testini gerektirmektedir. Basitten karmaşık modellere doğru hipotezler kurulur. İlk önce, değişkenler arasında karşılıklı bağımsızlığı ifade eden  $T=1$  sınıfa uygun temel model (sıfır hipotezi) ile başlanır.

$A$  ve  $B$ ,  $I$  ( $i=1,2,\dots,I$ ) ve  $J$  ( $j=1,2,\dots,J$ ) sayıda kategoriden oluşan gözlenen değişkenleri;  $X$  ise  $T$  sayıda ( $t=1,2,\dots,T$ ) kategoriden oluşan örtük değişken olmak üzere örtük sınıf modelinin gösterimi eşitlikteki gibi olmaktadır (Goodman, 2002).

$$\pi_{ijt}^{ABX} = \pi_t^X \pi_{it}^{A/X} \pi_{jt}^{B/X} \quad (5)$$

$\pi_{ijt}^{ABX}$ : Bir gözlemin,  $X$ ’ in  $t$ . sınıfında,  $A$ ’nın  $i$ .,  $B$ ’nin  $j$ . kategorisinde olma bileşik (joint) olasılığını;

$\pi_t^X$ : Bir gözlemin  $X$ ’in  $t$ . sınıfında olma olasılığını;  $\pi_{it}^{A/X}$ :  $A$ ’nın  $i$ . kategorisinde yer alan bir gözlemin,  $X$ ’ in  $t$ . sınıfında olma koşullu olasılığını;

$\pi_{jt}^{B/X}$ : B'nin j. kategorisinde yer alan bir gözlemin, X' in t. sınıfında olma koşullu olasılığını göstermektedir.

Sıfır hipotezi, modelin verilere uyumlu olduğu durumu ifade etmektedir. Buna göre gözlenen değişkenler arasında ilişki bulunmamakta ve örtük sınıf analizine ihtiyaç duyulmamaktadır. Sıfır hipotezinin reddedilmesi bazı alt gruplarda parametrelerin farklılaştığını ifade etmektedir (Vermunt, 2005). Bu durumda  $T=2$  sınıflı örtük sınıf modeli denenir. Her seferinde örtük sınıf sayısının artırılmasıyla bir başka boyut eklenir. Bu süreç, uyum sağlayan en basit model yani en az parametre içeren model elde edilene kadar devam etmektedir.

#### 1.5.3.4 Karma Madde Tepki Kuramı

Madde tepki kuramı ile karma modellere uygun olan örtük sınıf analizinin birlikte kullanılması "karma madde tepki kuramını" (KMTK) ortaya çıkarmaktadır (Cohen ve Bolt, 2005). KMTK, bireylerin cevaplama stratejilerini belirlemek (response style) (Bolt, Cohen ve Wollack, 2001; Mislevy ve Verhelst 1990, Rost, 1990), testi hızlı yanıtlama etkilerini belirlemek (Bolt, Cohen ve Wollack, 2002; Yamamoto ve Everson, 1997) ve DMF'yi incelemek için (Cohen ve Bolt, 2005; Samuelson, 2005) sıklıkla kullanılmaktadır.

Karma model, Rost (1990) tarafından bir evrende sonsuz sayıda olduğu varsayılan örtük sınıf sayısını, bireylerin cevap örüntülerine göre ayırabilen örtük sınıf ve Rasch modelinin kombinasyonu olarak "Karma Rasch" modeli şeklinde tanımlanmaktadır. Model kategorik gözlenen değişkenleri çok değişkenli yapıda ele almaktadır. Bu değişkenler aracılığı ile örtük sınıflar oluşturulmaktadır. Bireyin yeteneği ve ait olduğu sınıf ile madde parametreleri eş zamanlı olarak kestirilmektedir (Rost, 1990; Mislevy ve Verhelst, 1990; Rost, 1997; Cohen ve Bolt, 2005; Alexeev ve ark., 2011). Karma Rasch modelde her bir örtük sınıfın Rasch modeline uyum gösterdiği ancak, sınıfların farklı madde güçlük parametrelerine sahip olduğu kabul edilmektedir. Kestirilen parametreler sınıf özelliklidir.

Modele göre, maddenin doğru cevaplanma olasılığına ait formül şu şekildedir.

$$P(y_{ijg} = 1 | g, \theta_{jg}) = \frac{1}{1 + \exp[-(\theta_{jg} - \beta_{jg})]} \quad (6)$$

Eşitlik 6'da

$g = 1, \dots, G$ : örtük sınıfı belirten indis,

$j = 1, \dots, J$ : cevaplayıcıları belirten indis,

$\theta_{jg}$ :  $j$ . bireyin  $g$  örtük sınıfındaki örtük yeteneği

$\beta$  :  $g$  sınıfında  $i$ . maddenin madde güçlük parametresi

Karma Rasch modelde yeteneğin yapısı aşağıda verilmektedir.

$$\theta_{jg} \sim N(\mu_g, \sigma_g^2) \quad (7)$$

Eşitlik 7'ye göre yetenek,  $\mu$  ve  $\sigma$  parametreleri ile normal dağılıma sahiptir.  $\mu$  , sınıf özellikli yetenek ortalaması ve  $\sigma$  , sınıf özellikli yetenek varyansını göstermektedir.

Rost (1990)'a göre modelin kullanılmasının en büyük avantajı bireyleri cevap örüntülerine göre ait oldukları örtük sınıflara ayırarak aynı anda hem bireyler arasındaki farkı ortaya çıkarması hem de aynı madde için onların yeteneklerini hesaplayabilmesidir (Cho ve Cohen, 2010). Aynı zamanda Karma Rasch modeli 2-PL ve 3-PL modele göre geliştirilebilmektedir (Bolt ve Cohen, 2005; Finch ve Finch, 2013).

#### 1.5.3.5 Çok Düzeyli Madde Tepki Kuramı

Eğitimde uygulanan birçok testte veri seti kümelenebilir yapıya sahip olabilmektedir. Böyle bir sistemde tesadüfi olarak seçilen bireyler ölçülen özellik bakımından birbirine daha çok benzerlik gösterme eğilimindedir. Örneğin, aynı okulda yer alan öğrenciler aynı öğretmen, çevre, okul kaynakları ve benzer eğitim uygulamalarını paylaştıkları için diğer okullara göre birbirleri ile daha benzerdir (Gelman ve Hill, 2007; Osborne, 2000). Bu nedenle standart regresyon modellerinin hiyerarşik verilere uygulanması, gözlemlerin bağımsız olması varsayımının ihlaline sebep olmaktadır.

Çok düzeyli modeller (Hierarchical Linear Models-HLM) eğitim ve psikolojide sıklıkla kullanılan çok düzeyli veri yapısının analizlerde formal olarak yer almasını sağlamaktadır (Bryk ve Raudenbush, 1992; Longford, 1993). Bu sayede araştırmacılar okul ve öğretim programı gibi farklı değişkenlerin alt düzey (öğrenci gibi) üzerindeki etkilerini görebilmektedir. Çok düzeyli yapı göz ardı edildiğinde bir düzeye ait değişkenden gelen varyans sıfır veya sıfıra yakın olmadıkça madde parametrelerinde, standart hatalarında ve DMF tahminlerinde uygun olmayan

sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle DMF çalışmalarında çok düzeyli yöntemler uygulanmaktadır (Finch ve Finch, 2012).

HLM, madde tepki kuramı ile birleştiğinde ortaya çıkan model madde parametrelerine ait standart hataların daha kesin tahmin edilmesini sağlamaktadır. (Fox, 2005; Maier, 2001, 2002). Kamata (2001) ikili puanlanan maddeler için uç düzeyli MTK modeli (HGML) geliştirmiştir. Modelde birinci düzey madde, ikinci düzey ğrenci ve unc düzey okul düzeylerini ifade etmektedir.

*Birinci Düzey Model:* HGML' nin birinci düzeyi lme modelini temsil etmektedir. Bu aşamada tüm maddeler için regresyon katsayıları belirlenmektedir.

$$\log \left[ \frac{P_i(\theta_{jt})}{1-P_i(\theta_{jt})} \right] = \theta_{jt} - \beta_{ijt} \quad (8)$$

$j = 1, \dots, J$  ğrenciyi;

$t = 1, \dots, T$  okulu;

$i = 1, \dots, I$  maddeleri;

$\theta_{jt} = t$  okulundan  $j$ . ğrencini yeteneğini

$P_i(\theta_{jt}) = t$  okulundan  $j$ . Öğrencinin  $i$ . maddeyi doğru cevaplama olasılığını

$\beta_{ijt} = i$ . maddenin güçlüğünü göstermektedir.

*İkinci Düzey Model:* Modele ait ikinci düzey, ğrenci düzeyinin dahil edilmesini ifade etmektedir. Burada  $t$  okulundaki  $j$ . bireyin yeteneği eşitlikteki gibi ifade edilmektedir.

$$\theta_{jt} = \gamma_{ot} + u_{jt} \quad (9)$$

$\gamma_{ot} = t$  okulundan gelen  $j$  tane bireyin yeteneğini;

$u_{jt} =$  ortalaması 0 varyansı  $\tau$  olan normal dağılımı  $N(0, \tau)$ ;  $\tau$  ğrenci düzeyinde yeteneğin varyansını göstermektedir.

Madde güçlüğü modelin ikinci düzeyinde  $t$  okulundan gelen tüm öğrenciler için eşitlik 10'daki gibi sabit olarak ele alınmaktadır.

$$\beta_{ijt} = \beta_{it} \quad (10)$$

*nc Düzey Model:* nc düzeyde modele okul değişkeni eklenmektedir. Okul düzeyine göre yetenek kestirimi eşitlik 11'de verilmektedir.

$$\gamma_{0t} = \gamma_{00} + \vartheta_t \quad (11)$$

$\gamma_{00}$ : t okulu için yeteneği

$\vartheta_t$ :  $N(0, \zeta)$ ; ortalaması 0, varyansı  $\zeta$  olan normal dağılımı göstermektedir.  $\zeta$ , okul düzeyinde yeteneğin varyansını ifade etmektedir.

Üçüncü düzeyde yetenek, öğrenci ve okul düzeyleri olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Bu düzey için madde güçlüğünün okullar arasında sabit olduğu eşitlik 12 yardımı ile görülmektedir.

$$\beta_{it} = \beta_i \quad (12)$$

Veri setindeki hiyerarşik yapının modelde tanımlanması DMF'nin altında yatan etkeni arama yönünde büyük bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, herhangi bir öğrenci düzeyi değişkeni karıştırıcı (covariate) değişken olarak ikinci düzeyde modele alınabilmekte, öğrenci ve okul düzeyi değişkenleri DMF kaynağını incelemek üzere bir arada kullanılabilir (Qian, 2011). HGLM' nin bireylerin grup üyelikleri konusunda bilgi verememesi bir dezavantaj olarak yansıtılmaktadır (Cho, 2007).

#### 1.5.3.6. Çok Düzeyli Karma Madde Tepki Kuramı

Çok düzeyli Karma Rasch modeli Cho (2007) tarafından DMF belirlemek üzere tanımlanmıştır. HGLM' den farklı olarak, ÇDKMTK ile öğrenci ve okul düzeyinde örtük sınıflar oluşturulabilmektedir. Aynı zamanda DMF karşılaştırmaları bu örtük sınıflar arasında yapılabilmektedir. Bireyler (düzey 1) okul ya da sınıflarda (düzey 2) kümelendiğinde ÇDKMTK şu formülü almaktadır.

$$P(y_{ijt}g = 1 | g, k, \theta_{jt}gk) = \frac{1}{1 + \exp[-(jgk - \beta_{igt})]} \quad (13)$$

$g$  :birinci düzey örtük sınıfı ( öğrenci),

$k$  :ikinci düzey örtük sınıfı (okul),

$\theta_{jt}gk$ ,  $g$  ve  $k$  örtük sınıfları ile  $t$  okulundan  $j$  bireyinin örtük yeteneği,

$\beta_{igt}$ ,  $g$  ve  $k$  örtük sınıfları için  $j$  maddesinin güçlüğünü

Cho (2007), ÇDKMTK'nın DMF uygulamalarında üç farklı özel durumda kullanılabileceğini belirtmektedir.

**Özel durum 1:** Madde ve yetenek parametrelerinin öğrenci ve okul düzeyi için ayrı ayrı kestirilebileceği durumu ifade etmektedir. Öğrenci ve okul düzeylerine göre oluşan sınıflarda madde parametreleri farklılaştığında parametreler tüm düzeylerdeki örtük sınıflar için ayrı ayrı kestirilebilmektedir.

**Özel durum 2:** Madde ve yetenek parametrelerinin okul düzeyi sınıfları arasında değişmediği durumu ifade etmektedir. Bu model öğrencilerin farklı özelliklerinin çok düzeyli modele dahil edilmesi bakımından kullanışlı olmaktadır. Modelde madde güçlük değerleri sadece öğrenci düzeyindeki sınıflar arasında farklılaşmaktadır.

$$P_B(y_{ijt}gk = 1 | g, k, \theta_{jtg}, \theta_{jt}) = \frac{1}{1 + \exp[-(\theta_{jg} + \theta_{jt} - \beta_{ig})]} \quad (14)$$

Eşitlik 14'te modelin, k indisini içermediği görülmektedir. Bu, okul düzeyi örtük sınıfları için denk kestirimlerin yapılacağı anlamına gelmektedir.  $\theta_{jt}$ , t okulunda g örtük sınıfındaki bireyin yeteneğini göstermektedir (Asparouhov ve Muthen, 2007; Cho, 2007).

**Özel durum 3:** Madde ve yetenek parametrelerinin öğrenci düzeyi sınıfları arasında değişmediği durumu ifade etmektedir. Vermunt (2007) tarafından okul düzeyi örtük sınıflarında DMF belirlemek amacı ile önerilmiştir.

## 2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, ilgili alan yazında DMF belirleme yöntemlerinin performansını değerlendirmek amacı ile yapılan çalışmalar ve Karma Madde Tepki Kuramı modellerini ele alan araştırmalar ile bunların bulgularına yer verilmektedir.

### 2.1. MH ve Lord'un $\chi^2$ DMF belirleme yöntemlerinin performansı ile ilgili Çalışmalar

Atalay-Kabasakal, Arsan, Gök ve Kelecioğlu (2014) örneklem büyüklüğü oranı, yetenek dağılımı, test uzunluğu, DMF içeren madde oranı ve model türü değişkenlerine göre MH, SIBTEST ve MTK-OO yöntemlerinin tek biçimli DMF'yi belirleme açısından performansını incelemiştir. Çalışmada, DMF belirleme yöntemlerinin I. tip hata ve güç bakımından farklılaşma durumunu belirlemek amacı ile Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır. ANOVA sonucunda, SIBTEST yöntemine ait hatanın MH ve MTK-OO yöntemlerinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu, MH ile MTK-OO arasında manidar bir fark olmadığı belirtilmiştir. Güç için MH yönteminin tüm koşullarda en yüksek güce sahip olduğu ifade edilmiştir. Simülasyon koşullarının ve koşulların birbiri ile olan etkileşiminin I. tip hata üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla her bir yöntem için ayrı ayrı çok faktörlü ANOVA yapılmıştır. Buradan elde edilen sonuçlara göre, örneklem büyüklüğü oranının eşit olmadığı durumda yöntemlerin I. tip hata oranlarının ve gücünün azaldığı gösterilmiştir. MH yöntemi için DMF'li madde oranının artması durumunda hatanın arttığı ifade edilmiştir. Yetenek dağılımı ve model türü etkileşimi MH yöntemi için anlamlı bulunmuştur. Ortalama farklı ve standart sapma eşit olduğunda 3PL model için hata oranı anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Test uzunluğu arttıkça hata oranlarının azaldığı, MH ve MTK-OO' ya ilişkin gücün arttığı belirtilmiştir.

Erdem-Keklik (2014) iki kategorili verilerde DMF belirlemek üzere kullanılan MH ve lojistik regresyon (LR) tekniklerinin I. tip hata ve güç oranlarını karşılaştırmıştır. Çalışmada, odak ve referans grubun dağılımı, örneklem büyüklüğü ve örneklem büyüklüğü oranı simülasyon koşullarını oluşturmaktadır. Veriler iki parametrelili lojistik modele göre üretilmiştir. Sonuçlar, grupların yetenek dağılımları aynı olduğunda MH ve LR için 0.05 civarında I. tip hata oranları verdiğini göstermiştir. Ayrıca hatanın, küçük örneklem için eşit grup oranında eşit olmayan grup oranına



göre daha yüksek olduğu, ancak örneklem büyüklüğü arttığında eşit olmayan grup oranının hatasının daha düşük olduğu gözlenmiştir. Yetenek dağılımlarının farklılaştığı durumda şişirilmiş hata oranları elde edildiği belirtilmiştir. İstatistiksel güç oranı, yetenek dağılımlarının eşit olduğu durumda ve grup oranları eşit iken daha yüksektir, ancak yöntemlerin DMF belirleme gücü %64 değerinin altında ve düşüktür. Yetenek dağılımı farklılaştığında, yöntemlerin gücünün %90 civarına çıktığı ifade edilmektedir.

Guilera, Gomez-Benito, Hidalgo ve Sanchez-Meca (2013) meta analiz tekniği ile MH yönteminin I. tip hatasına ve gücüne yönelik yapılan çalışmaları ele almışlardır. Toplamda 3774 farklı simülasyon koşulu ile 1865 I. tip hata oranı ve 1909 istatistiksel güç oranı değerlendirmişlerdir. Test uzunluğu, örneklem büyüklüğü, referans-odak grup oranı, iteratif yöntemin kullanılması, ele alınan model türü, güçlük ve ayırt edicilik parametrelerinin büyüklüğü, madde etkisi ve DMF içeren madde oranı değişkenlerinin MH yönteminin I. tip hata ve gücüne yönelik etkisi Varyans Analizi (ANOVA) ile incelenmiştir. Sonuçlara göre MH tekniğinin, örneklem büyüklüğü 500, DMF içeren madde oranı %20'den az ve verilerin Rasch modele uyum gösterdiği durumda iteratif yöntem kullanılması ile en düşük hata ve en yüksek güce sahip olduğu belirtilmiştir. Bunun yanında, örneklem büyüklüğünün artması ile I. tip hata ve güç oranlarının arttığını, referans-odak grup oranının eşit olmadığı durumda I. tip hatanın daha yüksek gücünün daha düşük olduğunu göstermişlerdir. İteratif yöntem kullanılmasının MH yönteminin hatasını düşürdüğünü, gücünü yükselttiğini ifade etmişlerdir. DMF'li madde oranının artması ile yöntemin hatasının arttığını ve gücünün azaldığını belirtmişlerdir.

Kan, Sünbül ve Ömür (2013) farklı yıllarda uygulanan Seviye Belirleme Sınavı'nın (SBS) alt testlerinde yer alan maddelerin DMF içerip içermediğini incelemek, DMF'li maddelerin belirlenmesi durumunda, bu maddelerin alt testlerde olan dağılımının sistematik olup olmadığını kontrol etmek ve DMF belirlemede kullanılan KTK ve MTK'ya dayalı yöntemler arasındaki tutarlığı belirlemeye çalışmıştır. Çalışma, 2009-6.sınıf, 2010-7.sınıf ve 2011-8.sınıf düzeyinde uygulanan SBS 'ye giren ve A kitapçığını alan aynı 121.137 öğrenci üzerinden yürütülmüştür. DMF belirleme yöntemlerinden Dönüştürülmüş Madde Güçlüğü, MH, Lojistik Regresyon, Lord'un ki-kare ve Raju'nun alan ölçüsü yöntemleri

kullanılmıştır. DMF analizleri sadece cinsiyet grupları üzerinde yürütülmüştür. Araştırmanın sonuçlarına göre KTK'ya dayalı incelemelerde alt testlerde yer alan maddelerin büyük çoğunluğunun DMF içermediği, MTK'ya dayalı ise DMF'li bulunan madde sayısının fazla olduğu gözlenmiştir. Sistemik olarak DMF'li madde barındıran bir alt test bulunmamıştır. KTK ve MTK'ya dayalı yöntemler kendi içerisinde benzerlik göstermiştir.

Kim (2010) simülasyon veri ile yürüttüğü çalışmada dört farklı DMF belirleme yönteminin 36 farklı koşulda performansını değerlendirmiştir. Çalışmada MH, lojistik regresyon, Lord'un  $\chi^2$  testi ile maddenin ve testlerin farklı fonksiyonlaşması (Differential Functioning Item and Test-DFIT) olmak üzere madde tepki kuramına dayalı ve dayalı olmayan yöntemlerin I. tip hatasına ilişkin oranları incelenmiştir. Ayrıca bu oranlara Bonferroni, Holm's ve BH (Benjamini and Hochberg) düzeltme teknikleri uygulanarak elde edilen oranlarla karşılaştırma yapılmıştır. Sonuçlar, düzeltme tekniklerinin I. tip hatayı kontrol etmesi bakımından etkili olduğunu göstermiştir.

Doğan ve Öğretmen (2008), değişen madde fonksiyonunu (DMF) belirleme tekniklerinden ki-kare, MH ve lojistik regresyon tekniklerini karşılaştırmışlardır. Çalışma, 2003 yılında Ortaöğretim Kurumları Seçme ve Yerleştirme Sınavı'na (OKÖSYS) katılan yaklaşık 600.000 öğrenci arasından yansız olarak seçilen 3345 öğrenciden oluşan örneklem üzerinde yürütülmüştür. DMF analizleri cinsiyet grupları arasında karşılaştırılmıştır. Araştırmanın sonuçları MH, Ki-kare ve lojistik regresyon tekniklerinin Ki-kare değerlerinin büyüklüğü bakımından benzer; DMF'li belirlenen madde sayısı bakımından farklı sonuçlar ürettiğini göstermiştir. MH ve işaretli alan indeksi yöntemlerinin birbiri yerine kullanılabileceği belirtilmiştir.

Finch (2005) MIMIC model, MH, SIBTEST ve MTK-OO yöntemlerinin I. tip ve güç oranlarını çeşitli simülasyon koşulları bakımından karşılaştırmışlardır. Test uzunluğu, örneklem büyüklüğü, grup ortalamaları arasındaki fark, DMF'li madde oranı ve model türü çalışmada ele alınan simülasyon koşullarını oluşturmaktadır. Sonuçlar, testin 3 parametreliliğe uygun ve test uzunluğunun 20'den az sayıda olduğu durumda MIMIC model ile yüksek I. tip hata oranları elde edildiğini göstermiştir. Ayrıca, MH yöntemine ilişkin hatanın, odak grup oranının eşit ve DMF'li madde oranının yüksek olduğu koşulda ve grup ortalamaları arasında fark olmadığında yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Kristjansson, Aylesworth ve McDowell (2005) çok kategorili maddelerde Mantel test, genelleştirilmiş MH, Lojistik ayırma fonksiyon analizi (logistic discriminant function analysis) ile sınırlandırılmamış yığılmalı logit ordinal lojistik regresyon (unconstrained cumulative logit ordinal logistic regression) tekniklerinin performansını incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan faktörler; DMF türü, grupların yetenek dağılımı, grup oranı, ile ayırt edicilik parametresinin büyüklüğü şeklindedir. Sonuçlar, tek biçimli DMF için tüm yöntemlerin I. tip hatayı kontrol etme ve güç bakımından iyi performans sergilediklerini göstermiştir. Mantel test tek biçimli olmayan DMF'yi belirleyememektedir. Bunun yanında referans-odak grup oranının eşit olmadığı durumda daha küçük I. tip hata ile daha düşük güç gösterme eğilimindedir.

## **2.2. Karma Madde Tepki Kuramı ile İlgili Çalışmalar**

Finch ve Finch (2013), “çok düzeyli karma madde tepki kuramını modelini” çok boyutlu bir yapıya genişleterek yeni bir model önermişlerdir. Matematik ve dil bilgisi testini yanıtlayan öğrencilerin maddelere verdikleri yanıtları dikkate alarak, “çok boyutlu çok düzeyli KMTK” ile öğrenci düzeyinde 3, okul düzeyinde 2 örtük sınıf belirlemişlerdir. Örtük sınıflara ait maddelerin DMF içerip içermediği örtük sınıf sayısının ikiden az olduğu durumda MH, ikiden fazla olduğu durumda GMH (generalized Mantel Haenszel) teknikleri ile incelenmiştir. Bu model ile maddelerin hangi örtük sınıf lehine işlediğini belirtmişlerdir. Ayrıca DMF belirlemede çok boyutlu modelin tek tek analiz edilen tek boyutlu modellerden daha çok bilgi verdiğini göstermişlerdir.

Wetzel, Böhnke, Carntensen, Ziegler ve Ostendorf (2013) çalışmalarında 5'li Likert tipi NEO kişilik envanterini (NEO personality Inventory) yanıtlayan % 63,8'i kız ve % 36,2'si erkek olmak üzere 5862 birey üzerinden yürütmüşlerdir. Öğrencileri karma kısmi puan modeli (Mixture Partial Credit Model) modeli ile örtük sınıflara ayırmışlardır. Örtük sınıfları uç değer cevap stili (extreme response style) gösteren ve uç değer cevap stili göstermeyen (non-extreme response style) olarak adlandırmışlardır. Örtük sınıflar belirlendikten sonra her bir sınıf için ayrı ayrı kız ve erkek gruplarını referans ve odak grup olarak ele alıp DMF analizi yapmışlardır. Çalışmada kullanılan envanter üzerinde daha önce yalnızca cinsiyete göre yapılan DMF sonuçları ile Karma modele göre elde edilen DMF sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Analiz sonuçları cinsiyete göre 16 maddenin DMF gösterdiğini;

örtük sınıf ile 9 maddenin DMF'li olarak belirlendiğini göstermiştir. Altı madde ise iki yöntemde de DMF bakımından tutarlı olarak elde edilmiştir.

Yüksel (2012), DMF gösteren maddeler içeren veri setlerinde Karma Rasch modelinin (KRM) DMF'ye neden olan grubu belirlemede ve yetenek kestirimlerinde başarısını değerlendirmiştir. Yapılan simülasyon çalışmasında farklı yüzde ve büyüklüklerde DMF gösteren maddeler içeren veri setleri türetilmiştir. Bu verilerde kısmi puan modelinin (KPM) DMF belirleme bakımından güç değerleri değerlendirilmiş, KRM ile gizli sınıf sayıları saptanmıştır. Ayrıca her iki modelden elde edilen yetenek parametre kestirimleri ile veri üretmede kullanılan gerçek güçlük değerleri karşılaştırılmıştır. KPM ile DMF'yi doğru saptama oranı sadece DMF gösteren madde yüzdesinin %10 ve DMF büyüklüğünün 1 olduğu durumda yüksek elde edilmiştir. KRM ile tüm veri setlerinde tek sınıflı yapı saptanmıştır. KPM ve KRM' nin DMF'yi belirlemede küçük örneklem büyüklüğüne bağlı olarak tam olarak başarılı olamadıklarını belirtmişlerdir. Tüm koşullarda KRM' den elde edilen yetenek parametrelerinin gerçek parametre değerlerine oldukça yakın olduğu görülmüştür. Veri setinin heterojenliği arttığında, KPM' den elde edilen yetenek parametre değerlerinin gerçek parametre değerlerinden saptığı gözlenmiştir. Parametre kestirimleri bakımından KRM ile elde edilen yanlışlık ve hata kareleri ortalaması değerlerinin KPM' ye göre daha düşük olduğu saptanmıştır. İki modelden elde edilen kişi parametrelerinin standart hataları benzerdir. Sonuç olarak, heterojen veri setlerinde KRM ile elde edilen yetenek kestirimlerinin gerçek parametre değerlerine oldukça yakın olduğu ve KPM' ye göre daha iyi kestirimler elde edildiği belirtilmiştir. Bu çalışma ile çok kategorili maddeler içeren ve küçük örnekleme sahip veri setlerinde KRM' nin DMF'ye neden olan etkeni tanımlamada başarılı olamadığı gösterilmiştir.

Maij-de Meij, Kelderman ve van der Flier (2010) çalışmalarında tek biçimli DMF içerecek şekilde üretilen maddelerden oluşan simülasyon verileri ve bu sonuçları desteklemek için kelime testi gerçek verilerini kullanmışlardır. Çalışmada gözlenen gruba dayalı DMF'yi belirlemek üzere Lord'un  $\chi^2$  istatistiğinden faydalanmışlardır. Karma Rasch modeli ile belirledikleri örtük sınıflar arasında DMF belirlemek için de Lord'un  $\chi^2$  istatistiğini kullanmışlardır. Örtük sınıflar üzerinden yürütülen DMF yönteminin daha etkili olduğunu, hatta gözlenen grup ile örtük sınıf arasındaki korelasyonun düştüğü durumlarda yöntemin etkililiğinin arttığını belirtmişlerdir.

Örnekleme büyüklüğünün 1000'den az olduğu durumlarda Karma modelin madde parametrelerine ait varyans-kovaryans matrisinin kestiriminde etkili olmadığını, orta ve büyük sayıda örneklemlerde eğer gözlenen değişken ve örtük sınıf arasındaki korelasyon çok düşük ise gözlenen gruba dayalı yöntemin etkili olmadığını belirtmişlerdir. Kelime testine dayalı sonuçlar örtük sınıf ve gözlenen grup yöntemlerinin tamamen aynı olmasa da benzer sonuç verdiğini göstermiştir. Çalışmada yalnızca tek biçimli DMF'yi belirlemişlerdir.

Cho (2007), çalışmasında birey ve okul düzeylerinde oluşturulan örtük sınıflarda DMF incelemiştir. Parametrelerin kestiriminde Bayes yöntem kullanılmıştır. Öncelikle DMF'li madde oranı, DMF etki büyüklüğü, referans-odak grup oranı, okullardan seçilen öğrenci sayısı değişkenlerine göre veri üretilmiş ve verinin en uygun olduğu model türü belirlenmiştir. Bu aşamada ÇDKMTK için verilerin %30 oranında DMF içerdiği durumda en düşük RMSE ve yanlılık değerleri elde edildiği belirtilmiştir. Gerçek veri için standartlaştırılmış matematik testi verilerinden yararlanılmışlardır. Standartlaştırılmış p değeri DMF tekniği ve ÇDKMTK ile elde edilen DMF sonuçlarını karşılaştırmışlardır. ÇDKMTK modelinin çeşitli simülasyon koşullarında performanslarını değerlendirerek, tüm koşullarda parametreler ile uyum gösterdiğini belirtmişlerdir. Modelin veri ile uyum gösterdiği durumda DMF belirlemek üzere en yüksek sonsal yoğunluk (highest posterior density [HPD]) istatistiğinden yararlanılmıştır. Bu değer, kestirilen aralık için "0" değerini içermiyorsa maddenin DMF gösterdiğine karar verilmiştir. Gerçek veri uygulamasında öğrenci düzeyinde dört örtük sınıf ve okul düzeyinde iki örtük sınıf belirlenmiştir. Öğrenci düzeyi için, birinci örtük sınıfta bir madde, ikinci örtük sınıfta altı madde, üçüncü örtük sınıfta iki ve son olarak dördüncü örtük sınıfta yedi maddenin DMF içerdiği görülmüştür.

Bilir (2009), gözlenen grup ve örtük sınıf için aynı anda DMF belirlemek üzere Karma Rasch-MIMIC (Multiple Indicator Multiple Cause) modeli önermiştir. Araştırmada çeşitli simülasyon koşullarına göre Rasch, Karma Rasch ve Karma Rasch-MIMIC modellerinin DMF belirlemedeki performansları karşılaştırılmıştır. Sonuçlar örtük sınıf ile gözlenen grubun örtüşme oranının %50 ve %70 olduğu durumlarda gözlenen grup yöntemi ve örtük sınıf yönteminin yanlı DMF sonuçları ile yanlı madde gücü parametreleri ürettiğini göstermiştir. Önerilen model olan Karma Rasch-MIMIC ise örtük sınıf için daha az yanlı tahminde bulunurken,

gözlenen grup için yanlış kestirimler yapmıştır. Bu çalışmada önerilen Karma Rasch-MIMIC modeli madde parametrelerinin yansız kestirimi; gözlenen grup ve sınıf için yansız DMF sonuçları, gruplar ve örtük sınıfların örtüşme oranının önceden bilinmediği durumlarda örtüşme oranına karar vermede ve DMF'nin gerçek kaynağının belirlenmesinde yardımcı olmuştur.

Samuelsen (2005), örtük sınıf ve gözlenen grup modellerine göre belirlenen DMF arasındaki farkları Bayes kestirim yöntemi ile incelemiştir. Örtük sınıf modeli için Karma Rasch modelini, gözlenen grup için Mantel-Haenszel tekniğini kullanmıştır. Araştırmada simülasyon veri ile gerçek veri kullanılmıştır. Simülasyon sonuçları, örtük sınıf ve gözlenen grup arasındaki örtüşmenin azaldığı durumlarda MH tekniğinin performansının düştüğünü göstermiştir. Bu durum DMF'nin gerçek kaynağının bulunmasına engel olmuştur. Karma Rasch modeli için yapılan simülasyon çalışması, küçük örneklerde modelin performansının düşük olduğunu göstermiştir. İngilizce öğrenen öğrenciler için uygulanan dil testi sonuçları bir örtük sınıfta yer alan %74 Latin ve %83 Asyalı öğrenciye ait maddeler gözlenen grup ile karşılaştırıldığında DMF içermediği görülmüştür.

## **2.5. İlgili Araştırmalar Özeti**

Yapılan çalışmalar incelendiğinde gözlenen gruplara dayalı değişen madde fonksiyonu yöntemlerinin örtük sınıfa dayalı yöntemlere göre daha yanlış kestirimler yaptığı söylenebilir. Bunun yanında verilerin çok düzeyli bir yapıya sahip olması durumunda buna yönelik tekniklerin kullanılmasının DMF belirlemede daha etkili olduğu görülmektedir. Çalışmalarda genellikle simülasyon veri kullanıldığı ya da gerçek veri ile simülasyon verinin bir arada kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca KTK (gözlenen puan) ve MTK (örtük puan)'ya dayalı DMF belirleme yöntemlerinin performansı genellikle I. tip hata ve güç bakımından değerlendirilmektedir. Bunun yanında KMTK ile yürütülen çalışmalarda genellikle Bayes kestirim yönteminin kullanıldığı ve En Çok Olabilirlik yöntemi ile çok düzeyli verilerde kestirim yapılmadığı belirtilebilir. Çalışmalar arasında örneklem büyüklüğü oranı, DMF'li madde oranı ve etki büyüklüğü değişkenleri en çok kullanılan simülasyon koşullarını oluşturmaktadır. Araştırma sonuçları verilerin çok sınıflı modele uygun olduğu durumda bu sınıflar üzerinden yürütülen DMF sonuçlarının daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle benzer çalışmaların yapılması

önerilmektedir. Ayrıca ÇDKMTK ile karşılaştırmalı DMF inceleyen çalışma sayısının oldukça az olduğu görülmektedir.

## 3. YÖNTEM

### 3.1. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışma farklı test koşulları için KTK ve MTK çerçevesinde DMF belirleme yöntemlerinin performansını istatistiksel güç ve I. tip hata değerleri yoluyla incelemeye yönelik temel araştırma olarak değerlendirilebilir.

### 3.2. Veriler

Araştırmada DMF belirleme tekniklerinin performansını incelemek üzere simülasyon veriler kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan veri çok düzeyli yapıdan oluşmaktadır. Veri, gerçeği yansıtması açısından geniş ölçekli sınavlarda farklı okullardan öğrencilerin sınava alındığı durum dikkate alınarak 100 farklı okul örneklemelerinden 50'şer öğrenci seçilecek şekilde üretilmiştir. Araştırmada bir tane iki kategorili gözlenen grup değişkeni (cinsiyet vb.), bir tane iki kategorili öğrenci düzeyi değişkeni (ekonomik düzey vb.) ve bir tane iki kategorili okul düzeyi değişkeni (okulun konumu vb.) yer almaktadır.

#### 3.2.1. Sabit Koşullar

*Test Uzunluğu:* DMF incelemelerinin KMTK modeli ile yürütüldüğü çalışmalarda araştırmacıların farklı sayıda madde ile çalıştığı görülmektedir. Bazı araştırmacılar 20 (Samuelsen, 2005; De Ayala ve ark, 2002) madde ile çalışırken, Cho ve Cohen (2010) 40 madde ile Finch ve Finch (2013) 30 madde ile çalışmışlardır. Bilir (2009), Karma Rasch ve MIMIC model için 20 madde ile çalışmıştır. Ayrıca; Cho, Cohen ve Kim (2006) KMTK modeli için 10 maddeden daha fazla madde ile çalışılmasını önermiştir (Aktaran: Bilir, 2009). Bu çalışma 20 madde üzerinden yürütülmüştür.

*Örneklem büyüklüğü:* Cho ve ark. (2006) KMTK için 380'den az sayıda örneklem ile çalışılmaması gerektiğini, Cho (2007) ise ÇDKMTK modeli için minimum örneklem sayısının 1000 olabileceğini belirtmiştir. Samuelsen (2005) örneklem sayısının 2000'den az olduğu durumda KMTK'nın DMF belirleme bakımından gücünün yetersiz olduğunu belirtmiştir. Cho (2007) ve Zhu (2013) çalışmalarını büyük örneklem (8000 ve 6000) üzerinden yürütmüşlerdir. Önceki araştırmalar



ile karşılaştırma yapabilmek ve ÇDKMTK ile daha güçlü kestirimler yapabilmek amacıyla bu çalışmada örneklem büyüklüğü 5000 olarak belirlenmiştir.

*Örtük sınıflara ait dağılım özellikleri:* Gözlenen grup ile örtük sınıfların yetenekleri ve madde güçlükleri ortalaması sıfır ve standart sapması bir olan  $N\sim(0,1)$  birim normal dağılıma dayalı olarak üretilmiştir.

*DMF türü:* Örtük sınıflar arasında yalnızca madde güçlük parametrelerinin farklılaştığı durum dikkate alınarak tek biçimli DMF incelenmiştir.

### 3.2.2. Simülasyon koşulları

*DMF içeren madde yüzdesi:* Bu çalışmada %20 ve %40 DMF madde oranı kullanılmıştır. Testte bulunan maddelerin %20'sinin DMF içerdiği durumda 4 madde (3,4,10 ve 16. maddeler) ve %40 için 8 madde (3,4,10,16,17,18,19 ve 20. maddeler ) DMF'li olacak şekilde üretilmiştir.

*DMF etki büyüklüğü:* KMTK modeli için Samuelsen (2005) 0.4 (düşük), 0.8 (orta) ve 1.2 (yüksek) etki büyüklükleri ile çalışmıştır. ÇDKMTK ile çalışan Cho ve Cohen (2010) ise 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 ve 1.2. etki büyüklükleri ile simülasyonu gerçekleştirmiştir. Bilir (2009) Karma Rasch-MIMIC model için 0.5 ve 0.7 etki büyüklüklerinin negatif ve pozitif değerleri ile çalışmıştır. Bu çalışmada güçlük parametresinin gruplar arasında düşük, orta ve yüksek düzeyde farklılaştığı 0.5, 0.7 ve 1.0 etki büyüklükleri kullanılmıştır.

*Gözlenen grup ve örtük sınıfların örtüşme oranı:* Samuelsen (2005) örtüşmenin %70'ten az olduğu durumlar için güçlü DMF yöntemlerine ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle bir gözlenen grup değişkeninin örtük sınıflar ile örtüşme oranı yüksek, orta ve düşük olarak ele alınarak %90, %70 ve %50 oranları kullanılmıştır.

*Referans ve odak grup oranı:* Bu çalışmada örneklem büyüklüğünün referans ve odak gruplara eşit olarak paylaştırıldığı 50:50 oranı ile eşit şekilde dağıtılmadığı 80:20 oranı simülasyon koşulu olarak belirlenmiştir. Samuelsen (2005), Cho (2007) ve Bilir (2009) bu oranları kullanarak karma model ile çalışmışlardır. Zhu (2013) ÇDKMTK için %30 ve %70 oranları ile çalışmıştır.

Analiz sonuçlarının güvenilirliğini artırmak için DMF karşılaştırması farklı veri setlerinde tekrar edilmiştir. KMTK ve ÇDKMTK ile parametre kestirimi ve DMF

belirleme çalışmalarında genellikle kullanılan tekrar sayıları (repetition) 5, 10, 30, 50 ve 100 şeklindedir. I. tip hata ve güç çalışmalarında tekrar sayısı olarak 82, 100 ve 200 değerlerinin kullanıldığı görülmüştür. NCME (National Council on Measurement in Education) tarafından basılan yayınlarda DMF yöntemlerinin karşılaştırıldığı araştırmalarda yaygın olarak kullanılan tekrar sayısının 100 olduğu ifade edilmektedir (akt. Kim, 2010). ÇDKMTK modelinde bir koşulun tekrarının analizi için ihtiyaç duyulan süre 2.0 GHz 3GB RAM 32 bit özelliklerine sahip bilgisayarda ortalama 40 dk'dır. Bu nedenle çalışmada tekrar sayısı 50 ile sınırlandırılmıştır.

Çalışmada yer alan koşullar Tablo 3.1'de özetlenmektedir.

**Tablo 3.1: Referans ve Odak Grup Oranının 50:50 Olduğu Duruma İlişkin Koşullar**

Örtüşme Oranı	DMF gösteren madde yüzdesi	DMF etki Büyüklüğü	DMF gösteren Maddeler
%90	%20	0.5	3,4,10,16
	%20	0.7	3,4,10,16
	%20	1	3,4,10,16
	%40	0.5	3,4,10,16,17,18,19,20
	%40	0.7	3,4,10,16,17,18,19,20
	%40	1	3,4,10,16,17,18,19,20
%70	%20	0.5	3,4,10,16
	%20	0.7	3,4,10,16
	%20	1	3,4,10,16
	%40	0.5	3,4,10,16,17,18,19,20
	%40	0.7	3,4,10,16,17,18,19,20
	%40	1	3,4,10,16,17,18,19,20
%50	%20	0.5	3,4,10,16
	%20	0.7	3,4,10,16
	%20	1	3,4,10,16
	%40	0.5	3,4,10,16,17,18,19,20
	%40	0.7	3,4,10,16,17,18,19,20
	%40	1	3,4,10,16,17,18,19,20

Tablo 3.1'e göre üç farklı DMF belirleme tekniğinin I. tip hata ve istatistiksel güç oranlarını karşılaştırmak üzere yalnızca 50:50 referans ve odak grup oranı için 18 farklı koşul  $[2(\text{DMF'li madde oranı}) \times 3(\text{DMF etki büyüklüğü}) \times 3(\text{örtüşme oranı})]$  elde edilmektedir. Buna göre üç tane DMF belirleme tekniği için 50 tekrar sonucunda 2700 veri seti kullanılmıştır. Benzer şekilde 80:20 eşit olmayan grup dahil edilerek bu çalışma toplamda 36 koşul ve 5400 veri seti ile yürütülmüştür.

Referans ve odak grup oranına göre gözlenen gruptaki bireylerin örtük sınıflardaki dağılımı Tablo 3.2'de verilmektedir.

**Tablo 3.2: Örtüşme Oranına Göre Gözlenen Grup ve Örtük Sınıflardaki Birey Sayıları**

Referans ve odak grup oranı					
		50:50		80:20	
Örtüşme Oranı		Örtük Sınıf 1	Örtük Sınıf 2	Örtük Sınıf 1	Örtük Sınıf 2
%100	Grup 1	2500	0	4000	0
	Grup 2	0	2500	0	1000
%90	Grup 1	2250	250	3600	400
	Grup 2	250	2250	100	900
%70	Grup 1	1750	750	3200	800
	Grup 2	750	1750	300	700
%50	Grup 1	1250	1250	2000	2000
	Grup 2	1250	1250	500	500

Gözlenen gruba dayalı DMF çalışmalarında referans veya odak gruptaki bireylerin tek bir örtük sınıfa dahil olduğu kabul edilmektedir. Tablo 3.2' ye göre bu durum örtüşme oranı%100 olduğu zaman mümkündür. Örtüşme oranı azaldıkça, referans ve odak gruptaki bireylerden bazıları maddelere verdikleri cevaplara göre farklı örtük sınıflara dahil olabilmektedir.

### 3.3. Verilerin Üretilmesi

İlgili koşullara göre, veri seti 1-PL modele göre C# (C sharp) programında yazılan ve EK 6'da yer alan örnek koda göre üretilmiştir. Verilerin üretilmesi aşamasında izlenen yollar maddelerle açıklanmaktadır:

1. Öncelikle verilerin üretilmesinde kullanılan yetenek ve madde güçlüğü parametreleri  $\pm 3$  aralığında standart normal dağılım gösterecek şekilde üretilmiştir. Birinci öğrenci düzeyine ait cevapları oluşturabilmek amacı ile 20 madde için üretilen güçlük parametreleri (beta) değerleri kullanılmıştır. DMF içerecek maddelere ait güçlük parametrelerine etki büyüklükleri eklenerek ikinci öğrenci düzeyi örtük sınıfının cevap örüntüleri oluşturulmuştur.

2. Okul düzeyindeki örtük sınıflar için ÇDKMTK modellerinin özel durumu dikkate alınmıştır. Bu amaçla okul düzeyindeki örtük sınıflarda güçlük ve yetenek parametrelerinin değişmesine izin verilmemiştir. Sonuç olarak okul düzeyi örtük sınıfları için benzer kestirimler elde edilecektir. ÇDKMTK bu yönüyle ele alındığında okul düzeyinde DMF hakkında bilgi vermemektedir. Yalnızca çok düzeyli veri yapısı ile öğrencilerin farklılaşmasını ortaya çıkarmaktadır (Asparouhov ve Muthen, 2007; Cho, 2007).

3. Her bir madde için düzgün dağılım gösteren (0 ile 1 arasında değerler alan)  $U[0,1]$ , rassal sayı üretilmiştir.

4. Bir öğrencinin maddeyi doğru cevaplama olasılığı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$P(Y_{ijgt} = 1 | g, k, \theta_{jtgk}) = \frac{1}{1 + \exp[-(\theta_{jtgk} - \beta_{jtgk})]}$$

Yukarıdaki eşitlik dikkate alınarak örneğin; birinci okul düzeyi birinci örtük sınıfında yer alan on beşinci öğrenci için, ilgili yetenek değeri ve öğrenci ile okul düzeyine karşılık gelen güçlük değeri kullanılarak maddeyi %50 olasılıkla doğru cevaplama oranı elde edilmiştir.

5. Elde edilen doğru cevaplama oranları üçüncü adımda elde edilen ilgili rassal sayı ile karşılaştırılmıştır. Bu aşamada, rassal sayının maddenin doğru cevaplama oranından düşük olduğu durumlarda bireyin o maddeyi doğru cevapladığı dikkate alınarak maddenin nihai değeri 1 olarak belirlenmiştir. Rassal sayının, doğru cevaplama oranından büyük olduğu durumlarda ise maddeye sıfır değeri atanmıştır. Bu değer bireyin o maddeyi yanlış cevaplandırıldığını göstermektedir.

Madde güçlük indeksinin öğrenci düzeyi örtük sınıflarında DMF içerecek biçimde üretilmesi ile kullanılan güçlük parametreleri Tablo 3.3'te yer almaktadır.

**Tablo 3.3: Verilerin Üretilmesinde Kullanılan Madde Güçlük Değerleri**

Madde	C1			C2			Madde	C1			C2		
	DMF Etki Büyüklüğü							DMF Etki Büyüklüğü					
	0.5	0.7	1.0	0.5	0.7	1.0		0.5	0.7	1.0	0.5	0.7	1.0
1	0.3						11	0.47					
2	-0.8						12	1.77					
3	-0.6	-0.1	0.1	0.4			13	-0.47					
4	1.4	1.9	2.1	2.4			14	-0.9					
5	-2.0						15	0					
6	0						16	0.63	1.13	1.33	1.63		
7	-0.01						17	-1.56	-1.06	-0.86	-0.56		
8	0.15						18	0.7	1.2	1.4	1.7		
9	-1.16						19	0.97	1.47	1.67	1.97		
10	0.1	0.6	0.8	1.1			20	-0.07	0.43	0.63	0.93		

C: Öğrenci düzeyi, C2 için yalnızca DMF içeren maddeler gösterilmiştir.

DMF'li madde oranının %20 olduğu koşulda 3, 4,10 ve 16. maddeler; %40 olduğu durumda 3,4,10,16,17,18,19, ve 20. maddeler DMF gösterecek şekilde üretilmiştir.

### 3.5 Verilerin İşlenmesi ve Çözülmesi

#### 3.5.1 MH ve Lord'un $\chi^2$ yöntemleri uygulaması

Araştırmanın amacı doğrultusunda DMF incelemek üzere gözlenen grup değişkenine ilişkin yöntemlerden klasik test kuramı çerçevesinde MH tekniği ve madde tepki kuramı çerçevesinde Lord'un  $\chi^2$  tekniğinden yararlanılmıştır.

Üretilen gözlenen grup değişkeninde bir kategori referans, diğer kategori odak grup olarak belirlenmiştir. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri ile maddelerin referans ve odak grup arasında DMF bakımından incelenmesi için R 3.1.2 programında “*difR*” kütüphanesi kullanılmıştır. R, internet aracılığı ile ücretsiz olarak dağıtılan ve hemen hemen bütün işletim sistemlerinde çalışabilen açık kaynak kodlu bir programdır. Programlama bilgisine sahip kişiler bu kodları değiştirme ve geliştirme olanağı bulabilmektedir. Bu sayede, hazır kod ve fonksiyonlar ile R kütüphaneleri geliştirilmekte ve kullanıcılara kolaylık sunmaktadır (R Development Core Team, 2013; Er, 2005).

“*difR*” kütüphanesi iki kategorili verilerin çeşitli yöntemler ile DMF bakımından incelenmesi amacı ile geliştirilmiştir. Bu kütüphanede yer alan kodlar aracılığı ile tek biçimli ve tek biçimli olmayan DMF, KTK ve MTK'ya dayalı olarak incelenebilmektedir (Magis, 2015).

Çalışmada “*difR*” kütüphanesinde “*difMH*” komutu ile MH yöntemine ilişkin DMF analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucu MH ki-kare değerleri elde edilmiş ve 0.5 önem düzeyine göre anlamlı olanlar DMF içeren madde olarak değerlendirilmiştir. DMF düzeyini belirlemek için  $\Delta_{MH}$  istatistiğinden faydalanılmıştır. Bu değer in büyüklüğüne göre maddenin A, B veya C düzeyinde DMF gösterip göstermediğine karar verilmiştir.

“*difLord*” komutu kullanılarak Lord'un  $\chi^2$  yöntemine ilişkin DMF analizi yapılmıştır. Veriler 1-PL modele göre türetildiği için analizler 1-PL modele uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen  $\chi^2$  değerleri 0.5 düzeyinde anlamlı bulunmuşsa maddenin DMF içerdiğine karar verilmiştir. Referans ve odak gruplara ait madde güçlük farklarından yararlanarak hesaplanan  $\Delta_{Lord}$  istatistiği ile maddenin DMF düzeyi belirlenmiştir.

Gözlenen grup yöntemlerine dayalı olarak yapılan DMF analizlerinde iteratif yöntem kullanılabilir. İteratif yöntem özellikle %20'den az oranda DMF'li

madde içeren testlerde I. tip hatayı düşürdüğü ve DMF yönteminin gücünün arttırdığı için önerilmektedir. Bu nedenle ilgili çalışmada MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri için DMF belirlenirken "*purify=TRUE*" komutu ile iteratif şekilde DMF belirlenmeye çalışılmıştır. Bu yöntem şöyle çalışmaktadır:

- a) Tüm maddeler DMF analizine alınır,
- b) DMF'li olarak belirlenen maddeler testten çıkartılır,
- c) Kalan maddeler (ortak madde) ile analize devam edilir (Clauser ve Mazor, 1998).
- d) b ve c maddelerindeki adımlar tekrar edilir. Bu süreç ard arda yapılan iki analizde aynı maddelerin DMF'li olarak belirlenmesi ile sona erer.

Bir test %20 oranından daha fazla sayıda DMF'li madde içeriyorsa iteratif süreçle yine yüksek I. tip hata değerleri elde edilebilmektedir (Huiler ve Benito, 2013; Wang, Shih ve Yang, 2009; French ve Maller, 2007; Wang, 2003; Clauser ve Mazor, 1998).

### 3.5.2 ÇDKMTK Uygulaması

Çalışmanın amacına uygun olarak madde parametrelerinin örtük sınıfa dayalı olarak kestirildiği ÇDKMTK modeline ait analizler için Mplus programı R programı aracılığı ile çalıştırılarak kullanılmıştır. Bu amaçla *MplusAutomation* kütüphanesi üzerinden analizler yapılmıştır (Hallquist,2015). Çok düzeyli karma modeller ile analizler *Latent GOLD* (vermunt ve Magidson, 2008;) ve Mplus (Muthen ve Muthen, 1998) programları aracılığı ile gerçekleştirilebilmektedir. Programlar benzerlik göstermekle beraber, Mplus kodlara ulaşmada kolaylık sağlaması açısından uygulamalarda daha çok kullanılmaktadır.

ÇDKMTK için analizler 1-PL modele göre yapılarak faktör varyansları sınıflar arasında sabit tutulmuş ve sadece madde güçlüklerinin sınıflar arasında değişmesine izin verilmiştir. Analiz sonucunda her bir madde için iki tane güçlük değeri hesaplanmıştır. Bunlar birinci öğrenci düzeyi birinci okul düzeyi (1-1) ve ikinci öğrenci düzeyi birinci okul (2-1) düzeyi olacak şekilde elde edilmiştir. İkinci okul düzeyi için aynı kestirimler elde edildiğinden birinci okul düzeyi dikkate alınmıştır.

## **Model Parametrelerinin Kestirimi ve Parametrelerin Yakınlaşmasının Değerlendirmesi**

Karma modeller ile parametrelerin kestiriminde En Çok Olabilirlik yöntemi (EO) ve Bayes yöntemlerinden Monte Carlo zinciri (Markov Chain Monte Carlo-MCMC) kullanılabilir. Samuelsen (2005), Cho (2007), Bilir (2009) Bayes kestirim yapmışlardır. De Mars ve Lau (2011) ve Zhu (2013) parametre kestiriminde MPlus programında EO yöntemini kullanmışlardır. EO ile Mplus programında kestirimin kararlı olması için iterasyon ve rassal başlangıç değerlerinin artırılması gerekmektedir. Bu nedenle EO ile analiz için geçen süre artmaktadır (Finch ve Finch, 2013). Yapılan çalışmalarda genellikle Bayes kestirim tercih edilmesinin sebebi bu şekilde açıklanmaktadır. Bu çalışmada parametrelerin kestirilmesinde EO yöntemi kullanılmıştır.

KMTK modeline göre yapılan sınıflamanın doğruluğu etkili parametre kestirimleri ile mümkündür (Bolt, Cohen ve Wollack, 2002). Bu amaçla üretilen veri setleri gerçek değerlere yakın kestirim yapabilme bakımından kontrol edilmiştir. Verilerin üretilmesinde kullanılan gerçek madde güçlük değerleri ile bir koşul için 50 tekrarda kestirilen madde güçlük değerleri arasında hesaplanan yanlılık ve RMSE değerleri aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$Yanlılık(\hat{\theta}) = E[\hat{\theta}] - \theta$$

Eşitliğe göre  $\theta$  gerçek güçlük parametre değerini,  $\hat{\theta}$  ise kestirilen parametre değerini göstermektedir. Yanlılık "0" değerini aldığı anda kestirimin yansız olduğu kabul edilir.

$$RMSE(\hat{\theta}) = \sqrt{E[(\hat{\theta} - \theta)]^2}$$

RMSE, ortalama karesel hatayı ifade etmektedir. Küçük RMSE ve yanlılık değerleri kestirimin etkili olduğu göstermektedir (Chu ve Kamata, 2003).

Bu çalışmada öğrenci düzeyine göre iki sınıflı olarak kestirilen madde güçlük değerleri ile verilerin üretilmesinde iki öğrenci düzeyi için kullanılan madde güçlük değeri arasındaki fark kullanılarak aşağıdaki eşitliklerde yer alan RMSE ve yanlılık hesaplamaları kullanılmıştır (Cho, 2007; Lee, 2012).

$$RMSE(\hat{\beta}) = \sqrt{\frac{1}{IG} \sum_{i=1}^I \sum_{g=1}^G (\hat{b}_{ig} - b_{ig})^2}$$

$$Yanlilik(\hat{\beta}) = \frac{1}{IG} \sum_{i=1}^I \sum_{g=1}^G [E(\hat{b}_{ig}) - b_{ig}]$$

$\hat{b}_{ig}$ : g öğrenci düzeyi örtük sınıfında i. madde için kestirilen güçlük parametresi,

$b_{ig}$ : gerçek güçlük parametre değeri

I: madde sayısı

G: öğrenci düzeyi örtük sınıf sayısı

Yukarıdaki eşitlikler yardımı ile her bir koşul için hesaplanan RMSE ve Yanlilik değerleri EK 4 kısmında rapor edilmiştir.

### ***Uygun Modelin Belirlenmesi***

Veriye uygun modelin seçiminde Akaike Bilgi Kriteri (Akaike's information coefficient-AIC) ve Bayes Bilgi Kriteri (Bayesian information criterion-BIC) istatistikleri kullanılabilir. AIC değeri, kompleks modellerin seçiminde daha kullanışlıdır. BIC değeri ise 2 ve 3 parametrelili KMTK modellerinin karşılaştırmasında dolayısı ile basit modellerin seçiminde tercih edilmektedir. Zhu (2013) ve Cho (2007) ÇDKMTK ile uygun sınıflı modelin belirlenmesinde AIC değerini kullanmışlardır. Veri için en uygun modeli seçmek amacı ile bilgi kriterinin en küçük değeri aldığı modelin kullanılması önerilmektedir. Bu çalışmada 1PL ve ÇDKMTK modellerine ilişkin AIC değerleri rapor edilmiştir.



**Tablo 3.4: Koşullara Göre 1PL ve ÇDKMTK Modelinden Elde Edilen AIC Değerleri**

R/O	Örtüşme Oranı	Etki büyüklüğü	DMO	1PL (AIC)	ÇDKMTK (AIC)
50:50	%90	0.5	%20	<b>115435.507</b>	115438.619
			%40	115001.261	<b>114995.275</b>
		0.7	%20	<b>114705.532</b>	114740.828
			%40	113800.834	<b>113721.429</b>
		1.0	%20	114029.874	<b>113944.599</b>
			%40	113001.762	112987.432
	%70	0.5	%20	<b>115429.277</b>	115435.0904
			%40	115014.42	115005.9398
		0.7	%20	114783.943	<b>1114781.87</b>
			%40	114127.231	114001.562
		1.0	%20	114324.931	<b>114276.544</b>
			%40	113128.247	<b>113012.603</b>
%50	0.5	%20	<b>115502.951</b>	115510.155	
		%40	114490.449	<b>114485.706</b>	
	0.7	%20	115357.345	<b>115355.832</b>	
		%40	113850.770	<b>113759.165</b>	
	1.0	%20	113889.622	<b>113758.168</b>	
		%40	112524.131	<b>112282.531</b>	
80:20	%90	0.5	%20	<b>116118.846</b>	116121.119
			%40	<b>115665.571</b>	115668.450
		0.7	%20	115846.080	<b>115833.969</b>
			%40	114879.536	<b>114853.777</b>
		1.0	%20	115307.666	<b>115238.481</b>
			%40	113524.102	<b>113141.613</b>
	%70	0.5	%20	<b>115854.670</b>	115858.512
			%40	<b>114884.452</b>	114889.468
		0.7	%20	<b>115089.969</b>	115100.820
			%40	114478.678	<b>114432.875</b>
		1.0	%20	114129.423	<b>114112.603</b>
			%40	113729.111	<b>113700.402</b>
%50	0.5	%20	<b>115990.206</b>	116002.190	
		%40	114766.163	<b>114762.482</b>	
	0.7	%20	115675.149	<b>114661.192</b>	
		%40	114998.521	<b>114993.719</b>	
	1.0	%20	113852.112	<b>113796.403</b>	
		%40	113504.533	<b>113300.717</b>	

DMO: DMF'li madde oranı, R/O:Referans-odak grup oranı

Tablo 3.4'e göre örtüşme oranı dikkate alınmadan etki büyüklüğü ve DMF içeren madde oranı az iken 1PL model ile daha küçük AIC değerleri elde edildiği görülmektedir. DMF'li madde oranının arttığı ve etki büyüklüğünün 1 olduğu durumda ise verinin ÇDKMTK modeline uyum gösterdiği söylenebilir. Bu çalışmada DMF analizlerinde ÇDKMTK modeline göre kestirilen parametreler incelenmiştir. Analiz sonuçları ise verinin modele uygunluğu kapsamında yorumlanmıştır.

### 3.5.3 DMF 'nin Belirlenmesi:

Öğrenci düzeyi örtük sınıfları arasında DMF incelemek üzere sınıf özellikli kestirilen madde parametreleri bir sınıf için referans, diğer sınıf için odak grup olarak ele alınmıştır. ÇDKMTK'ya göre kestirilen parametrelerin DMF bakımından

incelenmesinde farklı yöntemler kullanılabilir. b parametre farkına dayalı yöntem, işaretli ve işaretsiz alan indeksi, Lord'un  $\chi^2$  ve MH tekniği bunlardan bazılarıdır. Roussus, Scipke ve Pashley (1999) tarafından önerilen MH  $\Delta$  katsayısı referans ve odak grup için parametrelerin kestirilmesinden sonra şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\Delta = -2.35 \ln(\alpha) = -2.35 \ln[e^{-1.7\alpha(b_R - b_F)}] = 4\alpha(b_R - b_F)$$

Finch ve Finch (2013) çok boyutlu ÇKMTK modeli ile örtük sınıf özellikli elde ettikleri parametrelerin DMF içerip içermediğini MH tekniği ile incelemiştir. Bilican Demir (2014) referans ve odak gruplara ait parametreleri elde ettikten sonra bunları b parametre farklarına dayalı olarak incelemiştir. Bu yöntemde b parametre farklarının medyanı ve çeyrek sapmaları elde edildikten sonra, medyan değerinin bir çeyrek sapma fazlası maddenin DMF içermesi yönünde kritik değer olarak ele alınmaktadır. Bu değer altında kalan b fark değerlerinde maddenin DMF içermediği sonucuna ulaşılmaktadır. b parametre farkı, Lord'un  $\chi^2$  ve MH teknikleri hemen hemen benzer sonuçlar verdiği için bu çalışmada örtük sınıflara ait madde parametreleri pratik olması açısından MH tekniği ile karşılaştırılmıştır.

I. tip hatayı değerlendirebilmek amacı ile Bradley' in esnek referansı (Bradley's liberal criterion) kullanılmıştır. Bu değer 0.05 anlam düzeyinde  $.025 \leq$  I. tip hata oranı  $\leq 0.075$  olduğu durumda I. tip hatanın iyi kontrol edildiği sonucuna ulaşılmaktadır. Güç değerinin 0.80 değerinin üzerinde bulunduğu durumlarda ilgili yöntemin DMF belirleme bakımından yeterli olduğuna karar verilmiştir.

I. tip hata ve güç değerlerinin yöntemlere göre farklılaşma durumunu ve her bir yöntem için koşulların (referans-odak grup oranı, etki büyüklüğü, madde sayısı ve örtüşme oranı) birbiri ile etkileşimini yorumlayabilmek amacı ile Varyans Analizi (ANOVA) yapılmıştır. Değişkenlerin yöntemler üzerindeki etkileri Eta kare değerleri rapor edilerek gösterilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, alt problem sırasına göre verilmiş araştırma bulguları ve bu bulgularla ilgili değerlendirmeler yer almaktadır.

### 4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu kısmında, gözlenen grup değişkeni ve örtük sınıf değişkeni arasında örtüşme oranının %90 ve DMF etki büyüklüğünün 0.5 olduğu durumda MH, Lord'un  $\chi^2$  yöntemi ve ÇDKMTK ile belirlenen DMF'ye ilişkin bulgulara yer verilmektedir. 20 madde içerisinde DMF gösteren maddelerin yanlış ve doğru saptanma oranları referans ve odak grup ile DMF'li madde oranına göre Tablo 4.1'de verilmektedir.

**Tablo 4.1: Örtüşme Oranının %90 ve Etki Büyüklüğünün 0.5 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları**

R/O	DMO	I. Tip Hata			Güç (%)		
		MH	LORD	ÇDKMTK	MH	LORD	ÇDKMTK
50:50	4 (%20)	0,033	0,033	0,495	100	100	75
	8 (%40)	0,043	0,035	0,25	100	100	89,5
80:20	4 (%20)	0,039	0,034	0,51	89,5	89,5	71,5
	8 (%40)	0,072	0,082	0,27	84,5	83	72,75

R/O: Referans-Odak Grup Oranı, DMO: DMF'li Madde Oranı

#### 4.1.a. Referans ve odak grup oranının eşit olduğu duruma (50:50) ilişkin bulgular

Tablo 4.1. incelendiğinde referans ve odak grup oranı eşit olduğunda MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ilişkin en düşük I. tip hata değerlerinin DMF'li madde oranı %20 olduğunda elde edildiği görülmektedir. Testteki DMF'li madde oranı %40 düzeyine çıktığında gözlenen grup yöntemlerine ait I. tip hata oranlarının arttığı, ancak Bradley'in esnek referansına ( $.025 \leq$  I. tip hata oranı  $\leq 0.075$ ) uygun hata sınırları içerisinde olduğu ve hata kontrolünü sağladığı söylenebilir. MH yönteminin, DMF 'li madde oranındaki artıştan Lord'un  $\chi^2$  yöntemine göre daha fazla etkilendiği gözlenmektedir. MH yöntemine ilişkin I. tip hata değerinin DMF'li madde oranına bağlı olarak arttığı bulgusu araştırma sonuçları ile desteklenmektedir (Atalay Kabasakal ve ark., 2014; Guilera ve ark., 2013; Finch, 2005). ÇDKMTK için elde edilen I. tip hata değerlerinin kabul edilebilir hata sınırını büyük oranda aştığı görülmektedir. Bu durum bireyler arasındaki heterojenliği ortaya çıkarabilecek DMF'li madde oranı ve DMF etki büyüklüğü değerlerinin

düşük olması nedeni ile verinin çok düzeyli karma MTK modeline uymaması ile açıklanabilir (Cho, 2007; Yüksel, 2012). AIC değerleri incelendiğinde etki büyüklüğü 0.5 ve DMF oranı %20 olan verinin 1PL modele ÇDKMTK modelinden daha uygun olduğu görülebilmektedir (bkz. Tablo 3.4).

DMF içeren madde oranı %40'a çıkarıldığında ÇDKMTK yöntemine ilişkin I. tip hata değerinin düşme eğiliminde olduğu ifade edilebilir. Bu durum, DMF içeren madde sayısı arttıkça verideki heterojen yapının daha iyi ortaya konulabilmesi ile açıklanabilir. Cho (2007), DMF içeren madde sayısı arttığında madde güçlüğü parametrelerine ilişkin RMSE ve yanlılık değerleri ile AIC ve BIC azaldığını ve verilerin ÇDKMTK modeline daha iyi uyum gösterdiğini belirtmiştir.

Referans ve odak grup oranı eşit olduğunda güç bakımından gözlenen grup yöntemlerinin %20 ve %40 DMF'li madde oranlarına göre ÇDKMTK yönteminden daha iyi performans sergilediği ifade edilebilir. ÇDKMTK, 0.5 DMF etki büyüklüğü için %20 DMF'li madde oranı koşulunda DMF belirlemede yetersiz kalmaktadır. DMF içeren madde sayısı arttığında ÇDKMTK'ya ilişkin gücün arttığı Tablo 4.1.1 aracılığı ile görülebilir. Bu bulgu De Ayala ve ark. (2002)'nin sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

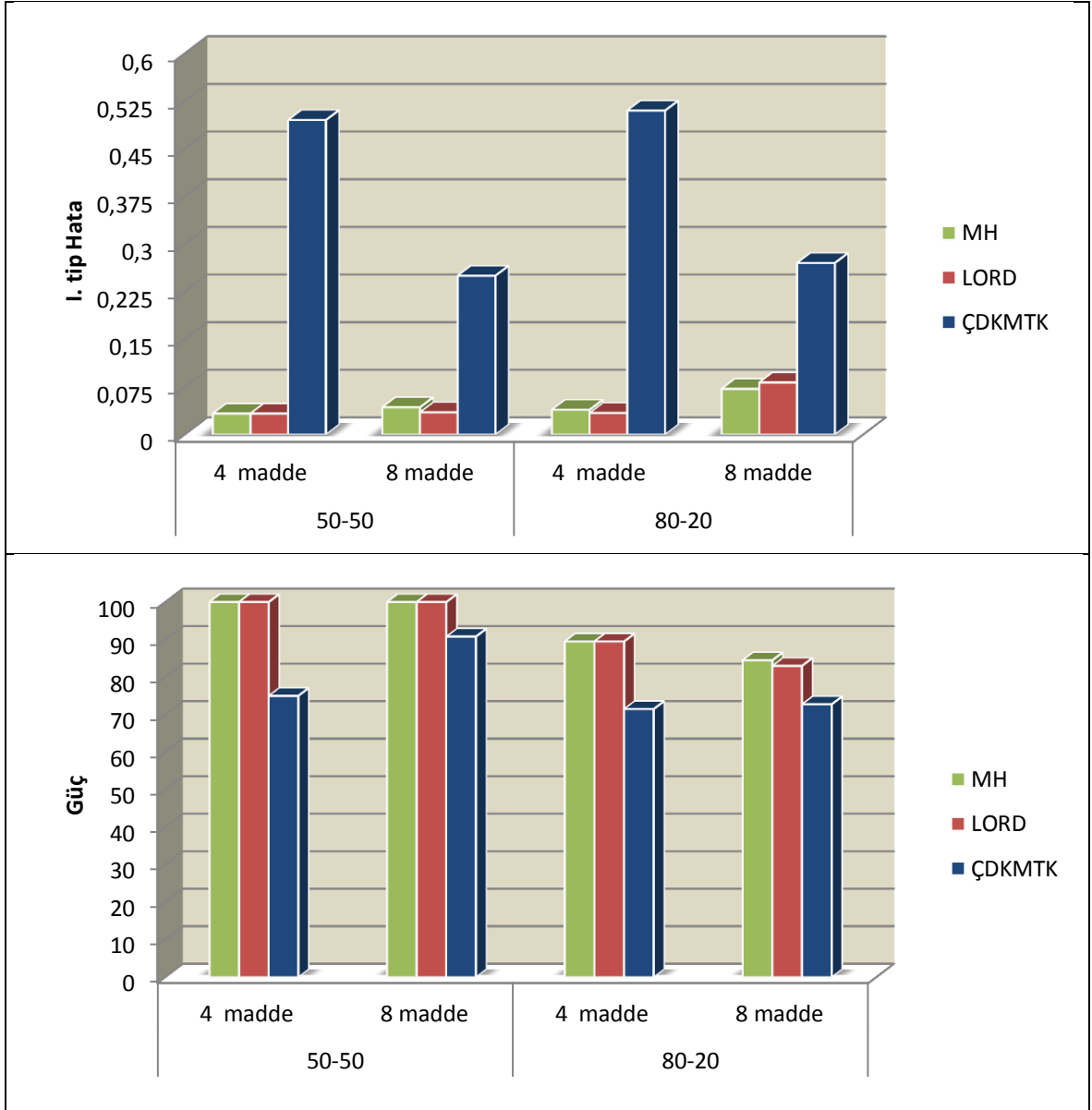
#### **4.1.b. Referans ve odak grup oranının eşit olmadığı duruma (80:20) ilişkin bulgular:**

Tablo 4.1.1'e göre eşit olmayan referans ve odak grup oranı için MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin %20 DMF'li madde oranı koşulunda kabul edilebilir sınırlar arasında I. tip hata sergilediği söylenebilir. Lord'un  $\chi^2$  yöntemine ilişkin hata oranı MH yönteminden düşüktür. Eşit olmayan grup oranında da gözlenen grup yöntemlerinin I. tip hata oranlarının DMF içeren madde oranı artışından etkilendiği ve yükseldiği gözlenmektedir. DMF'li madde oranının arttığı durumda Lord'un  $\chi^2$  yönteminin hata oranı MH yöntemine göre daha yüksek olduğu ve Bradley'in esnek referans sınırlarını aştığı ifade edilebilir. Bazı araştırma bulgularına göre referans ve odak grup oranı eşit durumda elde edilen I. tip hata oranları eşit olmayan grup oranına göre daha yüksek düzeyde kalmaktadır (Atalay Kabasakal 2014; Erdem Keklik 2014; Kim, 2010; Kristjansson ve ark., 2005). Eşit olmayan grup oranında I. tip hata oranlarının yükseldiği çalışmalar da bulunmaktadır. Guilera ve ark. (2013), referans ve odak grup oranının 1'den küçük veya 2'den

büyük olduğu durumda MH yöntemine ilişkin I. tip hata oranının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. ÇDKMTK için elde edilen hata oranını eşit olmayan grup oranı koşulunda eşit gruplara göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu bulgu, grupların denk olmadığı durumda KMTK modeli ile I. tip hata oranının daha fazla olduğu sonucu ile tutarlıdır (De Ayala ve ark., 2002). İlgili koşulda da DMF'li madde oranı arttığında ÇDMTK hata oranının düştüğü ifade edilebilir.

Tablo 4.1'e göre DMF belirleme gücü bakımından yöntemler karşılaştırıldığında gözlenen grup yöntemlerinin gücünün %80 değerini aştığı gözlenmektedir. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ait güç değerlerinin eşit grup oranına göre daha düşük olduğu söylenebilir. Bu bulgu, önceki araştırma sonuçları ile tutarlılık göstermektedir (Guilera, 2013; Kim, 2010; Kristjansson ve ark., 2005, Samuelsen, 2005). Eşit olmayan grup oranı için DMF içeren madde oranının %20'den %40'a çıkması ile gözlenen grup yöntemlerinin gücünün düşme eğiliminde olduğu görülebilir. Örtüşme oranı %90 iken DMF'li madde oranı arttıkça MH yöntemine ait güç değerinin düştüğü sonucu Samuelsen (2005)'in bulguları ile benzerlik göstermektedir. ÇDKMTK için elde edilen güç değerinin referans ve odak grup oranının düşmesi ile %80 değerini aşamadığı ve DMF belirlemede yetersiz kaldığı ifade edilebilir. Eşit olmayan grup oranında da DMF içeren madde oranının artması ile ÇDKMTK'nın gücünün arttığı görülebilir.

Şekil 4.1'de %90 örtüşme oranı ve 0.5 DMF etki büyüklüğü koşulunda 50:50 ve 80:20 referans ve odak grup oranlarında DMF içeren madde sayısına göre I. tip hata ve güç oranlarının değişimi verilmektedir.



**Şekil 4.1: Birinci Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre Yöntemlerin I. Tip hata ve Güç Oranları**

Şekil 4.1'de yer alan I. tip hata oranları incelendiğinde MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ilişkin hataların düşük ve sıfıra yakın olduğu görülmektedir. ÇDKMTK yönteminin DMF'li madde sayısı arttıkça hata yapma olasılığının düştüğü, ancak yine de hata sınırlarını aştığı söylenebilir. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin referans ve odak grup oranının farklılaştığı durumda düşmektedir. Bu yöntemlere ilişkin güç %80'inin üzerindedir. ÇDKMTK'ya ilişkin güç değeri yalnızca eşit grup oranında ve DMF'li madde oranı %40 olduğunda %80'i aşmaktadır.

## 4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu alt problem için gözlenen grup ve örtük sınıfın örtüşme oranı %90 ve DMF etki büyüklüğü 0.7 iken MH, Lord  $\chi^2$  yöntemi ve ÇDKMTK ile belirlenen DMF'ye ilişkin I. tip hata ve güç oranları incelenmiştir. Tablo 4.2. de ilgili koşullar için DMF'li madde oranına göre I. tip hata ve güç oranları 50:50 ve 80:20 referans ve odak grup oranları için verilmektedir.

**Tablo 4.2: Örtüşme Oranının %90 ve Etki Büyüklüğünün 0.7 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları**

R/O	DMO	I. Tip Hata			Güç (%)		
		MH	LORD	ÇDKMTK	MH	LORD	ÇDKMTK
50:50	4 (%20)	0,055	0,044	0,128	100	100	100
	8 (%40)	0,038	0,043	0,12	100	100	100
80:20	4 (%20)	0,046	0,038	0,253	100	100	91
	8 (%40)	0,067	0,062	0,14	100	100	100

R/O: Referans-Odak Grup Oranı, DMO: DMF'li Madde Oranı

### 4.2.a: Referans ve odak grup oranının eşit olduğu duruma (50:50) ilişkin bulgular

Tablo 4.2'ye göre eşit grup oranı ve %20 DMF'li madde oranı için MH (.055) ve Lord'un  $\chi^2$  (.044) yöntemlerine ait I. tip hata oranlarının kabul edilebilir hata sınırları içerisinde olduğu görülmektedir. DMF'li madde oranı %40 olduğunda gözlenen grup yöntemlerinin hata oranlarının (.038 ve .043) azaldığı söylenebilir. DMF etki büyüklüğünün artması ile bu yöntemlerin hata değerlerinin artma eğiliminde olduğu Tablo 4.1 ile karşılaştırılarak görülebilir. ÇDKMTK'ya ilişkin hata değerinin %20 (.128) ve %40 (.12) DMF'li madde oranı koşullarında şişkin olduğu görülmektedir. DMF etki büyüklüğüne bağlı olarak ÇDKMTK için hata değerlerinin düştüğü söylenebilir.

Güç bakımından tüm yöntemlerin eşit grup oranı ve DMF içeren madde oranı koşullarına göre en yüksek performansı (%100) sergilediği gözlenmektedir. DMF etki büyüklüğü arttıkça MH yönteminin I. tip hatanın ve gücün arttığı bulgusu önceki çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Guilera ve ark., 2013; Samuelsen, 2005). ÇDKMTK yöntemine ait performansın etki büyüklüğüne bağlı olarak artması heterojen veri yapısının sağlanması ile açıklanabilir. (Samuelsen, 2005; Cho, 2007; Yüksel, 2012).

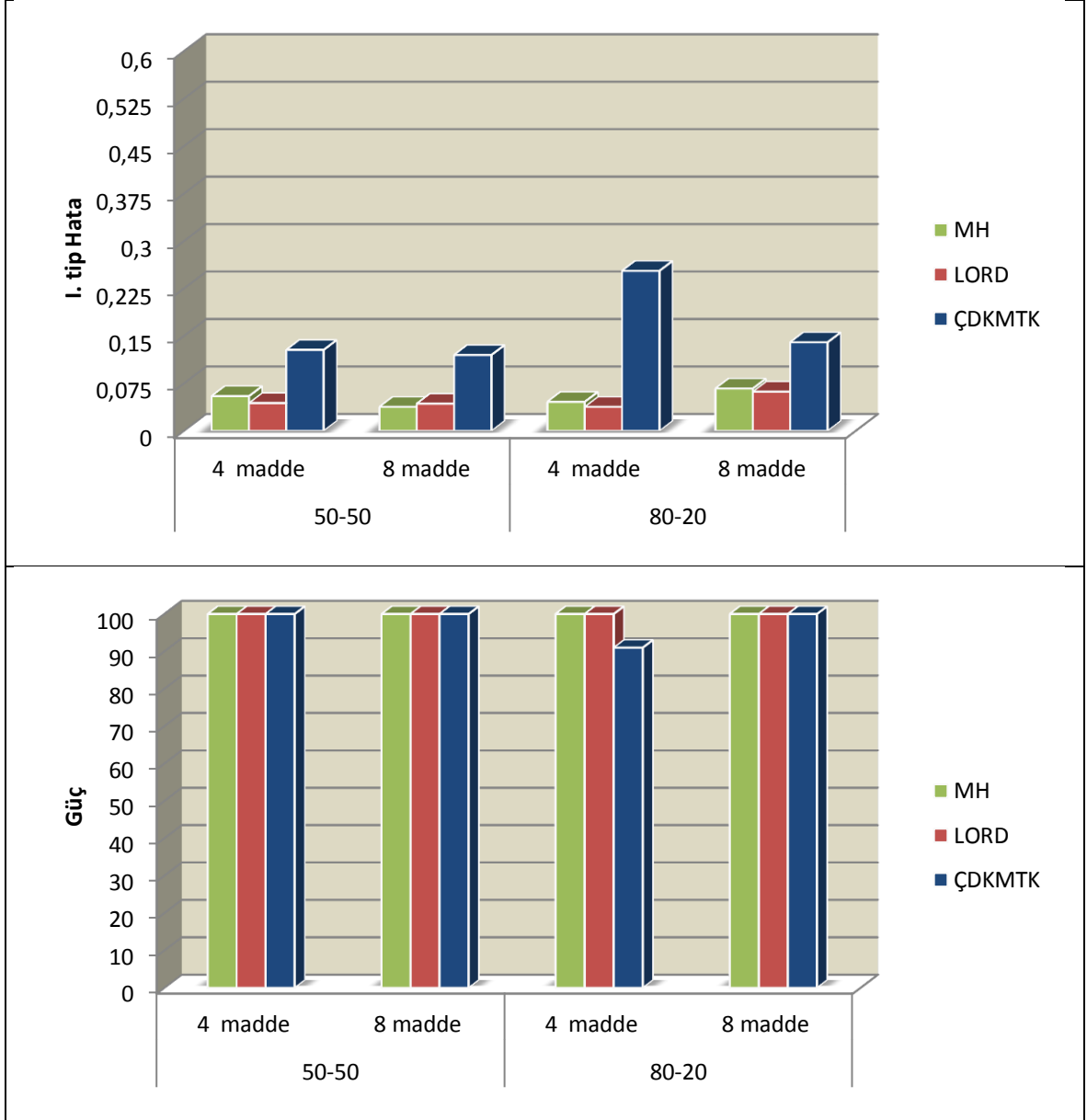
#### **4.2.b: Referans ve odak grup oranının eşit olmadığı (80-20) duruma ilişkin bulgular:**

Tablo 4.2. incelendiğinde referans ve odak grup oranı değiştiğinde DMF içeren madde oranlarına göre gözlenen grup yöntemlerinin I. tip hata oranlarının Bradley'in esnek referans sınırları aralığında olduğu görülebilmektedir. DMF'li madde oranı %20 iken eşit olmayan grup koşulunda eşit gruplara göre daha düşük hata değerlerinin elde edildiği söylenebilir. Bu bulgu araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir (Kim, 2010). DMF etki büyüklüğü ve DMF'li madde oranının artışı ile MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ilişkin hata oranlarının yükseldiği ifade edilebilir.

Tablo 4.2.'ye göre eşit olmayan grup koşulunda istatistiksel güç bakımından tüm yöntemlerin yüksek performans sergilediği söylenebilir. Yalnızca ÇDKMTK yöntemine ait gücün %20 DMF'li madde oranına göre daha düşük düzeylerde kaldığı görülebilir. DMF etki büyüklüğü ve DMF'li madde oranı arttıkça ÇDKMTK yöntemi için gücün yüksek değerlerde kalması heterojen yapının sağlanması ile açıklanabilir (Yüksel, 2012). Gözlenen grup yöntemlerinin DMF belirleme gücünün düşük etki büyüklüklerinde %80 düzeyine ulaşabilmesi için örtüşme oranının %100'e ulaşması gerekmektedir (Samuelsen, 2005). Tabloya göre etki büyüklüğü 0.7 iken tüm yöntemlerin DMF belirleme gücünün en üst düzeye ulaşması ve eşit olmayan grup oranından çok fazla etkilenmemesi örtüşme oranı ve etki büyüklüğünün yüksek olması ile açıklanabilir.

Şekil 4.2'de %90 örtüşme oranı ve 0.7 DMF etki büyüklüğü koşulunda 50:50 ve 80:20 referans ve odak grup oranları için DMF içeren madde sayısına göre I. tip hata ve güç oranlarının değişimi verilmektedir.





**Şekil 4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre Yöntemlerin I. Tip Hata ve Güç Oranları**

Şekil 4.2 incelendiğinde ÇDKMTK ile elde edilen hata oranlarının bu alt problem için tüm koşullarda yen yüksek olduğu gözlenmektedir. ÇDKMTK için en yüksek I. tip hatanın DMF'li madde oranının %20 ve referans-odak grup oranının eşit olmadığı durumda elde edildiği görülmektedir. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ilişkin I. tip hatanın 0.075 değerinin altında kaldığı Şekil 4.2 aracılığı ile görülmektedir. Örtüşme oranının %90 ve etki büyüklüğü 0.7 olduğu durumda gözlenen gruba ve örtük sınıfa göre belirlenen DMF'nin gücü %80'nin üzerindedir. Yalnızca ÇDKMTK DMF içeren madde sayısı 4 iken grupların eşit olmadığı durumda %90 düzeylerinde güce sahiptir.

### 4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu alt problemde, gözlenen grup ve örtük sınıfın örtüşme oranının %90 ve DMF etki büyüklüğünün 1.0 olduğu durumda MH, Lord'un  $\chi^2$  yöntemi ve ÇDKMTK ile belirlenen DMF'ye ilişkin bulgulara yer verilmektedir. 20 madde içerisinde DMF gösteren maddelerin yanlış ve doğru saptanma oranları referans ve odak grup oranı ile DMF'li madde oranına göre Tablo 4.3'te verilmektedir.

**Tablo 4.3: Örtüşme Oranının %90 ve Etki Büyüklüğünün 1.0 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları**

R/O	DMO	I. Tip Hata			Güç (%)		
		MH	LORD	ÇDKMTK	MH	LORD	ÇDKMTK
50:50	4 (%20)	0.046	0.039	0.064	100	100	100
	8 (%40)	0.13	0.082	0.033	100	100	100
80:20	4 (%20)	0.031	0.022	0.070	100	100	100
	8 (%40)	0.028	0.033	0.053	100	100	100

R/O: Referans-Odak Grup Oranı, DMO: DMF'li Madde Oranı

#### 4.3.a Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50) duruma ilişkin bulgular:

Tablo 4.3 incelendiğinde %20 DMF'li madde oranına göre MH (.046) ve Lord'un  $\chi^2$  (.039) yöntemlerine ilişkin I. tip hata kabul edilebilir düzeydedir. Bu değerlerin 0.7 etki büyüklüğüne göre daha düşük olduğu Tablo 4.2 ile karşılaştırılarak görülebilir. DMF içeren madde sayısının artması ile gözlenen grup yöntemlerinin I. tip hatalarının (.13 ve .082) yüksek ve 0.7 etki büyüklüğü koşuluna göre oldukça fazla olduğu ifade edilebilir. ÇDKMTK için hata oranları incelendiğinde, DMF etki büyüklüğünün artması ile hataların %20 (.064) ve %40 (.033) DMF'li madde oranları için kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı söylenebilir. Yöntemin I. tip hatası %40 DMF'li madde oranında düşme eğilimindedir.

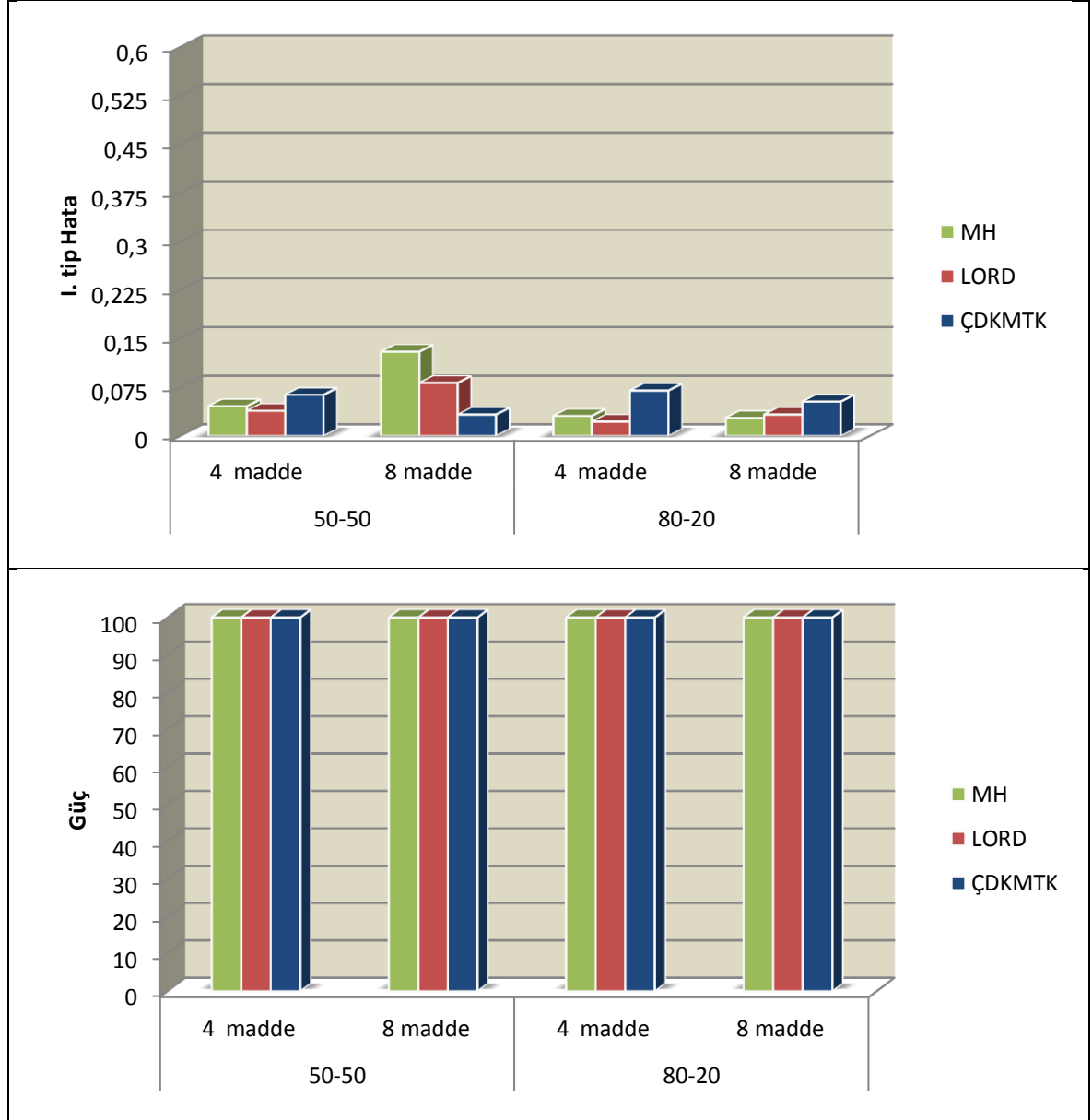
Güç bakımından yöntemler karşılaştırıldığında performanslarının DMF belirlemede %100 düzeyinde olduğu Tablo 4.3 aracılığı ile görülebilmektedir.

#### 4.3.b Referans ve odak grup oranının eşit olmadığı (80:20) duruma ilişkin bulgular:

Tablo 4.3'e göre grup oranları dengeli olmadığına yöntemlerin I. tip hatalarının kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı söylenebilir. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemi için hata değerleri eşit grup oranına göre tüm DMF'li madde oranlarında daha düşüktür. MH yöntemi için eşit grupta göre eşit olmayan gruptan elde edilen hata

değerlerinin daha düşük olduğu bulgusu DMF etki büyüklüğünün 0.75 olarak ele alındığı çalışma ile (Atalay Kabasakal ve ark., 2014) ve (Kristjansson ve ark., 2005)'in araştırma sonuçları ile tutarlılık göstermiştir.

Yöntemlerin gücünün eşit olmayan grup koşulunda da değişiklik göstermediği ve DMF belirleme bakımından oldukça yeterli olduğu Tablo 4.3'teki oranlar dikkate alınarak söylenebilir.



**Şekil 4.3: Üçüncü Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre I. Tip Hata ve Güç Oranları**

Şekil 4.3 incelendiğinde örtüşme oranının %90 ve DMF etki büyüklüğünün 1.0 olduğu durumda gözlenen gruba dayalı belirlenen DMF'de MH ve Lord'un

$\chi^2$  yöntemlerinin I. tip hata oranlarının genel olarak düşük olduğu görülmektedir. Yalnızca referans-odak grup oranı eşit olduğunda elde edilen hatalar kabul edilebilir sınırlar dışında kalmaktadır. ÇDKMTK, etki büyüklüğünün artması ile tüm koşullarda düşük hata değerleri sergilemiştir. Gözlenen grup ve örtük sınıfa göre belirlenen DMF'nin gücü tüm koşullarda %100 düzeyindedir. Bu durum MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri için örtüşme oranının yüksek, ÇDKMTK için etki büyüklüğünü yüksek olması ile açıklanabilir.

#### 4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Gözlenen grup değişkeni ile örtük sınıf değişkeni arasındaki örtüşme oranı %70 ve DMF etki büyüklüğü 0.5 iken yöntemlere göre elde edilen I. tip hata ve güç oranları gruplardaki birey sayılarının eşit olduğu ve olmadığı durumlar için Tablo 4.4.'te verilmektedir.

**Tablo 4.4.: Örtüşme Oranının %70 ve Etki Büyüklüğünün 0.5 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları**

R/O	DMO	MH	I. Tip Hata			Güç (%)		
			LORD	ÇDKMTK	MH	LORD	ÇDKMTK	
50:50	4 (%20)	0.069	0,059	0.421	81,5	76	77	
	8 (%40)	0,105	0,105	0,292	53	51,8	84,7	
80:20	4 (%20)	0,08	0,067	0,507	44,5	41	53,5	
	8 (%40)	0,092	0,088	0,318	28,75	25,5	88,25	

R/O: Referans-Odak Grup Oranı, DMO: DMF'li Madde Oranı

#### 4.4.a Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50) duruma ilişkin bulgular:

Tablo 4.4. incelendiğinde ilgili koşulda DMF içeren madde oranı %20 iken MH (.069) ve Lord'un  $\chi^2$  (.059) yöntemlerine ait I. tip hata değerlerinin kabul edilebilir hata sınırları içerisinde kaldığı söylenebilir. DMF'li madde oranı %40'a çıktığında gözlenen grup yöntemlerine ait hatanın arttığı (.105) ve şişkinlik gösterdiği ifade edilebilir. ÇDKMTK'ya ait hata oranları %20 (.421) ve %40 (.292) DMF içeren madde oranlarında kabul edilebilir sınırları aşmaktadır. Bu durum DMF etki büyüklüğünün küçük olması ile açıklanabilir (Yüksel, 2012) DMF içeren madde oranının artması ile ÇDKMTK'ya ait hata oranı düşüş sergilemektedir.

Tablo 4.4 aracılığı ile %20 DMF'li madde oranına göre MH (%81.5) yönteminin gücünün %80 değerini aştığı ve DMF belirlemede yeterli olduğu söylenebilir. Guilera ve ark. (2013) ve Samuelsen (2005) örneklem büyüklüğü 500'den fazla

olduğunda MH yönteminin DMF belirleme bakımından etkili olduğunu belirtmiştir. Tablo 4.4'e göre, DMF'li madde oranı arttığında MH (%53) yönteminin gücünün azaldığı görülebilir. Samuelsen (2005) DMF içeren madde oranı arttıkça MH yönteminin DMF belirleme bakımından gücünün düştüğünü ifade etmektedir. Lord'un  $\chi^2$  (%76 ve %51.8) yöntemine ait güç oranı bu koşulda düşük düzeyde kalmaktadır. Tablo 4.1 ile karşılaştırıldığında örtüşme oranının düşmesi ile gözlenen grup yöntemlerinin gücünün düştüğü ifade edilebilir. Samuelsen (2005), %70 örtüşme oranı için DMF'li madde oranının %10 ve etki büyüklüğünün 0.4 olduğu durumda MH yönteminin güç değerinin %40 düzeyinde olduğunu belirtmektedir. Bu araştırmada gözlenen değişkenlere ilişkin güç değerlerinin %80'i aşmaması Samuelsen (2005)'in sonuçlarını destekler niteliktedir. ÇDMTK için DMF'li madde oranının artmasıyla (%77 ve %84.7) birlikte güç değerinin %80 değerini aştığı görülebilmektedir.

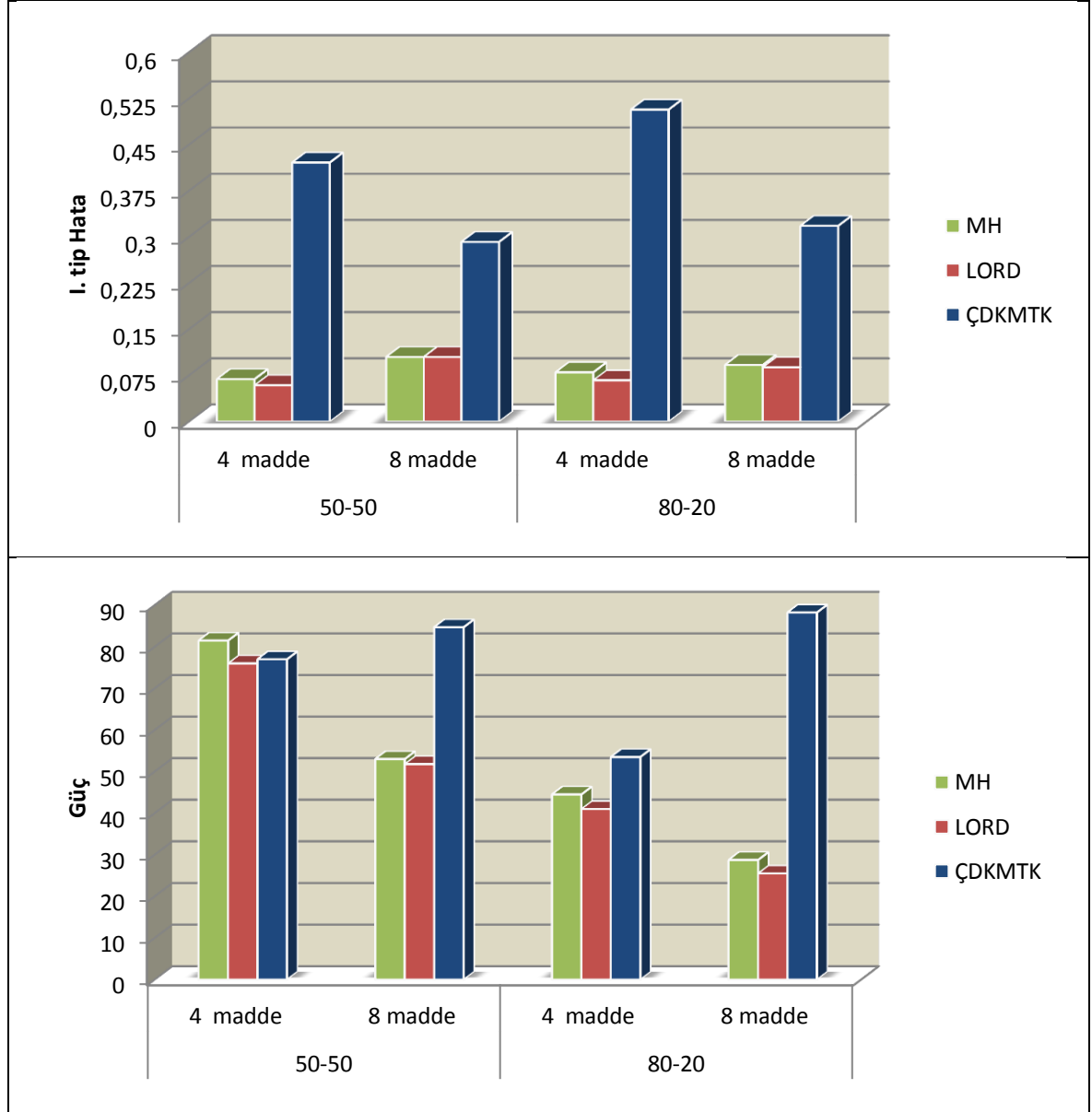
#### **4.4.b. Referans ve odak grup oranının eşit olmadığı (80:20) duruma ilişkin bulgular:**

Tablo 4.4'e göre gözlenen gruptaki birey sayılarının denk olmadığı durumda DMF içeren madde oranı %20 iken MH yönteminin hata kontrolünü sağlayamadığı görülebilir. Lord'un  $\chi^2$  yöntemine ait I. tip hata değeri kabul edilebilir hata sınırları içerisinde kalmaktadır, ancak eşit grup oranına göre hata oranının arttığı ifade edilebilir. DMF içeren madde sayısı arttığında gözlenen grup yöntemlerinin eşit grup oranından daha yüksek hata oranları verdiği, hatta I. tip hata değerlerinin şişkinlik gösterdiği ifade edilebilir. ÇDKMTK yöntemine ait I. tip hata değerlerinin 0.5 DMF etki büyüklüğü için hata sınırları dışında kaldığı söylenebilir. Ayrıca, DMF içeren madde oranı artışına bağlı olarak hata oranının nispeten azaldığı görülebilir. Bu koşul için verinin 1PL modele daha iyi uyum göstermesi ÇDKMTK'dan elde edilen hata değerlerinin yüksek elde edilmesinin sebebi olabilir (Zhu, 2013; Yüksel, 2012).

Eşit olmayan gruplarda MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin güç değerlerinin DMF'li madde oranlarının tümünde %80'i aşmadığı Tablo 4.4 aracılığı ile görülebilir. Aynı zamanda DMF içeren madde oranı arttıkça gözlenen grup yöntemlerinin gücünün azaldığı ifade edilebilir. Samuelsen (2005), DMF etki büyüklüğünün 0.4 olarak alındığı durumda eşit olmayan grup yönteminde MH yönteminin gücünün %20 düzeyinde kaldığını, DMF'li madde oranı arttıkça gücün azaldığını belirtmiştir.

ÇDKMTK'ya ilişkin güç değeri %20 DMF'li madde oranına göre %80'i geçememiştir. DMF'li madde oranının artması ile ÇDKMTK'nın gücünün arttığı söylenebilir.

Şekil 4.4'te örtüşme oranı %70 ve etki büyüklüğü 0.5 olan durum için elde edilen I. tip hata ve güç değerleri grafikler aracılığı ile sunulmaktadır.



Şekil 4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre Yöntemlerin I. Tip Hata ve Güç Oranları

Şekil 4.4'e göre MH ve Lord'un ki-kare yöntemlerine ait I. tip hata oranlarının %20 DMF oranında referans ve odak grupların eşit olduğu ve olmadığı durumlarda düşük olduğu görülmektedir. DMF içeren madde oranının artmasıyla bu

yöntemlerin hata oranlarının kabul edilebilir hata sınırlarını aştığı söylenebilir. ÇDKMTK ile elde edilen I. tip hata oranları DMF etki büyüklüğü 0.5 olduğu için çok yüksektir. Örtüşme oranının %70'e düşmesiyle gözlenen gruba göre belirlenen DMF'den elde edilen güç değerlerinin %80'i aşmadığı görülmektedir. ÇDKMTK ile örtük sınıflara dayalı belirlenen DMF'nin gücü DMF'li madde sayısı 4 iken düşüktür. DMF içeren madde sayısı 8 olduğunda yöntemin gücünün yükseldiği belirtilebilir.

#### 4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular:

Bu alt problem için örtüşme oranının %70, etki büyüklüğünün 0.7 olduğu durumda yöntemlerin I. tip hata ve güç oranları Tablo 4.5'te verilmektedir.

**Tablo 4.5 Örtüşme Oranının %70 ve Etki Büyüklüğünün 0.7 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları**

R/O	DMO	I. Tip Hata			Güç (%)		
		MH	LORD	ÇDKMTK	MH	LORD	ÇDKMTK
50:50	4 (%20)	0,05	0,041	0,12	97,5	97	96,5
	8 (%40)	0,078	0,077	0,055	92,3	90,5	100
80:20	4 (%20)	0,055	0,05	0,25	64	58,5	91,5
	8 (%40)	0,133	0,137	0,103	44,3	37,3	100

R/O: Referans-Odak Grup Oranı, DMO: DMF'li Madde Oranı

#### 4.5.a Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50) duruma ilişkin bulgular:

Tablo 4.5. incelendiğinde DMF içeren madde oranı %20 iken MH (.05) ve Lord'un  $\chi^2$  (.041) yöntemlerine ilişkin I. tip hata değerlerinin 0.075'ten az olduğu görülmektedir. Testte bulunan DMF'li madde sayısı arttığında gözlenen grup yöntemlerinin hata kontrolünü sağlayamadığı (.078 ve 077) söylenebilir. ÇDKMTK ile yürütülen DMF'ye ilişkin hata değerinin DMF'li madde sayısının artmasına bağlı olarak azaldığı (.12) ve %40 DMF içeren madde oranında kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı (.055) ifade edilebilir.

Referans ve odak grup oranı eşit olduğunda yöntemlerin tamamı güç bakımından %80'den fazla performans sergilemektedir. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ait güç değerlerinin DMF'li madde sayısındaki artışa bağlı olarak azalması, ÇDKMTK'ya ait gücün ise artması araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir (Atalay Kabasakal, 2014; Samuelsen, 2005). Örtüşme oranı %70 olduğunda gözlenen

grup yöntemlerinin gücünün artması DMF etki büyüklüğünün artması ile açıklanabilir (Guilera, 2013; Samuelsen 2005).

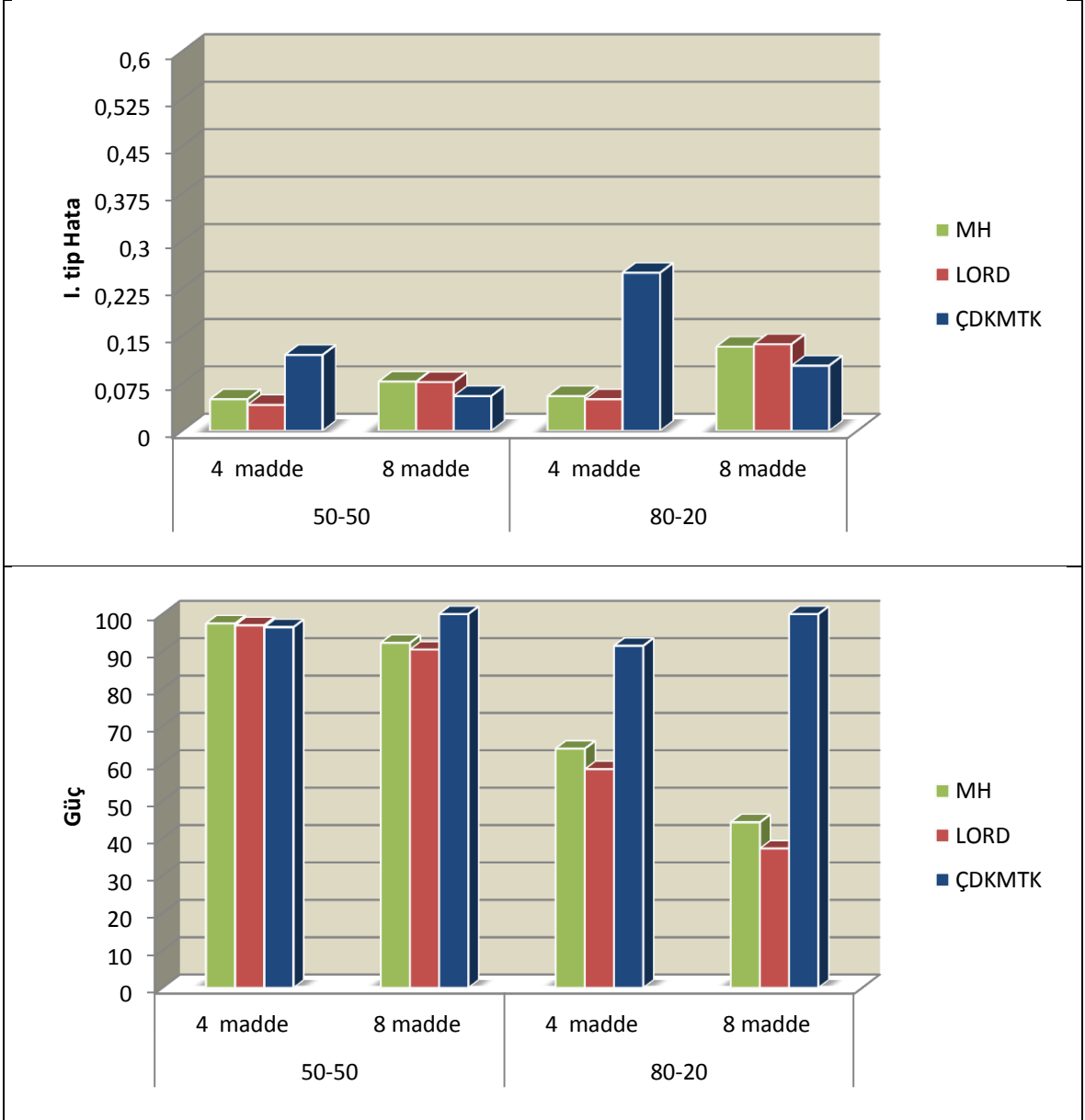
#### **4.5.b Referans ve odak grup oranının eşit olmadığı (80:20) duruma ilişkin bulgular:**

Referans ve odak grup oranının eşit olmadığı durumda %20 DMF içeren madde oranına göre MH yönteminin I. tip hatası (.055) kabul edilebilir düzeydedir. Eşit grup oranına göre yöntemin hatasının değişmediği yorumu yapılabilir. Lord'un  $\chi^2$  yöntemi için eşit olmayan grup oranından etkilendiği ve hatasının %20 ve %40 DMF'li madde oranında arttığı görülebilir. Hatta %40 koşulunda I. tip hatası kabul edilebilir aralık dışında kalmaktadır. Benzer durum MH için de geçerlidir. Etki büyüklüğünün 0.7'ye çıkarılması ile ÇDKMTK için (%91.5 ve %100) istatistiksel güç değerlerinin arttığı, MH (%64 ve %44.3) ve Lord'un  $\chi^2$  (%58,5 ve %37,3) yöntemleri için %80 düzeyini aşamadığı söylenebilir. Samuelsen (2005), grup oranları eşit olmadığında MH yönteminin gücünün DMF'li madde oranı %30 ve DMF etki büyüklüğü 0.8 iken %70, DMF'li madde oranı %50 iken %60 civarında olduğunu ifade etmektedir. Eşit grup oranında ise aynı koşullarda %90 güce sahip olduğunu belirtmektedir. Bu alt problemde yöntemlerin güç oranlarının değişimi Samuelsen (2005)'in çalışması ile benzerlik göstermektedir.

DMF içeren madde sayısı 8'e çıktığında gözlenen değişen yöntemlerinin tamamında I. tip hata değerlerinin artması ve güç değerlerinin azalması Samuelsen (2005)'in bulguları ile tutarlılık göstermektedir. Bu koşulda ÇDKMTK yöntemi için I. tip hata değerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olması ve güç değerinin %100'e ulaşması verideki heterojen yapının ortaya çıkarılabildiğini göstermektedir (Yüksel, 2012; Cho, 2007).

Şekil 4.5'te referans ve odak grup oranı ile DMF'li madde oranına göre yöntemlerin I. tip hata ve güç oranları verilmektedir.





**Şekil 4.5: Beşinci Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre Yöntemlerin I. Tip Hata ve Güç Oranları**

Şekil 4.5' e göre MH ve Lord'un ki-kare yöntemleri için I. tip hata oranlarının eşit grup oranında ve tüm DMF içeren madde sayısına göre 0.075'in altında olduğu görülmektedir. Eşit olmayan grup oranında DMF içeren madde sayısı 8 olduğunda bu iki yöntemin hatası yüksek bulunmuştur. ÇDKMTK yalnızca referans ve odak grup oranının eşit olduğu durumda DMF içeren madde sayısı 8 olduğunda düşük hata değerleri sergilemektedir. Güç bakımından incelendiğinde gözlenen gruba göre belirlenen DMF'nin gücünün örtüşme oranının %70 olması ile düştüğü söylenebilir. Bu düşüş, eşit olmayan grup oranında daha fazladır ve güç %80

değerinin altındadır. ÇDKMTK ile belirlenen DMF'nin gücü tüm koşullarda %80'in üzerinde kalmaktadır.

#### 4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu alt problem için %70 örtüşme oranı ve 1.0 etki büyüklüğü için yöntemlerin DMF belirleme bakımından I. tip hata ve güç değerleri incelenmiştir. İlgili koşullara göre; elde edilen hata ve güç değerleri Tablo 4.6'da verilmektedir.

**Tablo 4.6: Örtüşme Oranının %70 ve Etki Büyüklüğünün 1.0 Olduğu Durum İçin I. tip Hata ve Güç Oranları**

R/O	DMO	MH	I. Tip Hata			Güç (%)	
			LORD	ÇDKMTK	MH	LORD	ÇDKMTK
50:50	4 (%20)	0.034	0.03	0.063	100	100	100
	8 (%40)	0.02	0.03	0.032	100	100	100
80:20	4 (%20)	0.04	0.035	0.061	89	87.5	100
	8 (%40)	0.105	0.123	0.047	72.75	66.5	100

R/O: Referans-Odak Grup Oranı, DMO: DMF'li Madde Oranı

#### 4.6.a. Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50) duruma ilişkin bulgular:

Tablo 4.6'ya göre %70 örtüşme oranı ve %20 DMF içeren madde oranı koşulunda gözlenen grup yöntemlerinin hata değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı söylenebilir. DMF'li madde oranının artması ile MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin hata değerlerinin şişkin olmadığı ifade edilebilir. ÇDKMTK, etki büyüklüğünün de artmasına bağlı olarak %70 örtüşme oranı ve %20 DMF madde oranında düşük hata değerleri sergilemektedir. Ayrıca, DMF içeren madde sayısının artması ile hata değerinin daha da düştüğü gözlenmektedir.

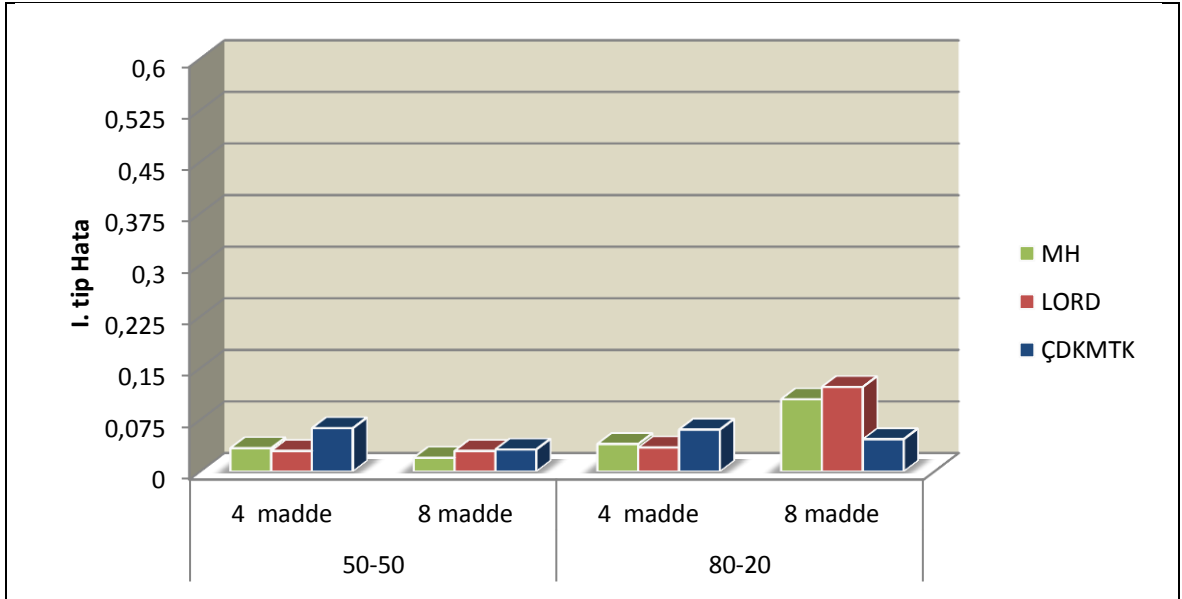
Örtüşme oranı %70 iken etki büyüklüğünün artmasıyla gözlenen grup yöntemlerinin gücünün arttığı ifade edilebilir. DMF etki büyüklüğünün artması ile gözlenen grup değişkeni yöntemlerinin gücünün artması literatürdeki bulgular ile benzerlik göstermektedir (Guilera, 2013; Yüksel, 2012; Samuelsen 2005). ÇDKMTK tüm DMF'li madde oranında güç bakımından iyi performans sergilemektedir.

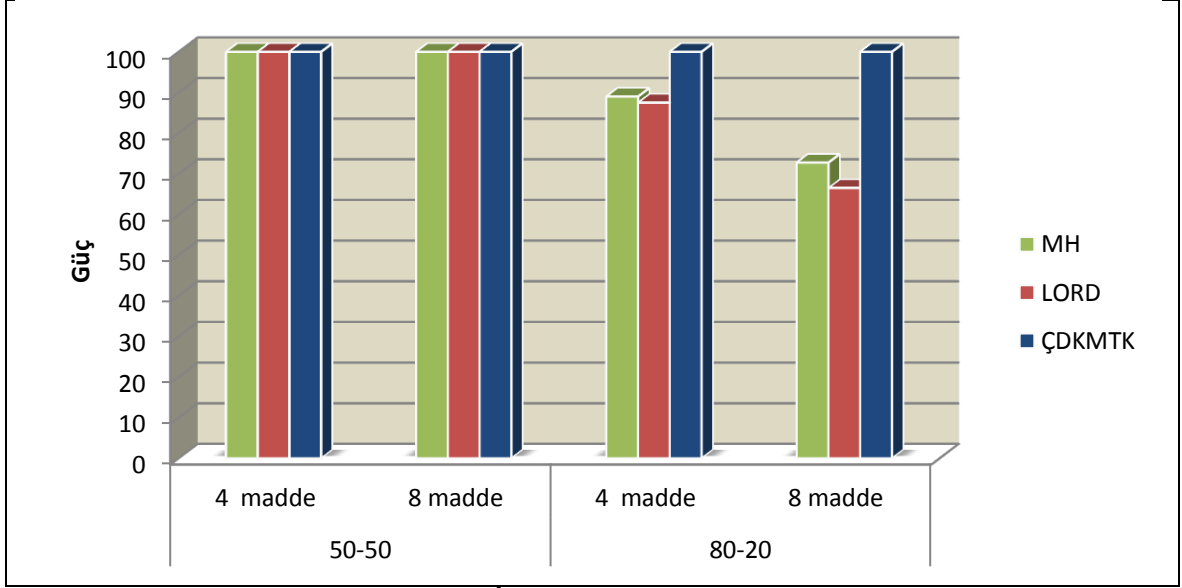
#### 4.6.b. Referans ve odak grup oranının eşit olmadığı (80:20) duruma ilişkin bulgular:

Tablo 4.6 incelendiğinde, DMF içeren madde oranı %20 iken referans ve odak grup oranı eşit olmadığına MH, Lord'un  $\chi^2$  ve ÇDKMTK yöntemleri için I. tip hata değerlerinin eşit grup oranlarına göre çok fazla değişiklik göstermediği gözlenebilmektedir. DMF'li madde oranının artması ile gözlenen grup yöntemlerinin hata oranlarının eşit gruplara ve DMF'li madde oranına göre arttığı ve şişkinlik gösterdiği ifade edilebilir. ÇDKMTK için DMF'li madde oranı %40 iken hata değerinin düştüğü görülebilir.

Yöntemlerin DMF belirleme bakımından performansı Tablo 4.6' ya göre incelendiğinde, MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin gücünün düştüğü ifade edilebilir. DMF'li madde oranının artması ile bu yöntemlerin gücü daha da azalmaktadır. ÇDKMTK bu alt problem için tüm koşullarda DMF belirleme bakımından çok iyi performans sergilemektedir.

Örtüşme oranı %70 ve DMF etki büyüklüğü 1.0 olduğunda yöntemlerin I. tip hata ve güç oranlarının değişimi Şekil 4.6'da verilmektedir.





**Şekil 4.6: Altıncı Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre I. Tip Hata ve Güç Oranları**

Şekil 4.6 incelendiğinde yalnızca MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ilişkin I. tip hatanın grup oranlarının eşit olmadığı durumda ve DMF içeren madde sayısı 8 olduğunda 0.075'ten yüksek olduğu görülmektedir. ÇDKMTK etki büyüklüğünün 1.0'a yükseldiği bu koşulda düşük hata değerleri sergilemektedir. Güç bakımından gözlenen gruba dayalı belirlenen DMF, grupların eşit olmadığı durumda %80'den düşük değerler göstermektedir. ÇDKMTK'nın tüm koşullarda %100 güce sahip olduğu söylenebilir.

#### 4.7 Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular:

Bu alt problemde %50 örtüşme oranı ve 0.5 etki büyüklüğü için gözlenen grup değişkeni ve örtük sınıf değişkeni yöntemlerinin DMF belirleme bakımından I. tip hata ve güç oranları incelenmiştir. Tablo 4.7'de ilgili koşullar için DMF'li madde oranı ile referans-odak grup oranına göre yöntemlerin I. tip hata ve güç oranları verilmektedir.

**Tablo 4.7: Örtüşme Oranının %50 ve Etki Büyüklüğünün 0.5 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları**

R/O	DMO	I. Tip Hata			Güç (%)		
		MH	LORD	ÇDKMTK	MH	LORD	ÇDKMTK
50:50	4 (%20)	0.063	0.043	0.358	6.25	3.75	60
	8 (%40)	0.043	0.028	0.208	7	5.25	92.3
80:20	4 (%20)	0.058	0.051	0.41	4.5	4.5	75
	8 (%40)	0.035	0.033	0.27	2.5	2.25	91.25

R/O: Referans-Odak Grup Oranı, DMO: DMF'li Madde Oranı

**4.7.a: Referans ve odak grup oranının eşit olduğu (50:50) duruma ilişkin bulgular:**

Tablo 4.7 incelendiğinde %50 örtüşme oranı 0.5 etki büyüklüğü koşulunda testin %20'si DMF'li madde içerdiğinde MH (.063) ve Lord'un  $\chi^2$  (.043) yöntemlerine ait hataların kabul edilebilir seviyelerde kaldığı görülmektedir. DMF içeren madde oranının artması ile yöntemlerin hatası düşme eğilimindedir. ÇDKMTK için diğer örtüşme oranlarında olduğu gibi etki büyüklüğünün düşük olması nedeniyle %20 DMF oranı (.358) ve %40 DMF oranı (.208) koşullarında şişkin hata değerleri sergilediği ifade edilebilir. Bu durum Tablo 3.4'te yer alan AIC değerleri incelendiğinde modelin veriye uygun olmaması ile açıklanabilir.

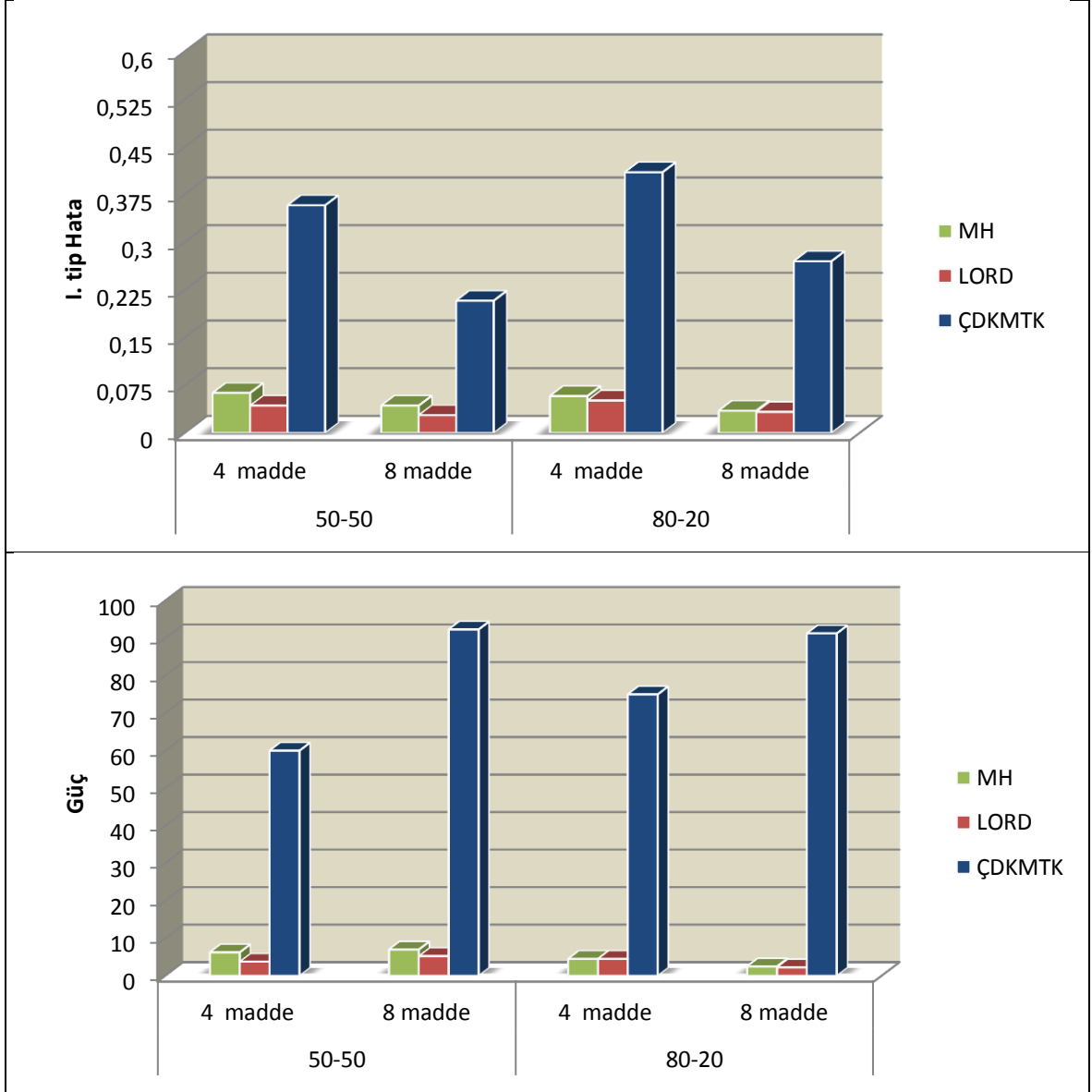
DMF içeren madde oranı %20 iken MH (%6.25) ve Lord'un  $\chi^2$  (%3.75) yöntemlerine ilişkin güç değerlerinin oldukça düşük olduğu ifade edilebilir. DMF'li madde sayısı arttığında güç değerleri sırası ile %7 ve % 5.25'e yükselmiştir, ancak yine yöntemlerin DMF belirlemede yetersiz kaldığı belirtilebilir. Bu bulgu Maij-de Meij ve ark. (2010) ile Samuelsen (2005)'in araştırma sonuçları ile benzerdir. ÇDKMTK, %20 DMF oranı için %60 güç değerine sahip iken, DMF içeren madde sayısının artması ile gücünü %92.3'e çıkarabilmektedir.

**4.7.b: Referans ve odak grup oranının eşit olmadığı (80:20) duruma ilişkin bulgular:**

Tablo 4.7'ye göre MH yöntemi için hatalar eşit olmayan grup koşulunda eşit gruplara göre tüm DMF'li madde oranlarında (.058 ve .035) düşüş sergilemektedir. Yönteme ilişkin hataların kabul edilebilir düzeyde olduğu ifade edilebilir. Lord'un  $\chi^2$  yöntemi MH yönteminden farklı olarak eşit olmayan grup oranında daha yüksek I. tip hata oranları sergilemektedir (.051 ve .033). ÇDKMTK'ya ait hata oranlarının eşit grup koşuluna göre tüm DMF içeren madde oranları için arttığı Tablo 4.7 aracılığı görülebilmektedir.

Grup oranları eşit olmadığına gözlenen grup yöntemlerinin DMF belirleme gücünün düştüğü, bu düşüşün DMF'li madde oranının artması ile yükseldiği ifade edilebilir. ÇDKMTK'nın gücü eşit olmayan grup koşulunda yalnızca DMF içeren madde sayısı %40 olduğunda yüksek düzeydedir (%91.25).

Örtüşme oranı %50 ve DMF etki büyüklüğü 0.5 olduğunda yöntemlerin I. tip hata ve güç oranlarının değişimi Şekil 4.7'de verilmektedir.



**Şekil 4.7: Yedinci Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre I. Tip Hata ve Güç Oranları**

Şekil 4.7'ye göre MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin I. tip hata oranlarının %50 örtüşme oranı ve 0.5 etki büyüklüğü olan durumda 0.075'ten küçük olduğu söylenebilir. ÇDKMTK 0.5 DMF etki büyüklüğü koşulunda diğer örtüşme oranlarında olduğu gibi yüksek I. tip hataya sahiptir. Düşük I. tip hata oranlarına sahip olan MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri güç bakımından yetersiz kalmaktadır. Bu yöntemlerinin gücünün sıfıra çok yakın olduğu Şekil 4.7 aracılığıyla görülebilir. ÇDKMTK'nın gücü DMF'li madde sayısının 4 olduğu durumda %80'nin altındadır. DMF içeren madde sayısı 8'e çıktığında ÇDKMTK ile belirlenen DMF'nin gücü %90'ının üzerine çıkmaktadır.

#### 4.8 Sekizinci Alt probleme İlişkin Bulgular

Bu alt problem için gözlenen grup değişkeni ile örtük sınıf değişkeninin %50 oranında örtüştüğü ve DMF etki büyüklüğünü 0.7 olduğu durumda yöntemlerin I. tip hata ve güç oranları incelenmiştir. Bu amaçla DMF'li madde oranı ile referans ve odak grup oranına göre elde edilen hata ve güç oranları Tablo 4.8'de yer almaktadır.

**Tablo 4.8: Örtüşme Oranının %50 ve Etki Büyüklüğünün 0.7 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları**

R/O	DMO	I. Tip Hata			Güç (%)		
		MH	LORD	ÇDKMTK	MH	LORD	ÇDKMTK
50:50	4 (%20)	0.051	0.038	0.298	5	7.5	89.5
	8 (%40)	0.03	0.018	0.07	5.3	2.75	100
80:20	4 (%20)	0.041	0.036	0.22	2	2	92.5
	8 (%40)	0.056	0.05	0.13	2.5	1.75	100

R/O: Referans-Odak Grup Oranı, DMO: DMF'li Madde Oranı

#### **4.8.a Referans-odak grup oranının eşit olduğu (50:50) duruma ilişkin bulgular:**

Tablo 4.8'e göre, örtüşme oranı %50 olduğunda etki büyüklüğü 0.7'ye çıkarıldığında MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ilişkin hataların, DMF'li madde oranlarının tamamında Bradley'in esnek referansına uygun aralıkta olduğu ifade edilebilir. ÇDKMTK ile elde edilen DMF'ye ilişkin hata %20 madde oranı için şişkinlik sergilemektedir (.298). Tablo 4.7 ile karşılaştırıldığında DMF etki büyüklüğünün artması ile bu koşulda yöntemin hatasının düştüğü görülebilir. DMF'li madde oranının artması ile ÇDKMTK'nın hatasının düştüğü ve kabul edilebilir aralıkta değer aldığı söylenebilir.

Yöntemlerin güç bakımından performansı incelendiğinde gözlenen grup yöntemlerinin DMF belirlemede oldukça yetersiz olduğu söylenebilir. ÇDKMTK için güç değerleri tüm DMF'li madde oranlarında %80 düzeyinin üzerindedir. Tablo 4.7 ile karşılaştırıldığında DMF etki büyüklüğünün artması ile yöntemin gücünün arttığı görülebilir.

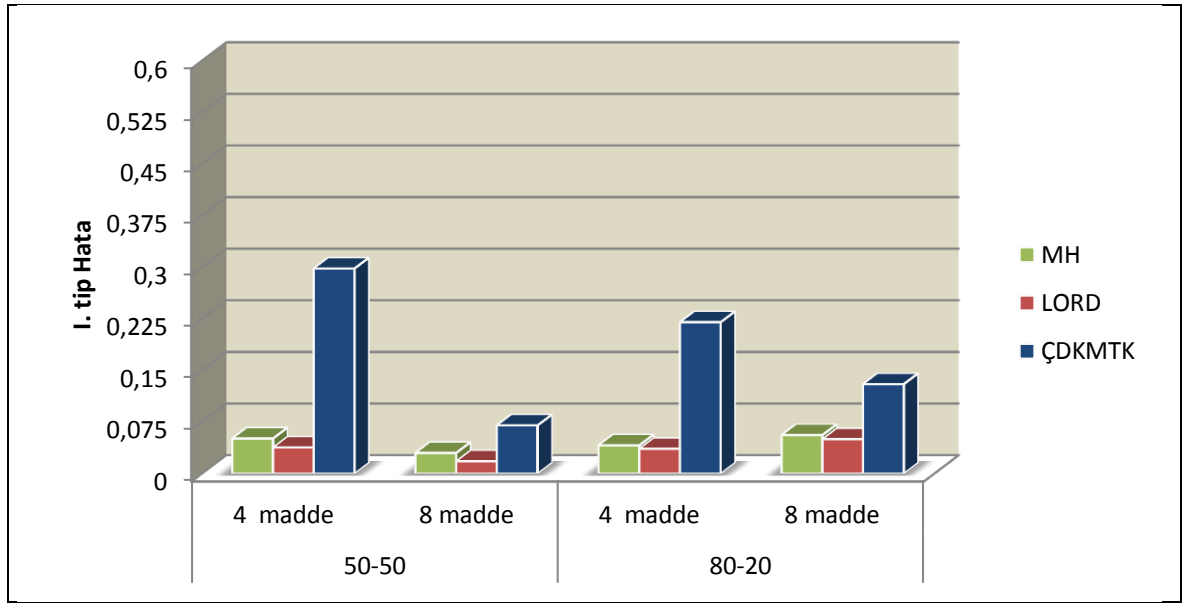
#### **4.8.b Referans-odak grup oranının eşit olmadığı (80:20) duruma ilişkin bulgular:**

Tablo 4.8'e göre grup oranlarının eşit olmadığı koşulda MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin I. tip hataları kabul edilebilir aralıktadır. DMF'li madde oranının

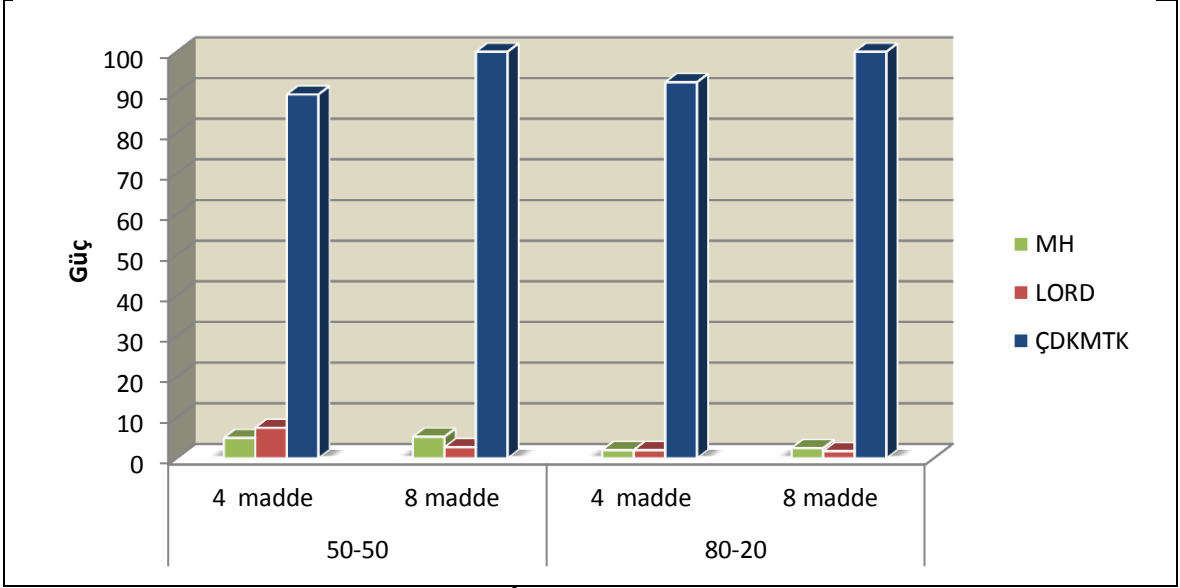
%20 olduğu durumda eşit grup oranına göre gözlenen grup yöntemlerinin I. tip hatasının düştüğü, ancak DMF'li madde oranının arttığı durumda hatalarının arttığı gözlenmektedir. ÇDKMTK'nın I. tip hataları incelendiğinde, tüm DMF'li madde oranlarında yüksek olduğu belirtilebilir. DMF içeren madde sayısının artması ile hatanın düşmesi durumuyla bu koşulda da karşılaşılmıştır.

Gözlenen gruba göre belirlenen DMF ile elde edilen güç değerleri oldukça düşük düzeylerde kalmaktadır. Bu durum örtüşme oranının düşük olmasından kaynaklandığı söylenebilir (Samuelsen, 2005; Maij-de Maij ve ark., 2010). DMF'li madde oranlarının tamamında ÇDKMTK'nın gücü yüksektir.

Örtüşme oranı %50 ve DMF etki büyüklüğü 0.7 iken yöntemlerin I. tip hata ve g oranlarının DMF içeren madde sayısı ve referans-odak grup oranlarına göre değerini şekil 4.8'de verilmektedir.







**Şekil 4.8: Sekizinci Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre I. Tip Hata ve Güç Oranları**

DMF etki büyüklüğü 0.7 ve örtüşme oranı %50 olduğunda gözlenen gruba göre belirlenen DMF ile yapılan I. tip hata oranının kabul edilebilir olduğu gözlenmektedir. ÇDKMTK, etki büyüklüğünün artması ile daha düşük I. tip hata değeri sergilemektedir. Örtük sınıfa göre belirlenen DMF ile elde edilen hata oranı yalnızca referans ve odak grup oranının eşit olduğu durumda 0.075 değerinden küçüktür. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ilişkin güç değerlerinin sıfıra yakın olduğu ve DMF belirlemede yetersiz kaldığı görülmektedir. ÇDKMTK güç bakımından %80'inin üzerinde performans sergilemektedir. Buna ilişkin güç oranı DMF'li madde sayısı 4 olduğunda daha düşüktür.

#### 4.9 Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular:

Bu alt problem için gözlenen grup değişkeni ile örtük sınıf değişkeninin %50 oranında örtüştüğü ve DMF etki büyüklüğünü 1.0 olduğu durumda yöntemlerin I. tip hata ve güç oranları incelenmiştir. Bu amaçla DMF'li madde oranı ile referans ve odak grup oranına göre elde edilen hata ve güç oranları Tablo 4.9'da yer almaktadır.

**Tablo 4.9: Örtüşme Oranının %50 ve Etki Büyüklüğünün 1.0 Olduğu Durum İçin I. Tip Hata ve Güç Oranları**

R/O	DMO	I. Tip Hata			Güç (%)		
		MH	LORD	ÇDKMTK	MH	LORD	ÇDKMTK
50:50	4 (%20)	0.036	0.021	0.051	3.5	3	100
	8 (%40)	0.065	0.033	0.017	3.75	2.5	100
80:20	4 (%20)	0.038	0.03	0.073	3	3	100
	8 (%40)	0.023	0.023	0.056	4,8	4,5	100

R/O: Referans-Odak Grup Oranı, DMO: DMF'li Madde Oranı

#### **4.9.a Referans ve odak grup oranın eşit olduğu (50:50) duruma ilişkin bulgular:**

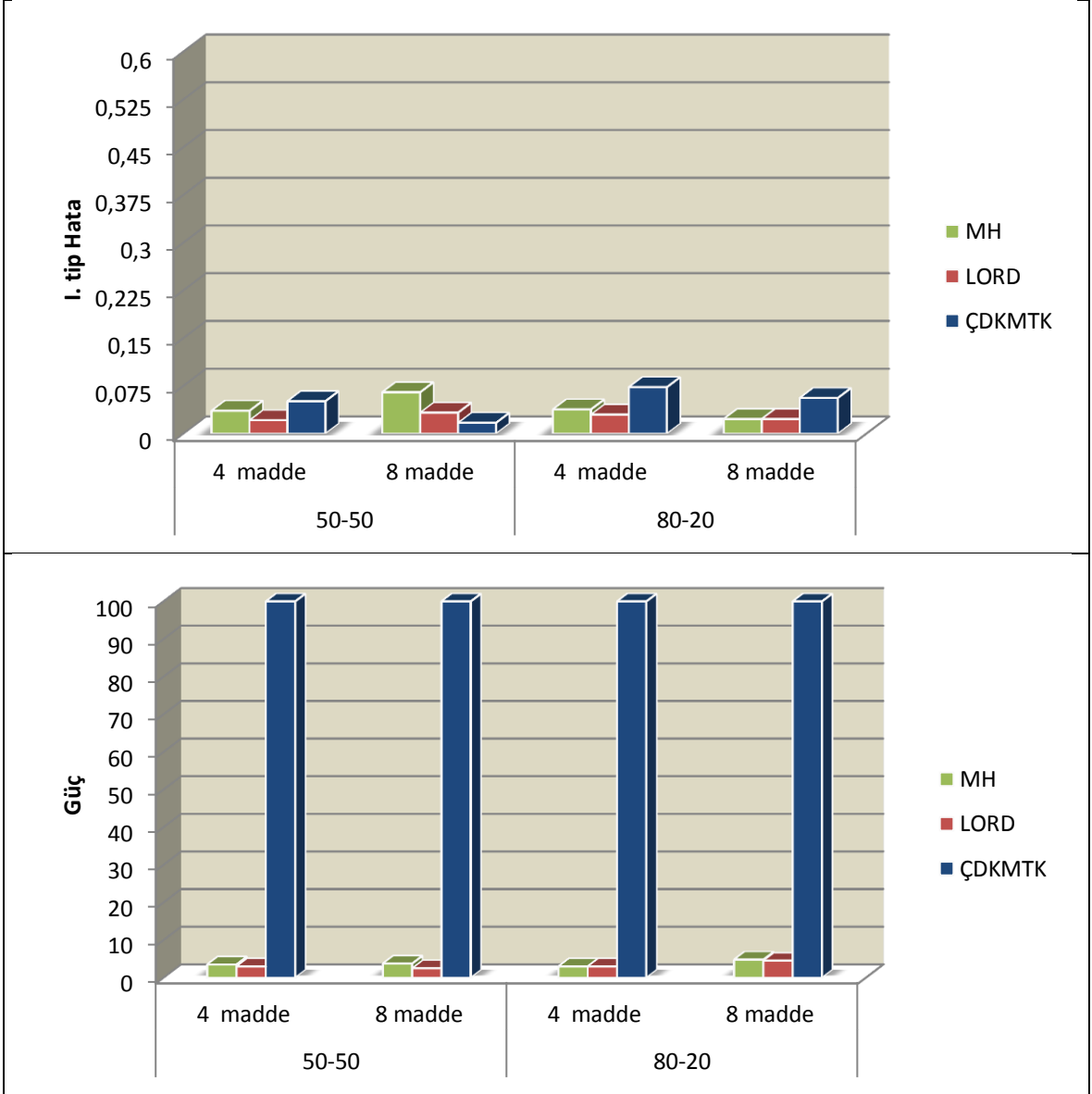
Tablo 4.9'a göre eşit grup oranında gözlenen grup değişkeni yöntemlerinin tüm DMF'li madde oranlarında .021 ile .065 aralığında hata sergiledikleri söylenebilir. Yöntemlerin hatasının düşük olduğu ifade edilebilir. ÇDKMTK için etki büyüklüğünün 1'e çıkması durumunda hatasının azaldığı ve kabul edilebilir olduğu ifade edilebilir.

MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ilişkin güç %3 düzeylerindedir. Bu nedenle DMF belirlemede yetersiz kaldıkları söylenebilir. Maij-de Meij ve ark. (2010) örtüşme oranının %60'tan düşük olduğu durumda gözlenen grup değişkeni ile örtük sınıf arasındaki korelasyonun düştüğünü ve Lord'un  $\chi^2$  yönteminin DMF belirlemede yetersiz kaldığını belirtmiştir. ÇDKMTK ile elde edilen bulgular tüm DMF'li madde oranlarında güç açısından %100 performans sergilediğini göstermektedir. Samuelsen (2005) çalışmasında MH yöntemi için benzer sonuçlar bulmuştur. Bu alt problem için elde edilen bulgu ilgili çalışmalar ile tutarlılık göstermektedir.

#### **4.9.b Referans ve odak grup oranın eşit olmadığı (80:20) duruma ilişkin bulgular:**

Bu alt problem için Tablo 4.9'a göre gözlenen grup değişkeni yöntemlerine ilişkin hata, bununla beraber gücünün de düşük olduğu söylenebilir. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri DMF belirleme bakımından yeterli değildir. ÇDKMTK için I. tip hata açısından eşit grup oranlarına göre daha yüksek hata oranları sergilediği, ancak hataların kabul edilebilir düzeyde olduğu söylenebilir. Bu yöntem ile elde edilen güç değerlerinin eşit grup oranına göre değişiklik göstermediği ifade edilebilir.

Şekil 4.9'da %50 örtüşme oranı ve 1.0 etki büyüklüğü için I. tip hata ve güç oranlarının değişimi verilmektedir.



**Şekil 4.9: Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin DMF'li Madde ve Referans-Odak Grup Oranlarına Göre I. Tip Hata ve Güç Oranları**

Şekil 4.9'a göre I. tip hata oranlarının gözlenen gruba ve örtük sınıfa göre belirlendiği durumlarda 0.075'in altında kaldığı görülmektedir. Eşit grup oranında MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ait hatanın DMF'li madde sayısının artmasıyla yükseldiği belirtilebilir. Referans ve odak grup oranının eşit olmadığında bu durumun tam tersi söz konusudur. ÇDKMTK'ya ilişkin hatanın DMF'li madde sayısının artmasıyla düştüğü bu koşulda da gözlenmektedir. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin güç bakımından performansı örtüşme oranı %50 ve etki büyüklüğü 1.0 olduğunda çok düşük ve sifıra yakındır. ÇDKMTK'nın gücünün %100'e ulaştığı Şekil 4.9 aracılığı ile görülmektedir.

#### 4.10. Onuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu kısmında I. tip hata ve güç değerlerinin yöntemlere göre farklılaşma durumunu belirlemek amacı ile tek yönlü Varyans Analizi yapılmıştır. Ayrıca koşulların I. tip hata ve güç üzerindeki etkileri yöntemlere göre ayrı ayrı ANOVA ile incelenmiştir.

Yöntemlerin I. tip hata ve güçleri arasındaki farka ilişkin ANOVA sonuçları Tablo 4.10.1'de ve koşulların etkileri I. tip hata ve güç için sırası ile Tablo 4.10.2'de ve Tablo 4.10.3'te verilmektedir.

**Tablo 4.10.1: I. Tip Hata ve Güç Oranlarının Yöntemlere Göre Farklılaşma Durumu**

		Kareler Toplamı	sd	F	p	Anımlı Fark
<b>I. Tip Hata</b>	Gruplar Arası	.427	2	28.193	.000	MH-ÇDKMTK; Lord $\chi^2$ - ÇDKMTK
	Gruplar içi	.795	105			
<b>Güç</b>	Gruplar Arası	27795.873	2	11.004	.000	
	Gruplar içi	132617,7	105			

Tablo 4.10.1 incelendiğinde, DMF belirleme yöntemlerinin I. tip hata açısından aralarında fark olup olmadığını belirlemek amacı ile yapılan ANOVA sonucuna göre, yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ifade edilebilir ( $F(2,107) = 28.193, p < .001$ ). Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, ÇDKMTK yönteminin I. tip hata oranının (.187), MH yöntemi (.057) ve Lord'un  $\chi^2$  yönteminden (.049) anlamlı düzeyde yüksek bulunduğu görülmüştür. MH ile Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin hataları arasında anlamlı bir fark yoktur.

DMF belirleme bakımından performanslarını belirlemek amacı ile yapılan ANOVA sonucunda, yöntemlerin gücü arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunduğu ifade edilebilir ( $F(2,105)=11.004, p < .001$ ). ÇDKMTK (91.468) yönteminin gücü MH (58.117) ve Lord'un  $\chi^2$  (56.794) yöntemlerinin gücünden anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Gözlenen gruba göre belirlenen DMF arasındaki farkın anlamlı olmadığı söylenebilir.

**Tablo 4.10.2: I. Tip Hata için ANOVA sonuçları**

	<i>sd</i>	MH		LORD		ÇDKMTK	
		<i>F</i>	$\eta^2$	<i>F</i>	$\eta^2$	<i>F</i>	$\eta^2$
Referans-Odak Grup Oranı (RO)	1	0,244	0,008	2,209	0,071	<b>4,344*</b>	0,130
Etki Büyüklüğü (EB)	2	0,416	0,028	1,243	0,079	<b>101,048*</b>	0,875
DMF'li Madde Oranı (DMO)	1	<b>4,477*</b>	0,134	<b>7,962**</b>	0,215	<b>35,810*</b>	0,553
Örtüşme Oranı (ÖÖ)	2	<b>3,143*</b>	0,05	<b>8,649**</b>	0,374	0,221	0,015
RO*EB	2	.606	0,70	0,339	0,041	0,592	0,069
RO*DMO	1	.367	0,022	1,748	0,098	0,045	0,003
RO*ÖÖ	2	1.561	0,163	1,356	0,145	0,625	0,072
EB*DMO	2	.484	0,057	0,223	0,027	<b>11,086**</b>	0,581
EB*ÖÖ	4	1.089	0,214	0,362	0,083	1,948	0,328
DMO*ÖÖ	2	1.518	0,16	<b>4,686*</b>	<b>0,369</b>	0,051	0,006
RO*ÖÖ*EB	6	1.588	0,614	1,450	0,332	1,026	0,506
RO*EB*DMO	3	.709	0,262	0,790	0,283	0,146	0,068
ÖÖ*EB*DMO	6	.910	0,477	1,569	0,611	0,653	0,395

Tablo 4.10.2 incelendiğinde ana etkilerden DMF'li madde oranı ile örtüşme oranlarının MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri için anlamlı etkiye sahip olduğu söylenebilir. DMF içeren madde oranı arttığında MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri için hata oranları artmaktadır. Bu bulgu Guilera ve ark. (2013)'ün sonuçlarını destekler niteliktedir. MH yöntemi için çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örtüşme oranı %70 olduğunda elde edilen hata değerlerinin örtüşme oranının %50 olduğu durumdan daha yüksek olduğu belirtilebilir. Lord'un  $\chi^2$  yöntemi için %90 örtüşme oranında elde edilen hata değerinin %70 örtüşme oranından daha düşük olduğu söylenebilir. Örtüşme oranı %50 olduğunda en düşük I. tip hata değerleri elde edilmiştir.

ÇDKMTK için referans-odak grup oranı, DMF etki büyüklüğü ve DMF içeren madde oranı anlamlı etkiye sahipken, örtüşme oranı anlamlı bir fark yaratmamaktadır. Etki büyüklüğünün artması ile ÇDKMTK'ya ilişkin I. tip hata oranı anlamlı şekilde düşmektedir. Bu durum DMF'li madde oranının arttığı koşulda da benzerdir. Etki büyüklüğünün artması ile ÇDKMTK modelinin veriye uygun olduğu Tablo 3.4 incelenerek görülebilir. Bu nedenle, okul düzeyi değişkeni bireyler arasındaki heterojenliği ortaya çıkarabilmiştir. Veriye uygun modelin kullanılması ile örtük sınıf değişkenleri üzerinden I. tip hatası daha düşük DMF sonuçları elde edilebilmektedir. Bu bulgunun önceki araştırma sonuçları ile tutarlılık gösterdiği söylenebilir (Yüksel 2012; Cho, 2007; Samuelson 2005).

İkili etkileşimlerin I. tip hatalar üzerindeki etkileri incelendiğinde, DMF'li madde oranı ve örtüşme oranı etkileşiminin Lord'un  $\chi^2$  yöntemine ilişkin I. tip hata üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. ÇDKMTK için DMF içeren madde oranı ve etki büyüklüğü etkileşimi anlamlıdır. Tüm örtüşme durumları ile referans-odak grup oranlarında etki büyüklüğü ile DMF'li madde oranı arttığında ÇDKMTK'ya ilişkin I. tip hata azalmaktadır. Anlamlı etkiye sahip etkileşimlere ilişkin I. tip hata değerleri EK 3 kısmında verilmektedir.

**Tablo 4.10.3: Güç Oranları için ANOVA Sonuçları**

	sd	MH		LORD		ÇDKMTK	
		F	$\eta^2$	F	$\eta^2$	F	$\eta^2$
Referans-Odak Grup Oranı (RO)	1	1.46	.048	9.368**	.24	.938	.031
Etki Büyüklüğü (EB)	2	<b>4.406*</b>	.223	<b>4.3*</b>	.229	<b>40.157**</b>	.735
DMF'li Madde Oranı (DMO)	1	.42	.014	1.754	.057	<b>13.75**</b>	.32
Örtüşme Oranı (ÖO)	2	<b>41.825**</b>	.743	<b>169.6**</b>	.92	.058	.004
RO*EB	2	.776	.088	2.260	.22	.491	.058
RO*DMO	1	.025	.002	1.035	.061	.051	.003
RO*ÖO	2	<b>14.28**</b>	.64	<b>31.41**</b>	.797	1.741	.179
EB*DMO	2	.014	.002	.438	.052	<b>7.731**</b>	.491
EB*ÖO	4	<b>4.329*</b>	.52	<b>16.29**</b>	.803	.271	.063
DMO*ÖO	2	.349	.042	<b>6.345**</b>	.442	1.118	.123
RO*ÖO*EB	6	<b>53.307**</b>	.982	<b>13.29**</b>	.93	.682	.405
RO*EB*DMO	3	2.39	.55	.59	.227	.069	.033
ÖO*EB*DMO	6	1.34	.57	2.53	.717	.466	.318

Tablo 4.10.3'e göre etki büyüklüğü her üç yöntemde de anlamlı etkiye sahiptir. Etki büyüklüğünün artması ile yöntemlerin gücü artmaktadır. DMF'li madde oranının yalnızca ÇDKMTK için anlamlı olduğu söylenebilir. Bu oranın artması ile ÇDKMTK'ya ilişkin gücün arttığı ifade edilebilir. Örtüşme oranının gözlenen grup değişkeni yöntemleri üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Örtüşme oranı azaldıkça yöntemlerin DMF belirleme performansı düşmektedir. Ayrıca, EK 2'de yer alan tablolardan önceden DMF'li olarak belirlenen maddelerin 50 tekrar içerisinde A, B ve C düzeyinde DMF'li olarak saptandığı sayılar incelendiğinde, MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri için, örtüşme oranının düştüğü durumda B ve C düzeyinde DMF belirleyemedikleri belirtilebilir. Samuelsen (2005), MH yönteminin % 70 örtüşme oranında ve 1.20 etki büyüklüğü koşulunda B düzeyinde, % 80 örtüşme oranı ile 1.20 etki büyüklüğü koşulunda C düzeyinde DMF belirleyebildiğini ifade

etmektedir. Maij-de Meij ve ark. (2010), gözlenen grup değişkeni ile örtük sınıf değişkenleri arasındaki korelasyonun .60 ve üzeri olduğu durumlarda Lord'un  $\chi^2$  yönteminin hatası ve gücü arasındaki farkın azalttığını belirtmektedir. Bu araştırmada elde edilen bulgu ilgili çalışmalar ile tutarlılık göstermektedir.

İkili etkileşimler incelendiğinde, referans-odak grup oranı ile örtüşme oranı etkileşiminin MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri üzerinde anlamlı etkiye sahip olduğu söylenebilir. Referans-odak grup oranları eşit olmadığında ve örtüşme oranı azaldığında her iki yöntemin de gücü azalmaktadır.

Etki büyüklüğü ve DMF içeren madde oranı etkileşimi ÇDKMTK yönteminde anlamlı etkiye sahiptir. Bu oranların artması yöntemin gücünü arttırmaktadır. De Ayala ve ark. (2002) örtük sınıf analizi ile belirledikleri sınıflar arasına yaptıkları DMF çalışmasında DMF'li madde oranının %10'dan %30'a çıkması ile yöntemin gücünün arttığını belirtmişlerdir. Benzer durum düşük etki büyüklüğünden yüksek DMF etki büyüklüğü düzeyine geçildiğinde de geçerlidir.

Etki büyüklüğü ve örtüşme oranı etkileşimi gözlenen grup yöntemleri değişkenleri üzerinde anlamlı bulunmuştur. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinde %90 ve %70 örtüşme oranı için DMF etki büyüklüğünün artması ile yöntemlerin gücünün arttığı ifade edilebilir. Bu durum %50 oranında biraz daha farklıdır. Etki büyüklüğünün artması ile bu yöntemlerin DMF belirleme gücünün azaldığı ifade edilebilir.

DMF'li madde oranı ve örtüşme oranı etkileşimi yalnızca Lord'un  $\chi^2$  yöntemi için anlamlıdır. Örtüşme oranı düştükçe ve testte yer alan DMF'li madde sayısı arttıkça yöntemin gücü azalmaktadır.

Üçlü etkileşimler incelendiğinde referans-odak grup oranı, örtüşme oranı ve etki büyüklüğü etkileşiminin gözlenen grup yöntemleri için anlamlı etkiye sahip olduğu söylenebilir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmının bulgu ve yorumlarına dayalı olarak ulaşılan sonuçların özetine ve bu sonuçlardan yola çıkarak geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

### 5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada gözlenen grup değişkeni ve örtük sınıf değişkeni yöntemleri ile belirlenen DMF yöntemlerinin performansı örtüşme oranı, DMF etki büyüklüğü, DMF içeren madde oranı ve referans-odak grup olmak üzere 36 farklı koşul açısından karşılaştırılmıştır.

Sonuçlar bu değişkenler göz önüne alınarak yöntemlerin I. tip hata ve güç oranları çerçevesinde verilmiştir.

#### 5.1.1 Örtüşme oranının %90, %70 ve %50 olarak belirlendiği duruma ilişkin sonuçlar

- Gözlenen grup değişkenlerinin örtük sınıflar içerisindeki oranları MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ilişkin I. tip hata üzerinde anlamlı bir farklılık yaratmaktadır. En düşük I. tip hata %50 örtüşme oranı koşulunda elde edilmiştir. ÇDKMTK'ya ilişkin I. tip hata oranı örtüşme oranına göre farklılaşmamaktadır.
- Güç bakımından karşılaştırıldığında, MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin gücü örtüşme oranı azaldığında düşmektedir. %50 örtüşme oranı için MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri DMF belirleme bakımından yetersizdir. Örtüşme oranı %90 iken gözlenen grup değişkeni yöntemleri B ve C düzeyinde DMF belirleme gücüne sahiptir. Oran %70 ve daha altında iken bu yöntemler ile yalnızca A düzeyinde DMF belirlenmektedir. ÇDKMTK 'ya ilişkin güç örtüşme oranından etkilenmemektedir. Bu yöntem ile tüm örtüşme oranlarında B ve C düzeyinde DMF belirlenmiştir.

#### 5.1.2 Etki büyüklüğünün 0.5, 0.7 ve 1.0 olarak belirlendiği duruma ilişkin sonuçlar

- DMF etki büyüklüğü gözlenen grup değişkeni yöntemlerine ilişkin I. tip hata üzerinde etkili değildir. ÇDKMTK ile DMF içermeyen maddelerin DMF'li olarak belirlenme oranı etki büyüklüğünün artmasına bağlı olarak



azalmaktadır. Etki büyüklüğü 1.0 iken yöntem kabul edilebilir sınırlar içerisinde I. tip hata oranları sergilemiştir.

- Tüm yöntemlerin gücü DMF etki büyüklüğünün artması ile yükselmektedir. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri için güç oranları yalnızca düşük ve yüksek düzeyde DMF etki büyüklüğü koşulunda farklılaşmaktadır. ÇDKMTK için 0.5 ile 0.7, 0.5 ile 1.0 etki büyüklüğü koşullarında anlamlı fark bulunmuştur.

### **5.1.3 DMF'li madde oranının %20 ve %40 olarak belirlendiği duruma ilişkin sonuçlar**

- Testteki DMF içeren madde sayısının artması ile MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri için I. tip hatanın arttığı sonucuna ulaşılmıştır. DMF içeren madde oranının artması ÇDKMTK'ya ilişkin hatayı düşürmektedir.
- DMF'li madde oranı koşulundan DMF'nin örtük sınıflara göre belirlendiği ÇDKMTK etkilenmektedir. DMF içeren madde sayısının artması ile ÇDKMTK'nın gücü artmaktadır. MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerine ilişkin güç DMF'li madde oranından etkilenmemiştir.

### **5.1.4 Referans-Odak grup oranın 50:50 ve 80:20 olarak belirlendiği duruma ilişkin sonuçlar**

- Odak ve referans grup oranlarından I. tip hatası bakımından etkilenen yöntem ÇDKMTK olarak bulunmuştur. Grup oranı MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin hatası üzerinde farklılık yaratmamaktadır.
- Referans ve odak grup oranının değişiminden, gözlenen gruba ve örtük sınıflara dayalı belirlenen DMF'nin etkilenmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmada elde edilen bulgular ışığında DMF etki büyüklüğü 1.0 iken örtüşme oranlarının tamamında ve tüm DMF içeren madde oranı ve referans-odak grup koşullarında ÇDKMTK'nın gücü yüksek, I. tip hata oranı düşüktür.

Örtüşme oranı %90 iken MH ve Lord'un  $\chi^2$  yöntemlerinin gücü ve I. tip hatası tüm koşullarda kabul edilebilir düzeydedir.

## **5.2. Öneriler**

### **5.2.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler**

- Gözlenen grupların bazı koşullarda tek bir örtük sınıfı temsil edemediği ortaya konulmuştur. Bu nedenle araştırmacılara öncelikle verilerin

homojenliğini incelemeleri önerilebilir. Bu amaçla bilgi kriterleri (AIC ve BIC) kullanılarak verinin modele uygunluğu değerlendirilmelidir.

- Örtüşme oranı %70'ten düşük olduğunda gözlenen gruba göre belirlenen DMF'nin gücünün düştüğü görülmüştür. Bu nedenle öncelikle verilerin uyumlu olduğu model belirlenmelidir. Model veri uyumuna göre örtük sınıfa ya da gözlenen gruba göre DMF belirlemeye karar verilebilir.
- Özellikle kültür ve dil açısından maddelerin DMF bakımından incelendiği çalışmalarda, ortaya çıkabilecek farklı sınıflar karma modeller ile belirlenip DMF çalışmalarının bu gruplar üzerinden yürütülmesi sağlanabilir.
- Veriler ÇDKMTK modeline uygun olduğunda ÇDKMTK'nın gücü gözlenen gruplarla DMF belirlemeye göre daha yüksektir. Bu nedenle uygun model kullanıldığında uzmanların B ve C düzeyinde DMF gösteren maddeleri yorumlaması daha kolay olacak ve maddelerin yanlılık gösterme nedenlerinin daha nesnel olarak belirlenmesini sağlayacaktır.
- Verilerin homojen topluluklardan oluştuğu belirlendiğinde MH ya da Lord'un  $\chi^2$  yöntemleri DMF belirlemede kullanılabilir. Bu iki yöntemin I. Tip hatası ve gücü arasındaki fark anlamlı olmadığından araştırmacılar, bu iki yöntemden herhangi birini kullanabilirler.
- Bu çalışmada simülasyon veriler kullanılmıştır. Gerçekte de birçok uygulamada kullanılan veriler çok düzeyli yapıya sahip olabilmektedir. Çok düzeyli modellerin avantajları da göz önünde bulundurularak gerçek verilere dayalı çalışmalarda iki ya da daha fazla sayıda örtük sınıfı kesin olarak ortaya koyabilecek çok düzeyli karma modellerin kullanılması önerilebilir.
- Gözlenen gruplara dayalı DMF'ye ilişkin I. Tip hata oranlarını düşürebilmek amacıyla bu çalışmada iteratif (döngüsel) yöntem kullanılmıştır. Araştırmacılara, DMF incelerken bu yöntemi kullanması önerilebilir. Böylece bir maddenin yanlış olarak DMF'li belirlenmesi olasılığının azaltılması sağlanabilir.

### **5.2.2. Benzer Araştırmalara Yönelik Öneriler**

- Bu çalışmada üretilen verilerde okul düzeyindeki örtük sınıflarda madde parametrelerinin değişmesine izin verilmemiştir. Gerçek uygulamalarda

kullanılan çok düzeyli verilerde okul düzeyinde oluşabilecek örtük sınıflar arasında DMF'nin incelenmesi önerilebilir. Böylece bireyin testteki başarısına etki edebilecek okul değişkenine göre daha yansız maddelerin teste alınması sağlanabilir.

- Bu araştırmada ÇDKMTK ile yalnızca tek biçimli DMF belirlenmiştir. Ayırt edicilik parametresinin heterojen yapıyı ortaya koyabilme gücünü inceleyebilmek amacıyla benzer çalışmalar ayırt edicilik parametresinin gruplar arasında farklılaştığı çok biçimli DMF için gerçekleştirilebilir.
- Bu araştırmada iki kategoride puanlanan veriler üretilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda çok kategorili veriler üzerinden örtük sınıf ve gözlenen grup değişkeni yöntemlerinin performanslarının karşılaştırıldığı durum ele alınabilir.
- Bu alışmada 1PL modele uygun veriler kullanılmıştır. Karma modeller için daha kompleks modellerin ele alındığı çalışmalara (2PL-3PL) yer verilebilir.
- Bu çalışmada madde sayısı sabit olarak belirlendiğinde DMF içeren madde oranının karma modelin gücünü etkilediği görölmüştür. Testte yer alan madde sayısının değişken olarak ele alındığı durumda, DMF içeren madde oranının farklılık oluşturup oluşturmadığı incelenebilir.

## KAYNAKÇA

- 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.
- Alexeev, N., Templin, J., & Cohen, A. (2011). Spurious latent classes in the mixture Rasch model. *Journal of Educational Measurement*, 48, 313-332.
- Angoff, W. H. (1993). Perspective on differential item functioning methodology. In P. W. Holland & H. Wainer (Eds.), *Differential item functioning* (pp. 3–24). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Asparouhov, T., & Muthe'n, B. (2008). Multilevel mixture model. In G. R. Hancock & K. M. Samuelsen (Eds.), *Advances in latent variable mixture models* (pp. 25–51). Greenwich, CT: Information Age Publishing, Inc.
- Atalay Kabasakal, K., Arsan, N., Gök, B., ve Kelecioğlu, H. (2014). Değişen Madde Fonksiyonunun Belirlenmesinde MTK Olabilirlik Oranı SIBTEST ve Mantel-Haenszel Yöntemlerinin Performanslarının (I. tip Hata ve Güç) Karşılaştırılması, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(6), 2175-2193
- Bilir, M. K.(2009). *Mixture Item Response Theory-Mimic Model: Simultaneous Estimation of Differential Item Functioning For Manifest Groups and Latent Classes*. Doctoral Dissertation. Florida State University
- Bolt, D. M., Cohen, A. S., & Wollack, J. A. (2002). Item parameter estimation under conditions of test speededness: Application of a Mixture Rasch model with ordinal constraints. *Journal of Educational Measurement*, 39, 331–348.
- Camili, G., & Shepard, L. A. (1994). *Methods for identifying biased test items*. London: Sage.
- Cho, S. J. (2007). *A multilevel mixture IRT model for DIF analysis*. Unpublished doctoral dissertation, University of Georgia: Athens.
- Cho, S. J., & Cohen, A. S. (2007). Multilevel mixture IRT model for DIF analysis. Paper presented at the International Meeting of the Psychometric Society: The 72nd annual meeting of the Psychometric Society, Tokyo, Japan.
- Clauser, B. E., & Mazor, K. M.(1998). Using Statistical Procedures to Identify Differentially Functioning Test Items. Instructional Module for the National Council on Measurement in Education, Spring 1998.
- Cohen, A. S., & Bolt, D. M. (2005). A mixture model analysis of differential item functioning. *Journal of Educational Measurement*, 42, 133–148.
- Collins, L. M., & Lanza, S. T. (2010). *Latent class and latent transition analysis for the social, behavioral, and health sciences*. New York: Wiley.
- Chu, K. L. & Kamata, A. (2003). *Test equating with the presence of DIF*. Paper presented at the annual meeting of American Educational Research Association, Chicago.
- Crocker, L. ve Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. USA: Rinehart and Winston Inc.

- Çalış, N. (2011). Karma Dağılım Modellerine Dayalı Ayırıştırma Analizi ve Sınıflandırma, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana.
- De Ayala, R. J., Kim, S.-H., Stapleton, L. M., & Dayton, C. M. (2002). Differential item functioning: A mixture distribution conceptualization. *International Journal of Testing*, 2, 243–276.
- De Mars & Lau (2011). Differential Item Functioning Detection With Latent Classes: How Accurately Can We Detect Who Is Responding Differentially?, *Educational and Psychological Measurement*, 71(4) 597–616
- Doğan, N. ve Öğretmen, T. (2008). Değişen madde fonksiyonunu belirlemede Mantel-Haenszel, Ki-kare ve lojistik regresyon tekniklerinin karşılaştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 33, 100-112.
- Dorans, N. J., & Holland, P. W. (1993). DIF detection and description: Mantel-Haenszel and standardization. In P. W. Holland & H. Wainer (Eds.), *Differential item functioning* (pp. 35-66). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Embretson, S. E., & Reise, S. P. (1996). *Item response theory for psychologists*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Erdem Keklik, D. (2014). Değişen Madde Fonksiyonunu Belirlemede Mantel-Haenszel ve Lojistik Regresyon Tekniklerinin Karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi* 5(2), 12-25.
- Finch, H. (2005). The MIMIC model as a method for detecting DIF: Comparison with Mantel Haenszel, SIBTEST, and the IRT likelihood ratio. *Applied Psychological Measurement*, 29, 278-295. doi: 10.1177/0146621605275728
- Fich, W. H. & Finch, M. E. H. (2013). Investigation of Specific Learning Disability and Testing Accommodations Based Differential Item Functioning Using a Multilevel Multidimensional Mixture Item Response Theory Model. *Educational and Psychological Measurement* published online 10 July 2013, doi: 10.1177/0013164413494776
- Frühwirth-Schnatter, S. (2006) *Finite Mixture and Markov Switching Models*, Springer, New York, 2006.
- Gelman, A. & Hill, J. (2007). *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Cambridge University Press. New York.
- Goodman, L., (2002) Latent class analysis In, Hagenaars J., McCutcheon A. (Ed.), *Applied Latent Class Analysis* (ss. 3-55) Cambridge University Press, New York.
- Guilera, G., Gomez-Benito, J., Hidalgo, MD. & Sanchez-Meca, J. (2013). Type I error and statistical power of the Mantel-Haenszel procedure for detecting DIF: a meta-analysis. *Psychological Methods*. 18(4):553-71. doi: 10.1037/a0034306.
- Hambleton, R. K. & Swaminathan, H. (1985). *Item Response Theory: Principles and Application*. Boston: Kluwer Academic Publishers Group.
- Hambleton, R. K., Swaminathan, H. & Rogers, H.J. (1991). *Fundamentals of Item Response theory*. California: Sage Publications Inc.

- Holland, P. W., & Thayer, D. T. (1988). Differential item performance and the Mantel-Haenszel procedure. In H. Wainer & H. I. Braun (Eds.), *Test validity* (pp. 129-145). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Horst, P. (1966). *Psychological Measurement and Prediction*. Belmont: Wadsworth Pub. Co.
- Hox, J. J. (1998). Multilevel modeling: When and why? In R. Balderjahn & M. Schader (Eds.), *Classification, data analysis, and data highways* (pp. 147-154). New York, NY: Springer-Verlag.
- Hu, P. G., & Dorans, N. J. (1989). *The effects of deleting differentially functioning items on equating functions and reported score distributions*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Jöreskog, K. G. ve Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural Equation Modeling with the Simplis Command Language*. USA: Scientific Software International, Inc.
- Kan, A. Sünbül, Ö. ve Ömür, S. (2013). 6. - 8. Sınıf Seviye Belirleme Sınavları Alt Testlerinin Çeşitli Yöntemlere Göre Değişen Madde Fonksiyonlarının İncelenmesi. Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 9, Sayı 2, Ağustos 2013, ss.207-222.
- Kamata, A. (2001). Item analysis by the hierarchical generalized linear model. *Journal of Educational Measurement*, 38, 79-93.
- Kamata, A., & Vaughn, K. B. (2004). An Introduction to Differential Item Functioning Analysis. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal* 2(2), 49-69.
- Kim, J. (2010). *Controlling Type I Error Rate in Evaluating Differential Item Functioning for Four DIF Methods: Use of Three Procedures for Adjustment of Multiple Item Testing*. Unpublished doctoral dissertation Georgia State University.
- Kristjansson, E., Aylesworth, R., McDowell, I., & Zumbo, B. D. (2005). A comparison of four methods for detecting DIF in ordered response items. *Educational and Psychological Measurement*, 65, 935-953. doi: 10.1177/0013164405275668
- Lee, S. (2012). *The Impact Of Missing Data On The Dichotomous Mixture Irt Models*. Doctoral Dissertation. The University of Georgia
- Li, H. H., & Stout, W. (1996). A new procedure for detection of crossing DIF. *Psychometrika*, 61, 647-677.
- Lord, F. M. & Novick, M. R. (1968). *Statistical theories of mental test scores*. Reading MA: Addison-Wesley Publishing Company
- Lubke, G. H. & Muthen, B. (2005). Investigating population heterogeneity with factor mixture models. *Psychological Methods*. 10, 21-39.
- Mclachlan, G. & Peel, D., (2000). *Finite Mixture Models*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Mellenberg, G. J. (1982). Contingency table models for assessing item bias. *Journal of Educational Statistics*, z, 105-118.

- Mellenberg, G. J. (1983). *Conditional Item Bias Methods*. In S. H. Irvine and W. J. Barry (Eds), *Human Assessment and Cultural Factors* (pp. 293-302). Newyork: Plenum Press.
- Mertler, C. A., & Vannatta, R. A. (2005). *Advanced and multivariate statistical methods: Practical application and interpretation* (3rd ed.). Glendale, CA: Pyrczak Publishing.
- Messick, S. (1995). Validity of Psychological Assessment: Validation of Inferences From Persons' Responses and Performances As Scientific Inquiry Into Score Meaning. *American Psychologist*, 50(9), 741-749.
- Millsap, R.E. & Everson, H.T. (1993). Methodology Review: Statistical Approaches for Assessing Measurement Bias. *Applied Psychological Measurement*, 17(4), 297–334.
- Narayanan, P., & Swaminathan, H. (1996). Identification of items that show non-uniform DIF. *Applied Psychological Measurement*, 20(3), 257–274. doi: 10.1177/014662169602000306
- Oliveri, M. E., Ercikan, K. Zumbo, B. (2013). Analysis of Sources of Latent Class Differential Item Functioning in International Assessments. *International Journal of Testing*, 13: 272–293, 20
- Osborne, J. W. (2000). Advantages of hierarchical linear modeling. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(1)
- Potenza, M. T. and Dorans, N. J. (1995). DIF assessment for polytomously scored items: a framework for classification and evaluation. *Applied Psychological Measurement*, 19, 23–37.
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. G. (2002). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Rost, J. (1990). Rasch models in latent classes: An integration of two approaches to item analysis. *Applied Psychological Measurement*, 14, 271–282.
- Rost, J. (1997). Logistic mixture models. In W. J. van der Linden & R. K. Hambleton (Eds.), *Handbook of modern item response theory* (pp. 449–463). New York: Springer.
- Samuelsen, K. M. (2005). *Examining differential item functioning from a latent class perspective*. Unpublished doctoral dissertation, University of Maryland, College Park.
- Shealy, R., & Stout, W. F. (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, 159–194.
- Skronidal, A., and Rabe-Hesketh, S. (2004). *Generalized latent variable modeling: multilevel, longitudinal and structural equation models*. London: Chapman & Hall/CRC.
- Steinberg, L., & Thissen, D. (2006). Using effect sizes for research reporting: Examples using item response theory to analyze differential item functioning. *Psychological Methods*, 11, 402–415. doi: 10.1037/1082-989X.11.4.402

- Stevens, P. J. (2009). *Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences* (5th Edt.) New York: Routledge Taylor and Francis Group
- Swaminathan, H., & Rogers, H. J. (1990). Detecting differential item Functioning using logistic regression procedures. *Journal of Educational Measurement*, 27,361-370.
- Vermunt, J. K., & Magidson, J. (2002). Latent class cluster analysis. In J. A. Hagenaars & A. L. McCutcheon (Eds.), *Applied latent class analysis* (pp. 89–106). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Vermunt, J. (2003) Multilevel Latent Class Models, *Sociological Methodology*, 33, 213-239.
- Vermunt, J. K., & Magidson, J. (2005). Technical guide for Latent GOLD 4.0: Basic and advanced. Belmont, MA: Statistical Innovations Inc.
- Yamamoto, K. Y., & Everson, H. T. (1997). *Modeling the effects of test length and test time on parameter estimation using the HYBRID model*, in *Applications of Latent Trait and Latent Class Models in the Social Sciences*, J. Rost and R. Langeheine, eds.,Wasmann, Münster, Germany, pp. 89–98.
- Yüksel, S. (2012). *Ölçeklerde Saptanan Madde İşlev Farklılığının Karma Rasch Modelleri ile İncelenmesi*. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi
- Wetzel, E., Böhnke, J.R.,Carstensen, C.H.,Ziegler, M. & Ostendorf, F. (2013). Do Individual Response Styles Matter? Assessing Differential Item Functioning for Men and Women in the NEO-PI-R. *Journal of Individual Differences*, 34(2), 69–81.
- Wiberg, M. (2007). *Measuring And Detecting Differential Item Functioning in Criterion-Referenced Licensing Test: A Theoretic Comparison of Methods*. Umea University. EM No 60.
- Zhu, X. (2013). *Distinguishing continuous and discrete approaches to Multilevel Mixture IRT Models: A Model Comparison Perspective*. Doctoral Dissertation. University of Maryland



## **EKLER DİZİNİ**

# EK 1. ETİK KURUL İZİN MUAFİYET FORMU

Form: 40

## Tez Çalışması Etik Kurul İzin Muafiyeti Formu

24 / 04 / 2015

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

<b>Tez Başlığı / Konusu:</b>	Gözlenen Gruplara ve Örtük Sınıflara Göre Belirlenen Değişen Madde Fonksiyonunun Karşılaştırılması
------------------------------	--

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmam:

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

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

Gereğini saygılarımla arz ederim.

  
Şeyma UYAR  
(Öğrencinin Adı Soyadı, İmzası)

### Öğrenci Bilgileri

<b>Adı Soyadı</b>	Şeyma UYAR
<b>Öğrenci No</b>	N11148551
<b>Anabilim Dalı</b>	Eğitim Bilimleri
<b>Programı</b>	Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme
<b>Statüsü</b>	<input type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütünleşik Dr.

### Danışman Görüşü ve Onayı

Yapılan bu tez çalışması için etik kurul izni almaya gerek duyulmamıştır.

  
Prof. Dr. Hülya KELEÇİOĞLU  
(İmza)  
(Danışmanın Ünvanı, Adı ve Soyadı)

## **EK 2: TEKRARA GÖRE DMF'Lİ BULUNAN MADDE SAYILARI**

<b>%90 Örtüşme Oranı, 0.5 Etki Büyüklüğü, 50:50 Grup Oranı</b>							
<b>1.Koşul</b>				<b>2.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
<b>1</b>	4	4	17	<b>1</b>	3	2	17
<b>2</b>	0	0	27	<b>2</b>	2	1	19
<b>3</b>	50	50	34	<b>3</b>	50	50	46
<b>4</b>	50	50	34	<b>4</b>	50	50	44
<b>5</b>	0	0	27	<b>5</b>	2	2	14
<b>6</b>	4	4	17	<b>6</b>	1	1	14
<b>7</b>	0	0	23	<b>7</b>	2	2	8
<b>8</b>	5	5	29	<b>8</b>	2	2	16
<b>9</b>	0	0	24	<b>9</b>	2	2	14
<b>10</b>	50	50	42	<b>10</b>	50	50	45
<b>11</b>	2	2	25	<b>11</b>	5	3	11
<b>12</b>	3	3	30	<b>12</b>	0	0	6
<b>13</b>	0	0	23	<b>13</b>	0	0	5
<b>14</b>	6	6	38	<b>14</b>	4	3	14
<b>15</b>	0	0	26	<b>15</b>	3	3	10
<b>16</b>	50	50	40	<b>16</b>	50	50	47
<b>17</b>	0	0	23	<b>17</b>	50	50	44
<b>18</b>	0	0	25	<b>18</b>	50	50	43
<b>19</b>	2	2	21	<b>19</b>	50	50	44
<b>20</b>	0	0	23	<b>20</b>	50	50	45
<b>A</b>	<b>137</b>	<b>188</b>	<b>-</b>	<b>A</b>	<b>321</b>	<b>357</b>	<b>-</b>
<b>B</b>	<b>63</b>	<b>12</b>	<b>124</b>	<b>B</b>	<b>79</b>	<b>43</b>	<b>242</b>
<b>C</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>26</b>	<b>C</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>116</b>

<b>%90 Örtüşme Oranı, 0.7 Etki Büyüklüğü, 50:50 Grup Oranı</b>							
<b>3.Koşul</b>				<b>4.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
1	0	0	6	1	1	1	6
2	5	4	8	2	3	4	5
3	50	50	50	3	50	50	50
4	50	50	50	4	50	50	50
5	3	2	7	5	3	3	9
6	0	0	8	6	4	4	6
7	5	4	6	7	3	3	7
8	3	2	6	8	5	5	6
9	3	3	8	9	1	2	6
10	50	50	50	10	50	50	50
11	8	6	4	11	0	0	4
12	4	3	5	12	2	3	7
13	1	1	4	13	0	0	3
14	1	1	6	14	1	1	4
15	2	2	8	15	0	0	9
16	50	50	50	16	50	50	50
17	4	3	6	17	50	50	50
18	3	3	8	18	50	50	50
19	0	0	7	19	50	50	50
20	2	1	4	20	50	50	50
A	12	20	-	A	11	54	-
B	179	180	97	B	376	342	273
C	9	-	103	C	13	4	227

<b>%90 Örtüşme Oranı, 1.0 Etki Büyüklüğü, 50:50 Grup Oranı</b>							
<b>5.Koşul</b>				<b>6.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
1	2	2	2	1	10	8	0
2	2	2	5	2	9	6	0
3	50	50	50	3	50	50	50
4	50	50	50	4	50	50	50
5	5	4	4	5	1	1	0
6	3	3	0	6	5	1	5
7	2	1	3	7	7	5	0
8	1	1	3	8	10	4	0
9	1	1	4	9	0	0	4
10	50	50	50	10	50	50	50
11	4	3	2	11	9	7	4
12	4	3	6	12	11	8	5
13	1	1	4	13	10	6	1
14	2	1	3	14	5	1	0
15	1	1	3	15	1	2	1
16	50	50	50	16	50	50	50
17	1	1	7	17	50	50	50
18	2	1	0	18	50	50	50
19	3	3	5	19	50	50	50
20	3	3	0	20	50	50	50
A	-	-	-	A	-	-	-
B	9	115	92	B	37	241	352
C	191	85	108	C	363	159	48

<b>%70 Örtüşme Oranı, 0.5 Etki Büyüklüğü, 50:50 Grup Oranı</b>							
<b>7.Koşul</b>				<b>8.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
1	4	3	23	1	5	5	13
2	5	5	23	2	10	9	18
3	43	37	41	3	30	25	41
4	32	29	36	4	21	21	41
5	2	1	19	5	3	2	14
6	1	1	18	6	4	3	16
7	2	3	16	7	7	7	19
8	3	3	19	8	3	3	13
9	2	1	22	9	5	6	14
10	46	46	40	10	32	31	42
11	3	3	20	11	7	7	14
12	6	4	24	12	5	5	12
13	2	2	24	13	6	7	10
14	5	5	23	14	4	5	8
15	3	2	24	15	4	4	13
16	42	40	37	16	30	30	44
17	6	4	22	17	25	21	41
18	2	2	23	18	26	26	43
19	4	4	20	19	21	21	44
20	5	4	17	20	38	32	42
<b>A</b>	<b>163</b>	<b>152</b>	<b>-</b>	<b>A</b>	<b>222</b>	<b>207</b>	<b>-</b>
<b>B</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>135</b>	<b>B</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>251</b>
<b>C</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>19</b>	<b>C</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>87</b>

<b>%70 Örtüşme Oranı, 0.7 Etki Büyüklüğü, 50:50 Grup Oranı</b>							
<b>9.Koşul</b>				<b>10.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
<b>1</b>	0	0	9	<b>1</b>	7	7	0
<b>2</b>	1	1	8	<b>2</b>	2	3	5
<b>3</b>	50	49	49	<b>3</b>	47	47	50
<b>4</b>	46	46	48	<b>4</b>	45	44	50
<b>5</b>	2	2	11	<b>5</b>	3	2	3
<b>6</b>	2	2	7	<b>6</b>	5	6	6
<b>7</b>	2	2	6	<b>7</b>	1	1	5
<b>8</b>	4	4	6	<b>8</b>	3	4	0
<b>9</b>	3	1	4	<b>9</b>	1	1	0
<b>10</b>	50	50	48	<b>10</b>	46	46	50
<b>11</b>	1	1	4	<b>11</b>	1	2	5
<b>12</b>	2	2	5	<b>12</b>	8	5	5
<b>13</b>	1	1	2	<b>13</b>	6	5	0
<b>14</b>	5	5	4	<b>14</b>	4	4	4
<b>15</b>	4	3	5	<b>15</b>	6	6	0
<b>16</b>	49	49	49	<b>16</b>	43	43	50
<b>17</b>	4	4	7	<b>17</b>	50	48	50
<b>18</b>	3	3	3	<b>18</b>	47	45	50
<b>19</b>	3	1	11	<b>19</b>	44	43	50
<b>20</b>	3	1	4	<b>20</b>	47	46	50
<b>A</b>	<b>195</b>	<b>194</b>	-	<b>A</b>	<b>369</b>	<b>362</b>	-
<b>B</b>	-	-	<b>152</b>	<b>B</b>	-	-	<b>379</b>
<b>C</b>	-	-	<b>42</b>	<b>C</b>	-	-	<b>21</b>



<b>%70 Örtüşme Oranı, 1.0 Etki Büyüklüğü, 50:50 Grup Oranı</b>							
<b>11.Koşul</b>				<b>12.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
1	2	1	0	1	2	3	3
2	0	0	5	2	1	2	0
3	50	50	50	3	50	50	50
4	50	50	50	4	50	50	50
5	1	1	5	5	0	0	4
6	4	3	4	6	2	1	0
7	0	0	5	7	0	1	0
8	0	0	0	8	2	3	0
9	0	0	6	9	1	1	2
10	50	50	50	10	50	50	50
11	3	3	0	11	0	1	0
12	3	3	4	12	1	1	5
13	0	0	4	13	1	2	4
14	4	3	8	14	2	2	0
15	2	2	5	15	0	1	1
16	50	50	50	16	50	50	50
17	3	3	4	17	50	50	50
18	2	2	0	18	50	50	50
19	1	1	0	19	50	50	50
20	2	2	0	20	50	50	50
A	200	200	-	A	400	400	-
B	-	-	148	B	-	-	314
C	-	-	52	C	-	-	86

<b>%50 Örtüşme Oranı, 0.5 Etki Büyüklüğü, 50:50 Grup Oranı</b>							
<b>13.Koşul</b>				<b>14.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
<b>1</b>	5	3	20	<b>1</b>	0	0	10
<b>2</b>	4	3	19	<b>2</b>	3	4	13
<b>3</b>	3	0	28	<b>3</b>	3	3	41
<b>4</b>	0	0	29	<b>4</b>	3	3	48
<b>5</b>	5	3	17	<b>5</b>	0	0	12
<b>6</b>	4	3	16	<b>6</b>	0	0	10
<b>7</b>	4	4	15	<b>7</b>	3	0	8
<b>8</b>	4	0	17	<b>8</b>	5	3	8
<b>9</b>	4	4	20	<b>9</b>	2	3	11
<b>10</b>	0	0	31	<b>10</b>	3	4	47
<b>11</b>	3	3	16	<b>11</b>	3	0	8
<b>12</b>	5	5	18	<b>12</b>	4	4	10
<b>13</b>	0	0	19	<b>13</b>	0	0	12
<b>14</b>	3	3	20	<b>14</b>	3	0	10
<b>15</b>	0	0	19	<b>15</b>	3	3	13
<b>16</b>	2	3	32	<b>16</b>	3	3	48
<b>17</b>	2	0	18	<b>17</b>	5	3	47
<b>18</b>	3	3	15	<b>18</b>	3	0	45
<b>19</b>	0	0	17	<b>19</b>	5	5	46
<b>20</b>	4	0	21	<b>20</b>	3	0	47
<b>A</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	-	<b>A</b>	<b>28</b>	<b>21</b>	-
<b>B</b>	-	-	<b>63</b>	<b>B</b>	-	-	<b>188</b>
<b>C</b>	-	-	<b>57</b>	<b>C</b>	-	-	<b>181</b>

<b>%50 Örtüşme Oranı, 0.7 Etki Büyüklüğü, 50:50 Grup Oranı</b>							
<b>15.Koşul</b>				<b>16.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
<b>1</b>	1	1	16	<b>1</b>	0	0	0
<b>2</b>	5	1	24	<b>2</b>	0	0	4
<b>3</b>	1	1	43	<b>3</b>	0	0	50
<b>4</b>	0	1	46	<b>4</b>	4	0	50
<b>5</b>	0	0	20	<b>5</b>	3	4	5
<b>6</b>	5	4	13	<b>6</b>	0	0	5
<b>7</b>	3	3	13	<b>7</b>	10	5	0
<b>8</b>	3	0	15	<b>8</b>	0	0	3
<b>9</b>	0	0	17	<b>9</b>	0	0	7
<b>10</b>	2	5	46	<b>10</b>	3	3	50
<b>11</b>	4	3	15	<b>11</b>	0	0	4
<b>12</b>	3	2	13	<b>12</b>	2	2	6
<b>13</b>	4	4	14	<b>13</b>	3	0	2
<b>14</b>	4	4	16	<b>14</b>	0	0	4
<b>15</b>	3	3	9	<b>15</b>	0	0	3
<b>16</b>	7	8	44	<b>16</b>	3	3	50
<b>17</b>	0	0	13	<b>17</b>	7	0	50
<b>18</b>	3	4	11	<b>18</b>	2	3	50
<b>19</b>	1	0	12	<b>19</b>	0	0	50
<b>20</b>	2	2	16	<b>20</b>	2	2	50
<b>A</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	-	<b>A</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>383</b>
<b>B</b>	-	-	<b>167</b>	<b>B</b>	-	-	<b>17</b>
<b>C</b>	-	-	<b>12</b>	<b>C</b>	-	-	-

<b>%50 Örtüşme Oranı, 1.0 Etki Büyüklüğü, 50:50 Grup Oranı</b>							
<b>17.Koşul</b>				<b>18.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
1	0	0	0	1	6	6	0
2	0	0	4	2	6	5	1
3	3	3	50	3	5	6	50
4	2	0	50	4	0	0	50
5	3	0	6	5	5	4	3
6	0	0	3	6	0	1	2
7	3	0	5	7	4	0	0
8	5	3	3	8	0	1	0
9	0	0	0	9	4	1	0
10	0	0	50	10	0	0	50
11	3	2	4	11	6	0	2
12	0	0	3	12	5	0	2
13	0	0	3	13	4	2	0
14	4	0	3	14	0	0	0
15	0	0	0	15	0	0	0
16	2	3	50	16	0	0	50
17	2	3	5	17	0	0	50
18	6	7	0	18	6	4	50
19	3	2	0	19	4	0	50
20	0	0	2	20	0	0	50
A	7	6	129	A	15	10	-
B	-	-	71	B	-	-	297
C	-	-	-	C	-	-	103

<b>%90 Örtüşme Oranı, 0.5 Etki Büyüklüğü, 80:20 Grup Oranı</b>							
<b>19.Koşul</b>				<b>20.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
<b>1</b>	1	1	34	<b>1</b>	7	9	14
<b>2</b>	1	1	24	<b>2</b>	4	4	19
<b>3</b>	45	45	30	<b>3</b>	48	49	35
<b>4</b>	45	45	36	<b>4</b>	45	45	33
<b>5</b>	0	2	37	<b>5</b>	0	2	21
<b>6</b>	4	4	20	<b>6</b>	3	4	14
<b>7</b>	0	0	32	<b>7</b>	4	4	10
<b>8</b>	0	0	27	<b>8</b>	2	2	12
<b>9</b>	0	0	20	<b>9</b>	4	4	13
<b>10</b>	42	42	40	<b>10</b>	46	46	37
<b>11</b>	2	0	23	<b>11</b>	6	6	12
<b>12</b>	3	3	32	<b>12</b>	2	2	10
<b>13</b>	6	4	29	<b>13</b>	1	2	9
<b>14</b>	1	0	24	<b>14</b>	6	6	13
<b>15</b>	1	0	21	<b>15</b>	4	4	15
<b>16</b>	47	47	30	<b>16</b>	46	45	35
<b>17</b>	1	3	17	<b>17</b>	36	34	34
<b>18</b>	2	0	19	<b>18</b>	37	36	38
<b>19</b>	5	5	18	<b>19</b>	39	38	39
<b>20</b>	4	4	18	<b>20</b>	41	39	40
<b>A</b>	<b>145</b>	<b>164</b>	-	<b>A</b>	<b>325</b>	<b>328</b>	-
<b>B</b>	<b>34</b>	<b>15</b>	<b>98</b>	<b>B</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>235</b>
<b>C</b>	-	-	<b>38</b>	<b>C</b>	-	-	<b>56</b>

<b>%90 Örtüşme Oranı, 0.7 Etki Büyüklüğü, 80:20 Grup Oranı</b>							
<b>21.Koşul</b>				<b>22.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
1	3	3	13	1	1	1	5
2	2	3	14	2	8	5	8
3	50	50	45	3	50	50	50
4	50	50	48	4	50	50	50
5	2	1	18	5	2	1	8
6	1	1	15	6	1	2	3
7	2	2	11	7	7	7	6
8	5	3	19	8	3	3	9
9	2	2	14	9	2	2	6
10	50	50	46	10	50	50	50
11	5	5	12	11	0	0	8
12	2	2	11	12	5	6	5
13	0	0	9	13	7	7	4
14	1	1	9	14	4	3	13
15	0	0	8	15	0	0	9
16	50	50	43	16	50	50	50
17	2	1	15	17	50	50	50
18	2	0	14	18	50	50	50
19	5	3	11	19	50	50	50
20	4	3	9	20	50	50	50
<b>A</b>	<b>43</b>	<b>107</b>	<b>-</b>	<b>A</b>	<b>32</b>	<b>295</b>	<b>-</b>
<b>B</b>	<b>157</b>	<b>93</b>	<b>111</b>	<b>B</b>	<b>364</b>	<b>105</b>	<b>217</b>
<b>C</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>71</b>	<b>C</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>183</b>

<b>%90 Örtüşme Oranı, 1.0 Etki Büyüklüğü, 80:20 Grup Oranı</b>							
<b>23.Koşul</b>				<b>24.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
<b>1</b>	3	1	1	<b>1</b>	5	5	0
<b>2</b>	0	0	3	<b>2</b>	2	3	4
<b>3</b>	50	50	50	<b>3</b>	50	48	50
<b>4</b>	50	50	50	<b>4</b>	50	49	50
<b>5</b>	3	2	6	<b>5</b>	2	2	9
<b>6</b>	4	3	1	<b>6</b>	0	0	0
<b>7</b>	1	1	0	<b>7</b>	3	3	0
<b>8</b>	2	2	0	<b>8</b>	2	3	1
<b>9</b>	1	1	1	<b>9</b>	0	0	0
<b>10</b>	50	50	50	<b>10</b>	50	50	50
<b>11</b>	2	2	1	<b>11</b>	1	1	2
<b>12</b>	0	0	0	<b>12</b>	2	2	8
<b>13</b>	1	1	1	<b>13</b>	0	0	3
<b>14</b>	1	1	2	<b>14</b>	0	1	0
<b>15</b>	1	1	1	<b>15</b>	0	0	5
<b>16</b>	50	50	50	<b>16</b>	50	48	50
<b>17</b>	2	1	5	<b>17</b>	50	49	50
<b>18</b>	0	0	2	<b>18</b>	50	49	50
<b>19</b>	1	0	4	<b>19</b>	50	48	50
<b>20</b>	3	3	0	<b>20</b>	50	50	50
<b>A</b>	-	-	-	<b>A</b>	-	-	-
<b>B</b>	<b>20</b>	<b>133</b>	<b>113</b>	<b>B</b>	<b>114</b>	<b>279</b>	<b>346</b>
<b>C</b>	<b>180</b>	<b>67</b>	<b>87</b>	<b>C</b>	<b>286</b>	<b>121</b>	<b>54</b>

<b>%70 Örtüşme Oranı, 0.5 Etki Büyüklüğü, 80:20 Grup Oranı</b>							
<b>25.Koşul</b>				<b>26.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
<b>1</b>	7	6	31	<b>1</b>	6	6	21
<b>2</b>	0	0	21	<b>2</b>	2	2	14
<b>3</b>	25	22	26	<b>3</b>	16	14	44
<b>4</b>	13	11	28	<b>4</b>	13	12	44
<b>5</b>	2	2	22	<b>5</b>	3	3	16
<b>6</b>	4	3	25	<b>6</b>	2	3	13
<b>7</b>	3	3	35	<b>7</b>	5	5	15
<b>8</b>	4	3	29	<b>8</b>	5	5	16
<b>9</b>	4	4	23	<b>9</b>	4	4	17
<b>10</b>	22	21	25	<b>10</b>	16	16	42
<b>11</b>	8	7	20	<b>11</b>	10	10	17
<b>12</b>	5	5	21	<b>12</b>	0	0	19
<b>13</b>	4	3	30	<b>13</b>	2	2	19
<b>14</b>	3	2	18	<b>14</b>	7	6	10
<b>15</b>	4	3	23	<b>15</b>	9	7	14
<b>16</b>	29	28	28	<b>16</b>	14	13	44
<b>17</b>	2	1	28	<b>17</b>	13	10	47
<b>18</b>	1	1	31	<b>18</b>	13	11	43
<b>19</b>	2	1	25	<b>19</b>	17	15	46
<b>20</b>	3	2	24	<b>20</b>	13	11	43
<b>A</b>	<b>89</b>	<b>82</b>	-	<b>A</b>	<b>115</b>	<b>102</b>	-
<b>B</b>	-	-	<b>86</b>	<b>B</b>	-	-	<b>188</b>
<b>C</b>	-	-	<b>21</b>	<b>C</b>	-	-	<b>165</b>



<b>%70 Örtüşme Oranı, 0.7 Etki Büyüklüğü, 80:20 Grup Oranı</b>							
<b>27.Koşul</b>				<b>28.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
<b>1</b>	0	0	11	<b>1</b>	9	9	3
<b>2</b>	0	0	13	<b>2</b>	10	10	3
<b>3</b>	36	33	47	<b>3</b>	25	19	50
<b>4</b>	26	23	45	<b>4</b>	19	14	50
<b>5</b>	2	1	21	<b>5</b>	3	3	6
<b>6</b>	2	2	9	<b>6</b>	7	6	1
<b>7</b>	4	4	7	<b>7</b>	8	7	7
<b>8</b>	3	4	13	<b>8</b>	4	4	5
<b>9</b>	2	2	18	<b>9</b>	7	8	7
<b>10</b>	39	36	46	<b>10</b>	25	21	50
<b>11</b>	6	5	10	<b>11</b>	10	11	6
<b>12</b>	1	1	14	<b>12</b>	4	4	2
<b>13</b>	5	5	12	<b>13</b>	9	9	9
<b>14</b>	6	3	14	<b>14</b>	3	4	7
<b>15</b>	4	5	20	<b>15</b>	6	7	6
<b>16</b>	28	25	45	<b>16</b>	24	24	50
<b>17</b>	5	4	12	<b>17</b>	21	15	50
<b>18</b>	3	3	8	<b>18</b>	23	21	50
<b>19</b>	0	0	9	<b>19</b>	18	19	50
<b>20</b>	1	1	9	<b>20</b>	22	16	50
<b>A</b>	<b>139</b>	<b>117</b>	-	<b>A</b>	<b>177</b>	<b>149</b>	-
<b>B</b>	-	-	<b>87</b>	<b>B</b>	-	-	<b>98</b>
<b>C</b>	-	-	<b>96</b>	<b>C</b>	-	-	<b>102</b>

<b>%70 Örtüşme Oranı, 1.0 Etki Büyüklüğü, 80:20 Grup Oranı</b>							
<b>29.Koşul</b>				<b>30.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
<b>1</b>	0	0	4	<b>1</b>	9	9	2
<b>2</b>	0	0	3	<b>2</b>	7	8	2
<b>3</b>	46	45	50	<b>3</b>	40	40	50
<b>4</b>	38	38	50	<b>4</b>	32	26	50
<b>5</b>	1	1	7	<b>5</b>	0	0	2
<b>6</b>	1	1	2	<b>6</b>	4	5	2
<b>7</b>	5	5	2	<b>7</b>	10	12	0
<b>8</b>	3	2	0	<b>8</b>	2	3	5
<b>9</b>	0	0	1	<b>9</b>	1	2	5
<b>10</b>	48	48	50	<b>10</b>	37	32	50
<b>11</b>	2	2	0	<b>11</b>	6	7	2
<b>12</b>	5	4	8	<b>12</b>	8	7	5
<b>13</b>	1	1	0	<b>13</b>	7	8	2
<b>14</b>	1	1	0	<b>14</b>	0	2	1
<b>15</b>	2	1	2	<b>15</b>	9	11	0
<b>16</b>	46	44	50	<b>16</b>	37	36	50
<b>17</b>	1	1	7	<b>17</b>	38	36	50
<b>18</b>	5	4	7	<b>18</b>	35	30	50
<b>19</b>	3	3	1	<b>19</b>	34	30	50
<b>20</b>	2	2	5	<b>20</b>	38	36	50
<b>A</b>	<b>178</b>	<b>175</b>	-	<b>A</b>	<b>291</b>	<b>266</b>	-
<b>B</b>	-	-	<b>134</b>	<b>B</b>	-	-	<b>359</b>
<b>C</b>	-	-	<b>66</b>	<b>C</b>	-	-	<b>41</b>

<b>%50 Örtüşme Oranı, 0.5 Etki Büyüklüğü, 80:20 Grup Oranı</b>							
<b>31.Koşul</b>				<b>32.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
<b>1</b>	3	3	24	<b>1</b>	0	0	15
<b>2</b>	5	5	9	<b>2</b>	0	0	16
<b>3</b>	3	3	33	<b>3</b>	1	1	45
<b>4</b>	2	2	36	<b>4</b>	3	3	44
<b>5</b>	0	0	24	<b>5</b>	4	4	16
<b>6</b>	2	2	27	<b>6</b>	4	4	13
<b>7</b>	2	2	12	<b>7</b>	0	0	14
<b>8</b>	7	6	21	<b>8</b>	4	4	15
<b>9</b>	4	2	21	<b>9</b>	5	5	16
<b>10</b>	2	2	42	<b>10</b>	4	3	45
<b>11</b>	3	3	18	<b>11</b>	3	2	11
<b>12</b>	4	4	33	<b>12</b>	0	0	19
<b>13</b>	3	2	6	<b>13</b>	1	1	13
<b>14</b>	2	1	24	<b>14</b>	0	0	13
<b>15</b>	6	6	12	<b>15</b>	0	0	12
<b>16</b>	2	2	39	<b>16</b>	2	2	45
<b>17</b>	2	2	24	<b>17</b>	0	0	48
<b>18</b>	0	0	24	<b>18</b>	0	0	46
<b>19</b>	0	0	21	<b>19</b>	0	0	44
<b>20</b>	3	3	25	<b>20</b>	2	2	48
<b>A</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	-	<b>A</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	-
<b>B</b>	-	-	<b>127</b>	<b>B</b>	-	-	<b>189</b>
<b>C</b>	-	-	<b>23</b>	<b>C</b>	-	-	<b>176</b>

<b>%50 Örtüşme Oranı, 0.5 Etki Büyüklüğü, 80:20 Grup Oranı</b>							
<b>33.Koşul</b>				<b>34.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
1	1	1	11	1	7	5	5
2	1	1	9	2	6	6	9
3	0	0	47	3	1	0	50
4	1	1	48	4	0	0	50
5	3	3	18	5	0	0	6
6	0	0	11	6	0	0	5
7	0	0	11	7	6	6	7
8	1	1	18	8	3	2	7
9	0	0	12	9	0	0	8
10	1	1	46	10	0	0	50
11	4	4	8	11	8	8	5
12	0	0	9	12	0	0	9
13	5	5	12	13	0	0	8
14	7	5	7	14	3	3	7
15	0	0	6	15	1	0	4
16	2	2	44	16	0	0	50
17	0	0	13	17	0	0	50
18	0	0	12	18	0	0	50
19	8	7	11	19	5	4	50
20	3	3	10	20	4	3	50
A	4	4	-	A	10	7	-
B	-	-	107	B	-	-	125
C	-	-	78	C	-	-	275

<b>%50 Örtüşme Oranı, 0.5 Etki Büyüklüğü, 80:20 Grup Oranı</b>							
<b>35.Koşul</b>				<b>36.Koşul</b>			
<b>%20 DMF'li Madde Oranı</b>				<b>%40 DMF'li Madde Oranı</b>			
<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>	<b>Madde</b>	<b>MH</b>	<b>LORD</b>	<b>ÇDKMTK</b>
<b>1</b>	0	0	2	<b>1</b>	4	4	0
<b>2</b>	1	1	8	<b>2</b>	0	0	3
<b>3</b>	0	0	50	<b>3</b>	0	0	50
<b>4</b>	4	4	50	<b>4</b>	5	5	50
<b>5</b>	0	0	5	<b>5</b>	0	0	8
<b>6</b>	0	0	3	<b>6</b>	0	0	2
<b>7</b>	3	2	2	<b>7</b>	0	0	0
<b>8</b>	6	4	2	<b>8</b>	7	7	1
<b>9</b>	0	0	0	<b>9</b>	0	0	1
<b>10</b>	2	2	50	<b>10</b>	4	4	50
<b>11</b>	2	2	2	<b>11</b>	0	0	5
<b>12</b>	2	2	5	<b>12</b>	0	0	9
<b>13</b>	0	0	0	<b>13</b>	0	0	3
<b>14</b>	2	2	9	<b>14</b>	3	3	2
<b>15</b>	4	3	2	<b>15</b>	0	0	5
<b>16</b>	0	0	50	<b>16</b>	4	4	50
<b>17</b>	2	2	4	<b>17</b>	0	0	50
<b>18</b>	4	3	4	<b>18</b>	0	0	50
<b>19</b>	3	3	5	<b>19</b>	3	2	50
<b>20</b>	1	0	5	<b>20</b>	3	3	50
<b>A</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	-	<b>A</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	-
<b>B</b>	-	-	<b>167</b>	<b>B</b>	-	-	<b>296</b>
<b>C</b>	-	-	<b>33</b>	<b>C</b>	-	-	<b>104</b>

**EK 3. ANLAMLI BULUNAN ANA ETKİLER VE ETKİLEŞİMLERE GÖRE I.TİP  
HATA VE GÜÇ ORANLARI**

	I. Tip Hata					Güç			
	1.koşul	2.koşul	MH	Lord	ÇDKMTK	MH	Lord	ÇDKMTK	
RO	50:50		-	-	0.168	-	-	-	
	80:20		-	-	0.204	-	-	-	
EB	0.5		-	-	0.35	50.16	48.5	77.65	
	0.7		-	-	0.157	59.47	58.10	96.75	
	1.0		-	-	0.051	64.7	63.72	100.0	
DMO	%20		0.048	0.039	0.238	-	-	87.39	
	%40		0.067	0.06	0.134	-	-	95.55	
ÖÖ	%90		0.052	0.045	-	97.83	97.52	-	
	%70		0.071	0.070	-	72.3	69.3	-	
	%50		0.046	0.033	-	4.19	3.56	-	
RO*ÖÖ	50:50	%90	-	-	-	100.0	100.0	-	
		%70	-	-	-	87.38	85.88	-	
		%50	-	-	-	5.1	4.13	-	
	80:20	%90	-	-	-	95.66	95.04	-	
		%70	-	-	-	57.3	52.72	-	
		%50	-	-	-	3.25	3.0	-	
EB*DMO	0.5	%20	-	-	0.44	-	-	68.66	
		%40	-	-	0.261	-	-	86.64	
	0.7	%20	-	-	0.21	-	-	93.5	
		%40	-	-	0.10	-	-	100.0	
	1.0	%20	-	-	0.063	-	-	100.0	
		%40	-	-	0.039	-	-	100.0	
EB*ÖÖ	0.5	%90	-	-	-	93.5	93.13	-	
		%70	-	-	-	51.93	48.58	-	
		%50	-	-	-	5.06	3.93	-	
	0.7	%90	-	-	-	100.0	100.0	-	
		%70	-	-	-	74.65	70.83	-	
		%50	-	-	-	3.76	3.5	-	
	1.0	%90	-	-	-	100.0	99.43	-	
		%70	-	-	-	90.43	88.5	-	
		%50	-	-	-	3.76	3.25	-	
	DMO*ÖÖ	%20	%90	-	0.035	-	-	98.25	-
			%70	-	0.047	-	-	96.79	-
			%50	-	0.036	-	-	76.66	-
%40		%90	-	0.056	-	-	61.93	-	
		%70	-	0.093	-	-	3.95	-	
		%50	-	0.030	-	-	3.16	-	

RO:Referans-Odak Grup Oranı, EB:Etki Büyüklüğü, DMO:DMF İçeren Madde Oranı ,ÖÖ:Örtüşme Oranı

#### EK 4. ÇDKMTK İLE ELDE EDİLEN RMSE VE YANLILIK DEĞERLERİ

Referans- Odak Grup Oranı	Örtüşme Oranı	DMF'li Madde Oranı	DMF Etki Büyüküğü	RMSE	YANLILIK	
50:50	%90	%20	0.5	0.262	-0.009	
		%40	0.5	0.224	0.0443	
		%20	0.7	0.238	-0.025	
		%40	0.7	0.22	0.03	
		%20	1.0	0.204	0.036	
		%40	1.0	0.191	0.03	
	%70	%20	0.5	0.314	-0.004	
		%40	0.5	0.23	0.01	
		%20	0.7	0.306	-0.03	
		%40	0.7	0.237	0.012	
		%20	1.0	0.304	0.075	
		%40	1.0	0.224	0.102	
	%50	%20	0.5	0.249	-0.023	
		%40	0.5	0.208	-0.007	
		%20	0.7	0.238	-0.020	
		%40	0.7	0.2	0.019	
		%20	1.0	0.242	0.004	
		%40	1.0	0.215	0.012	
	80:20	%90	%20	0.5	0.25	-0.008
			%40	0.5	0.218	0.032
%20			0.7	0.22	-0.024	
%40			0.7	0.178	0.02	
%20			1.0	0.214	0.018	
%40			1.0	0.171	0.012	
%70		%20	0.5	0.239	-0.018	
		%40	0.5	0.19	-0.009	
		%20	0.7	0.234	-0.011	
		%40	0.7	0.179	0.017	
		%20	1.0	0.223	0.015	
		%40	1.0	0.183	0.059	
%50		%20	0.5	0.233	-0.009	
		%40	0.5	0.196	0.004	
	%20	0.7	0.237	-0.01		
	%40	0.7	0.203	0.074		
	%20	1.0	0.213	0.04		
	%40	1.0	0.179	0.08		

## EK 5: MANTEL HAENSZEL (MH), LORD'UN $\chi^2$ YÖNTEMLERİ VE ÇDKMTK ANALİZİ İÇİN YAZILAN KODLAR

*R programında MH yönteminin analizlerine ilişkin örnek kod:*

```
>mydata<-read.table("D:/veriler/12.koşul/11.run12.koşul.txt")
>difMH(mydata[,4:23],group=mydata[,24],focal.name=1,save.output=TRUE,purify=TRUE)
```

*R programında Lord'un  $\chi^2$  yönteminin analizlerine ilişkin örnek kod:*

```
>mydata<- read.table("D:/veriler/1.koşul/22.run1.koşul.txt")
>difLord(mydata[,4:23],group=mydata[,24],focal.name=1,save.output=TRUE,
output=c("Lordresults","D:/lord/22.run1.koşul.txt","default"),model="1PL",purify=TRUE)
```

*ÇDKMTK için Mplus Kodu:*

**TITLE:** this is an example of a two-level IRT mixture analysis  
with binary factor indicators and a between-level  
categorical latent variable

**VARIABLE:** NAMES ARE sample School student M1-M20 g dum dumb;  
USEVARIABLES = M1-M20;  
CATEGORICAL = M1-M20;  
CLASSES = C(2) L(2);  
BETWEEN = C;  
CLUSTER = School;  
DATA: FILE = 4.run9.koşul.dat;  
ANALYSIS: TYPE = TWOLEVEL MIXTURE;  
ALGORITHM = INTEGRATION;  
PROCESSORS = 2;

**MODEL:**

```
%WITHIN%
%OVERALL%
    f BY M1-M20* (1);
f@1;
[f@0];
%BETWEEN%
%OVERALL%
%C#1.L#1%
[M1$1-M20$1];
%C#1.L#2%
[M1$1-M20$1];
```

**OUTPUT:** TECH1 TECH8;

*R MplusAutomation kütüphanesinde Mplus komutlarını çalıştırma kodu:*

```
runModels("D:/veriler/9.koşul/dat", recursive=TRUE, showOutput=TRUE)
```



## EK 6: VERİ ÜRETMEDE KULLANILAN C SHARP KOMUTU

```
using System;
using System.IO;

/* Çok düzeyli verinin genel tipi...
   Not: Okullar arasında modelde fark çıkmamalı,
       2 farklı beta üretilen durumda,
       programın hepsini birbirinden farklı gösterdiğine karar verildi! */
/* Örtük Sınıflar: Öğrenci Düzeyi ve Okul Düzeyi --- dağıtılıyor --- 0.5 oranı
   ile...
   [örneğin 3. madde için B ve B + 0.5] */
namespace ConsoleApplicationMatlab
{
    /// <summary>
    /// z - Matlab Code
    /// T = normrnd(0, 1, 2000, 1);
    /// B = normrnd(0, 1, 1, 20);
    /// 5000/2000/1000/500 öğrenci (veri seti) ile 100 farklı okuldan öğrenciler
    alınıyor...
    /// 2 öğrenci grubu [grup değişkeni: Kızlar ve Erkekler] için birey sayıları
    /// 1. Koşul: %50 %50 : 1000 1000 --- 2. Koşul: %80 %20 : 1600 400
    /// 3. %90 %70 %50 : 1000 1000 -> 900 100 - 700 300 - 500 500
    /// </summary>
    class Program
    {
        static int sample/*studentCount*/, section = 20;
        static int schoolCount = 100, studentPerSchool, run = 1;

        static double[] Teta, Beta = new double[section];
        static int[, ] classes;

        static Random rand = new Random();

        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("Run parametresi için değer giriniz: ");
            string str = Console.ReadLine();
            if (Int32.TryParse(str, out run))
            {
                if (run <= 0) run = 1;
                else if (run > 100) run = 100;
            }
            else run = 1;

            Console.WriteLine("Örneklem Seçeneği\n\t5000 için '1'\n\t");
            Console.WriteLine("1000 için '2' - 500 için '3' tuşuna basınız.\n\t\t");
            Console.WriteLine("Diğer durumlarda 2000 örneklem için yapılacak!\r\n");

            char ch = Console.ReadKey().KeyChar;
            if (ch == '1') sample = 5000;
            else if (ch == '2') sample = 1000;
            else if (ch == '3') sample = 500;
            else sample = 2000; // default

            str = "z - Teta (" + sample + ").txt";

            studentPerSchool = sample / schoolCount;
            Teta = new double[sample];
            classes = new int[studentPerSchool, 3];
        }
    }
}
```

```

readFromFile(ref Teta, str);
readFromFile(ref Beta, "z - Beta.txt");

Console.WriteLine(string.Format("{0,13} {1}", "Class1", "Class2"));

/* Toplamda 36 alternatif var... */
int inc = 0;
// Grup değişkeni %* ayrışacak.
foreach (int g in new int[] { 50, 80 })
    // Örtüşme parametresi
    // Örneğin kızların %90'ı örtük sınıf 1'de %10'u örtük sınıf
2'de...
    foreach (int c in new int[] { 90, 70, 50 })
    {
        Generate(g, c);
        // İlgili maddelere * eklenecek.
        foreach (double l in new double[] { 0.5, 0.7, 1.0 })
            // * madde
            foreach (int k in new int[] { 4, 8 })
                for (int r = 1; r <= run; r++)
                    write2TextFile(++inc, g, c, l, k, r);
    }
}

/// <summary>
/// Teta ve Beta parametrelerinin yerine yazılması ile
/// her öğrencinin maddeyi %50 olasılık ile doğru cevaplama olasılığı!
/// </summary>
/// <param name="T"></param>
/// <param name="B"></param>
/// <returns></returns>
protected static double P(double T, double B)
{
    return 1 / (1 + Math.Exp(B - T));
}

/// <summary>
/// 20 madde için 0 ile 1 arasında uniform dağılım ile
/// üretilen random sayı < P olasılığı ise
/// maddeye 1 (Doğru), değilse 0 (Yanlış) atanacak!
/// </summary>
/// <param name="probability"></param>
/// <returns></returns>
protected static int R(double probability)
{
    double randomValue = rand.NextDouble();
    if (randomValue < probability)
        return 1;
    return 0;
}

/// <summary>
/// [2 grup: Kız / Erkek -> Gözlenen değişken G] --- C: örtük sınıflar
/// </summary>
/// <param name="maleRate"></param>
/// <param name="sampleRate"></param>
private static void Generate(int maleRate, int sampleRate)
{
    // Groups... [femaleRate = 100 - maleRate]
    int maleCount = sample * maleRate / 100, femaleCount = sample -
maleCount;

    // Male Classes...

```

```

int maleClass1 = maleCount * sampleRate / 100,
    maleClass2 = maleCount - maleClass1;
// Female Classes...
int femaleClass2 = femaleCount * sampleRate / 100,
    femaleClass1 = femaleCount - femaleClass2;

Console.WriteLine(String.Format("Group1: {0,5}{1,7}",
    maleClass1, maleClass2));
Console.WriteLine(String.Format("Group2: {0,5}{1,7}",
    femaleClass1, femaleClass2));

int MC1 = maleClass1 / schoolCount, MC2 = maleCount / schoolCount - MC1,
    FC1 = femaleClass1 / schoolCount, FC2 = femaleCount / schoolCount -
FC1;

int i, MC = maleCount / schoolCount;

for (i = 0; i < MC1; i++)
{
    classes[i, 0] = 1; classes[i, 1] = 1;
}
for (; i < MC; i++)
{
    classes[i, 0] = 1; classes[i, 1] = 2;
}
for (; i < MC + FC1; i++)
{
    classes[i, 0] = 2; classes[i, 1] = 1;
}
for (; i < studentPerSchool; i++)
{
    classes[i, 0] = 2; classes[i, 1] = 2;
}

#region C değişkeni L değişkeninin içine %60'a %40 oranla dağıtılıyor...
double rate = 0.6;
for (i = 0; i < MC1 * rate; i++) classes[i, 2] = 1;
for (; i < MC1; i++) classes[i, 2] = 2;

for (; i < MC1 + MC2 * rate; i++) classes[i, 2] = 1;
for (; i < MC; i++) classes[i, 2] = 2;

for (; i < MC + FC1 * rate; i++) classes[i, 2] = 1;
for (; i < MC + FC1; i++) classes[i, 2] = 2;

for (; i < MC + FC1 + FC2 * rate; i++) classes[i, 2] = 1;
for (; i < studentPerSchool; i++) classes[i, 2] = 2;
#endregion
}

/// <summary>
/// Writes info to the file related to the combination...
/// </summary>
/// <param name="inc">increment</param>
/// <param name="g">group -> G1: Male and G2: Female</param>
/// <param name="c">class</param>
/// <param name="rate">rate</param>
/// <param name="betaChange">beta change alternative</param>
/// <param name="run">run times</param>
private static void write2TextFile(int inc, int g, int c, double rate, int
betaChange, int run)
{

```

```

'0') +
string fileName = "Data\\z - Data" + Convert.ToString(inc).PadLeft(3,
    " (" + g + " - " + c + " - " + rate +
    " - M" + betaChange + " - Run" + run + ").txt";

StreamWriter writer = new StreamWriter(fileName);
writer.Write(String.Format("{0,6}{1,8}{2,9}",
    "Sample", "School", "Student"));
for (int k = 1; k <= section; k++)
    writer.Write(String.Format("{0,5:0.0}", "M" + k));
writer.WriteLine(String.Format("{0,3}{1,3}{2,3}", "G", "C", "L"));

for (int i = 0; i < schoolCount; i++)
{
    for (int j = 0; j < studentPerSchool; j++)
    {
        int order = i * studentPerSchool + j;
        writer.Write(String.Format("{0,6}{1,8}{2,9}",
            order + 1, i + 1, j + 1));

        for (int k = 0; k < section; k++)
        {
            #region G-C-L Dağılımı...
            //GC L
            //11 1
            //11 2
            //12 1
            //12 2
            //21 1
            //21 2
            //22 1
            //22 2

            // These 20 beta sections are used for group variables.
            /// 0 1 0 1 denendi... \\

            /// 0 1 1 2 \\
            ////C1L1 - ekleme yok
            ////C1L2 - ekleme var
            ////C2L1 - ekleme var
            ////C2L2 - bir ekleme daha var.

            /// 0 0 1 1 \\
            ////C1L1 - ekleme yok
            ////C1L2 - ekleme yok
            ////C2L1 - ekleme var
            ////C2L2 - ekleme var (Yeniden ekleme yok!)
            #endregion

            double b = Beta[k];

            #region First Alternative...
            ////int ind = 1;
            ////if (classes[j, 1] == 1 && classes[j, 2] == 1)
            ////    ind = 0;
            /////// C2L2 için ekleme 2 kere olacak!
            ////else if (classes[j, 1] == 2 && classes[j, 2] == 2)
            ////    ind = 2;
            #endregion

            #region Second Alternative...
            int ind = 0;

```

```

// C2L1 ve C2L2 için ekleme olacak!
if (classes[j, 1] == 2)
    ind = 1;
#endregion

/* "3,4,10,16" -> %20 madde farklılaşacak, yani 4 madde
koşulu için */
if (betaChange == 4 &&
    (k == 2 || k == 3 || k == 9 || k == 15) ||
    betaChange == 8 &&
    (k == 2 || k == 3 || k == 9 || k == 15 ||
    k == 16 || k == 17 || k == 18 || k == 19))
    if (ind != 0)
        b += ind * rate;

double d = R(P(Teta[order], b));
writer.Write(String.Format("{0,5:0}", d));
}
writer.WriteLine(String.Format("{0,3}{1,3}{2,3}",
    classes[j, 0], classes[j, 1], classes[j, 2]));
}
}
writer.Close();
}
/// <summary>
/// Oluşturulan Teta ve Beta değerleri (madde güçlük parametreleri)
okunuyor...
/// </summary>
private static void readFromTextFile(ref double[] values, string txtFile)
{
    StreamReader reader = new StreamReader(txtFile);
    if (reader != null)
    {
        int i = 0;
        string str = String.Empty;
        while (!String.IsNullOrEmpty(str = reader.ReadLine()))
        {
            str = str.Replace("\t", " ");
            str = str.Replace("\n", " ");
            str = str.Replace("\r", " ");
            string[] strs = str.Split(' ');
            foreach (string s in strs)
                if (!s.Contains(" "))
                    values[i++] = Double.Parse(s);
        }
        reader.Close();
    }
}
}
}
}
}

```

## EK 7. ORJİNALLİK RAPORU

Originality GradeMark PeerMark

GÖZLENEN  
ŞEYMA UYAR TARAFINDAN

turnitin

%10  
BENZER

--  
0 ÜZERİNDEN

QuickMark Şablonu Ara

(İngilizce)Commonly Used

Yorum Metni seçiniz ve yorumla ilgili metni ışıklandırmak için Yorum düğmesine tıklayınız.

Awk. C/S Citation Needed

Commonly Confused Del.

Improper Citation Insert:

Missing "," P/V Run-on Sp.

Support Vague WC

Weak Transition

GÖZLENEN GRUPLARA VE ÖRTÜK SINIFLARA GÖRE  
BELİRLENEN DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNUN  
KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARING DIFFERENTIAL ITEM FUNCTIONING BASED  
ON MANIFEST GROUPS AND LATENT CLASSES

Şeyma UYAR

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

<i>Adı Soyadı</i>	Şeyma UYAR
<i>Doğum Yeri</i>	Kulu/KONYA
<i>Doğum Tarihi</i>	15.10.1985

### Eğitim Durumu

<i>Lise</i>	Metin Nuran Çakallıklı Anadolu Lisesi/ANTALYA	2003
<i>Lisans</i>	Anadolu Üniversitesi	2008
<i>Yüksek Lisans</i>	Hacettepe Üniversitesi	2011
<i>Yabancı Dil</i>	İngilizce: Okuma (Çok iyi), Yazma (Çok iyi), Konuşma (Orta) Almanca: Okuma (Çok İyi), Yazma (iyi), Konuşma (Orta)	

### İş Deneyimi

<i>Stajlar</i>		Buraya tarih aralığı yazılacak
<i>Projeler</i>		
<i>Çalıştığı Kurumlar</i>	Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	2008-halen

### Akademik Çalışmalar

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

--

**Seminer ve Çalıştaylar**

--

**Sertifikalar**

--

### İletişim

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

<i>Jüri Tarihi</i>	24/04/2015
--------------------	------------