

**PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN MADDE
TEPKİ KURAMI MODELLERİNİN FARKLI ÖRNEKLEMLER
VE TEST UZUNLUĞUNDA KARŞILAŞTIRILMASI**

**COMPARISON OF PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC
ITEM RESPONSE THEORY MODELS IN VARIOUS
SAMPLES AND TEST LENGHT**

Özge BIKMAZ BİLGEN

Hacettepe Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı

Doktora Tezi

olarak hazırlanmıştır.

2016

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼ę¼'ne,

Özge BIKMAZ BİLGEN'in hazırladığı "Parametrik ve Parametrik Olmayan Madde Tepki Kuramı Modellerinin Farklı rneklemeler ve Test Uzunluğunda Karşılaştırılması" başlıklı bu çalışma j¼rimiz tarafından **Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde lme ve Değerlendirme Bilim Dalı'nda Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.


Başkan


Prof. Dr. şener B¼Y¼KZT¼RK

¼ye (Danışman)


Prof. Dr. Nuri DOğAN


¼ye


Prof. Dr. Selahattin GELBAL

¼ye


Prof. Dr. H¼lya KELECİOğLU

¼ye


Doç. Dr. İsmail KARAKAYA

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisans¼st¼ Eğitim-ğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri ¼yeleri tarafından 19/12/2016 tarihinde uygun gr¼lm¼ř ve Enstit¼ Yönetim Kurulunca/...../..... tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali Ekber şAHİN
Eğitim Bilimleri Enstit¼s¼ M¼d¼r¼

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

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

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

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

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

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

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

Tezimin/Raporumun 19.12.2020 tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi:

20.02.2017

(İmza)

Öğrencinin Adı SOYADI

Özge BIKMAZ BILGEN

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.

Özge BIKMAZ BİLGİN

PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN MADDE TEPKİ KURAMI MODELLERİNİN FARKLI ÖRNEKLEMLER VE TEST UZUNLUĞUNDA KARŞILAŞTIRILMASI

Özge BIKMAZ BİLGEN

ÖZ

Bu araştırmanın amacı çok kategorili veriler için, Parametrik Madde Tepki Kuramı (PMTK) kapsamındaki Aşamalı Tepki Modeli (ATM) ve Parametrik olmayan Madde Tepki (PoMTK) kapsamındaki Monoton Homojenlik Modeli (MHM) ile yapılan kestirimlere örneklem büyüklüğü, örneklem dağılımı, testte yer alan madde sayısı, testte yer alan maddelerin yanıt kategorisi sayısı bağımsız değişkenlerinin etkilerini incelemektir. Bu amaca ulaşabilmek için araştırma; örneklem büyüklüğü, örneklem dağılımı, madde sayısı, maddenin kategori sayısı değişkenleri ile belirlenen 7200 simülasyon koşulu ile desenlenen temel bir çalışma olarak gerçekleştirilmiştir. Örneklem büyüklüğü ($N=100, 250, 500, 1000$), örneklem dağılımı (normal dağılım, çarpıklık katsayısı $-0,5$ olan dağılım, çarpıklık katsayısı $-1,0$ olan dağılım), madde sayısı ($10, 20, 40, 80$), maddenin yanıt kategorisi sayısı ($3, 5, 7$) koşulları için ATM ve MHM ile yapılan kestirimler sırasıyla model veri uyumları, güvenilirlik değerleri, madde parametreleri, parametrelerin hataları ve yanlılık değerleri hesaplanarak incelenmiştir.

Araştırma sonucunda; ATM'de model veri uyumu hesaplanırken değerlerin değişken artışından etkilenmesi, tek başına yorumlanamaması bu değerlerin karşılaştırılması ve genellenmesini zorlaştırmaktadır. MHM'de model veri uyumunun pratik olarak hesaplanması, başka bir değere ihtiyaç duyulmadan tek başına yorumlanması ATM'ye göre üstünlük sağlamaktadır. Küçük örneklemelerde, az maddeli koşullarda, büyük örneklem ve çok maddeli durumla benzer sonuç vermesi MHM'ye daha geniş bir kullanım alanı sağlamaktadır.

Diğer bir araştırma sonucu güvenilirlik değerlerinin iki model için benzer sonuç vermesidir. Örneklem büyüklüğündeki artışlar güvenilirlik değeri üzerinde az etkiye sahip olmuştur. İki model için de güvenilirlik değerleri madde sayısı ve maddenin yanıt kategorisi sayısının artışıyla artmıştır. Dağılım çarpıklığı arttıkça kestirimlerin güvenilirlik değerleri azalmıştır.

Madde parametrelerine ilişkin sonuçlarda ATM'de kestirilen parametrelerin gerçek parametrelerle korelasyonu; madde sayısı, maddenin kategori sayısı ve örneklem büyüklüğü arttıkça artış göstermiştir. Ayırıcılık (a) parametreleri; madde sayısı, maddenin kategori sayısı ve örneklem arttıkça azalma eğilimi göstermiştir. Bu örüntü dağılım çarpıklığı arttıkça azalmıştır. Eşik (b) parametrelerindeki değişim belli bir örüntü göstermemektedir. Parametrelerin standart hata, RMSE, yanlılık değerleri, küçük örneklem ve az maddeli koşullarda daha yüksek kestirilmiştir. Dağılımların çarpıklığı arttığında, hata ve yanlılık düzeyi artmıştır. MHM'de madde sayısı, maddenin kategori sayısı ve örneklem büyüklüğü arttıkça ölçeklenebilirlik (H) katsayısı ve güçlük (P) değerleri istatistiksel olarak anlamlı değişiklik göstermemiştir. Genel olarak yorumlandığında değerlerin birbirine yakın olduğu söylenebilir. MHM için hesaplanan parametrelerin standart hataları, küçük örneklem ve kısa test koşullarında ATM kestirimlerine göre oldukça düşüktür ve tüm koşullarda birbirine yakın değer almıştır.

Sonuç olarak, ATM ile parametre kestirimlerinin gerçek değerlerle yüksek ilişkili olması, daha güvenilir ve daha az hatalı olması, dağılımın normallik özelliği göstermesi ve en az 500 örneklem büyüklüğünün sağlanmasıyla gerçekleşmektedir. Madde sayısının 20, kategori sayısının en az 5 olmasının kestirimlerde parametre değişmezliğinin sağlanmasında etkili olan faktörler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla araştırma koşulları örneklem büyüklüğü, madde sayısı ya da madde kategori sayısının değişimine imkân vermediği durumlarda tüm koşullardan daha az hatalı ve daha kararlı yapıda kestirim sunan MHM tercih edilmesi önerilebilir.

Anahtar sözcükler: Parametrik olmayan madde tepki kuramı, aşamalı tepki modeli, monoton homojenlik modeli

Danışman: Prof. Dr. Nuri DOĞAN, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı

COMPARISON OF PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC ITEM RESPONSE THEORY MODELS IN VARIOUS SAMPLES AND TEST LENGHT

Özge BIKMAZ BİLGEN

ABSTRACT

This research aimed to identify, for polytomous data, the effects of independent variables as sample size, sample distribution, the number of items in the test and the number of response categories of items in the test on estimations achieved by Graded Response Model (GRM) under Parametric Item Response Theory (PIRT) and by Monotone Homogeneity Model (MHM) under Non-Parametric Item Response Theory (NPIRT). To achieve this aim, the research was performed as a basic study of which 7200 simulation conditions determined by the variables as sample size, sample distribution, the number of items and the number of categories of items were designed. Estimates, for conditions as sample size ($N=100, 250, 500, 1000$), sample distribution (normal, -0.5 skewed, -1.0 skewed), the number of items (10, 20, 40, 80) and the number of categories of items (3, 5, 7), which were achieved by GRM and MHM were examined by respectively calculating model data fit, reliability values, item parameters, errors of parameters and bias values.

As a result of the research, that values were affected by increase of variables while the model data fit was calculated at GRM and that values cannot be interpreted alone made comparison and generalization of those values difficult. The practical calculation of model data fit and interpretation without the need for another value at MHM provided superiority over GRM. Due to giving similar results at small samples and at conditions with fewer items to conditions with larger samples and multiple items, MHM had a wider range of implementation.

Another research result was that the reliability values gave similar results for both models. The increase in sample size had little effect on reliability value. In both models, values increased by increase of both the number of items and number of item response category. Reliability value of estimates decreased as the distribution skewness increased.

In the results related to the item parameters, the correlation of GRM parameters with true parameters increased as the number of items, the number of categories of items and sample size increased. The number of items of discrimination (*a*) parameters showed tendency to decrease as the number of categories of items and sample size increased. This pattern decreased as the distribution skewness increased. The variation in threshold (*b*) parameters did not show a certain pattern. Standard error, RMSE, bias values of parameters were estimated higher at small samples and at conditions with fewer items. The error and bias level increased when the distribution skewness increased. In MHM, as the number of items, the number of categories of items and the sample size increased the scalability (*H*) coefficient and difficulty (*P*) values did not show a statistically significant change. In general, it could be suggested that values were close to each other. The standard errors of the parameters calculated for MHM were very low compared to GRM at small sample and short test conditions and took close values to each other at all the conditions.

In conclusion, that parameter estimates by GRM were highly correlated with true values, more reliable and less faulty was owing to that the distribution showed normality and that sample size with at least 500 was provided. It was concluded that the number of items which was at least 20 and the number of category which was at least 5 were effective factors in providing the parameter goodness in the estimates. Thus, in case the research conditions do not allow changes at sample size, the number of sample items or the number of item categories, it can be suggested that MHM which provides less faulty and more stable estimations at all the conditions can be preferred.

Keywords: Nonparametric item response theory, graded response theory, monotone homogeneity model

Advisor: Prof. Dr. Nuri DOĞAN, Hacettepe University, Department of Educational Sciences, Division of Educational Measurement and Evaluation

TEŞEKKÜR

Akademik çalışmalarım, doktora öğrenimim ders ve tez aşamasında her türlü akademik desteği veren, sabrıyla yaşadığım olumsuzlukları atlatmamda en büyük payı olan, beni ailesinin üyesi olarak görerek sıkıntılı anlarda bir ağabey gibi yardımını esirgemeyen, akademik yönü güçlü, disiplinli, başarılı bunların yanında anlayışlı, yardımsever, danışmanım Değerli Prof. Dr. Nuri DOĞAN'a

Ölçme ve değerlendirme alanında uzman olmamın mimarı, tez sürecinde danışman, ders döneminde hoca, ve öğrenciliğimin ilk gününden bu yana sıkıntılı her anda bir baba, ağabey gibi destek olan, yetişemediğim her durumda hep arkamda olduğunu bildiğim Saygıdeğer Prof. Dr. Selahattin GELBAL'a

Her zaman titiz çalışması ve akademik başarısıyla mesleki; anlayışlı, nazik yapısıyla insani yönlerini model aldığım ölçme değerlendirme alanına önemli katkıları olan Değerli Prof. Dr. Hülya KELEÇİOĞLU'na

Tez sürecince eleştirileri ve önerileriyle tezimi yazmamda büyük emeği olan, kendisinden güzel ve övgü dolu dönütler almaktan ve kendisini tanımış olmaktan onur duyduğum Sayın Prof. Dr. Şener BÜYÜKÖZTÜRK'e, tezimi okuyup değerleri eleştirileriyle zenginleştiren Doç Dr. İsmail KARAKAYA'ya

Ömrünün çoğunu hastalıklarla mücadele ederek geçiren buna rağmen güçlüklerle çalışarak ve başararak direnmeyi bana öğreten Canım Babam Ahmet BIKMAZ ve tüm zorlukları kocaman kalbiyle kucaklayan ve hayatı benim için kolaylaştıran, tanıdığım en güçlü ve sevgi dolu insan Canım Annem Mukatdes BIKMAZ'a; benimle birlikte uykusuz kalan, hayatın iyi ve kötü her anında yanımda olan, benimle birlikte tez yazma sürecinde tüm zorlukları göğüsleyen eşim, hayat arkadaşım Ahmet BİLGİN'e,

Eğitim fakültesindeki öğrenciliğimin ilk gününden bu yana her zaman yanımda olan ve Prof. Dr. Ali Ekber Şahin'e, tez çalışması süresinde geçirdiğim ameliyat ve tedavi ile hayatımı kurtaran Prof. Dr. Samet KAFKAS'a

Tezimi tamamlamamda büyük emeği olan arkadaşlarım Berker BULUT'a, Mehmet ALTIN'a, Dr. Sakine GÖÇER ŞAHİN'e ve Yrd. Doç. Dr. Derya ÇAKICI ESER'e,

Son olarak doktora eğitimimde maddi kaynak sağlayan TÜBİTAK 'a çok teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iii
ETİK BEYANNAMESİ	iv
ÖZ.....	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
1.GİRİŞ.....	19
1.1.Problem Durumu	19
1.2.Araştırmanın Amacı ve Önemi:	22
1.3. Problem Cümlesi:.....	24
1.3.1. Alt Problemler:	24
1.4. Sayıtlar:	25
1.5. Sınırlılıklar:	25
1.6. Tanımlar:.....	25
1.7. Araştırmanın Kuramsal Temeli.....	26
1.7.1.Madde Tepki Kuramı Varsayımları	27
1.7.1.1. Tek boyutluluk	27
1.7.1.2. Yerel Bağımsızlık	28
1.7.1.3. Normallik	28
1.7.2.Madde Tepki Kuramı Modelleri.....	29
1.7.2.1. Parametrik Madde Tepki Kuramı (PMTK) Modelleri.....	31
1.7.2.1.1.İki Kategorili MTK Modelleri	31
1.7.2.1.1.1.Bir Parametrelili Lojistik Model (1PLM) ve Rasch Modeli	32
1.7.2.1.1.2.İki Parametrelili Lojistik Model (2PLM)	33
1.7.2.1.1.3.Üç Parametrelili Lojistik Model (3PLM)	33
1.7.2.1.2. Çok Kategorili Madde Tepki Kuramı Modelleri.....	34
1.7.2.1.2.1.Kısmi Puan Modeli (KPM)	35
1.7.2.1.2.2.Dereceli Ölçekleme Modeli (DOM)	36
1.7.2.1.1.3.Aşamalı Tepki Modeli (ATM).....	37
1.7.2.2. Parametrik Olmayan Madde Tepki Kuramı Modelleri.....	38
1.7.2.2.1. İki Kategorili Veriler için Modeller	42
1.7.2.2.1.1. Monoton Homojenlik Modeli	42
1.7.2.2.1.2. İkili Monotonluk Modeli (İMM)	43
1.7.2.2.2. Çok Kategorili Veriler için Modeller	44
1.7.2.2.2.1. Oranlı Eğri Modeli (OEM)	44
1.7.2.2.2.2. Kernel Smoothing Modeli (KSM)	45

1.7.2.2.3.Çok Kategorili Veriler İçin Monoton Homojenlik Modeli	45
2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	50
2.1. PMTK ve PoMTK Kestirimlerinin Birlikte İncelendiği Çalışmalar	50
2.2. Aşamalı Tepki Modeliyle Parametre İyiliğine İlişkin Çalışmalar	53
2.3. İlgili Çalışmaların Özeti	54
3. YÖNTEM	56
3.1. Araştırmanın Türü	56
3.2. Araştırmanın Deseni	56
3.3. Simülasyon İşlemi	59
3.4. Verilerin Analizi	60
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	64
4.1. Birinci Alt Problem İçin Bulgular	64
4.1.1. Model Veri Uyumlarına İlişkin Bulgular	64
4.1.2. Güvenirlik Değerlerine İlişkin Bulgular	66
4.1.3. Gerçek İle Kestirilen Parametreler Arasındaki Korelasyon Değerlerine İlişkin Bulgular	67
4.1.4. Madde Parametrelerine İlişkin Bulgular	70
4.1.5. Madde Hatalarına İlişkin Bulgular	75
4.1.5.1. Standart Hatalara İlişkin Bulgular	75
4.1.5.2. RMSE'ye İlişkin Bulgular	80
4.1.5.3. Guttman Hatalarına İlişkin Bulgular	84
4.1.6. Yanlılık Değerlerine İlişkin Bulgular	84
4.2. İkinci Alt Problem İçin Bulgular	90
4.2.1. Model Veri Uyumlarına İlişkin Bulgular	90
4.2.2. Güvenirlik Değerlerine İlişkin Bulgular	91
4.2.3. Gerçek İle Kestirilen Parametreler Arasındaki Korelasyon Değerlerine İlişkin Bulgular	92
4.2.4. Madde Parametrelerine İlişkin Bulgular	95
4.2.5. Madde Parametrelerinin Hatalarına İlişkin Bulgular	98
4.2.5.1. Maddelerin Standart Hatalarına Ait Bulgular	98
4.2.5.2. RMSE'ye İlişkin Bulgular	102
4.2.5.2. Guttman Hatalarına İlişkin Bulgular	106
4.2.6. Parametrelerin Yanlılık Değerlerine Ait Bulgular	107
4.3. Üçüncü Alt Problem İçin Bulgular	111
4.3.1. Model Veri Uyumlarına İlişkin Bulgular	111
4.3.2. Güvenirlik Değerlerine İlişkin Bulgular	113
4.3.3. Gerçek İle Kestirilen Parametreler Arasındaki Korelasyon Değerlerine İlişkin Bulgular	114
4.3.4. Madde Parametrelerine İlişkin Bulgular	117
4.3.5. Madde Parametrelerinin Hatalarına İlişkin Bulgular	122
4.3.5.1. Standart Hatalara Ait Sonuçlar	122
4.3.5.2. RMSE'ye İlişkin bulgular	126
4.3.5.3. Guttman Hatalarına İlişkin Bulgular	129
4.3.6. Parametrelerin Yanlılık Değerlerine Ait Bulgular	130
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	134
5.1. Sonuçlar	134

5.1.1. Teste ait Model Veri Uyumunun Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar	134
5.1.2. Testlere ait Güvenirliklerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar	135
5.1.3. Gerçek Parametreler ile Kestirilen Parametreler Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar	135
5.1.4. Madde Parametrelerinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar	136
5.1.5. Madde Parametrelerinin Hatalarının Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar	137
5.1.5.1. Standart Hatalara ait Sonuçlar	137
5.1.5.2. RMSE Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar	138
5.1.5.2. Guttman Hatalarının Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar	138
5.1.6. Madde Parametrelerinin Yanlılıklarının Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar	138
5.2. Öneriler	139
5.2.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler	139
5.2.2. Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler	140
KAYNAKÇA	141
EKLER DİZİNİ	145
EK 1. ETİK KOMİSYON İZİN MUAFİYET FORMU	146
EK 2. ORJİNALLİK RAPORU	147
EK 3. GERÇEK PARAMETRE DEĞERLERİ	149
EK 4. ÖRNEKLEM DAĞILIMLARINA AİT HİSTOGRAMLAR	154
EK 5. TEKBOYUTLULUK VARSAYIMINA AİT BULGULAR	155
EK 6. BİRİNCİ ALT PROBLEMLE İLGİLİ ÇİZELGELER	158
EK 7. İKİNCİ ALT PROBLEMLE İLGİLİ BULGULAR	163
EK 8. ÜÇÜNCÜ ALT PROBLEMLE İLGİLİ BULGULAR	168
ÖZGEÇMİŞ	173

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1: Gerçek Parametrelerin Ortalama Değerleri.....	57
Çizelge 3.2: Örneklem Parametrelerine Ait Betimsel İstatistikler.....	58
Çizelge 3.3: Araştırmanın Deseni.....	59
Çizelge 4.1: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Model Veri Uyumuna Ait Bulgular.....	158
Çizelge 4.2: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Güvenirlik Değerlerine Ait Bulgular.....	158
Çizelge 4.3: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda ATM Parametrelerinin Ortalama Değerleri.....	71
Çizelge 4.4: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda MHM Parametrelerinin Ortalama Değerleri.....	73
Çizelge 4.5: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Guttman Değerlerine Ait Bulgular.....	84
Çizelge 4.6: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Model Veri Uyumuna Ait Bulgular.....	90
Çizelge 4.7: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Güvenirlik Değerlerine Ait Bulgular.....	90
Çizelge 4.8: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM Parametrelerinin Ortalama Değerleri.....	96
Çizelge 4.9: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda MHM Parametrelerinin Ortalama Değerleri.....	97
Çizelge 4.10: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Guttman Değerlerine Ait Bulgular.....	106
Çizelge 4.11: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Model Veri Uyumuna Ait Bulgular.....	111
Çizelge 4.12: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Güvenirlik Değerlerine Ait Bulgular.....	113
Çizelge 4.13: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM Parametrelerinin Ortalama Değerleri.....	158
Çizelge 4.14: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda MHM Parametrelerinin Ortalama Değerleri.....	158
Çizelge 4.15: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Guttman Değerlerine Ait Bulgular.....	158
Çizelge 4.16: Üç Kategorili Gerçek Parametre Değerleri.....	152
Çizelge 4.17: Beş Kategorili Gerçek Parametre Değerleri.....	152
Çizelge 4.18: Yedi Kategorili Gerçek Parametre Değerleri.....	152
Çizelge 4.19: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Gerçek ile Kestirilen Parametre Değerlerinin Korelasyon Değerleri.....	158
Çizelge 4.20: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Değerleri.....	159
Çizelge 4.21: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda MHM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Hataları.....	160
Çizelge 4.22: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin RMSE Değerleri.....	161
Çizelge 4.23: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Yanlılık Değerleri.....	162

Çizelge 4.24: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Gerçek Kestirilen Parametrelerin Korelasyon Düzeyleri	163
Çizelge 4.25: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Hataları	164
Çizelge 4.26: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda MHM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Hataları	165
Çizelge 4.27: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin RMSE Değerleri	166
Çizelge 4.28: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Yanlılık Değerleri	167
Çizelge 4.29: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Gerçek Kestirilen Parametrelerin Korelasyon Düzeyleri	168
Çizelge 4.30: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Hataları	169
Çizelge 4.31: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda MHM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Hataları	170
Çizelge 4.32: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin RMSE Değerleri	171
Çizelge 4.33: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Yanlılık Değerleri	172

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Madde Karakteristik Eğrisi (MKE) Örneği	30
Şekil 1.2. Madde Adımı Yanıt Eğrisi (MAYE) Örneği.....	30
Şekil 1.3. MTK Modelleri İçin Sınıflama Önerisi (Thissen & Steinberg,1986) ..	34
Şekil 1.4. Parametrelerin Madde Adımı Yanıt Eğrisinin Gösterimi	35
Şekil 1.5. ATM İçin Madde Adımı Yanıt Eğrisi Örneği	37
Şekil 1.6. A. PoMTK İçin MAYE B. PMTK İçin MAYE	39
Şekil 1.7. Monotonluk Ve Kesişmezlik Varsayımlarını Karşılıyan MAYE Örneği	40
Şekil 1.8. Beş Kategorili İki Ayrı Madde İçin MAYE Örneği	47
Şekil 4.1. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda a Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Çizgi Grafiği	67
Şekil 4.2. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler	68
Şekil 4.3. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler	69
Şekil 4.4. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler.....	70
Şekil 4.5. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Ayırıcılık Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler	75
Şekil 4.6. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler	77
Şekil 4.7. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler	78
Şekil 4.8. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler	79
Şekil 4.9. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Ayırıcılık Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler	80
Şekil 4.10. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Ait Grafikler	81
Şekil 4.11. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Ait Grafikler	82
Şekil 4.12. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Ait Grafikler	83
Şekil 4.13. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Maddelerin a Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler	85
Şekil 4.14. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler ...	86
Şekil 4.15. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler ...	87
Şekil 4.16. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler ...	88
Şekil 4.17. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda a Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Çizgi Grafiği	92

Şekil 4.18. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Çizgi Grafiği	93
Şekil 4.19. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Çizgi Grafiği	94
Şekil 4.20. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Çizgi Grafiği	95
Şekil 4.21. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Ayırıcılık Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler	98
Şekil 4.22. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler.....	99
Şekil 4.23. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler	100
Şekil 4.24. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler	101
Şekil 4.25. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Ayırıcılık Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler	102
Şekil 4.26. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler	103
Şekil 4.27. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler	104
Şekil 4.28. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler	105
Şekil 4.29. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda a Parametrelerinin Yanlılık Değerleri.....	107
Şekil 4.30. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler.....	107
Şekil 4.31. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler.....	108
Şekil 4.32. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler.....	109
Şekil 4.33. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Gerçek Parametreler ile korelasyon değerleri.....	114
Şekil 4.34. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler	115
Şekil 4.35. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler	116

Şekil 4.36. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler	117
Şekil 4.37. Örneklem Dağılımı-1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda a Parametrelerinin Standart Hata Değerleri	122
Şekil 4.38. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerin Standart hata değerleri...	123
Şekil 4.39. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hata Değerleri.....	124
Şekil 4.40. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerin Standart Hata Değerleri..	125
Şekil 4.41. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda a Parametrelerin RMSE Değerleri	126
Şekil 4.42. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler	127
Şekil 4.43. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler	128
Şekil 4.44. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler	129
Şekil 4.45. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda a Parametrelerinin Yanlılık Değerleri.....	131
Şekil 4.46. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerleri	131
Şekil 4.47. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerleri	132
Şekil 4.48. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerleri	133
Şekil 4.49. Üç Kategorili Maddelerde Tek Boyutluluk Varsayımının Test Edilmesine İlişkin Örneklem Yoluyla Seçilen Bulgular.....	155
Şekil 4.50. Beş Kategorili Maddelerde Tek Boyutluluk Varsayımının Test Edilmesine İlişkin Örneklem Yoluyla Seçilen Bulgular	156
Şekil 4.51. Yedi Kategorili Maddelerde Tek Boyutluluk Varsayımının Test Edilmesine İlişkin Örneklem Yoluyla Seçilen Bulgular.....	157

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- PMTK:** Parametrik Madde Tepki Kuramı
- PoMTK:** Parametrik Olmayan Madde Tepki Kuramı
- ATM:** Aşamalı Tepki Modeli
- MHM:** Monoton Homojenlik Modeli
- İMM:** İkili Monotonluk Modeli
- MKF:** Madde Karakteristik Fonksiyonu
- MKE:** Madde Karakteristik Eğrisi
- MAYF:** Madde Adımı Yanıt Fonksiyonu
- MAYE:** Madde Adımı Yanıt Eğrisi
- a:** Ayırt Edicilik Parametresi
- b:** Eşik Parametresi
- H:** Ölçeklenebilirlik Katsayısı
- θ :** Yetenek Parametresi

1. GİRİŞ

Bu bölümde; araştırmanın temelini oluşturan problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın kuramsal temeli ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

Eğitim alanında bireyler hakkında bilgi toplamak için başarı, ilgi, tutum vb. çeşitli psikolojik yapıların ölçülmesi söz konusudur. Psikolojik yapıların doğrudan ölçülememesi ve değişkenlik göstermesi ölçme sürecinde birtakım güçlükler yaratmaktadır. Psikolojik yapıların en uygun şekilde ortaya konulabilmesi ve ölçme işlemi sürecinde karşılaşılabilecek teknik problemlere çözüm üretilmesi için çeşitli test kuramları geliştirilmiştir (Hambleton & Jones, 1993).

Eğitim alanında en eski ve yaygın kullanılan test kuramı Klasik Test Kuramıdır (KTK). KTK'nın belli sınırlılıklarının olması araştırmacıları alternatif bir kuram arayışına götürmüş, böylece daha güçlü özellikleri olan Madde Tepki Kuramı (MTK) geliştirilmiştir. Matematiksel kökeni Lawley (1943), Lord (1952), Rasch (1960), Birnbaum (1968) gibi araştırmacıların çalışmalarına dayanan MTK günümüzde, araştırmalarda sıklıkla kullanılan ve giderek artan bir öneme sahip olan bir test kuramı olarak karşımıza çıkmaktadır (Ostini & Neing, 2006; De Ayala, 2009).

MTK, ilk çalışmalardan bugüne kadar üzerinde fikir birliği sağlanan temel birtakım varsayımlara sahip genel bir çerçevedir. Zaman içerisinde araştırmacılar tarafından MTK çatısı altında istatistiksel modellemeler, varsayımsal karşılaştırmalar, geçerli ve güvenilir bulguların sağlanabilirliği gibi farklı açıdan kuramı inceleyen çalışmalar yapılmıştır. Alan yazın incelendiğinde bu çalışmaların Parametrik Madde Tepki Kuramı (PMTK) üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Molenaar, 2001). Bu durumun nedenleri arasında parametrik modellerin daha eski bir tarihe dayanması, kullanımları için istatistiksel yazılımların daha fazla olması sayılabilir (Sijtsma vd, 2008; Junker & Sijtsma, 2001).

PMTK, MTK'nın genel varsayımları ve prensiplerini içeren bir kuramdır. Buna ek olarak madde fonksiyonlarının parametrik (örneğin lojistik) formatta olmasını gerektirmektedir (Sijtsma & Molenaar, 2002). PMTK sonuçlarının nitelikli olması

(model veri uyumu, geçerlik, güvenilirlik vb. açıdan) ancak sıkı varsayımların karşılanmasına bağlıdır (Sijtsma & Molenaar, 2002). Varsayımların karşılanmadığı durumlarda PMTK kullanımının sonuçların kalitesini düşürebilecek bazı problemleri beraberinde getirdiği görülmektedir (Molenaar, 2001; Emons, 2008). Bu sorunlarla karşılaşıldığında nasıl bir yol izleneceği araştırılması gereken bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

PMTK'da varsayımların karşılanması gerekli; fakat yeterli değildir. Varsayımların karşılanmasının yanında PMTK ile çalışma sonuçlarının nitelikli olması için birtakım gerekliliklerin olduğu belirtilmektedir (Molenaar, 2001). Bu gerekliliklerden biri PMTK ile çalışmada geniş örnekleme ihtiyaç duyulmasıdır (Demars, 2010). PMTK ile geniş örneklem ile çalışılmasının önerilmesi MTK'nın erken dönem çalışmalarına dek uzanmaktadır (Hulin, Lissak & Drasgow, 1982; Thissen & Wainer, 1982). Oldukça büyük birey kitlesiyle çalışan araştırma sonuçlarının beklenen düzeyde olması (Zenisk, Hambleton & Sireci, 2002) diğer yandan küçük örneklem üzerinden elde edilen sonuçların istenen nitelikte olmaması (De Ayala, 2009) araştırmacıların bulgularını büyük örneklemin gerekliliği noktasında birleştirmektedir. Büyük örnekleme ulaşmanın arzu edilen bir durum olmasına rağmen her zaman mümkün olmadığı da bilinmektedir. Ölçme aracı geliştirme çalışmalarında ölçülen özelliğin doğası gereği araştırma grubunun sınırlı olduğu durumla karşılaşmak mümkündür. Kimi durumda büyük örnekleme ulaşmanın zor, zahmetli ve maliyetli olması araştırmacıları daha az bireyle çalışmaya sevk edebilir. Bu tür örneklemin geniş olmasının mümkün olmadığı durumlarda başka modellerle çalışmayı desteklemenin ya da PMTK gibi doğru ve isabetli sonuçlar veren başka kuramların birlikte ele alınarak karşılaştırmalı incelenmesinin, sorunları daha net bir şekilde saptanıp, çözüm üretilebilmesine imkân tanıyacağı düşüncesini akla getirmektedir.

PMTK ile iyi sonuçlar elde edilmesi için önerilen bir başka koşul geniş madde havuzu kullanımınıdır (Demars, 2010). Çalışmanın güvenilirliğinin ve geçerliğinin istenen nitelikte olmasında madde sayısı artırılmasının olumlu etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Crocker & Algina, 1986). Madde sayısı değişiminin sonuçların doğruluğu üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmalarda daha çok maddeli testlerle çalışmanın sonuçların doğruluğunu arttırdığına (ölçmenin standart hatasının düştüğüne) yönelik bulgular elde edilmiştir (Hulin, Lissak & Drasgow, 1982;

Ankenmann & Stone, 1992; Lautenschlagen, Meade & Kim, 2006). Bulgulardan hareketle PMTK ile daha çok maddeli test kullanımı gereksinimine rağmen madde hazırlamanın uzun ve zahmetli bir süreci gerektirdiği bilinen bir durumdur. Bunun yanında araştırmacının çok sayıda maddeyle yapacağı uygulamalar çeşitli faktörlerden etkilenebilir (Crocker & Algina, 1986). Bu konuyla ilgili Sijtsma ve Molenaar (2002) bireylere sıklıkla utanacakları bir psikolojik yapıyla ilgili çok fazla soru sormanın ve belli bir görüşün sempaticanı olan bireyleri defalarca aynı yapıya ilişkin sorulara maruz bırakmanın ölçme sonuçları üzerindeki olumsuz etkilerine dikkat çekmiştir. Bu bilgiler ışığında az maddenin uygulanmasının kaçınılmaz olduğu, madde sayısı artırımının mümkün olmadığı durumlarda kestirimin doğruluğunu artıracak faktörlerin görülebilmesi ve farklı modellerin incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

PMTK çalışmalarında karşılanması beklenen diğer bir nokta madde yapısının kullanılan modele uyum sağlaması gerekliliğidir. PMTK modelleri genel olarak iki ve çok kategorili modeller olarak iki ana başlık altında incelenmektedir (Thissen & Steinberg, 1986). Kategori değişimi farklı model kullanımını gerektirmektedir. Çok kategorili yanıtlanan maddelerin iki kategorili yanıtlanana göre daha kapsamlı bilgi verdiği düşünülerek (Ostini & Neing, 2006) çalışmalarda sıklıkla beş kategorili maddeler kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar model veri uyumu, güvenilirlik gibi niteliklerin sağlanmasında kategori sayısının etkili olduğuna işaret etmektedir (Zenisky, Hambleton & Sireci, 2002). PMTK ile daha aydınlatıcı bilgi elde edilmesinde maddelerin yanıt kategori sayısının değişiminin etkisinin ne yönde olduğu, bu değişimin PMTK'nın diğer gereklilikleriyle etkileşiminin nasıl sonuç vereceği merak konusudur.

Yukarıda belirtilen PMTK'ya ait sıkı varsayımların ve zahmetli gerekliliklerin olmasının yarattığı problemlerin çözümünde Parametrik Olmayan Madde Tepki Kuramı (PoMTK) modelleri alternatif olarak sunulmuştur (Mokken, 1971; Stout, 1987; Sijtsma, 1998; Molenaar, 2001). Junker ve Sijtsma (2001) PoMTK modellerinin PMTK modellerinin daha iyi anlaşılmasını sağladığı, parametrik modellerin zayıf model-veri uyumu sağladığı durumlarda daha esnek bir çerçeve sunduğu, daha az sayıda madde ve birey ile çalışıldığı durumlarda model veri uyumu, güvenilirlik, geçerlik konularında daha iyi sonuç sağladığı gerekçeleriyle daha kullanışlı olduğunu öne sürmüştür (Emons, 2008).

PoMTK modelleri daha esnek varsayımlara sahiptir (Molenaar, 2001; Emons, 2008). Araştırmacılar bu modellerin en önemli avantajının belli bir madde yanıt fonksiyonuna (lojistik ya da normal gibi) gerek duyulmaması olduğu noktasında birleşmektedir (Sijtsma, 2005). Bu yönüyle modeller madde yanıt fonksiyonun maddeye özgü olmasını sağlayarak madde yapısının özgün haliyle incelenmesine fırsat tanımaktadır. Oysa PMTK'da modellerle birlikte baştan belirlenen madde karakteristik eğrisine (örneğin lojistik) maddenin uyup uymadığına bakılarak kestirim yapılmaktadır. Bu yönüyle PoMTK'nın keşfedici; PMTK'nın ise doğrulayıcı bir yapı sergilediği belirtilmektedir (Junker & Sijtsma, 2001). PoMTK'nın keşfedici tutumu sayesinde modellerin boyutluluğun incelenmesi çalışmalarında da PoMTK'nın kullanımı önerilmektedir (van Abswoude, van der Ark & Sijtsma, 2004). Alan yazın incelendiğinde PoMTK'ya yönelik önerilerin PMTK'yı sınırlayan faktörleri ayrı ayrı ele alıp inceleyen çalışmalardan derlenmiş olduğu görülmektedir. Bu durum faktörlerin bir arada kullanımının sonuçları ne derece etkileyeceği sorusunu gündeme getirmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi:

Bu araştırmanın bir amacı PMTK ve PoMTK modeliyle yapılan kestirime örneklem büyüklüğü, örneklem dağılımı, testteki madde sayısı, testte yer alan maddelerin yanıt kategori sayıları değişkenlerinin etkilerini incelemektir. Diğer bir amaç iki modelden elde edilen bulguların hata, yanlılık, güvenilirlik değerlerini karşılaştırarak ileride yapılacak araştırmalar için model seçimi konusunda bir öneri sunmaktır.

Bu çalışmada incelenen değişkenlerin yani faktörlerin seçiminde alan yazında yapılmış olan çalışmaların bulgularından ve kuramın teorik temellerinden yararlanılmıştır. Örneklem büyüklüğü ve madde sayısı değişiminin ayrı ayrı ve birlikte en sık çalışılan değişkenler olduğu görülmektedir (De Ayala, 2009). Bu değişkenlere örneklem dağılımının çarpıklığının etkisinin de eklendiği çalışmalara rastlanmaktadır (Ankenmann & Stone, 1992; Lautenschlager, Meade & Kim, 2006; Bahry, 2012). Maddenin yanıt kategori sayısının değişimi ise iki kategorili ve çok kategorili modeller ile ele alınarak incelenmesi ve sonuçlarının karşılaştırılması düzeyinde kalmıştır (Zenisky, Hambleton & Sireci, 2002).

Çok kategorili modellerde maddenin yanıt kategorisi sayısı değişimine yönelik çalışmaların olmaması bu noktada bir çalışmaya ihtiyaç olduğuna işaret etmektedir.

Değişken seçiminde alan yazındaki çalışmaların bulgularında gözlenen boşluklar da dikkate alınmıştır. Örneğin testteki madde sayısı etkisinin incelenmesi için genelde testlerle uzun ve kısa olarak iki koşulda çalışıldığı görülerek bu araştırmada test uzunluğu için dört koşul belirlenmiştir. PMTK kapsamında örneklem büyüklüğü için önerilen minimum 500 örneklem koşuluna (De Ayala, 2009) 500'den az (100 ve 250) olmak üzere iki koşul daha eklenerek bu örneklem büyüklüklerinde hem PMTK hem de PoMTK sonuçlarının gözlenmesi sağlanmıştır. Alan yazında örneklem dağılımının şekli için araştırmaların normal ve çarpık olarak sınırlandırıldığı görülmektedir. Bu araştırmada çarpıklık düzeyi de biri çarpıklık katsayısı 0,5, diğeri 1,0 olmak üzere iki ayrı çarpık dağılım koşulu normal dağılımla birlikte incelenmiştir.

Bu araştırmanın diğer PMTK çalışmalardan farklı olarak dört bağımsız değişkene ilişkin iki farklı modelden elde edilen sonuçların birlikte ele alınmasıyla bütüncül bir bakış açısı sunması açısından önemli olduğu söylenebilir. Bu çalışmada seçilen bağımsız değişkenlere ait belirlenen koşul sayısının fazla olmasıyla da daha geniş bir perspektif sağlamaya çalışılmıştır. İlgili değişkenlerin PoMTK ile birlikte çalışıldığı araştırmaların olmaması bu çalışmanın alan yazına katkısı bakımından başka bir önemine işaret etmektedir. Bu araştırmada önceki çalışmalardan farklı olarak sonuçların model uyumu, hata, yanlılık, madde iyiliği ve güvenilirlik değerlerinin aynı anda incelenmesinin daha kapsamlı bir bakış açısı vermesi açısından dikkat çekici olacağı söylenebilir.

Alan yazın incelendiğinde yurt içinde ve yurt dışında yapılan çalışmalarda hâlihazırda çok kategorili veriler için aynı anda dört bağımsız değişkenin ele alındığı PMTK ve PoMTK model karşılaştırılmasına rastlanmamıştır. Bu çalışmanın söz konusu boşluğu doldurması da amaçlanmaktadır. Bu noktadan hareketle bu başlık altında açıklanmaya çalışılan problem durumlarına ilişkin PMTK ve PoMTK modelleriyle yapılan kestirimlerin belirtilen bağımsız değişkenler açısından karşılaştırılması temelinde aşağıda belirtilen sorulara yanıt aranmıştır.

1.3. Problem Cümlesi:

“Aşamalı Tepki Modeli (PMTK modeli) ve Monoton Homojenlik Modeliyle (PoMTK modeli) yapılan kestirimlerde model veri uyumları, güvenilirlik değerleri, madde parametreleri, madde parametrelerinin hataları ve yanlılıkları çeşitli örneklem dağılımlarında (*normal*, *-0,5 düzeyinde çarpık*, *-1,0 düzeyinde çarpık*), farklı örneklem büyüklüklerinde ($N=100, 250, 500, 1000$), farklı test uzunluklarında ($k=10, 20, 40, 80$), ve yanıt kategori sayısı farklı olan maddeler söz konusu olduğunda ($x=3, 5, 7$) nasıldır?”

1.3.1. Alt Problemler:

1. Örneklem dağılımı normal, örneklem büyüklüğü (100, 250, 500, 1000), test uzunluğu (10, 20, 40, 80) ve maddenin yanıt kategori sayısı (3, 5, 7) olduğunda Aşamalı Tepki Modeli ve Monoton Homojenlik Modeliyle yapılan kestirimlerin;
 - 1.1. model veri uyumu nasıldır?
 - 1.2. güvenilirlik değerleri nasıldır?
 - 1.3. gerçek parametrelerle arasındaki korelasyon değerleri nasıldır?
 - 1.4. maddelere ait parametre değerleri nasıldır?
 - 1.5. maddelere ait parametre değerlerinin hataları nasıldır?
 - 1.6. maddelere ait yanlılık değerleri nasıldır?
2. Örneklem dağılımı -0,5 düzeyinde çarpık, örneklem büyüklüğü (100, 250, 500, 1000), test uzunluğu (10, 20, 40, 80) ve maddenin yanıt kategori sayısı (3, 5, 7) olduğunda Aşamalı Tepki Modeli ve Monoton Homojenlik Modeliyle yapılan kestirimlerin;
 - 2.1. model veri uyumu nasıldır?
 - 2.2. güvenilirlik değerleri nasıldır?
 - 2.3. gerçek parametrelerle arasındaki korelasyon değerleri nasıldır?
 - 2.4. maddelere ait parametre değerleri nasıldır?
 - 2.5. maddelere ait parametre değerlerinin hataları nasıldır?
 - 2.6. maddelere ait yanlılık değerleri nasıldır?

3. Örneklem dağılımı -1,0 düzeyinde çarpık, örneklem büyüklüğü (100, 250, 500, 1000), test uzunluğu (10, 20, 40, 80) ve maddenin kategori sayısı (3, 5, 7) olduğunda Aşamalı Tepki Modeli ve Monoton Homojenlik Modeliyle yapılan kestirimlerin;

3.1. model veri uyumu nasıldır?

3.2. güvenilirlik değerleri nasıldır?

3.3. gerçek parametrelerle arasındaki korelasyon değerleri nasıldır?

3.4. maddelere ait parametre değerleri nasıldır?

3.5. maddelere ait parametre değerlerinin hataları nasıldır?

3.6. maddelere ait yanlılık değerleri nasıldır?

1.4. Sayıtlar:

Araştırmada kullanılan madde ve birey parametrelerinin dağılım özelliklerinin gerçek durumları örneklediği varsayılmaktadır.

1.5. Sınırlılıklar:

Bu çalışma ele alınan bağımsız değişkenlerle, analiz için seçilen modellerle ve kestirimlerin analizinde kullanılan istatistiksel paket programlarıyla sınırlıdır.

Araştırma, simülasyon ile elde edilen veri setlerine ilişkin koşullar ve veri setlerinin 25 tekrarla elde edilmesiyle sınırlandırılmıştır.

1.6. Tanımlar:

Aşamalı Tepki Modeli: Şans parametresinin sıfır olduğu varsayımına dayanan ve bütün maddeler için bir ayırt edicilik ve kategori sayısının bir eksiği kadar eşik parametresinin kestirildiği, parametrik tek boyutlu olarak tanımlanan madde tepki kuramı modeline verilen isimdir.

Monoton Homojenlik Modeli: Yetenek ile monoton bir ilişki gösteren madde adımı yanıt fonksiyonuna sahip, tek boyutlu olan madde gruplarına ait madde ve bireyler arasındaki ilişkileri tanımlayan, parametrik olmayan madde tepki kuramı modeline verilen isimdir.

1.7. Araştırmanın Kuramsal Temeli

Eğitim alanında ölçme aracı geliştirme ve ölçme sonuçlarını değerlendirmede kullanılan, kökeni Spearman'ın (1905) çalışmalarına dayanan Klasik Test Kuramı (KTK) ilk modern ölçme kuramı özelliği taşımaktadır. KTK bireyin ölçme aracının bireye uygulanmasından elde edilen gözlenen puanının gerçek puan ve hata puanından oluştuğunu kabul etmektedir (Crocker & Algina, 1986). Kuramda elde edilmeye çalışılan gerçek puandır. Gerçek puan (T_i), ölçülmek istenen değişkene ait gerçek değerdir; ancak gerçek puan ölçmeye karışan hatalar (E_i) sebebiyle doğrudan elde edilememekte ve gözlenen puanlardan (X_i) kestirilmeye çalışılmaktadır. Bu durumu açıklayan $X_i = T_i + E_i$ ile sembolize edilen temel denklemi üzerine kurulu olan KTK birtakım varsayımlara sahiptir (De Ayala, 2009). KTK varsayımları iki paralel ölçmeye ilişkin hataların ilişkisiz olduğu, hata puanlarının beklenen değerinin sıfır (0) olduğu, gerçek puan ile hata puanlarının ilişkisiz olduğu, iki farklı ölçmeye ilişkin gerçek puan ile hata puanının ilişkisiz olduğudur (Gulliksen, 1950; Magnusson, 1968; Baykul, 2000).

Yıllardır test geliştirmede, geliştirilmiş testlerden elde edilen puanların analizinde ve bulguların yorumlanmasında kullanılıyor olmasına rağmen KTK'nın birtakım sınırlılıklara sahip olduğu sık sık dile getirilmekte ve bu sınırlılıklara bağlı olarak da kuram bazı noktalarda eleştirilmektedir (Hambleton ve Swaminathan; 1985; Baykul, 2000).

KTK'nın sınırlılıkları arasında; madde ve test istatistiklerinin elde edildiği örnekleme bağımlı olması, bireylerin yeteneklerinin kendilerine uygulanan maddelere bağımlı olması, alt ve üst yeteneklerin güvenilirlik kestiriminden orta yetenek düzeyine hitap etmesi, testin güvenilirliğinin elde edilen örnekleme bağımlı olması, hata kestiriminin tüm grup üzerinden yapılması vb sayılmaktadır (Lord & Novick, 1968; Crocker & Algina, 1986; Hambleton, Swaminathan & Rogers, 1991; Hambleton & Jones, 1993; De Ayala, 2009).

KTK'nın sınırlılıkları alternatif kuramların geliştirilmesi çalışmalarını hızlandırmıştır. Kuramın sınırlılıklarını giderecek bir model 1930'lu yılların sonunda Madde Tepki Kuramı (MTK) olarak ortaya atılmıştır (De Ayala, 2009).

Madde Tepki Kuramı (MTK); KTK'nın bir uzantısı olmakla birlikte genellikle KTK'ya kıyasla daha modern ve üstün bir alternatif olarak sunulmaktadır (Embretson &

Reise, 2000; Nering & Ostini, 2010). Maddeye dayalı test kuramı olarak kuramın matematiksel kökeni Lawley (1943), Lord (1952, 1980), Birnbaum (1968), Rasch (1960) gibi araştırmacıların çalışmalarına dayanmaktadır (Ostini & Neing, 2006). KTK'dan farklı olarak MTK rneklemeden bağımsız madde ölçeklemesini ve maddelerden bağımsız yetenek kestirimini matematiksel modellerle olanaklı hle getirme iddiasındadır (De Ayala, 2009). Günümüzde karşılanmadığı durumların betimlenmesine ilişkin araştırmalar mevcut olmasına ve karşılanmadıkları durumlar için yeni öneriler sunulmasına karşın MTK temel birtakım varsayımlara sahiptir.

1.7.1. Madde Tepki Kuramı Varsayımları

MTK kapsamında tek boyutluluk, yerel bağımsızlık ve normallik varsayımları sırasıyla açıklanmıştır.

1.7.1.1. Tek boyutluluk

Tek boyutluluk MTK'nın tek boyutu ele alan modellerinin temel varsayımdır ve belli bir maddeye doğru yanıt verme olasılığının, kişinin tek bir özelliği ya da yeteneği ile belirlenebilmesidir. Diğer bir ifadeyle tek boyutluluk, maddenin tek bir boyutu, bir değişkeni lmesi (Hambleton & Swaminathan, 1985) ya da testteki tüm maddelerin tek bir genel özellik tarafından açıklanabilmesi anlamına gelmektedir (Sijtsma, 2005). Varsayımın karşılanması lme aracında yer alan tüm maddelerin tek özellikten etkilenmesine bağlıdır; maddeler üzerinde etkili olan başka bir nitelik olduğunda varsayımın karşılanması söz konusu değildir.

Gözlenen değişkenlerin tek bir örtük değişkenin fonksiyonu olduğu kabul edilen tek boyutluluğun sağlanması durumunda bu tek örtük değişken üzerinde yerleştirilen bireyler karşılaştırılabilir (De Ayala, 2009). Bu varsayım pratikte doğrulanması zor bir varsayımdır. Bireylerin maddeleri yanıtlatırken tek bir boyuta dayalı tepki vermeleri söz konusu olmayabilir ya da ölçülmek istenen değişken bileşik bir yapıya sahip olabilir. Kimi durumda da tek boyutluluk sağlansa bile bulunan boyutun ne olduğunu kestirmek boyutu tanımlamak kolay olmayabilir. Genellikle performansı etkileyen çok sayıda faktörden baskın olan bir faktörün (dominant factor) varlığı söz konusudur (Hambleton & Swaminathan, 1985).

MTK ile kestirim için tek boyutluluğun sağlanması gereklidir; ancak sağlanmadığı durumunda analize devam edildiği görülmektedir. Baskın bir faktörün sağlanması

varsayımın karşılanması olarak düşünülebilir. Genelde tek boyutluluk çalışması amacı çok sayıda değişkeni daha az sayıda ortak faktörle ifade etmek olan korelasyon analizine dayalı bir teknik olan faktör analizi ile yapılabilir (Embretson & Reise, 2000). Burada dikkat edilmesi gereken veri yapısına uygun faktör analizinin yapılmasıdır.

1.7.1.2. Yerel Bağımsızlık

MTK'nın diğer bir varsayımı yerel bağımsızlıktır. Varsayım, bireylerin maddeyi yanıtlarken verdikleri tepkilerin birbirinden bağımsız olmasını temel almaktadır. Aynı zamanda bireylerin verdikleri tepkilerin birbiriyle ilişkili olmaması beklenmektedir (Hambleton & Swaminathan, 1985). Bir örnekle açıklanacak olursa testteki a maddesinin üzerindeki X_a puanının olasılığının testteki (a-1) maddenin puanlarından bağımsız olduğu şeklinde ifade edilebilir (Sijtsma, 2005). Bu varsayım tek boyutluluğun bir sonucudur. Tek boyutluluk ve yerel bağımsızlık varsayımları birlikte de değerlendirilebilir.

Maddelerin birbirinden bağımsız olarak cevaplandırılması bir maddeye verilen cevabın başka maddeye verilecek cevabı etkilememesi, her maddenin tek başına cevaplanabilir olması anlamına gelmektedir. Bu da maddelerin olasılık yoğunluk fonksiyonlarının çarpımlarının maddelerin bileşik olasılık yoğunluk fonksiyonlarına eşit olmasıyla ifade edilmektedir. Yani maddelerin birlikte doğru cevaplandırılma olasılıkları, maddelerin ayrı ayrı doğru cevaplandırılma olasılıklarının çarpımlarına eşitse yerel bağımsızlık varsayımının sağlandığı kabul edilebilir (Hambleton & Swaminathan, 1985; De Ayala, 2009).

Farklı yetenek düzeylerini içeren bir grubun iki maddeye gösterdikleri tepkilerin korelasyon göstermesi, bu korelasyonun o yetenek boyutundan kaynaklandığına işaret etmektedir. Yani yetenek bakımından aynı düzeyde olan kişilerin iki maddeye gösterdikleri tepkiler arasında ilişki olması ölçülen yetenekten başka özelliklerin de maddedeki performansı etkilediğinin bir göstergesidir (Hambleton & Swaminathan, 1985; Embretson & Reise, 2000).

1.7.1.3. Normallik

Örneklemeden elde edilen verilerin evrene ait uzayda normal dağılım gösterip göstermediğinin incelenmesi MTK çalışmalarında karşılanması beklenen varsayımlardan birisidir. Bunun en önemli sebebi kestirimlerde en çok olabilirlik

kestiriminden yararlanılmasıdır. En çok olabilirlik kestirimleri dağılımın normal olduğu varsayımına dayanmaktadır. Diğer yandan tek boyutluluğun araştırılmasında kullanılan faktör analizi tekniklerinin birçoğu da verilerin normal dağılıma sahip olduğu varsayımına dayanmaktadır.

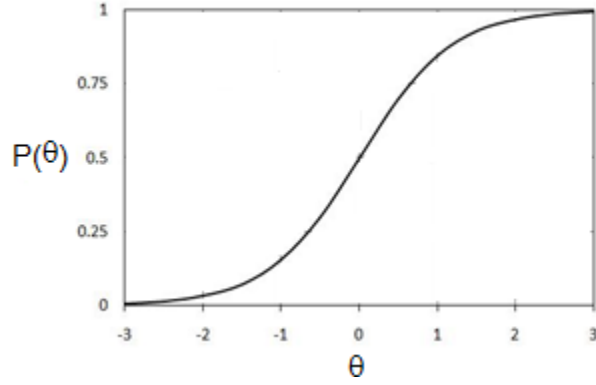
Tek değişkenli normalliğin test edilmesinde çarpıklık ve basıklık katsayıları, normal dağılım eğrisine sahip histogram grafiği ve Kolmogorov Simirnov testi kullanılabilir (Tabachnick & Fidell, 2009). Gerçek durumlarda bu koşulun sağlanması çok da mümkün olmamaktadır. Koşulun sağlanmamasının nedeni kullanılan tekniklerin yapısından olabilir. Yapılan araştırmalarda diğer iki varsayımın sağlanması koşuluyla puan dağılımı normal olmadığı hâlde çalışmalara devam edildiği görülmektedir (Doğan, 2002).

MTK ile analiz yapabilmek için varsayımların karşılanması yanı sıra bireylerin maddelere verdikleri yanıtlar ile yetenek düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi gereklidir. Bu ilişki madde karakteristik eğrisi (MKE) aracılığıyla yapılmaktadır.

1.7.2. Madde Tepki Kuramı Modelleri

MTK'da bireylerin testteki maddelere yanıt verirken gösterdikleri performansının altında o test ile ölçülmeye çalışılan yetenek olduğu düşünülmektedir. Yetenek θ (teta) simgesi ile gösterilmekte, bireylerin performansının altındaki örtük yani gözlenemeyen özellik olarak açıklanmaktadır. Bu gözlenemeyen özelliğin diğer ifadeyle yeteneğin ancak gözlenebilir olan teste yanıt verme davranışı ile ölçülebileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda bireylerin yeteneği ile testteki maddelere verdikleri yanıtlar arasındaki ilişki incelenmektedir. Bu ilişki, bireyin belli bir maddeye tepki verme olasılığı ile bireylerin test maddelerinin altında yatan yetenek üzerindeki konumu arasında matematiksel bir bağlantı olan matematiksel fonksiyonlarla kurulmaktadır (Ostini & Neing, 2006).

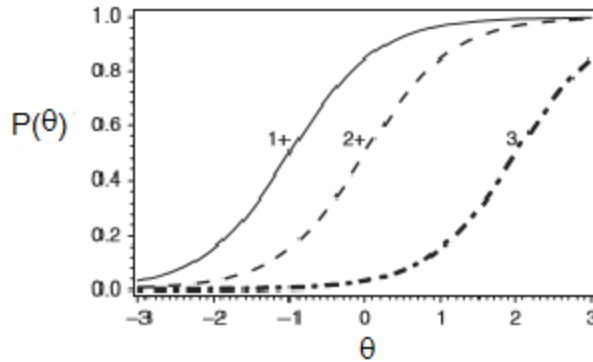
Bireyin gözlenemeyen özelliği (yeteneği) ile gözlenen özelliği (maddeyi doğru yanıtlama olasılığı) arasındaki matematiksel fonksiyonu veren bir madde karakteristik fonksiyonu (MKF) ve fonksiyona dayalı olarak elde edilen madde karakteristik eğrisi (MKE) bulunmaktadır. MKE madde puanının yetenek üzerindeki regresyonudur ve MKE'nin şekli yetenek düzeyindeki değişim ile doğru cevaplama olasılığı arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. MKE parametrelere bağlıdır ki elde edilen parametreler eğrinin şeklini belirlemektedir (Doğan, 2002).



Şekil 1.1. Madde Karakteristik Eğrisi (MKE) Örneği

MTK test maddeleriyle ölçülmeye çalışılan ve (θ) ile simgelenen yetenek düzeyi ile ilgilenmektedir. Şekil 1.1' de bireylerin gözlenemeyen özelliklerinin (yetenek) düzeylerini, gözlenen özelliklerinin (maddeyi doğru cevaplama) olasılığıyla açıklanmasını sağlayan MKE'ye örnek verilmiştir. MKF ve MKE ikili yanıtlanan maddeler için önerilmiştir.

İkiden fazla yanıtı olan çok kategorili yanıtlanan maddeler için modeller ele alındığında MKF'nin uzantısı olan madde yanıt fonksiyonu geliştirilmiştir. Çok kategorili maddelerde, iki kategorili yanıtlanan maddelerdeki MKE'ye karşılık gelen ise madde adımı yanıt fonksiyonudur (MAYF) (Sijtsma & Meijer, 2007). Bu fonksiyon ve eğrinin adlandırılmasında farklı öneriler getirilmiş (Demars, 2010), bu çalışmada Sijtsma ve Meijer (2007)'in isimlendirmesi temel alınmıştır.



Şekil 1.2. Madde Adımı Yanıt Eğrisi (MAYE) Örneği

Şekil 1.2'de De Ayala (2009) tarafından örneklendirilen dört yanıt kategorili madde için kategori sayısının bir eksiği kadar eğri ile oluşturulan madde adımı yanıt fonksiyonu verilmiştir.

MTK modelleri, fonksiyonlarında barındırdıkları parametrelere bağılı olarak değişmekle beraber, fonksiyonun türüne göre de farklılaşmaktadır. Genel olarak MTK modellerinin analize alınan değişken sayısına dayanarak sınıflandığı görülmektedir (Thissen & Steinberg, 1982). Sınıflamada diğer bir yaklaşım MKE'nin şekline bağılı olarak yapılmaktadır.

MKE'nin monoton artan bir fonksiyon olmasına dayalı parametrik MTK modelleri ve monoton artarken belli bir yapı göstermeyen MKE'ye dayalı parametrik olmayan MTK modelleri olarak ele alınmaktadır (Sijtsma & Molenaar, 2002). Bu çalışmada sınıflama iki yaklaşımın birleşimi gözetilerek oluşturulmuştur. İlk olarak parametrik ve parametrik olmayan modeller iki ana başlıkta incelenmiş ve her başlığın altında iki kategorili ve çok kategorili modeller olarak kendi içinde gruplama yapılmıştır.

1.7.2.1. Parametrik Madde Tepki Kuramı (PMTK) Modelleri

Bu başlık altında, iki kategorili ve çok kategorili yanıtlanan maddeler için uygulanan MTK modelleri sırasıyla açıklanmıştır.

1.7.2.1.1. İki Kategorili MTK Modelleri

İki kategorili MTK modelleri maddelerin ikili olarak puanlandığı durumlar için kullanılmaktadır. Burada bir maddeye ilişkin olarak verilen tepki başarı testlerinde doğru ya da yanlış olabildiği gibi; anketlerde evet-hayır, tutum ölçeklerinde katılıyorum-katılmıyorum şeklinde iki kategorili olabilir.

Bu tür MTK modelleri MKF'nin yapısının lojistik veya ogive olmasına dayalı olarak temelde iki türde ele alınmaktadır. Modeller, içerdikleri parametre sayısına bağılı olarak adlandırılma yoluna gidilmektedir. Alan yazında 1 parametrelili model, 2 parametrelili model, 3 parametrelili ve 4 parametrelili modellerin olduğu görülmektedir. Lojistik modeller ile ogive modeller birbirine çok yakın sonuçlar üretmelerine rağmen matematiksel formları bakımından farklılık göstermektedir. Lojistik modeller, ogive modellere göre hesaplamada kolaylıklar sunduğu için daha çok tercih edilmektedir (Embretson & Reise, 2000).

Model Parametreleri ve Parametrelerin Yorumlanması

Modellerde kestirilen üç parametreden birincisi a ile sembolize edilen maddelerin ayırtıcılık parametresidir. Ayırtıcılık MKE'nin doğru yanıtlama olasılığının 0,5 olduğu noktadaki eğimine karşılık gelmektedir. Bu bağlamda a parametresinin "eğim

parametresi” olarak da geçtiği kaynaklar mevcuttur. Madde karakteristik eğrisi ne kadar dikse, madde o kadar ayırıcıdır. Teorik olarak a parametresi \pm sonsuz arasında değer almakta, uygulamada sıklıkla -2,8 ile 2,8 arasında kestirilmektedir. Temelde a parametresi madde ile ölçülmek istenilen niteliğe az sahip olanlarla, niteliği daha çok taşıyanların birbirinden ayrılma düzeyini göstermektedir. Bu da maddelerin iyi bir ayırıcılık düzeyine sahip olmasını gerektirmektedir. Maddelerin iyi bir ayırıcılık düzeyine sahip olma koşulu ancak yüksek a parametresi ile sağlanabilir (De Ayala, 2009; Demars, 2010).

İkinci parametre b ile sembolize edilen güçlük parametresidir. MTK’da güçlük parametresi MKE’nin maksimum eğime sahip olduğu nokta olarak tanımlanmaktadır. Yani eğrinin büküm noktasının izdüşümündeki yetenek değeridir. Bu parametre maddenin en iyi ölçtüğü yetenek düzeyini göstermektedir. Güçlük düzeyleri -3 ile +3 arasında değişmektedir, -3’e yakın değerler kolay; +3’e yakın değerler ise zor maddeleri temsil etmektedir (De Ayala, 2009; Demars, 2010).

Üçüncü parametre ise c ile gösterilen maddeyi doğru yanıtlama olasılığının şansa kestirilmesine dayalı sonuç veren şans parametresidir.

1.7.2.1.1.1. Bir Parametrelili Lojistik Model (1PLM) ve Rasch Modeli

Bu modelde bireyin doğru cevap verme olasılığı ile yetenek düzeyi arasındaki ilişki (b) ile sembolize edilen madde güçlüğü parametresi üzerinden tanımlanmaktadır. Madde güçlüğü’nün değeri MKE’nin 0,50 olasılığa denk gelen yetenek düzeyi eksenindeki değerdir. Modelde maddeler sadece güçlük parametresi açısından farklılaşmakta, ayırt edicilikleri birbirine eşit, şans parametresi ihmal edilebilir kabul edilmektedir. Bu modelde bir bireyin j maddesini doğru cevaplama olasılığı aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$P(X_j = 1 | \theta, \beta_j) = \frac{\exp(\alpha(\theta - \beta_j))}{1 + \exp(\alpha(\theta - \beta_j))} \quad (\text{Eşitlik 1.1})$$

X_j = j maddesine birey tarafından verilen yanıt

θ_s = Bireyin örtük özelliği

β_j = j maddesinin güçlük parametresi

α_j = j maddesinin ayırıcılık parametresi

Alan yazında 1PLM'nin ayırıcılık (a) parametrelerinin 1'e eşit olan özel bir formu Rasch modeli olarak geçmektedir. 1PLM'de a parametresi ortalama bir değere eşitlenmektedir. Rasch modelinde madde güçlükleri farklılaşırken, madde ayırıcılıkları ise 1'e eşittir. Parametrelerin adları 1PLM ile aynı olmakla birlikte sabit a parametrelili Rasch modeline ilişkin fonksiyon şöyledir:

$$P(X_j = 1 | \theta, \beta_j) = \frac{\exp(\theta - \beta_j)}{1 + \exp(\theta - \beta_j)} \quad (\text{Eşitlik 1.2})$$

1.7.2.1.1.2. İki Parametrelili Lojistik Model (2PLM)

Bu modelde 1PLM'den farklı olarak güçlük (b) parametresinin yanı sıra maddelerin ayırıcılık (a) parametreleri de farklılaşmaktadır. 2PLM'de bireylerin doğru cevaplama olasılığı yetenek düzeyinin yanında madde güçlüğü ve madde ayırıcılığı parametreleri üzerinden tanımlanmaktadır. 2PLM, maddelerin yetenek düzeyleri ile eşit şekilde ilişkili olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Ayırıcılık parametreleri madde için çizilen MKE'nin eğiminden elde edilirken; güçlük parametresi 2PLM'de de Rasch modelindeki gibi 0,50 olasılığa denk gelen y eksenindeki değere karşılık gelmektedir.

Bu modelde bir bireyin j maddesini doğru cevaplama olasılığı şöyledir:

$$P(X_j = 1 | \theta, \beta_j, \alpha_j) = \frac{\exp[\alpha_j(\theta - \beta_j)]}{1 + \exp[\alpha_j(\theta - \beta_j)]} \quad (\text{Eşitlik 1.3})$$

$X_j = j$ maddesine birey tarafından verilen yanıt

$\theta =$ Bireyin örtük özelliği

$\beta_j = j$ maddesinin güçlük parametresi

$\alpha_j = j$ maddesinin ayırıcılık parametresi

1.7.2.1.1.3. Üç Parametrelili Lojistik Model (3PLM)

Üç parametrelili modelde 2PLM'den farklı olarak şans parametresi de dikkate alınmaktadır. Diğer bir ifadeyle bu modelde a parametresi (ayırıcılık), b parametresi (güçlük), c parametresi (şans) ve bireyin örtük özelliğinin maddeyi doğru şekilde yanıtlaması üzerinde etkili olduğu temelinde kestirim yapılmaktadır. Şans parametresinin değeri MKE'nin en düşük asimptotu olarak kestirilmektedir. 3PLM ile bireyin j maddesini yanıtlama olasılığına ilişkin fonksiyon şöyledir:

$$P(X_j = 1 | \theta, \beta_j, \alpha_j, \gamma_j) = \gamma_i + (1 - \gamma_j) \frac{\exp[\alpha_j(\theta - \beta_j)]}{1 + \exp[\alpha_j(\theta - \beta_j)]} \quad (\text{Eşitlik 1.4})$$

$X_j = j$ maddesine birey tarafından verilen yanıt

$\theta =$ Bireyin örtük özelliği

$\beta_j = j$ maddesinin güçlük parametresi

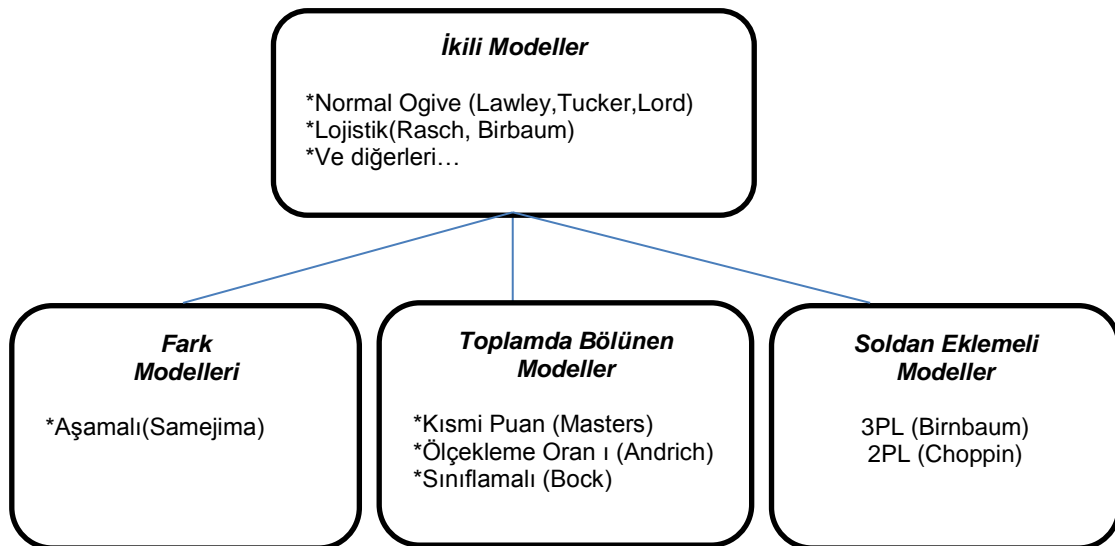
$\alpha_j = j$ maddesinin ayırıcılık parametresi

$\gamma_j = j$ maddesinin şans parametresi

3PLM için çizilen MKE şans parametresinin 0'dan büyük olması sebebiyle orijinden başlamamaktadır ki madde güçlüğü parametresi .50 olasılığa denk gelen nokta olarak belirlenmemektedir. Bu modelde madde güçlüğü şans parametresinden etkilenmekte ve x-ekseninde $\frac{1+\gamma_i}{2}$ olasılığa denk gelen nokta olarak kestirilmektedir.

1.7.2.1.2. Çok Kategorili Madde Tepki Kuramı Modelleri

Ölçme aracı geliştirme çalışmalarında ikiden fazla yanıt kategorili maddeler sıklıkla kullanılmaktadır. Bu tür maddeler tamamen katılıyorum, katılmıyorum, katılmıyorum, tamamen katılmıyorum vb. sıralı şekilde yanıtlanmaktadır. Böyle maddelerin analizinde iki kategorili modellerin uzantısı olarak geliştirilen modellerden yararlanılmaktadır (Mellenbergh, 1995). Modeller parametre kısıtlaması ve varsayımlara dayalı olarak Thissen & Steinberg (1986) tarafından Şekil 1.3.'teki gibi sınıflandırılmıştır.

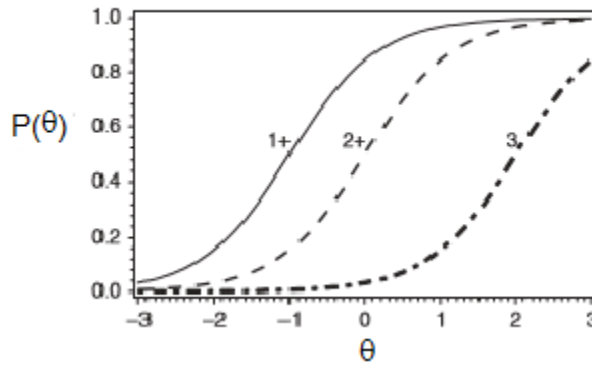


Şekil 1.3. MTK Modelleri İçin Sınıflama Önerisi (Thissen & Steinberg,1986)

Model Parametreleri ve Parametrelerin Yorumlanması

Bu modellerde kestirilen parametrelerden birincisi a ile sembolize edilen maddelerin ayırıcılık parametresidir. İki kategorili yanıtlanan maddelerdeki a parametresiyle benzer şekilde madde eğimi olarak yorumlanmaktadır (Demars, 2010).

b parametresi ise iki kategorili modellerden farklılık göstermektedir. Çok kategorili maddelerde b parametreleri yanıt kategori sayısının bir eksiği kadar hesaplanmaktadır. Kategoriler ardışık olduğundan bir kategoriye ve ona ardışık olan daha büyük değere sahip kategoriye seçme olasılığı temelinde hesaplanma yapılmaktadır.



Şekil 1.4. Parametrelerin Madde Adımı Yanıt Eğrisinin Gösterimi

Şekil 1.4'te bireylerin 0 ile 3 arasında puanlanan 4 kategorili madde için 1 ve üzerinde yanıt verme olasılığı ile 0 ve üzerinde yanıt verme olasılığından yüksektir. Kategori eğrilerinin paralel olduğu görülmektedir. b parametreleri farklı modellerde eşik parametresi (*threshold*), adım parametresi vb. şekilde farklı adlandırmalara sahiptir (De Ayala, 2009).

1.7.2.1.2.1. Kısmi Puan Modeli (KPM)

İki kategorili 1PLM'nin çok kategorili verilere uyarlanmış halidir; nitekim bu model iki kategorili yanıtlanan maddelere uygulandığında Rasch modeline dönüşmektedir. (Ostini & Nering, 2006). Çok kategorili yanıtlanan maddelere uygun olan model Rasch modelinin uzantısı olarak bitişik yanıt kategorilerinin Rasch modelindeki gibi ardışık ikili hale dönüştürülerek hesaplanmasına dayanmaktadır (Ostini & Nering, 2006). Toplamda bölünen ve doğrudan modeldir.

Bu model çoklu adım gerektiren test maddelerinin çözülmesinde ve her adım için bir değer elde edilmesi gerektiğinde kullanılacak ideal modeldir.

KPM iki kategorili yanıtlanan maddelere uygulanan 1PLM'in uzantısı olduğu için bu modelin parametrelerine ilişkin madde ayırıcılıklarının tüm maddeler için aynı olması diğer bir ifadeyle maddelere ait eğimlerin (α) eşit olması ve tüm maddeleri şansa yanıtlama olasılığının hesaplamaya dâhil edilmemesi gibi özellikleri taşımaktadır (De Ayala, 2009).

KPM'de madde kategorilerinin seçimi (belli bir kategori ve üzeri şeklinde değil) doğrudan yapılmaktadır. Her bir kategori puanı elde etme olasılığını açıklayan kategori karakter eğrileri elde edilmektedir. Kategori karakter eğrilerinin kesişimi b parametreleri "adım güçlüğü" olarak adlandırılmaktadır.

Modelde madde kategorilerinin sıralı olması gerekliken, geçiş noktalarının büyüklüklerinin sıralı olma zorunluluğu bu model için yoktur. Modelde her bir madde kategori karakter eğrilerinin yerleri arasındaki uzaklıkta sınırlama yoktur. $m+1$ cevap kategorisi olmak üzere; m tane adım, m tane kesişim, m tane de adım güçlüğü parametresi elde edilmektedir.

1.7.2.1.2.2. Dereceli Ölçekleme Modeli (DOM)

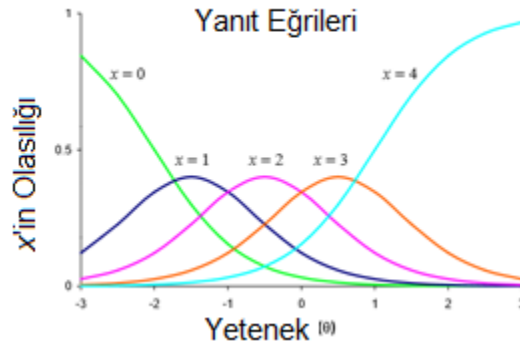
Bu model, Rasch modelinin uzantısıdır; bu anlamda Rasch modelindeki gibi madde ayırıcılıklarına ve maddeyi şansa doğru yanıtlama olasılığına ilişkin parametreler modele dayalı kestirimlerde yer almamaktadır (De Ayala, 2009). Bu model KPM'nin özel bir halidir ve KPM'den farkı bu modelin Rasch modelinin çok kategorili maddelere genişletilen şekliyle doğrudan ilişkili olmasıdır (Ostini & Nering, 2006).

Bu modelde bitişik yanıt kategorileri eşit adım güçlükleri ile ayrılmaktadır ki bu sınır noktaları modeli diğerlerinden ayırarak bağımsız ardışık iki kategoriye ayırma düşüncesini azaltmaktadır (Ostini & Nering, 2006). Modelde seçimin, her bir kategori sınırında ikili olarak yapıldığı varsayılmaktadır. Modeli diğer modellerden ayıran özellik kategori sınırlarının tüm maddeler boyunca sabit olmasıdır, böylece kategori sayısı tüm maddeler boyunca aynıdır, farklılık maddelerin yerlerinin fonksiyon üzerinde farklılaşmasından kaynaklanmaktadır. Bu modelde kullanılacak olan maddelerin aynı şekilde etiketlenen ve aynı sayıda kategoriye sahip maddeler olması gerekmektedir (Ostini & Nering, 2006).

1.7.2.1.1.3. Aşamalı Tepki Modeli (ATM)

Aşamalı Tepki Modeli Thissen & Steinberg (1986) sınıflamasına göre bir fark modelidir. Model Samejima (1969) tarafından Rasch türü modellerden farklı olarak geliştirilmiştir. İki kategorili yanıtlanan maddeler için uygulanabilen 2PLM'nin Likert tipi ölçek gibi çok kategorili maddelere genişletilmiş halidir (De Ayala, 2009).

ATM'de maddedeki her bir yanıt kategorisinin belli bir seçilme durumu söz konusudur. Bir kategoriye karşı seçim yapma bireylerin bir önceki kategoriye seçmiş bulunmaları olasılığıyla tanımlanmaktadır. Belli bir kategoriye seçme olasılığını tanımlayan fonksiyon, önceki kategorinin seçilmesiyle ilişkilidir (Ostini & Neiling, 2006). İki kategorili modellerdeki MKE çok kategorili modellerde madde adımı yanıt fonksiyonu olarak geçmektedir. Şekil 1.5 'te MAYF'a örnek verilmiştir.



Şekil 1.5. ATM için Madde Adımı Yanıt Eğrisi Örneği

Modelde maddedeki bir kategoriye seçme sürecinde önceki kategorilere verilen yanıtlar dikkate alınmaktadır. Belli bir kategori ile ondan sonraki kategori arasında seçim olduğu düşünülebilir. Diğer deyişle bir kategori seçimi önceki kategorinin red edilmesi olarak da düşünülebilir. Burada diğer modellerden farklı olarak verilen kategorinin seçilmesi o kategoriye kadar olan önceki tüm kategorilerin kombinasyonuna bağlı olduğudur. Yani bireyin bir kategoriye seçmesi için önceki tüm kategorileri geçmiş olması beklenmektedir ki bu durum modelin birikimli süreç içerdiğini göstermektedir. Kategoriye seçme ya da reddetme birikimli süreci, seçme olasılığının red etmeden daha büyük olduğu duruma kadar devam etmektedir. Likert türü maddelerde kategorilerin sıralı olması bu modelin Likert tipi ölçeklerin analizinde sıklıkla kullanımına imkân tanımaktadır. Bireyin en düşük kategori ve üzerinde tercih yapması bu tür sıralı yanıtlanan maddeler için uygundur. 2PLM'nin uzantısı olan modelin fonksiyonu 2PLM'in fonksiyonuyla benzerlik göstermektedir;

$$P_{x_j} = \frac{e^{[\alpha_j(\theta - b_{x_j})]}}{1 + e^{[\alpha_j(\theta - b_{x_j})]}} \quad (\text{Eşitlik 1.5})$$

$P_{x_j} = x_j$ ve üzerindeki kategoriye seçme olasılığı

$\theta =$ Bireyin örtük özelliği

$b_{x_j} = j$ maddesinin x_j kategori puanı için eşik parametresi

$\alpha_j = j$ maddesinin ayırtıcılık parametresi

$x_i = j$ ($0, 1, 2, \dots, n_j$) n_j j maddesinin en büyük kategori puanıdır.

ATM'de j maddesinin belli bir X_j kategorisinin seçilme olasılığı iki adımda gerçekleştiği için bu model fark modeli olarak adlandırılmaktadır (Thissen & Steinberg, 1982). Bir kategori veya üzerindeki erişme olasılığı her kategori için ayrı çözülmektedir. Yani k tane eşik parametresi olan madde için kategori olasılıkları;

$$p_k = P_k - P_{k+1}$$

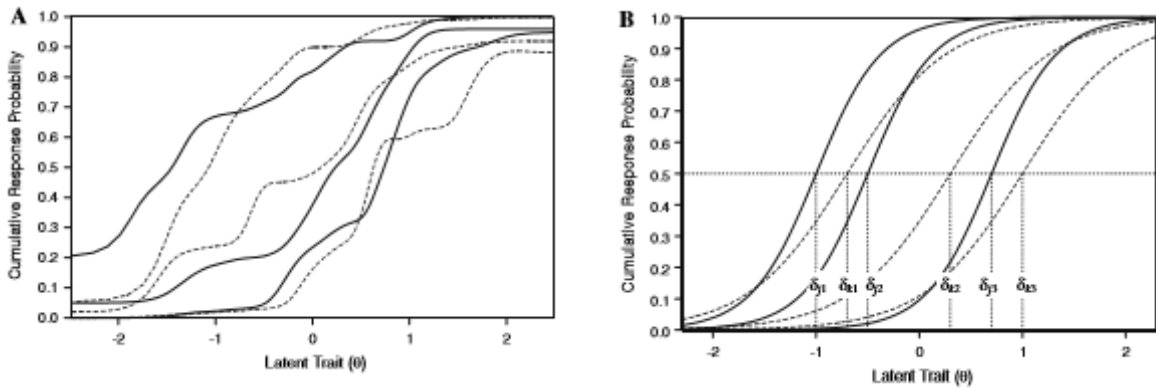
p_k bitişik $p_k(0)$ değerlerinin çıkarılmasıyla belli bir kategori için 0'nın olasılığıdır.

1.7.2.2. Parametrik Olmayan Madde Tepki Kuramı Modelleri

PoMTK modellerinde tek boyutluluk parametrik modellerde olduğu gibi temel varsayımdır. Tek boyutluluk belli bir maddeye doğru yanıt verme olasılığının, kişinin tek bir özelliği ya da yeteneği ile belirlenebilmesi yani maddenin bir değişkeni ölçmesi (Hambleton & Swaminathan, 1985) ya da testteki tüm maddelerin tek bir genel özellik tarafından açıklanabilmesi anlamına gelmektedir. (Sijtsma, 2005). Yine PMTK için ikinci temel sayıltı olan, bireylerin maddeleri ayrı ayrı yanıtlama olasılıklarının birlikte yanıtlama olasılığına eşit olması olarak açıklanan yerel bağımsızlık PoMTK için de geçerlidir. Bunlara ek olarak PoMTK modelleri çalışmalarında önemli bir yeri olan diğer bir varsayım monotonluktur. Monotonluk PMTK için de geçerli olan MKE veya çok kategorili yanıtlanan maddeler için MAYF'ın monoton azalmayan bir yapı sergilemesi anlamına gelmektedir. Bu durum $P_i(\theta)$ ve θ ilişkisinin sıra kısıtlamaları kuralıyla sağlanmaktadır.

Sijtsma ve Molenaar (2002) monotonluğu gelişigüzel seçilen $\theta_a < \theta_b$ olmak üzere θ_a ve θ_b için $P_i(\theta_a) \leq P_i(\theta_b)$ eşitliği ile açıklamıştır. Bu eşitlikten hareketle daha yüksek yeteneğe sahip olanların, maddeyi doğru yanıtlama olasılığının daha yüksek olacağı söylenebilir.

PoMTK modellerini, PMTK'dan ayıran nokta MKE'lerin ve MAYF'nun monoton artışının (azalmayışının) belli şekle dayanmamasıdır. Yani PMTK'nın lojistik ya da normal eğri şeklinde yapı göstermesi beklenirken bu modelde monoton azalmayan yapının belli bir şekle bağlı olması beklenmemektedir (Sijtsma & Molenaar, 2002). Hatta eğrinin şekli oldukça düzensiz, kesikli olabilmektedir. Yani $P(\theta)$ ve θ arasındaki ilişki monoton olarak azalmayan ise herhangi bir fonksiyonel formda olması kabul edilebilir. Şekil 1.6'da Sijtsma vd. (2008) tarafından iki model arasındaki farka somut örnek verilmiştir. Her iki modelde de monoton bir azalmayan yapı varken bu durum sadece PMTK'da düzenli bir şekle bağlıdır.

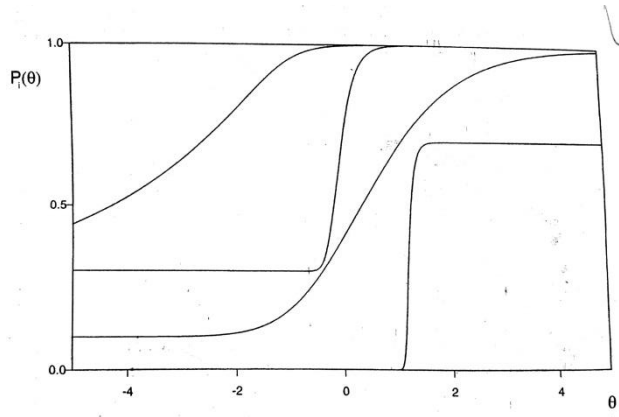


Şekil 1.6. A. PoMTK için MAYE B. PMTK için MAYE

PoMTK modellerinin tümü için geçerli olmayan bir başka varsayım kesişmezliktir. Bu varsayım k tane MKE'nin θ 'lar üzerinde kesişmemesi gerektiğidir (Sijtsma & Molenaar, 2002). Kesişmezlik tüm maddelerin güçlüklerine göre sıralanmasını gerektirmektedir. Bu gereklilik; k madde olduğunda tüm θ 'lar için;

$$P_1(\theta) \leq P_2(\theta) \leq \dots \leq P_k(\theta) \quad (\text{Eşitlik 1.6})$$

eşitliği ile açıklanmaktadır. Şekil 1.7'de monoton azalmayan ve kesişmezlik varsayımını karşılayan MAYF örneği verilmiştir.



Şekil 1.7. Monotonluk Ve Kesişmezlik Varsayımlarını Karşılıyan MAYE Örneği

PoMTK'da kestirimlerin doğruluğunun incelenmesinde Ölçeklenebilirlik Katsayısı (H) ölçüt olarak alınmaktadır (Sijtsma, 2005). Ölçeklenebilirlik katsayısı üç durum için kestirilmektedir. Bu katsayılar, tüm test için H katsayısı, madde çiftleri için H_{ij} katsayısı ve her bir madde için H_i şeklindedir. Bu üç H katsayısı arasındaki ilişki Sijtsma & Molenaar (2002) tarafından üç eşitlikle verilmiştir:

$$\min H_{ij} \leq H_i \leq H_{ij}$$

$$\min H_i \leq H \leq \max H_{ij}$$

$$\min H_{ij} \leq H \leq \max H_{ij}$$

Tüm test için hesaplanan H katsayısı model veri uyumu, madde çiftleri için kestirilen H katsayıları maddeler arası kovaryansların incelenmesi, madde için elde edilen H katsayısı ise maddenin ayırıcılık katsayısı olarak kullanılmaktadır. Madde için hesaplanan H katsayısı i maddesi için $R_{(i)}$ i maddesi dışındaki maddelerin puanı olmak üzere şöyle formülize edilmiştir:

$$H_i = \frac{Cov(X_i, R_{(i)})}{Cov_{max} X_i, R_{(i)}} \quad (\text{Eşitlik 1.7})$$

Madde çiftleri için i ve j maddeleri temsil etmek üzere H_{ij} madde çiftleri katsayısı aşağıdaki gibi formülleştirilmiştir:

$$H_{ij} = \frac{Cov(X_i, X_j)}{Cov_{max} X_i, X_j} \quad (\text{Eşitlik 1.8})$$

Tüm test için model veri uyumunu değerlendirmede kullanılan H katsayısı ise madde için hesaplanan H_i katsayılarının toplamına dayalı olarak elde edilmektedir. H katsayısı i maddesi için $R_{(i)}$ i maddesi dışındaki maddelerin puanı olmak üzere şöyle formülize edilmiştir:

$$H = \frac{\sum_i Cov(X_i, R_{(i)})}{\sum_i Cov_{max}(X_i, R_{(i)})} \quad (Eşitlik 1.9)$$

Üç H katsayısının yorumlanması benzerdir. Katsayının yorumlanması için Mokken (1971) tarafından önerilen ölçütler şöyledir:

$0,30 \leq$ Ölçeklenebilirlik Katsayısı (H) $< 0,40$ zayıf

$0,40 \leq H$ Ölçeklenebilirlik Katsayısı (H) $< 0,50$ orta

$0,50 \leq$ Ölçeklenebilirlik Katsayısı (H) güçlü

H katsayısı en fazla 1 değerini almaktadır. Yukarıda verilen ölçütlerde kestirimlerin yorumlanması için verile değerlerin pozitif olmasına karşın H katsayısı negatif değerler de alabilmektedir (Mokken, 1971).

Negatif H katsayı elde edilmesi iki nedene bağlanabilir. Birincisi örneklemden kaynaklı, ikincisi varsayımların ihlaline dayalıdır. Diğer bir ifadeyle yetenekteki farklılığın gerçek varyanstan değil de ölçme hatasından kaynaklandığı ya da ölçme yapılan grup homojen olduğu durumda veya kestirim için gereken varsayımların ihlal edildiği durumlarda H'nin negatif değerler aldığı görülmektedir. Bu tür durumların işaretçisi olan negatif H'nin olduğu kestirim sonuçlarının bireyler üzerinde doğru ayırım yaptığını düşünmek yanıltıcı olabilir (Sijtsma & Molenaar, 2002). Bulguları açısından iyi bir çalışmada negatif H'ye sahip maddenin olmaması beklenmektedir. Bu bilgiden hareketle pozitif H değerlerinin dikkate alınması önerilmektedir. (Sijtsma & Molenaar, 2002);

Model veri uyumu

Bir testteki maddelerden elde edilen verilerin model uyumunun test edilmesinde tüm testten elde edilen ölçeklenebilirlik katsayısı (H) kullanılmaktadır. Veri model uyumunun yorumlanması yukarıda verilen Mokken (1971) ölçütleri ile yapılmaktadır.

Ayırıcılık gücü

Madde için hesaplanan H_i ayırıcılık katsayısı geçerlik ölçütü olarak kullanılmaktadır. Bu katsayının yorumlanması tüm test için hesaplanan H ile aynı doğrultudadır (Mokken,1971).

Madde güçlüğü

Bireylerin maddelere doğru yanıt verme olasılıklarını ifade etmektedir (Sijtsma vd, 2008). PoMTK'daki güçlük (P), PMTK'daki b parametresinden farklı yorumlanmaktadır. Daha düşük değerli maddeler daha zor, yüksek değerli maddeler daha kolaydır. 1'e yaklaşan maddeler kolayken, 0'a doğru gidildikçe maddeler zorlaşmaktadır. Kategori sayısının bir eksiği kadar madde güçlüğü hesaplanmaktadır. Madde kategorilerinin olasılıklarının kategori sırası arttıkça giderek azalması beklenmektedir. Örneğin 3 kategorili bir maddede birinci P değerinin ikinciden daha yüksek olması istenen bir durumdur.

1.7.2.2.1. İki Kategorili Veriler için Modeller

İki kategorili yanıtlanan maddeler için Monoton Homojenlik ve İkili Monotonluk Modelleri geliştirilmiştir. İkili Monotonluk Modeli, Monoton Homojenlik Modelinin özel bir halidir. Bu modeller aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

1.7.2.2.1.1. Monoton Homojenlik Modeli

Monoton Homojenlik Modeli (MHM) Mokken (1971) tarafından geliştirilen bir modeldir (Sijtsma, 2005). Parametrik MTK modellerinden iki parametrelili modelin karşılığı olarak düşünülebilir (Sijtsma, Meijer & van der Ark, 2010). Varsayımları, tek boyutluluk, yerel bağımsızlık ve monotonluktur (Sijtsma & Molenaar, 2002).

MHM yetenek üzerinde bireyleri X_+ toplam puanı aracılığıyla sıralama ilkesine dayanarak çalışır. Bu yönüyle MHM sıralama düzeyindeki veriler için uygundur. Bu modelde bireyler X_+ toplam puanına dayalı yetenek ölçeği üzerinde sıralanır ve PMTK'dan farklı olarak θ 'nın sayısal değeri elde edilmez. Bu durum modelin avantajı olarak görülmektedir (Sijtsma & Molenaar, 2002). Bu prensibi açıklayan eşitlik şöyledir,

a ve b X_+ 'nin iki değeri ve c gelişigüzel seçilmiş θ 'nın sabit bir değeri olsun. Bu durumda,

$$0 \leq a \leq b \leq k \text{ iken } P(\theta > c | X_+ = a) \leq P(\theta > c | X_+ = b)$$

$$0 \leq a \leq b \leq k \text{ iken } E(\theta > c | X_+ = a) \leq E(\theta > c | X_+ = b)$$

Yukarıdaki eşitlik yüksek toplam puana sahip a grubu için, θ ortalamasının en az daha düşük toplam puana sahip olan b grubu içindeki kadar olması gerektiğini göstermektedir.

MHM için varsayımların karşılanması yanında bir gereklilik madde çiftleri arasındaki kovaryansların negatif olmamasıdır. Aslında bu gereklilik varsayımların sağlanıp sağlanmadığı hakkında bilgi vermektedir. Dikkat edilmesi gereken nokta MHM kestirimlerinin negatif kovaryansa sahip olması varsayımların karşılandığına dair sadece bir göstergedir. Bu göstergenin dışında varsayımların sağlanıp sağlanmadığı test edilerek analiz yapılmalıdır (Sijtsma & Molenaar, 2002).

MHM'de madde grupları arası korelasyonlar ve her iki madde arasındaki korelasyonun negatif olmaması önemlidir. Her bir i maddesi için, i maddesi için olasılık fonksiyonu, i maddesi dışında geri kalan maddelerden alınan toplam puan (X_{kalan}) üzerinde monoton artandır. Yani toplam doğru cevap sayısı (X), θ üzerinde monoton artandır. $P(X=t)/P(X=s)$ olasılık fonksiyonu θ üzerinde monoton artandır $0 \leq s \leq t \leq n$ 'dir.

İlgili özellikler Holland Rosenbaum (1986) tarafından ortaya konulmuştur. Özellik eğer belli konuyla ilgili bir evrenden belli bir alt grup seçilmişse testin maddelerinin bir bölümü üzerindeki performansı testteki diğer maddelerin toplamıyla arasındaki kovaryans negatif olamaz şeklinde ifade edilmektedir. Madde puanları negatif, pozitif ya da sürekli olabilir. Bunu kanıtlamak için alt gruplar ihmal ederek tüm evren dikkate alındığında, evren üzerinden hesaplanan her bir j ve k maddesi için kovaryans negatif olamaz ve negatif kovaryans model-veri uyumsuzluğuna dair bilgi verir (Sijtsma, 2005).

1.7.2.2.1.2. İkili Monotonluk Modeli (İMM)

İkili Monotonluk Modeli, 1PLM'nin parametrik olmayan karşılığıdır. MHM için gerekli olan tek boyutluluk, yerel bağımsızlık, monotonluk varsayımlarının yanında kesişmezlik varsayımının karşılanması da gerektirmektedir (Sijtsma, 2005). Bu haliyle modelin, MHM'ye kesişmezlik varsayımının eklendiği özel bir formu olduğu düşünülebilir. Yani İMM ile açıklanabilen veri seti daha zayıf olan MHM ile de

açıklanabilmektedir. MKE'lerin kesişmemesi tüm yetenek düzeyleri (θ 'lar) için yanıt olasılığının aynı olduğu anlamına gelmektedir (Sijtsma, 2005).

Kesişmezlik özelliği alan yazında “değişmeyen madde sıralaması” olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer ifadeyle maddelerin güçlüklerine göre sıralanması ve bu sıranın değişmemesi anlamına gelmektedir. İMM maddeleri aynı ortalama puanlara göre sıralamakta ve sıralamada yetenek dağılımları dikkate alınmamaktadır (Sijtsma & Molenaar, 2002).

İMM için geçerli olan bir özellik $P_i < P_j$ olduğu durumda yani i maddesi j maddesinden daha zor ise her alt grup birey için bu durumun geçerli olmasıdır. Bu durum MKE'lerin kesişmediğine dair ipucu vermektedir.

İkili monotonluk hem yetenek hem de madde özelliklerinin kestirimi için kullanılmaktadır. Bu model MHM'nin özel bir şeklidir. MHM gibi tutarlılık özelliklerine ve olasılıksal sıralama özelliklerine bireyler için de sahiptir. İkili Monotonluk Modeli sadece maddelerin sıralanması alt gruplarda ya da bireylerde aynı olduğunda kullanılabilir.

1.7.2.2.2. Çok Kategorili Veriler için Modeller

Çok kategorili yanıtlanan maddeler için birçok MTK modeli geliştirilmiştir. Bu modellerden Oranlı Eğri Modeli, Kernel Smoothing Modeli ve Monoton Homojenlik Modeli sırasıyla açıklanmıştır.

1.7.2.2.2.1. Oranlı Eğri Modeli (OEM)

Ramsay ve Abrahamowicz (1989)'da ikili puanlanan maddeler için eğri merkezli modeli önermiştir. Daha sonra bu modelin uzantısı olan çok kategorili veriler için oranlı eğri olarak adlandırılan model geliştirilmiştir (Abrahamowicz & Ramsay, 1992). Modelde, eğri veriyi düzgünleştirme için polynominal olarak tanımlanan özel bir fonksiyondur. Bu model, sınıflamalı çok kategorili veriler için geliştirilmiştir. Örneğin çeldiricileri olan çoktan seçmeli maddelere uygundur. Bu tür maddelerin, ikili yanıtlanan maddelerden daha fazla bilgi vermesi ve daha nesnel olması sıklıkla kullanılmalarında etkilidir. Bu bağlamda model yaygın bir kullanım alanına sahip olabilir.

Sınıflama düzeyinde ölçekle veri analizinin yanında sıralama düzeyinde ölçekle elde edilen verinin analizine de izin vermektedir. Bu model diğer PoMTK modelleri

gibi madde adımı yanıt fonksiyonunu belli bir şekil ile sınırlamamaktadır. Bu modeldeki MAYF yapısındaki düzlükler ve kırılmalar MAYF'in sınırlandırılmış formu olan parametrik modellerle belirlenememektedir. Bu yönüyle yani esnek yapıyı MAYF yapısıyla araştırmacılara maddelerle ilgili daha fazla bilgi sağlamaktadır.

1.7.2.2.2. Kernel Smoothing Modeli (KSM)

Ramsay tarafından (1991) Likert tipi ölçeklerde kullanılabilen Kernel Smoothing Modeli (KSM) önerilmiştir. Bu modele dayanan kestirimler TESTGRAF bilgisayar programı ile yapılabilmektedir. KSM ve OEM MAYF'lerin düzgünleştirilmesi için farklı yaklaşımları benimserler. Ramsay (1991), KSM'nin kestirimle esneklik sağlamasıyla parametrik modellerden daha fazla gerçek veriye uygun olduğunu ifade etmiştir. Bu esneklik cevap eğrilerinin asimetric durumlarda kullanılabilmesine dayalıdır. Diğer bir kullanışlılığı ise örtük özellikteki hızlı değişmelerin beklendiği durumları grafiklerle betimlemesidir.

KSM, veriye uyum yaklaşımından ziyade bir kestirim yöntemidir. Bu yönüyle açıklayıcıdan öte bir (parametrik modellerde olduğu gibi) keşfedici yapıda olduğu düşünülebilir. KSM, kestirim sürecine katkıda bulunan gözlenen veriye ağırlıklar vererek, yerel ortalama (local averaging) fikri tekniğini kullanmaktadır.

1.7.2.2.3. Çok Kategorili Veriler İçin Monoton Homojenlik Modeli

Çok kategorili veriler için Monoton Homojenlik Modeli madde yanıtlarının ikiden fazla olduğu durumlarda kullanılmak üzere MHM'nin uzantısı olarak Molenaar (1982, 1997) tarafından önerilmiştir. MHM'nin ikili puanlanan maddelerden çok kategorili puanlanan (Likert tipi ölçekler ya da kısmi puanlama imkânı tanıyan başarı testi soruları) maddelere genişletilmiş halidir (Mokken, 1971; Mokken, Lewis & Sijtsma, 1986).

Çok kategorili veriler için Monoton Homojenlik Modeli (MHM), ikili verilere uygun MHM gibi tek boyutluluk, yerel bağımsızlık ve monotonluk varsayımlarına sahiptir. Sıralama ölçeği düzeyinde ölçme yapan model iki kategorili verilerde olduğu gibi bireyleri θ üzerinde sıralamak için $X+$ toplam puanı kullanmaktadır. Bu durum şöyle açıklanabilir: Kategori sayısı m ($x_i=1,2,...,m$) olan k tane madde için ($i=1,2,...,k$); $X+$ puanının hesaplanması aşağıdaki gibidir:

$$X_+ = \sum_{i=1}^k (X_i), \quad X_+ = 0,1 \dots \dots mxk \quad (\text{Eşitlik 1.10})$$

Yani eğer k=4 ve madde puanları 1,0,2,3 ise test puanı 6'dır. MHM gibi bu modelde de maddelerin sıra numarasından bağımsız olarak ölçeğin toplam puanı 0'dan başlamaktadır.

MHM'nin iki kategorili yanıtlanan maddelerden en önemli farkı modelde MKE'nin yerine Madde Adımı Yanıt Fonksiyonu (MAYF) kullanılmasıdır. MAYF monotonluk varsayımı her kategori eğrisi için değerlendirilmektedir. MHM bu MAYF'lerin monoton azalmayan olduğunu varsaymaktadır. h çok kategorili madde puanı olarak ele alındığında MAYF şöyle tanımlanmaktadır:

$$P_{ih}(\theta) = P(X_i \geq h|\theta), \quad i=1, \dots, k \text{ ve } h=0,1 \dots m \quad (\text{Eşitlik 1.11})$$

Eşitlik 1.11 i. madde üzerinde en az h puanlamanın olasılığını vermektedir. Eşitlik h=0 olduğunda her bir θ için 1 olasılığına götürür ki bu madde fonksiyonu hakkında bilgi verici olmaz. Bu demektir ki m+1 yanıt kategorisine sahip olan madde ile m tane anlamlı MAYF elde edilmektedir.

MHM'de kesişmezlik varsayımının incelenmesi de MAYF farklılaştığı için iki kategorili modelden farklılık göstermektedir. Çok kategorili yanıtlanan maddeler için kesişmezlik tanımı şöyle verilmiştir:

$$P_{i,h}(\theta) = \sum_{g=h}^m P(X_i = g|\theta) \quad (\text{Eşitlik 1.12})$$

En az h puanına sahip olmanın olasılığı, h+1 puanına sahip olmanın olasılıklarının toplamına eşittir. Benzer şekilde sıradaki MAYF,

$$P_{i,h+1}(\theta) = \sum_{g=h+1}^m P(X_i = g|\theta) \quad (\text{Eşitlik 1.13})$$

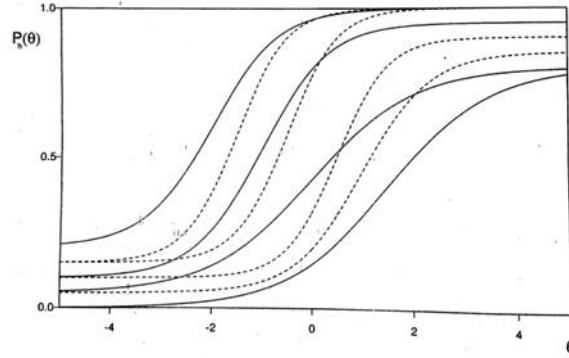
İki eşitlik birbirinden çıkarıldığında,

$$P_{ih}(\theta) - P_{i,h+1}(\theta) = P(X_i = h|\theta) \quad (\text{Eşitlik 1.14})$$

elde edilmektedir. Yani i maddesinin h. ve h+1. MAYF θ boyunca negatif olmayan bir miktarda farklılaşmaktadır. Tüm yetenek düzeyi boyunca için $P_{ih}(\theta)$ en az $P_{i,h+1}(\theta)$ kadar olmalıdır. Bu durumda tek bir madde için MAYF kesişmemektedir.

Ancak farklı maddelerin MAYF'leri kesişebilir. Bu durum iki kategorili yanıtlanan maddeler için olan MHM'yle aynıdır ki orada da farklı maddelerin MKE'lerinin kesişmesine izin verilirken aynı maddeninkiler kesişmez.

Şekil 1.8'de kategorileri sıralı olan beş kategorili yanıtlanan iki madde için MAYF örneği verilmiştir (Molenaar & Sijtsma, 2002).



Şekil 1.8. Beş Kategorili İki Ayrı Madde İçin MAYE Örneği

Bireyleri Sıralama

İki kategorili maddeler için MHM gibi çok kategorili yanıtlanan maddeler için Monoton Homojenlik Modeli de ölçmeyi toplam puan üzerinden yapmaktadır. MHM örtük özellikle X^+ toplam puanının olasılıksal sıralamasına dayanmaktadır. Kısaca θ üzerinden bireylerin sıralamasının göstergesi olarak X^+ güvenilir olarak kullanılmaktadır. Model veri uyumunun sağlanmış olması yapılan sıralamanın bireyleri X^+ ile sıralamak örtük özellik üzerinde doğru sıraladığına işaret etmektedir.

Model Uyumu

İki kategorili veriler için olduğu gibi çok kategorili yanıtlanan maddeler için Monoton Homojenlik Modeli'nde de tüm test için hesaplanan H katsayısı model uyumunun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Her madde için hesaplanan H katsayıları ise maddenin ayırıcılığı olarak hesaplanmaktadır. Toplam puan için kestirilen H, maddelerin H katsayılarından etkilendiği için model veri uyumu ve ayırıcılık değerlerinin benzer doğrultuda yorumlandığı ifade edilebilir.

Ölçeklenebilirlik Katsayısı

Çok kategorili yanıtlanan maddeler için Monoton Homojenlik Modeli için ölçeklenebilirlik katsayısı (H), ikili veriler için olan H katsayısı ile benzerlik göstermektedir; ancak tanımında küçük değişiklikler mevcuttur.

Bununla ilgili iki noktanın bilinmesi gereklidir: Birincisi maddenin h. kategorisinin olasılığı, h+1. kategorisinin olasılığından yüksektir. Yani m madde adımlı i maddesi için $P_{i1} \geq P_{i2} \dots P_{im}$ geçerlidir. İkincisi 2m madde adımını sıralamak için, kolay madde adımını geçen ve kalan daha zor maddede başarısız olan bireyde Guttman hatası yoktur. Durum böyle değilse Guttman hataları hesaplanmalıdır. Guttman hesaplaması H katsayısının hesaplanmasına dayanmaktadır. H katsayısı Guttman hatası aracılığıyla hesaplanmaktadır ki bu hata birey zor maddeyi olumlu şekilde, kolay maddeyi olumsuz şekilde yanıtladığı zaman ortaya çıkmaktadır (Molenaar, 1991). Çok kategorili durum için de güçlük, madde adımı olasılığı ve madde adımları arasındaki Guttman hatalarının sayısı ile ilişkilidir.

Çok kategorili veriler için ölçeklenebilirlik katsayısı (H), ikili veriler için olan H ile aynı şekilde yorumlanmaktadır. H katsayısı yanıtlayıcıları sıralama amacı için diğer maddelerle i maddesinin ne kadar iyi uyum sağladığını vermektedir (Sijtsma & Molenaar, 2002). H katsayısı teorik olarak negatif değer de almaktadır; ancak pozitif H'ye sahip olan tüm maddeler kabul edilebilirdir. Uygulamada düşük düzeyde pozitif H'ye sahip olanlar örneğin ile 0.0 ve 0.3 gibi pozitif ancak düşük ayırtıcılığa sahiptir ki bu durumda testin çok geçerli olmadığını düşündürebilir. Diğer yandan bireylerin yetenek üzerinde güvenilir şekilde sıralanmasında çok küçük etkiye sahip olduğu söylenebilir. Mokken (1971) H için değer aralığı önermiştir.

$0,30 \leq \text{Ölçeklenebilirlik Katsayısı (H)} < 0,40$ zayıf

$0,40 \leq \text{H Ölçeklenebilirlik Katsayısı (H)} < 0,50$ orta

$0,50 \leq \text{Ölçeklenebilirlik Katsayısı (H)}$ güçlü

Madde Adımı

İki kategorili maddelerdeki doğru yanıtlama olasılığı olan P güçlük değeri, çok kategorili maddelerde karşımıza madde adımı olarak çıkmaktadır. İkili yanıt için düşünüldüğünde bireyin seçeneği tercih etme olasılığı burada farklı kategorileri seçmesi şeklinde ifade edilmektedir. MHM'de bireyler hiç katılmıyorum, nadiren, sıklıkla, tamamen katılıyorum gibi kategorileri olan herhangi bir ölçek maddesini yanıtlarken θ üzerinde daha yüksek olan ikinci kategoriye geçmeden önce birincisini düşünür. Yani daha kolay olan seçeneğin daha zor olan seçenekten önce tercih edilmesi beklenir.

Örneğin üç kategorili bir maddede hesaplanan iki madde adımıdan birincinin P değerinin ikinciden daha yüksek olması diğer ifadeyle daha kolay olması istenen durumdur.

Negatif Olmayan Kovaryanslar

ÇMHM'de de iki kategorili verilerde olduğu gibi madde çiftlerine ilişkin kovaryansların negatif olmaması gereği vardır. Bu durum model varsayımlarının karşılandığının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ancak bu durum kesin kanıt değildir. Nitekim örnekleme hatası vb maddeler arasında negatif kovaryansa neden olabilir (Sijtsma & Molenaar, 2002). Bu nedenle bu gerekliliğin yanı sıra varsayımların karşılanıp karşılanmadığı yine de test edilmelidir. Monotonluğu doğrulamanın bir yolu da madde-kalan regresyonlarını incelemektir. Çok kategori için bitişik kalan puanların uygun gruplanmasıyla monotonluk sınanabilir. Monotonluk varsayımı sağlanmayan maddelerin H katsayısının düşük olduğu (0,3'ten daha düşük) ifade edilmektedir (Molenaar, 1991). Monotonluk varsayımının maddelerin ölçekten çıkarılmasını gerektirecek kadar düşük olması durumunda, maddelerin tek tek incelenmesi tavsiye edilmektedir; çünkü bir maddenin bile dışarıda bırakılması H katsayısının artırılmasını sağlayabilir.

2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde çok kategorili maddeler için PMTK ve PoMTK karşılaştırılmasına dayanan ve PMTK ile ilgili alan yazında bulunan araştırmaların özetlerine yer verilmiştir.

2.1. PMTK ve PoMTK Kestirimlerinin Birlikte İncelendiği Çalışmalar

Ying Zhou (2011) "Parametrik ve parametrik olmayan madde tepki kuramlarının karşılaştırılması: ikili veriler üzerinden psikolojik araştırmalarda uygulama" başlıklı doktora tez çalışmasında parametrik ve parametrik olmayan MTK modellerini 9204 şizofren ve şizoafektif bozukluğu olan hastaya uygulanan 30 maddeli 7'li Likert tipinde hazırlanan PANNS (olumlu ve olumsuz sendrom ölçeği) ölçeğinden elde edilen veriler doğrultusunda karşılaştırmıştır. Parametrik MTK modellerinden Genelleştirilmiş Aşamalı Tepki Modeli ile parametrik olmayan modellerden Kernel Smoothing modeli seçilmiş, modellerden elde ettiği verileri madde parametreleri bilgileri, farklı örneklem büyüklüklerinden elde edilen sonuçlar ve gerçek veri için model veri uyumu açısından karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda TESTGRAF programından elde edilen PoMTK Kernel Smoothing modelinden kestirilen madde parametrelerinin maddeler için çizilen grafiklerde gereksiz seçeneğin belirlenmesi ya da maddenin revize edilmesi açılarından parametrik model sonuçlara göre daha ayrıntılı sonuç verdiği görülmüştür. PARSCALE programıyla elde edilen PMTK modelinde alt ölçekler arası tutarlılık en fazla 2000 kişilik örnekleme sağlanırken; PoMTK için 1000 kişi yeterli olmuştur; ancak aynı örneklem büyüklüğü için PMTK, PoMTK'dan daha kararlı/değişmez sonuçlar vermiştir. Model veri uyumu açısından PoMTK modeli daha iyi uyum sergilemiştir. Netice olarak, PMTK'nın büyük ölçekli sınavlarda daha kararlı olduğu, ancak örneklem büyüklüğü kısıtlı olduğunda, maddeler hakkında detaylı bilgiye ihtiyaç duyulduğunda ve gerçek veriyle çalışıldığında PoMTK tercih edilebilir olduğu sonucu elde edilmiştir.

Dyehouse (2009) "Sıralama düzeyindeki puanları kullanarak parametrik ve parametrik olmayan MTK için model uyumlarının karşılaştırılması" başlıklı doktora tez çalışmasında 4449 kişiden oluşan 7 ile 21 yaşları arasındaki otizm hastası az, orta ve ileri düzeyde zeka geriliği olan öğrencilerden oluşan örneklemeyle çok kategorili verileri kullanarak parametrik ve parametrik olmayan modelleri model-

veri uyumu açısından karşılaştırmıştır. Parametrik modellerden Genelleştirilmiş Aşamalı Model ile parametrik modellerden Mokken modelini seçmiş, PMTK için Ki-kare istatistiği; PoMTK için H katsayısı ve monoton homojenlik ile double monotonluk varsayım ihlalleri incelenmiştir. Veri toplamada öğretmenler tarafından puanlanan 20 maddeli dil ve matematik, kişisel uyum, sosyal uyum, boş zaman serbest zaman, mesleki deneyim olarak alternatif değerlendirmeye ilişkin rubrik kullanılmıştır. Dyehouse'un (2009) araştırmasına göre Parametrik model model-veri uyumu açısından daha iyi uyum göstermiş, PoMTK modeli double monotonluk varsayımını karşılayamamış, monoton homojenlik varsayımı ise karşılanmıştır. Araştırmacı model-veri uyumu sağlandığı takdirde parametrik model uygunsa parametrik modelin, parametrik olmayan model uygunsa parametrik olmayan modelin, her ikisi de uygunsa daha fazla avantajlı olduğu için parametrik modelin, her iki model de uygun değilse parametrik olmayan modelin tercih edilebileceğini önermiştir.

Maydeu-Olivares (2005) çalışmasında 5'li Likert tipi 52 maddeli SPSI-R kişilik envanterini uyguladığı 1053 bireyden elde edilen veriler ile parametrik ve parametrik olmayan MTK modellerini incelemiştir. Parametrik modellerden Bock'ın Nominal Modeli, Master'ın Kısmi Puan Modeli, Genelleştirilmiş Kısmi Puan Modeli ve Samejima'nın Aşamalı Tepki Modeli ile parametrik olmayan modellerden Levine'nin Çoklu Doğrusal Puan Modelini seçmiş, elde edilecek sonuçları model veri uyumu açısından karşılaştırmayı amaçlamıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre parametrik modeller içinde Samejima'nın Aşamalı Tepki Modeli kalibrasyon ve çapraz geçerde en iyi sonuç vermiş, Kısmi Puan Modeli, Aşamalı Tepki Modeliyle aynı sonuçları vermiş, kullanılan ölçme aracı tek boyutlu olduğunda Aşamalı Tepki Modeli kullanılmasının daha uygun olduğu ifade edilmiştir. Parametrik olmayan modelinse tüm parametrik modellerden daha uyumlu olduğu bu durumda daha fazla kullanım imkânı tanıdığı sonucuna varmıştır.

Van Schuur (2003) Guttman ölçeği ve parametrik madde tepki kuramı arasındaki mokken ölçek analizi" başlıklı çalışmasında PMTK modelleri ile PoMTK modellerini karşılaştırmıştır. Parametrik (Rasch) Model ile Parametrik olmayan (Monoton Homojenlik, İkili Monotonluk) modelleri ve KTK analizlerinin birlikte ele alındığı çalışmada madde parametreleri ve model uyumlarını incelemiştir. Van Schuur

(2003)'a göre, KTK'ya ait güvenilirliğin sağlanması için maddelerin P değerlerinin yüksek olması gereklidir yani maddelerin frekans dağılımları yakın olmalıdır. Oysa PoMTK Mokken Modelinde bu sınırlama yoktur, yani frekans dağılımı farklı maddelere de modelde yer verilir. PoMTK Mokken analizinin diğer avantajı, H katsayılarının pozitif olduğu durumda ölçeğin güvenilirliğin yüksek olduğuna ilişkin bilgi elde edilmesidir. PoMTK Mokken Modeliyle analizlerin üçüncü avantajı ise az sayıda maddeye uygulanabilmeleridir.

Gruijter (1994) "PoMTK ile PMTK modellerini örtük sınıf analiziyle karşılaştırılması" başlıklı araştırmada, parametrik olmayan modellere ait ikili monotonluk varsayımının gizil sınıf analizlerinden EM algoritması ile incelenebileceğinden dolayı, ikili monotonluk ve PMTK modellerinin karşılaştırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla, 5 gizil sınıf ($\theta_s = -1.50, -.75, 0.0, .75, 1.50$) oluşturarak her bir sınıfa ait 400 kişilik örneklem büyüklüğü üretilmiştir. Ayrıca örneklem büyüklüğü her bir gizil sınıfta farklılaştığı ikinci bir veri seti daha üretilmiştir. c parametresi .25 olarak sabitlemiştir. Sonuç olarak ilk veri seti için tüm maddeler analize dahil edildiğinde, gerçek model (true model) ile en yakın değerlere sahip modelin belirlenmesinde D (mutlak farklılık) değerleri hesaplanmıştır. En düşük D değerine ikili monotonluk modelinin sahip olmasından dolayı bu model en az kısıtlayıcı model olarak belirlenmiştir. Ayrıca İkili Monotonluk modeli en yüksek yetenek düzeyinden en iyi sonuçlarını vermiştir. İkinci veri seti ile farklı örneklem büyüklüklerinde de en tatmin edici sonuçlar İkili Monotonluk modelinden elde edilmiştir. Buradan yola çıkarak PoMTK modelinin daha kullanışlı olduğuna dikkat çekilmiştir.

Meijer, Sijtsma ve Smid (1990) "Mokken ve Rasch yaklaşımlarının teorik ve uygulamalı karşılaştırılması" başlıklı çalışmada Mokken'in Monoton Homojenlik ve İkili Monotonluk Modelleri ile Rasch modelini karşılaştırmışlardır. Bu karşılaştırma yapılırken modellere ait kısıtlamalar göz önüne alınmıştır. Bu araştırmaya göre bu modeller arasında en az kısıtlayıcı model Monoton Homojenlik Modeli iken; en çok kısıtlayıcı model Rasch modelidir. Veriler, Drenth ve Van Wieringen (1969) tarafından geliştirilmiş olan Hollanda Sözel Zeka Testinden toplanmıştır. 990 kişilik bir örneklem büyüklüğüne ulaşılmıştır. Analiz sonucunda, bir madde hariç tüm maddelerin Monoton Homojenlik Modeline uyum gösterdikleri belirlenmiştir. İkili monotonluk modeline göre ise 12 madde uyum göstermemiştir. Bu maddelerin

çıkarılmasının ardından geriye kalan 20 madde için Sijtsma & Molenaar (1987)'in geliştirdikleri güvenilirlik katsayısı 0,81 olarak bulunmuştur. Rasch analizlerine göre de 12 madde uyum göstermemiştir. İkili Monotonluk ve Rasch modellerinin birlikte uyum göstermediği 6 madde bulunmuştur. Ayrıca 1 madde (22 numaralı madde) hiçbir modelde uyum göstermemiştir. Araştırma sonucunda, eğer kişileri belli bir yeteneğe göre sıraya koymak amaçlanıyorsa Mokken'in Monoton Homojenlik modeli en ilgi çekici model olarak görülmektedir. Bu durumun iki nedeni vardır. Birincisi, bu Monoton Homojenlik Modelinin bireylere ilişkin sıralama ölçeği düzeyinde ölçme sonuçları vermesi ve; ikincisi ise, Mokken'in İkili Monotonluk ve Rasch Modeline göre çok az kısıtlayıcı bir model olmasıdır. Eğer tüm katılımcılar için maddelerin sabit (değişmeyen) bir sıralaması isteniyorsa (zeka testleri gibi), İkili Monotonluk modelini kullanmak daha uygundur. Eşitleme, madde bankası oluşturma, bilgisayara adapte edilmiş testler gibi daha özelleştirilmiş uygulamalarda metrik ölçmeler gerektiği için bu durumlarda Rasch Modelinin kullanılması daha uygundur.

2.2. Aşamalı Tepki Modeliyle Parametre İyiliğine İlişkin Çalışmalar

Reise ve Yu (1990)'nun "Aşamalı Tepki Modeli ile MULTILOG kullanarak parametrelerin iyiliği" başlıklı araştırmaları alan yazındaki diğer çalışmalara öncülük etmiştir. Araştırmada örneklem büyüklüğü ve örneklem dağılımı değişiminin parametre kestiriminin doğruluğu üzerine etkisi çalışılmıştır. Araştırma kapsamında simulasyon tekniği ile 25 tane beş kategorili madde üretilerek 250, 500, 1000, 2000 şeklinde örneklem büyüklüğü, normal ve çarpık örneklem dağılımı değişiminin parametre kestirimine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda en kararlı sonuçların normal dağılım ile elde edildiği, kalibrasyon için en az 500 örneklem büyüklüğünün gerekli olduğu, 2000 örneklem büyüklüğünün ise parametre doğruluğu için gerekli olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Ankenmann ve Stone (1992) ATM'de test uzunluğu, örneklem büyüklüğü ve örneklem dağılımı bağımsız değişkenlerinin kestirim sonuçlarına etkisini incelemiştir. Araştırmacılar, test uzunluğunu 5,10, 20 madde; örneklem büyüklüğünü 250, 500, 1000; örneklem dağılımını çarpık ve normal olarak değiştirmiştir. Yanlılık ve RMSE değerleri ölçüt alınarak daha kararlı ve doğru kestirim için 500 örneklemin yeterli olduğu, madde sayısı değişiminin örneklem kadar etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır.

Kieftenbeld ve Natesan (2012) Monte Carlo kestirimi ile Marjinal Maksimum Likelihood karşılaştırması temelinde yaptıkları simülasyon çalışmalarını test uzunluğu (5, 10, 15, 20); örneklem büyüklüğü (75, 150, 300, 500, 1000), örneklem dağılımı (çarpık, normal ve uniform) koşullarıyla desenlemişlerdir. Araştırmada 5 kategorili veriler üzerinden kestirim yapılmıştır. Ölçüt olarak hata (RMSE), yanlılık değerleri, gerçek ile kestirilen parametreler arasındaki korelasyon değerleri temel alınmıştır. Araştırma sonucunda madde iyiliğini sağlamak için en az 500 örneklemin gerektiği; ancak 300 örneklem ile 500 arasında çok fark olmamasının da dikkat çekici olduğunu belirtmişlerdir.

Lautenschlager, Meade ve Kim (2006) ATM'de simülasyon çalışmalarında test uzunluğu (5, 10, 15, 20); örneklem büyüklüğü (75, 150, 200, 300, 500, 1000, 2000), örneklem dağılımı (çarpık, normal ve uniform) koşullarıyla desenlemişlerdir. Çalışmada 5 kategorili maddelerden elde edilen veriler üzerinde çalışma yapılmıştır. Ölçüt olarak hata (RMSE), yanlılık değerleri, gerçek ile kestirilen parametreler arasındaki korelasyon değerleri temel alınmıştır. Maddelerin yüksek hataya rağmen gerçek parametrelerle yüksek korelasyon gösterdiği, 200 ve altındaki örneklemlerde kestirimlerin hatasının ve yanlılığının yüksek olduğu, eğer madde sayısı 5 kadar az ise 300 örneklem ve altıyla çalışmanın madde iyiliğinin sağlanmasında olumsuz etkiye sahip olabileceği sonuçlarına ulaşmışlardır.

2.3. İlgili Çalışmaların Özeti

Özet olarak; alan yazında PMTK ve PoMTK kuramlarının karşılaştırılmasına dayalı çalışmaların bulguları ve sonuçları incelendiğinde PMTK modellerinin varsayımları karşılandığında, büyük örnekleme ve uzun testlerle çalışıldığında sonuçların daha kararlı olduğu belirtilmektedir. Koşullar sağlanmadığında model veri uyumu sağlanmanın güç olduğuna dikkat çekilmektedir. Ancak PMTK'nın sıkı ve karşılanması güç varsayımlara dayalı olması pratikte kullanımını kısıtlamaktadır. Modelle uyum sağlamanın zorluğu uyumsuz maddelerin analizden çıkarılmasını gerektirerek daha az maddeyle çalışma zorunluluğunu gündeme getirmektedir. Genel olarak alandaki görüşler PoMTK'ya ilişkin sonuçların daha esnek varsayımlara sahip olduğu, model veri uyumunu daha kolay sağladığı, az maddeli ve küçük örneklemlerle çalışmalara daha uygun olduğu yönündedir.

Araştırmanın bağımsız değişkenleriyle ilgili olan PMTK ile yapılan çalışmalarda ise kalibrasyon için minimum 500 örneklemin gerekli olduğuna işaret edilmektedir. Sonuçların niteliğini örneklem büyüklüğü, dağılımın yapısı, madde sayısının etkilediği görülmektedir. Ölçüt olarak RMSE, yanlılık, gerçek parametrelerle korelasyon kullanılmıştır. Bu çalışmaların PMTK ile sınırlı olması benzer etkilerin PoMTK'da da gözlenmesi gereği parametrik olmayan modellerle de çalışma yapılmasına ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Kısacası yurt dışında çok kategorili veriler için parametrik ve parametrik olmayan modellerin karşılaştırılmalı olarak incelendiği az sayıda çalışma olduğu dikkat çekicidir. Yurt içindeki çalışmalar incelendiğinde tek çalışmanın Koğar (2014) tarafından iki kategorili veriler üzerinde yapıldığı görülmektedir. Çok kategorili verilerin incelenmesine ilişkin karşılaştırmalı araştırma yapılmadığı görülmektedir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın türüne, desenine, simülasyon çalışmasına ve verilerin analizinde kullanılan tekniklere ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Türü

Bu araştırma parametrik ve parametrik olmayan madde tepki kuramı kapsamında modellerin model veri uyumu, güvenilirlik, madde parametreleri, parametrelerin hata ve yanlılıklarıyla benzerlik ve farklılıklarının belirlenmesine, sayıltı ve sınırlılıklarının incelenmesine, hangisinin daha fazla bilgi sağladığının saptanmasına dayanmaktadır. Çalışma madde parametrelerini ve model uyumlarını belirlemeye ve karşılaştırmaya dayandığı için temel bir araştırma niteliğindedir. Diğer değişle kuramları belirli koşullar altında karşılaştırma ve test etmeye dönüktür.

3.2. Araştırmanın Deseni

Araştırmanın verileri simülasyon tekniği ile üretilmiştir. İstatistiksel problemlere ilişkin olarak simülasyon verisi, eğitim alanındaki problemlerin çözümü için yürütülen çalışmalarda giderek artan bir önem kazanmaktadır. Çeşitli istatistiksel yazılımlar geliştirilmektedir. Bu yazılımların yaygınlaşması ve ulaşımlarının kolaylaşması araştırmacılara kolaylık sağlamaktadır (Davey, Nering & Thompson, 1997).

Bu araştırmada kullanılan veriler Wingen'3 ve SimuMIRT bilgisayar programları aracılığıyla üretilmiştir. Wingen 3 yazılımı hem pratik olması hem de farklı tür dağılımlar (normal, uniform, çarpık/beta) ve de modeller (iki kategorili, çok kategorili, parametrik olmayan gibi) için simülasyon verisi üretmeye imkan tanınmasıyla tercih edilmiştir (Han, 2007; Han & Hambleton, 2007).).

Araştırmanın verilerinin üretimi sırasında madde parametrelerinin gerçek koşulları yansıtacak şekilde olmasına özen gösterilmiştir. Madde parametrelerinin gerçek değerleri alan yazındaki çalışmalarda kullanılan gerçek parametrelerin ortalamaları dikkate alınarak oluşturulmuştur (Ankenmann & Stone, 1992; Lautenschlager, Meade & Kim, 2000; Kieftenbeld & Natesan, 2012). Programla bu çalışmalarda ayırıcılık gücünün ortalamasının yaklaşık değerine yakın olarak elde edilen değerler çalışmanın gerçek parametrelerini oluşturmuştur.

Parametrelerin üretilmesinde ayırt edicilik ve eşik parametreleri için ayrı dağılım özellikleri dikkate alınmıştır. Ayırt edicilik (*a*) parametrelerinin üretilmesinde Log-N~(0,5; 0,4) dağılımdan, eşik (*b*) parametrelerinin üretilmesinde ise N~(0; 1) standart normal dağılımdan yararlanılmıştır. *a* parametrelerinin ortalaması (1,6403) ve *b* parametrelerinin ortalaması (-0,117) eşit ve tüm koşullarda sabit olarak Çizelge 3.1.' de görüldüğü gibi belirlenmiştir.

Çizelge 3.1: Gerçek Parametrelerin Ortalama Değerleri

<i>Kategori sayısı</i>	\bar{X}_a	\bar{X}_{b1}	\bar{X}_{b2}	\bar{X}_{b3}	\bar{X}_{b4}	\bar{X}_{b5}	\bar{X}_{b6}	\bar{X}_{bort}
3	1,6403	-0,762	-0,527					-0,117
5	1,6403	-1,018	-0,507	0,162	0,891			-0,117
7	1,6403	-1,267	-0,781	-0,237	0,153	0,529	0,898	-0,117

*10, 20, 40, 80 maddeli testlerin her birinde ortalama değerler aynıdır.

Ayırıcılık (*a*) parametrelerinin ortalamasının 1,6403 olarak eşit ve sabit olmasının yanında, *a* parametrelerinin her madde için her koşulda aynı olması sağlanmıştır. Örneğin 1. maddenin ayırıcılık parametresi 3, 5, 7 yanıt kategorisi, 10, 20, 40, 80 madde sayısında aynıdır. Daha fazla madde içeren testler kendinden önceki madde grubunun sonuna eklenerek oluşturulmuştur. Diğer değişle az maddeli testler, daha çok maddeli testlerin ilk maddelerini oluşturmaktadır.

Eşik (*b*) parametreleri maddenin kategori sayısının 1 eksiği kadar üretilmektedir. Çalışmada her maddenin eşit parametreleri ortalaması her koşulda -0,117 olarak eşit olması sağlanmıştır. Örneğin 3 kategorili maddelerde 2 eşik parametresinin ortalaması, 5 kategorili maddelerde 4 eşik parametresinin, 7 kategorili maddelerde 6 eşik parametresinin ortalamaları eşittir. Böylece, belirtilen dağılım özelliklerinde ve istenen koşullara ilişkin madde parametreleri elde edilmiştir. Gerçek parametre değerleri EK 3'te verilmiştir.

Yetenek parametreleri N~(0; 1) standart normal dağılım; -0,5 düzeyinde çarpık dağılım; -1,0 düzeyinde çarpık dağılım referans alınarak üretilmiştir. Birey sayısı etkisi test edildiğinde 25 tekrar koşulunda etkinin 1.0 olduğunu, bu nedenle en az 25 tekrar kullanmanın gerekli olduğu belirtilmiştir (Harwell vd.,1996). Buradan hareketle araştırmanın koşullarının çok olmasının analiz süresini uzatacağı düşünüldüğünden her bir desene ait başlangıç parametreleri aynı olma koşuluyla 25 tekrar ile simülasyon yapılmıştır. Yetenek parametrelerinin dağılımlarına ilişkin betimsel istatistikler Çizelge 3.2'de ve dağılımların histogramları EK 4'te verilmiştir.

Çizelge 3.2: Yetenek Parametrelerine Ait Betimsel İstatistikler

N	Normal Dağılım			Çarpık Dağılım			Çarpık Dağılım		
	\bar{X}_0	Ss	Çarpıklık katsayısı	\bar{X}_0	ss	Çarpıklık katsayısı	\bar{X}_0	ss	Çarpıklık katsayısı
100	0,2	1,0	0,0	1,268	0,94	-0,5	2,028	0,60	-1,0
250	0,2	1,0	0,0	1,269	0,96	-0,5	2,052	0,60	-1,0
500	0,2	1,0	0,0	1,294	0,96	-0,5	2,074	0,61	-1,0
100	0,2	1,0	0,0	1,298	0,95	-0,5	2,052	0,60	-1,0

χ : yetenek dağılımının ortalaması *ss: yetenek dağılımının standart sapması

Üretilen gerçek yetenek ve madde parametreleri üzerinde araştırılacak olan bağımsız değişkenler ile araştırmanın deseni belirlenmiştir. Çalışmada örneklem dağılımının özelliği, örneklemin büyüklüğü, madde sayısı ve maddelerin yanıt kategori sayısı araştırmanın bağımsız değişkenleri olarak ele alınmıştır. Desen Çizelge 3.2.'de özetlenmiştir.

Örneklem büyüklüğü: Bağımsız değişkenlerden biri örneklem büyüklüğüdür. Alan yazında PMTK için büyük örneklemelerin önerildiği; örneklem sayısı az olduğu durumlarda alternatif olarak PoMTK modellerinin kullanılabileceği önerilmiştir. Hem küçük hem de büyük örneklemelerde her iki modelden kestirimlerin nasıl etkilendiğini belirlemek adına 100, 250, 500, 1000 kişi olmak üzere dört farklı örneklem büyüklüğü koşulu ele alınmıştır. PMTK ile PoMTK modelleriyle elde edilen bulgulara örneklem büyüklüğünün nasıl etkilediğini sınamak ve araştırmanın sonucunda gerekli minimum örneklem büyüklüğünün ne kadar olması gerektiğine ilişkin sonuç elde etmek amacıyla yukarıda belirtilen örneklem büyüklükleri çalışmaya dahil edilmiştir.

Örneklem dağılımı: Diğer bir bağımsız değişken örneklem dağılımının şeklidir. Normallik PMTK'nın bir varsayımı olmasına karşın araştırmalarda dağılımın normalden saptığı durumlarla sıklıkla karşılaşmakta ve bu tür durumlarda analizlere devam edildiği görülmektedir (Doğan, 2002). Bu normalden uzaklaşmanın elde edilen kestirimlerin üzerine etkisini test etmek amacıyla normal (*Çarpıklık Katsayısı=0,0*), çarpık (*Çarpıklık Katsayısı=-0,5*), çarpık (*Çarpıklık Katsayısı=-1,0*) olmak üzere üç farklı örneklem dağılımları ile çalışılmıştır.

Madde Sayısı: Diğer bir bağımsız değişken madde sayısı değişimidir. Bu değişkenin parametre iyiliği üzerine etkilerini sınamak amacıyla kısa, orta, uzun testler olarak koşullar oluşturulmuştur. 10, 20, 40, 80 maddelik testler oluşturulmuştur. Maddelerin sayısı artırılırken daha geniş madde setinin kendinden önce gelen madde setlerini içermesi sağlanmıştır. Örneğin 20 maddelik testteki ilk

10 madde, 10 maddelik testteki maddelerle aynıdır. Benzer şekilde 20 madde 40 maddeli testin ilk 20 maddesini, 40 maddeli test 80 soruluk testin ilk 40 maddesini içermektedir. Farklı uzunluktaki testlerin ortak maddeleri içermesinin sonuçların karşılaştırmasını daha anlamlı kılacağı düşünülmüştür.

Kategori Sayısı: Son bağımsız değişken maddelerin sahip olduğu yanıt kategorisi sayısıdır. Sosyal bilim çalışmalarında genellikle beş kategorili maddeler sıklıkla kullanılmaktadır. Bu sayının artması ya da azalmasının sonuçların güvenilirliği ve hatasızlığı üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanarak 3, 5, 7 olmak üzere her madde yanıt kategorisi için madde üretilmiştir. 3, 5, ve 7 kategorili maddelerin için a parametreleri her koşulda birebir aynı, b parametrelerinin maddedeki kategori sayısının 3'ten 5'e; 5'ten 7'ye artmasına rağmen ortalamaları aynı olacak şekilde simülasyon çalışması gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak çalışmada parametrik ve parametrik olmayan 2 ayrı model için, örneklem dağılımı 3 koşul, örneklem büyüklüğü 4 koşul ve test uzunluğu 4 koşul, maddelerin kategori sayısı 3 koşul olmak üzere ($2 \times 3 \times 4 \times 3 \times 4 = 288$) veri elde edilmiştir. Diğer yandan her bir koşul için 25 tekrar yapıldığından araştırma toplamda 7200 veri seti üzerinden yürütülmüştür. Araştırma için üretilen deneysel desen Çizelge 3.3'te özetlenmiştir.

Çizelge 3.3: Araştırmanın Deseni

<i>Karşılaştırılan Modeller</i>	<i>Koşullar</i>					<i>Toplam</i>
	<i>Örneklem dağılımı</i>	<i>Kategori sayısı</i>	<i>Soru sayısı</i>	<i>Örneklem büyüklüğü</i>	<i>Tekrar sayısı</i>	
<i>PMTK (Aşamalı Tepki Modeli)</i>	3	3	4	4	25	3600
<i>PoMTK (Monoton Homojenlik Modeli)</i>	3	3	4	4	25	3600
					Toplam	7200

3.3. Simülasyon İşlemi

Araştırmada simülasyon çalışmasının aşamaları uygulanmıştır. Simülasyon çalışmasında araştırmanın amacının belirlenmesi, amaca uygun problemlerin belirlenmesi, araştırma koşullarının belirlenmesi (katılımcılar, madde sayıları, değişkenler, örneklem büyüklüğü, dağılımı, test uzunluğu), uygun desenin

belirlenmesi model sayısı (2), örneklem büyüklüğü (4) örneklem dağılımı (3) test uzunluğu (4), Veri türetilmesi (3, 5, 7 yanıt kategorili madde), madde yanıtlarıyla madde parametrelerin elde edilmesi adımları izlenmiştir. Araştırma sonuçları her bir koşul için 25 tekrarlı verinin her birinin analiziyle sonucunda elde edilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

Verilerin analizi parametrik ve parametrik olmayan modeller için ayrı ayrı yürütülmüş ve elde edilen sonuçlar birleştirilerek karşılaştırmalar yapılmıştır.

Varsayımların Test Edilmesi

MTK çalışma sonuçlarının nitelikli olması kuramın varsayımlarının karşılanmasına bağlıdır. Bu araştırmanın verileri MTK'nın önemli bir varsayımı olan tekboyutluluk sayılısı dikkate alınarak üretilmiştir. Elde edilen verilerin varsayım açısından sınanmasında faktör analizi ve Mokken analizi uygulanmıştır.

1) Faktör analizi: Bu amaç doğrultusunda her koşulu örnekleyecek bir veri seti örnekleme yoluyla seçilerek faktör analizi yapılmış, verilerin tek boyutluluk varsayımını karşıladığı gözlenmiştir. Bulguları özetlemek adına analiz sonucunda elde edilen yamaç grafikleri Ek 5' te sunulmuştur.

2) Mokken analizi: MSP programı ile yapılan MHM analizleri, maddeler için tek boyutluluğu test eden, varsayım sağlanmadığında varsayımın karşılanacağı madde grubu önererek birkaç adımda yürütülen ve nihayetinde homojen madde grubu önerisi vererek tek boyutluluğu sağlayan çıktı vermektedir. Bu anlamda analiz dışında bırakılması için madde önerisinde bulunulmaması ve işlemlerin tüm maddelerle yapılması varsayımın karşılandığına işaret eder. Bu bilgi doğrultusunda analizden madde atılmadan tüm koşullar için işlem yapılması verilerin tek boyutluluk varsayımını karşıladığı şeklinde yorumlanabilir.

Parametrik Kestirim

ATM ile parametre ve yetenek değerlerinin hesaplanması için MULTILOG programı kullanılmıştır. Üretilen veriler 0 ile başlamakta ilgili kategori sayısına kadar artmaktadır. MULTILOG programında kestirim yaparken hata oluştuğu için 0 ile başlayan tüm madde verileri 1 ile başlayıp artacak şekilde değiştirilmiştir. Bu işlem üretilen tüm madde setlerine uygulanmıştır. Model uyumu, güvenilirlik

değerleri, madde parametrelerinin kestirimi ve parametre standart hataları kestirimi için MULTILOG programından yararlanılmıştır.

Araştırmada parametrelerle gerçek değerleri arasındaki ilişkiyi incelemek üzere korelasyon katsayısı elde edilmiştir. 25 tekrar için bu işlem yapılmış ve korelasyonların ortalaması alınarak değer elde edilmiştir.

Analizlerin tamamlanmasından sonra parametrelerin iyiliğinin yani kestirimlerinin doğruluğunun incelenmesi için gerçek parametrelerle aralarındaki farka dayalı olarak elde edilen kestirim iyiliği istatistikleri elde edilmiştir. Kestirim iyiliği olarak geçen hataların ortalama karekökü ve yanlılık temel alınmıştır. Bu değerlerin hesaplanmasında Microsoft Excel programından yararlanılmıştır.

RMSE

Bir hata ölçüsü olan İngilizce karşılığı root mean of square error kelimelerinin kısaltmasıyla yazılan değer gerçek parametreler ile araştırmada kestirilen parametreler arasındaki farkın karesinin ortalamasının kareköküdür. Alan yazındaki pek çok çalışmada referans olarak alınmıştır (Ankenmann & Stone, 1992; Lautenschlager, Meade & Kim, 2000; Kieftenbeld & Natesan, 2012). Yorumlanması pratiktir. Değerin 1 olması iki parametre değeri arasındaki mutlak bir fark olduğuna işaret eder. Beklenti değerinin oldukça küçük olması yani kestirimlerin hatasız olması şeklindedir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (\bar{\tau}_{ni} - \tau_{ni})^2}{N}} \quad (\text{Eşitlik 3.1})$$

Eşitlik 3.1'de verilen formüldeki N testteki parametre sayısını göstermektedir. Parametre sayısı, RMSE'nin madde parametreleri için hesaplandığı durumda testteki madde sayısı olarak alınmıştır. τ_{ni} n. maddeye ait i parametresinin gerçek değeridir. $\bar{\tau}_{ni}$ n. maddenin i ise kestirilen parametre değerini göstermektedir. RMSE değerleri, eşik değerleri ve ayırt edicilik değerleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Desendeki her koşul için parametrelere ilişkin RMSE hesaplanarak, 25 tekrarda elde edilen değerlerin ortalaması alınmış ve bu değer bir ölçüt olarak kullanılmıştır.

Yanlılık

Yanlılık, diğer bir ölçüt olarak kullanılmıştır. Parametrenin kestirilen ortalama değeri ile gerçek değeri arasındaki farkın alınmasına dayalı olarak hesaplanmaktadır.

Çalışmada yanlılık değerleri her bir madde parametresi için hesaplanmış, ortalaması alınarak bir ölçüt olarak kullanılmıştır. Bunun için Eşitlik 3.2'den yararlanılmıştır.

$$(\tau_i) = \left(\frac{\sum_{r=1}^R \bar{\tau}_{ir} - \tau_i}{R} \right) \quad (\text{Eşitlik 3.2})$$

Eşitlik 3.2'de verilen formülde R kaç tekrar yapıldığını göstermektedir, $\bar{\tau}_{ir}$ i parametresinin r. tekrardaki kestirilen değeri, τ_i i parametresinin gerçek değerini göstermektedir. Buradan hareketle her tekrarda kestirilen parametrelerin değerlerinin ortalamasının gerçek parametreden farkı alınmasına dayalı bir ölçüt elde edilmiştir. Bu sayede madde parametreleri için madde sayısı kadar yanlılık değeri elde edilmiştir. Elde edilen yanlılıkların madde sayısına bölünerek hesaplanan ortalaması desenin ilgili koşulundaki parametrenin yanlılığı olarak verilmiştir.

Parametrik Olmayan Kestirim

Parametrik olmayan kestirim için Monoton Homojenlik Modeli ile parametre ve yetenek hesaplanması MSP programıyla yapılmıştır. MSP programı çok kategorili yanıtlanan maddelerin PoMTK modellerle kestiriminde kullanılan kullanıcı dostu bir programdır (Molenaar & Sijtsma, 2000). Programla kestirim yapmak için tüm veri setleri txt. formatına dönüştürülmüştür. Molenaar tarafından geliştirilen program ile model veri uyumu için H katsayısı, güvenilirlik değeri, H_i katsayısı ve güçlük değerleri ve Guttman hatası hesaplanmıştır.

$$H_i = \frac{Cov(X_i, R_{(i)})}{Cov_{max} X_i, R_{(i)}} \quad (\text{Eşitlik 3.3})$$

Madde çiftleri için i ve j maddeleri temsil etmek üzere H_{ij} madde çiftleri katsayısı aşağıdaki gibi formülleştirilmiştir:

$$H_{ij} = \frac{Cov(X_i, X_j)}{Cov_{max} X_i, X_j} \quad (\text{Eşitlik 3.4})$$

Tüm test için model veri uyumunu değerlendirmede kullanılan H katsayısı formülü ise madde için hesaplanan H_i katsayılarının toplamından elde edilmektedir. H katsayısı i maddesi için $R_{(i)}$ maddesi dışındaki maddelerin puanı olmak üzere şöyle formülize edilmiştir:

$$H_{Toplam} = \frac{\sum_i Cov(X_i, R_{(i)})}{\sum_i Cov_{max}(X_i, R_{(i)})} \quad (Eşitlik 3.5)$$

Üç H katsayısının yorumlanması Mokken (1971) tarafından önerilen ölçütler ile yapılmıştır. Ölçütler şöyledir;

$$0,30 \leq H < 0,40 \text{ zayıf}$$

$$0,40 \leq H < 0,50 \text{ orta}$$

$$H \geq 0,50 \text{ güçlü}$$

Model veri uyumu için H ölçeklenebilirlik katsayısı, güvenilirlik katsayısı, parametreler, parametrelerin standart hatası, Microsoft Excel Çalışma sayfasından yararlanılarak 25 tekrar için hesaplanmış ve ortalamaları alınmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

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

4.1. Birinci Alt Problem İçin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi kapsamında örneklem dağılımı normal olduğu koşulda çeşitli örneklem büyüklüğü, test uzunluğu ve farklı yanıt kategorili maddeler olduğunda Aşamalı Tepki Modeli ve Monoton Homojenlik Modeliyle yapılan kestirimlerde sırasıyla model veri uyumları, güvenilirlik değerleri, madde parametreleri, parametrelerin hataları ve yanlışlık değerleri incelenmiştir.

4.1.1. Model Veri Uyumlarına İlişkin Bulgular

Normal dağılım koşullarında model veri uyumlarının değerlendirilmesine yönelik bulgular Çizelge 4.1.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Model Veri Uyumuna Ait Bulgular

Madde	Birey	Aşamalı Tepki Modeli (PMTK)			Monoton Homojenlik Modeli (PoMTK)		
		3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori	3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori
		-2 log benzerlik	-2 log benzerlik	-2 log benzerlik	H Katsayısı	H Katsayısı	H Katsayısı
10	100	699,2	1713,8	2225,9	0,42	0,41	0,41
	250	1448,0	3839,9	5371,8	0,42	0,41	0,40
	500	2176,7	6980,0	10433,2	0,41	0,41	0,40
	1000	3341,0	12833,0	19494,6	0,41	0,40	0,40
20	100	2187,0	4239,4	5371,0	0,42	0,41	0,40
	250	5300,9	10169,8	13078,3	0,42	0,41	0,40
	500	10053,9	19943,1	25690,3	0,40	0,40	0,40
	1000	19226,0	38917,5	50572,0	0,40	0,40	0,40
40	100	5382,7	8872,4	9800,5	0,42	0,41	0,40
	250	12983,5	21592,6	25200,2	0,42	0,41	0,40
	500	26325,0	43591,6	51800,1	0,40	0,40	0,40
	1000	51108,0	86639,7	106400,5	0,39	0,39	0,39
80	100	8472,7	14534,5	19600,0	0,42	0,41	0,40
	250	18562,7	36006,6	50462,8	0,41	0,40	0,40
	500	37855,1	74087,5	130661,0	0,40	0,40	0,40
	1000	74311,4	15282,9	212896,6	0,39	0,39	0,39

Çizelge 4.1. incelendiğinde, madde sayısı aynı iken örneklem büyüklüğü arttıkça ATM için hesaplanan $2 \cdot \log$ -benzerlik değeri de artmıştır. Örneklemden bağımsız olarak yani aynı örneklem büyüklüğünde madde sayısı arttığında değer artış göstermiştir. Örneklem büyüklüğü ve madde sayısı sabitken testte yer alan maddelerin kategori sayısı arttığında $2 \cdot \log$ -benzerlik değerlerinin arttığı tespit

edilmiştir. Bu üç bulgu daha küçük $2 \cdot \log$ -benzerlik değerlerinin daha iyi uyuma işaret ettiği bilgisine dayanarak; kısa testlerin küçük örneklerde uygulanmasıyla elde edilen verilerin daha iyi model veri uyumu sağlanacağı fikrini vermektedir. Ancak ATM veri uyumu için hesaplanan $-2 \cdot \log$ -benzerlik değerinin örneklem ve parametre sayısına dayalı hesaplanması sonuçların tek başına yorumlanmasını güçleştirmektedir (Pampel, 2000). Bu bağlamda araştırmada ele alınan bağımsız değişkenlerin parametrik ATM model uyumuna etkisine ilişkin genellemeye gidilmemiştir.

Çizelge 4.1 MHM için incelendiğinde, model uyumu için kullanılan H katsayısı madde sayısı örneklem artışı ve maddenin yanıt kategorisi artışıyla önemli ölçüde değişmemiştir. Tüm koşullarda birbirine ve 0,4'e yakın değerler almıştır. Katsayının 0,3 ve üzerinde olması kabul edilebilir model uyumu olduğunu göstermektedir (Sijtsma & Molenaar, 2002). Bu bilgidен yola çıkarak tüm durumlarda model uyumu düşük düzeyde ve kabul edilebilirdir yorumu yapılabilir.

ATM'de kullanılan model veri uyum katsayılarının örneklem büyüklüğünden ve analize dahil edilen parametre sayısından etkilenmesi sonuçların genellenebilirliğini düşürmektedir (Pampel, 2000; De Ayala, 2009). MHM sonuçları ise farklı koşullarda kararlı bir yapı sergilemiştir. H katsayısının tek başına yorumlanabilmesi farklı koşulların karşılaştırılabilmesine imkân tanımaktadır (Sijtsma & Molenaar, 2002). Bu bağlamda MHM'nin model veri uyumu kestiriminde avantajlı olduğu düşünülebilir. Benzer öneri PoMTK model uyumu üzerine çalışan Emons (2008) tarafından getirilmiştir. Bunun yanında MHM modelinin ATM modelinin daha genel hali olduğu için ATM ile model veri uyumunun sağlandığı durumlarda MHM ile model uyumunun de sağlanmış olacağı; ancak aynı genellenenin tersi durum için geçerli olmayacağına ilişkin bulgulara rastlanmaktadır (Sijtsma vd, 2008). Yani MHM sonuçlarının kararlılığı daha yüzeysel kestirim yapmasından kaynaklıdır. Bu bağlamda bireyler hakkında önemli karar alındığı durumlarda, MHM sonuçlarının ATM ile desteklenerek incelenmesi; ancak ATM için daha sıkı olan varsayımlarının karşılanamaması durumlarında yorumlanması kolay ve pratik olan MHM ile kestirim yapılması önerilebilir. Bu bulgu Dyhouse (2009) sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

4.1.2. Güvenirlik Değerlerine İlişkin Bulgular

Normal dağılım koşulları için güvenirliklerin değerlendirilmesine yönelik bulgular Çizelge 4.2.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Güvenirlik Değerlerine Ait Bulgular

Madde	Birey	Aşamalı Tepki Modeli (PMTK)			Monoton Homojenlik Modeli (PoMTK)		
		3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori	3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori
		r	r	r	r	r	r
10	100	0,847	0,874	0,887	0,85	0,86	0,86
	250	0,845	0,873	0,885	0,85	0,86	0,86
	500	0,845	0,871	0,885	0,85	0,86	0,86
	1000	0,846	0,875	0,886	0,85	0,86	0,86
20	100	0,902	0,927	0,934	0,91	0,92	0,94
	250	0,901	0,930	0,936	0,91	0,92	0,94
	500	0,904	0,927	0,934	0,91	0,92	0,94
	1000	0,902	0,930	0,938	0,91	0,92	0,94
40	100	0,952	0,964	0,966	0,96	0,96	0,97
	250	0,955	0,964	0,966	0,96	0,96	0,97
	500	0,954	0,962	0,965	0,96	0,96	0,97
	1000	0,955	0,964	0,965	0,96	0,96	0,97
80	100	0,977	0,979	0,979	0,98	0,98	0,98
	250	0,973	0,979	0,978	0,98	0,98	0,98
	500	0,972	0,978	0,979	0,98	0,98	0,98
	1000	0,976	0,979	0,979	0,98	0,98	0,98

Çizelge 4.2 incelendiğinde ATM'den elde edilen en düşük güvenirlik değerleri en küçük örneklem, en az sayıda ve 3 kategorili maddelerin olduğu koşulda elde edilmiştir. Madde sayısı aynı iken örneklem büyüklüğü arttıkça değerler önemli bir değişim göstermemiştir. Yine madde sayısı ve örneklem sabitken kategori sayısı arttığında güvenirlik değerleri artmıştır. Ancak bu fark Kruskal Wallis testine göre anlamlı değildir [$\chi^2=2,33$ (2), $p>.05$]. Madde sayısı değişimi diğer faktörlere göre daha belirgin değişime işaret etmiştir. Aynı örneklem büyüklüğü ve kategori sayısında madde sayısı artışı güvenirliliği artırmıştır.

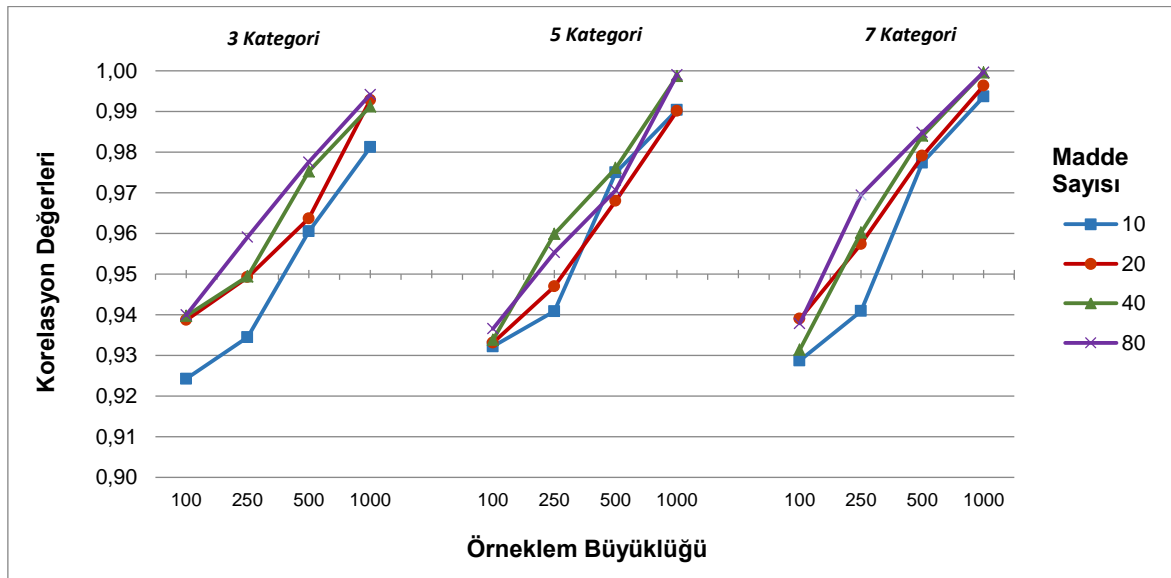
Çizelge 4.2'ye göre MHM'de güvenirlik değerleri virgülden sonra yüzde bir basamağı olacak şekilde hesaplanmakta dolayısıyla parametrik hesaplama sonuçlarına göre 0,01'i geçmeyecek düzeyde küçük değişiklikler içermektedir. Bu modelden kestirilen güvenirlik değerleri madde sayısı artışından etkilenmekte, madde sayısı arttıkça güvenirlik artmaktadır. Maddenin yanıt kategori sayısı artışı madde sayısı ve örneklem sabitken değerlerde anlamlı olmayan artışa işaret etmiş

[$X^2=2,25$ (2), $p>.05$], 80 madde olduğu koşulda 3, 5 ve 7 kategorili koşullar için aynı değerler elde edilmiştir.

Güvenirlilik ölçme sonuçlarının hatalardan arınlık derecesini gösterdiği ve çalışma sonuçlarının hatasız olması beklendiği için güvenilirliğin yüksek olması istenen durumdur (Croker & Algina, 1986). Güvenirliğin yüksek olması araştırma sonuçlarının benzer koşullarda tekrarlanabilirliğine imkân tanımaktadır (Meijer, Sijtsma & Molenaar, 1995). Çalışılan modeller paralel sonuçlar vermiştir. Bu durum araştırma koşullarının MTK varsayımlarını karşıladığı durumlarda ATM ve MHM'nin özellikle güvenirlilik değeri bakımından benzer sonuçlar üretmelerinin beklendiği bulgusuyla örtüşmektedir (Dyehouse, 2009). Güvenirliğe ilişkin elde edilen sonuçlar MHM'nin ATM'nin daha genel bir formu olması bilgisini doğrularken (Sjitsma vd., 2008), örneklem ve test koşulları parametrik bir kestirime uygun olmadığı durumlar için kullanımının önerilebileceğini göstermektedir.

4.1.3. Gerçek İle Kestirilen Parametreler Arasındaki Korelasyon Değerlerine İlişkin Bulgular

Normal dağılım koşulları için kestirilen a ve b parametrelerinin gerçek parametrelerle korelasyonlarına ait çizelge Ek 6'da sunulmuştur. Normal dağılım koşulları için a parametrelerinin korelasyonlarına ait bulgular Şekil 4.1.'de grafikte özetlenmiştir.

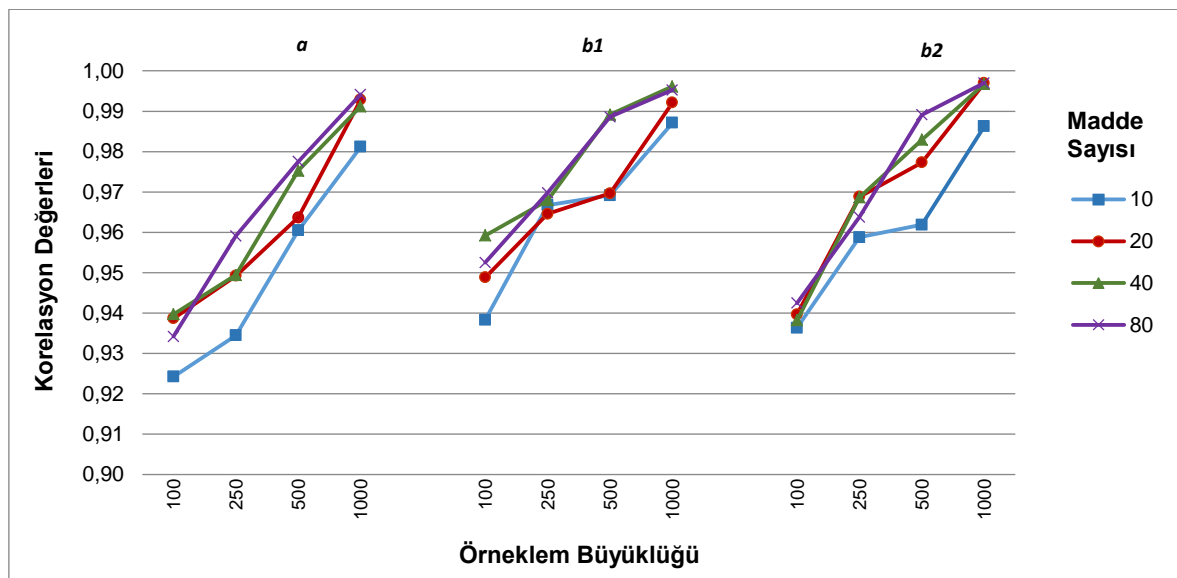


Şekil 4.1. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda a Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Çizgi Grafiği

Üç yanıt kategorili maddeler olduğu koşulda ayırıcılık parametrelerine ait en düşük ilişki 0,924 olarak 10 madde ve 100 birey olduğunda gözlenmiştir. Değerler 0,92 ile 0,99 arasında değişmiştir. Örneklem arttıkça ilişki de artmıştır. Beş kategorili maddeler olduğu durumda ayırıcılık parametrelerine ait en düşük ilişki 0,93 olarak 10 madde ve 100 birey olduğunda gözlenmiştir. Örneklem arttıkça ilişki de artmıştır. Yedi kategorili maddeler olduğu durumda ayırıcılık parametrelerine ait tüm ilişki değerleri beş kategorili koşulla benzer şekilde en düşük 0,93, en yüksek 1,00 değerini aldığı tespit edilmiştir. Her üç koşul için de 500 ve üzeri örnekleme yüksek düzeyde ilişki olduğu gözlenmiştir.

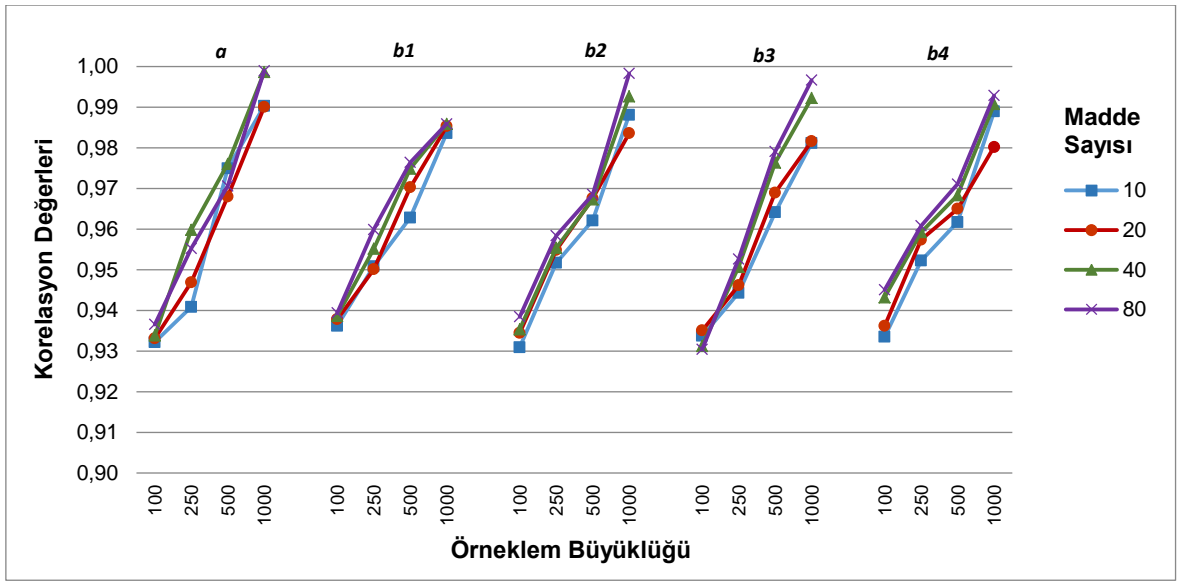
Madde sayısı artışı genel olarak üç ayrı kategoride de ilişkide artmaya işaret etmiştir. En düşük değerler 10 maddeli koşulda elde edilmiştir. Örneklem 500 ve üzerinde olan durumlarda madde sayısı etkisi azalmış ve bulgular benzerlik göstermiştir. Maddelerin yanıt kategori sayısının etkisi incelendiğinde üç kategorili maddelerde 10 madde olan koşul diğer madde sayılarına göre daha düşük değerler almış, 20 ve üzerinde madde sayısı olduğunda 500 ve üzeri örneklem büyüklüğü olduğunda beş ve yedi yanıt kategorili maddelerde ilişkiye ilişkin bulgular paralellik göstermiştir.

Üç kategorili maddelerin *a* ve *b* parametrelerine ait bulgular Şekil 4.2' de özetlenmiştir.



Şekil 4.2. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin *a* ve *b* Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler

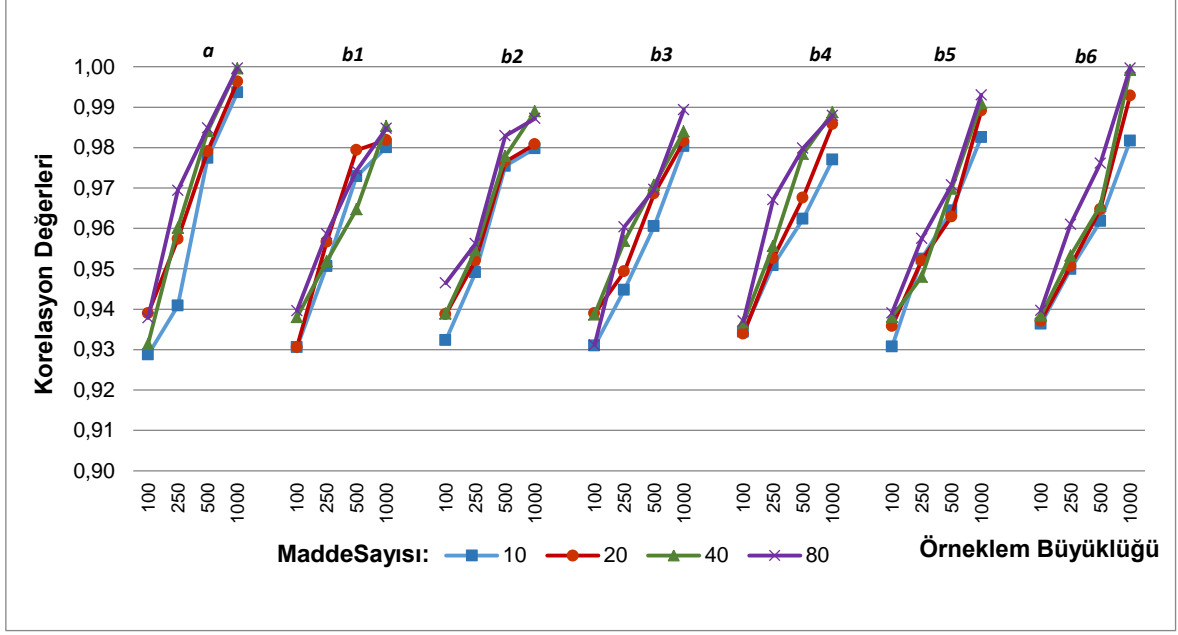
Üç yanıt kategorili maddeler olduğu koşulda a parametresi örneklem ve madde artışından b parametrelerine göre daha fazla etkilenmiştir. b parametreleri 0,94 ile 0,99 arasında değer almıştır. Genel olarak madde sayısı artışı ve örneklemin artması ilişkide yükselmeye işaret etmiştir. b_1 için madde sayısı 10 ve 20 iken b_2 için madde sayısı 10 iken ilişki örneklem artışından daha fazla etkilenmiştir. 40 ve üzerinde madde olduğunda daha kararlı yapı sergilenmiştir. Parametrelerde örneklem en az 500 olduğunda yüksek düzeyde ilişki elde edilmiştir. Örneklem 1000 olduğunda ise değerler birbirine ve 1'e yakındır. Beş kategorili maddelerin a ve b parametrelerine ait bulgular Şekil 4.3'te grafikte verilmiştir.



Şekil 4.3. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler

Beş kategorili maddeler olduğunda a parametresi örneklem ve madde artışından b parametreleriyle benzer şekilde etkilenmiştir. a parametresi 0,93 ile 0,99 arasında değişen değerler almıştır. b parametrelerinde 0,93 ile 0,99 arasında değerler gözlenmiştir. Genel olarak örneklemin artması ilişkide yükselmeye işaret etmiştir. Madde sayısı arttıkça ilişkide artma görülmüştür. Yani en düşük değerler az maddeli ve az örneklem olduğu koşullarda gözlenmiştir. 500 ve 1000 örneklem büyüklüğünde 10 maddeli koşulların en az 0,93 düzeyinde ilişki vermesi az sayıda madde ile örneklem artırıldığında daha yüksek ilişkili parametre elde edildiği şeklinde yorumlanabilir.

Yedi kategorili verilerin a ve b parametrelerine ait bulgular Şekil 4.4'te grafikte verilmiştir.



Şekil 4.4. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler

Yedi kategorili maddeler olduğu koşulda a parametresi örneklem ve madde artışından b parametrelerine göre daha fazla etkilenmiştir. b parametreleri 0,93 ile 0,99 arasında değer almıştır. Genel olarak madde sayısı artışı ve örneklemin artması ilişkide yükselmeye işaret etmiştir. b parametrelerinin ilişki değerleri beş kategorili maddelerle benzer niteliktedir. 500 ve 1000 örneklem büyüklüğünde mükemmel yakın ilişki değerleri elde edilmiştir.

4.1.4. Madde Parametrelerine İlişkin Bulgular

ATM modeliyle her madde için bir ayırıcılık parametresi, kategori sayısının bir eksiği b yani eşik parametresi kestirilmiş, ortalamaları alınarak teste ait değerler elde edilmiş ve Çizelge 4.3'te sunulmuştur.

Çizelge 4.3'te ayırıcılık (a) parametrelerinin ortalamaları incelendiğinde, üç yanıt kategorili 10 madde olduğunda en yüksek değer örneklem 100 olduğu koşulda kestirilmiş, örneklem arttığında parametre değeri azalmıştır bu azalma üç kategorili [$X^2=5,58$ (3) $p>.05$], beş kategorili [$X^2=5,09$ (3) $p>.05$], yedi kategorili [$X^2=7,17$ (3) $p>.05$] maddelerde anlamlı fark yaratmamıştır.

Aynı örneklem büyüklüğü için üç kategorili maddeler incelendiğinde en yüksek değerler 10 maddede kestirilmiş, madde sayısı artışı değeri düşüğe götürmüştür.

En küçük değerler 80 madde ile elde edilmiştir. Beş ve yedi kategorili maddelerde üç kategorili maddelerden kestirilen değerlerle benzer bir örüntü gözlenmiş, madde sayısı sabit olduğunda örneklem artışı; örneklem sabit olduğunda madde sayısı artışı parametre değerlerinde düşüş meydana getirmiştir.

Çizelge 4.3: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda ATM Parametrelerinin Ortalama Değerleri

C	k	N	Parametreler						
			a	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆
3	10	100	1,8084	-0,6888	0,5635				
		250	1,7558	-0,5952	0,6407				
		500	1,6367	-0,6514	0,6748				
		1000	1,5842	-0,6668	0,7322				
	20	100	1,7938	-0,5828	0,6596				
		250	1,7292	-0,6139	0,6867				
		500	1,5933	-0,6201	0,7292				
		1000	1,5774	-0,6374	0,7238				
	40	100	1,7318	-0,5625	0,8410				
		250	1,6888	-0,4971	0,8084				
		500	1,5668	-0,6097	0,7429				
		1000	1,5591	-0,6192	0,7404				
80	100	1,5594	-0,7386	0,7425					
	250	1,4870	-0,6117	0,8110					
	500	1,4679	-0,6501	0,7787					
	1000	1,4410	-0,7138	0,7547					
5	10	100	1,7292	-0,8682	-0,2913	0,3004	1,1097		
		250	1,6989	-0,9159	-0,4063	0,2815	1,0044		
		500	1,6264	-0,8873	-0,3452	0,3058	1,0766		
		1000	1,5657	-0,8758	-0,3553	0,3357	1,0914		
	20	100	1,7120	-0,8593	-0,3045	0,3152	0,9868		
		250	1,6787	-0,8629	-0,3544	0,2878	1,0148		
		500	1,5694	-0,8836	-0,3279	0,3637	1,1187		
		1000	1,5798	-0,9092	-0,3730	0,3312	1,0812		
	40	100	1,7189	-1,0256	-0,3836	0,2930	0,9840		
		250	1,6736	-0,8528	-0,2134	0,4403	1,1001		
		500	1,5962	-0,9555	-0,3099	0,3301	1,0190		
		1000	1,5574	-0,9710	-0,3060	0,3737	1,0790		
80	100	1,5552	-1,1725	-0,4520	0,2840	0,9266			
	250	1,4557	-1,0899	-0,3305	0,4017	1,0974			
	500	1,4873	-0,9829	-0,2553	0,4956	1,1675			
	1000	1,3936	-1,1645	-0,3887	0,3968	1,1104			
7	10	100	1,7157	-1,1379	-0,6393	-0,0760	0,3032	0,6854	1,0720
		250	1,7097	-1,0611	-0,5742	-0,0541	0,2876	0,6447	1,0071
		500	1,6152	-1,1386	-0,6161	-0,1093	0,3382	0,7263	1,1158
		1000	1,5670	-1,1411	-0,6325	-0,0729	0,3465	0,7283	1,1244
	20	100	1,6973	-1,0828	-0,6277	-0,0926	0,3511	0,7427	1,1610
		250	1,6717	-1,0341	-0,5151	-0,0518	0,3566	0,7422	1,1301
		500	1,6096	-1,1330	-0,6236	-0,1234	0,2867	0,6718	1,0709
		1000	1,5693	-1,1315	-0,6075	-0,0988	0,3498	0,7736	1,1716
	40	100	1,7093	-1,1538	-0,7233	-0,2807	0,1480	0,5580	0,9652
		250	1,6774	-1,2123	-0,7650	-0,3160	0,1176	0,5396	0,9333
		500	1,5687	-1,1404	-0,6880	-0,2358	0,2138	0,6582	1,0639
		1000	1,4854	-1,1624	-0,6684	-0,1741	0,2953	0,7715	1,2167
80	100	1,5768	-0,9495	-0,5138	-0,0465	0,4282	0,8693	1,3763	
	250	1,4349	-1,1911	-0,6890	-0,2065	0,3019	0,7854	1,2994	
	500	1,4447	-1,2905	-0,7851	-0,2972	0,1969	0,6764	1,2019	
	1000	1,3294	-1,2197	-0,6973	-0,1744	0,3627	0,8736	1,4301	

*c: kategori sayısı, k: madde sayısı, N: örneklem sayısı

Parametrelerin ortalama değerlerinde madde sayısı artmasına bağlı azalma, üç kategorili [$X^2=8,89$ (3) $p<.05$] ve beş kategorili [$X^2=8,62$ (3) $p<.05$] maddelerde anlamlı iken, yedi kategorili [$X^2=6,64$ (3) $p>.05$] maddelerde anlamlı fark yaratmamıştır.

Maddenin yanıt kategori sayısının artması yine parametre değerinde düşüşe götürmekle birlikte üç, beş ve yedi kategorili maddelerden elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel bir fark olmadığı görölmektedir [$X^2=0,68$ (2) $p>.05$].

Örnekleme artışının ayırt edicilik parametresinde azalmaya işaret etmesi iki kategorili maddelerle çalışılan Stone (1992) ve Koğar (2012)'in araştırma sonuçları ile tutarlılık göstermektedir.

Çizelge 4.3'te eşik (b) parametrelerinin ortalamaları incelendiğinde, üç kategorili maddelerde birinci eşik parametrelerinin tümü negatif, ikinci parametreler ise pozitifdir. Her madde için b_1 ve b_2 parametrelerinin ortalaması alındığında değerlerin birbirine yakın olması madde sayısı ve örnekleme değişiminin eşik değerlerinde belirli bir değişim meydana getirmediği şeklinde yorumlanabilir.

Beş kategorili maddelerde ilk iki eşik parametrelerinin tümü negatif, üçüncü ve dördüncü parametreler ise pozitifdir. Sıralama olarak sonra olan eşik parametresinin kendinden öncekinden büyük olması beklenen bir durumdur (Sijtsma vd, 2006) ve bu dört eşik parametresi için de sağlanmıştır

Yedi kategorili maddelerde ilk üç parametre negatifken, son üçü pozitif ve her eşik parametresi kendinden bir öncekinden büyüktür. Sıralama olarak sonra olan eşik parametresinin kendinden öncekinden büyük olması beklenen bir durumdur (Sijtsma vd, 2006) ve bu altı eşik parametresi için de sağlanmıştır. Ancak madde sayısı ve örnekleme değişimi eşik değerlerinde belirli bir değişim meydana getirmemiştir.

Madde parametrelerine ait diğer bir bulgu kategori sayısı artışının b parametrelerinin ranjını artırmış olmasıdır.

MHM ile kestirimle her madde için bir madde ortalaması, ayırıcılık için H ölçeklenebilirlik katsayısı, kategori sayısının bir eksiği P güçlük değeri kestirilmiş ve Çizelge 4.4'te sunulmuştur.

Çizelge 4.4: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda MHM Parametrelerinin Ortalama Değerleri

C	k	N	X	H	P₁	P₂	P₃	P₄	P₅	P₆
3	10	100	1,986	0,424	0,629	0,357				
		250	1,963	0,415	0,650	0,337				
		500	1,965	0,410	0,632	0,333				
		1000	1,952	0,385	0,628	0,325				
	20	100	1,969	0,417	0,627	0,342				
		250	1,989	0,415	0,644	0,346				
		500	1,986	0,409	0,642	0,333				
		1000	1,981	0,380	0,643	0,335				
	40	100	1,982	0,416	0,610	0,470				
		250	1,982	0,415	0,632	0,492				
		500	1,975	0,386	0,644	0,476				
		1000	1,967	0,380	0,652	0,460				
80	100	1,971	0,410	0,635	0,336					
	250	1,985	0,410	0,642	0,343					
	500	1,986	0,380	0,643	0,343					
	1000	1,980	0,380	0,644	0,337					
5	10	100	2,982	0,410	0,714	0,583	0,436	0,249		
		250	3,005	0,407	0,715	0,601	0,433	0,256		
		500	2,977	0,407	0,709	0,596	0,428	0,258		
		1000	2,960	0,384	0,707	0,580	0,409	0,243		
	20	100	2,931	0,412	0,707	0,590	0,417	0,241		
		250	2,957	0,410	0,706	0,591	0,413	0,247		
		500	2,953	0,390	0,707	0,585	0,416	0,245		
		1000	2,965	0,380	0,711	0,585	0,409	0,240		
	40	100	2,974	0,410	0,713	0,582	0,411	0,257		
		250	2,953	0,411	0,712	0,575	0,418	0,264		
		500	2,960	0,394	0,715	0,576	0,411	0,258		
		1000	2,933	0,381	0,717	0,568	0,399	0,248		
80	100	2,948	0,401	0,732	0,573	0,392	0,254			
	250	2,947	0,405	0,718	0,572	0,406	0,269			
	500	2,956	0,390	0,721	0,571	0,401	0,259			
	1000	2,939	0,374	0,723	0,570	0,394	0,257			
7	10	100	3,878	0,411	0,757	0,652	0,505	0,406	0,306	0,252
		250	3,917	0,394	0,767	0,660	0,510	0,402	0,326	0,252
		500	3,954	0,392	0,773	0,670	0,522	0,422	0,327	0,242
		1000	3,918	0,376	0,771	0,664	0,519	0,413	0,315	0,234
	20	100	3,871	0,404	0,751	0,656	0,520	0,407	0,313	0,226
		250	3,899	0,406	0,757	0,644	0,524	0,417	0,321	0,236
		500	3,985	0,392	0,764	0,660	0,538	0,434	0,338	0,250
		1000	3,934	0,381	0,764	0,659	0,535	0,421	0,318	0,236
	40	100	3,919	0,396	0,744	0,652	0,540	0,425	0,323	0,236
		250	3,961	0,409	0,750	0,657	0,547	0,435	0,330	0,242
		500	3,958	0,394	0,749	0,655	0,547	0,436	0,328	0,243
		1000	3,921	0,377	0,752	0,654	0,539	0,426	0,318	0,231
80	100	3,966	0,400	0,746	0,655	0,553	0,441	0,334	0,237	
	250	3,936	0,401	0,744	0,649	0,547	0,434	0,330	0,232	
	500	3,976	0,391	0,753	0,658	0,554	0,441	0,334	0,234	
	1000	3,933	0,374	0,749	0,654	0,546	0,431	0,326	0,228	

*c: kategori sayısı, k: madde sayısı, N: örneklem sayısı

Çizelge 4.4'te verilen, kestirilen madde ortalamaları üç yanıt kategorili maddeler için birbirine çok yakın ve yaklaşık olarak 2 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu örneklem ve madde artışı kestirilen maddelerde değişiklik oluşturmadığına işaret etmektedir. Ayırıcılık olarak yorumlanan ölçeklenebilirlik (H) katsayılarının

ortalamları incelendiğinde, H katsayısı 0,424 ile 0,380 arasında değiştiği görülmektedir. Madde sayısı değişimi ortalamaları etkilememiştir.

Örneklem artışı ise madde sayısı sabitken katsayıda çok küçük değişime yol açmıştır; ancak katsayı virgülden sonra sadece onlar basamağı kalacak şekilde yuvarlandığında değerlerin birbirine çok yakın olduğu görüldüğünden örneklem değişiminin H katsayısı üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı yorumu yapılabilir.

Beş kategorili maddeler için ortalama yaklaşık 3; yedi kategorili maddelerde ise 4 olarak hesaplanmıştır. H katsayısı beş kategorili maddeler için 0,38 ile 0,41 ve yedi kategorili maddeler için 0,38 ve 0,41 arasında değişmiştir. Kestirilen değerler üç kategorili maddelerden kestirilen değerlerle benzer bir örüntü sergilemiş, madde sayısı sabit olduğunda örneklem artışı; değerlerde çok küçük bir azalmaya işaret etse de değerlerin birbirine çok yakın olması belirgin bir etkinin söz konusu olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Parametre üzerinde maddenin yanıt kategori sayısının değişimi örneklem ve madde sayısı sabitken H değerinde istatistiksel bir fark yaratmamıştır [$\chi^2=3,7$ (2) $p>.05$].

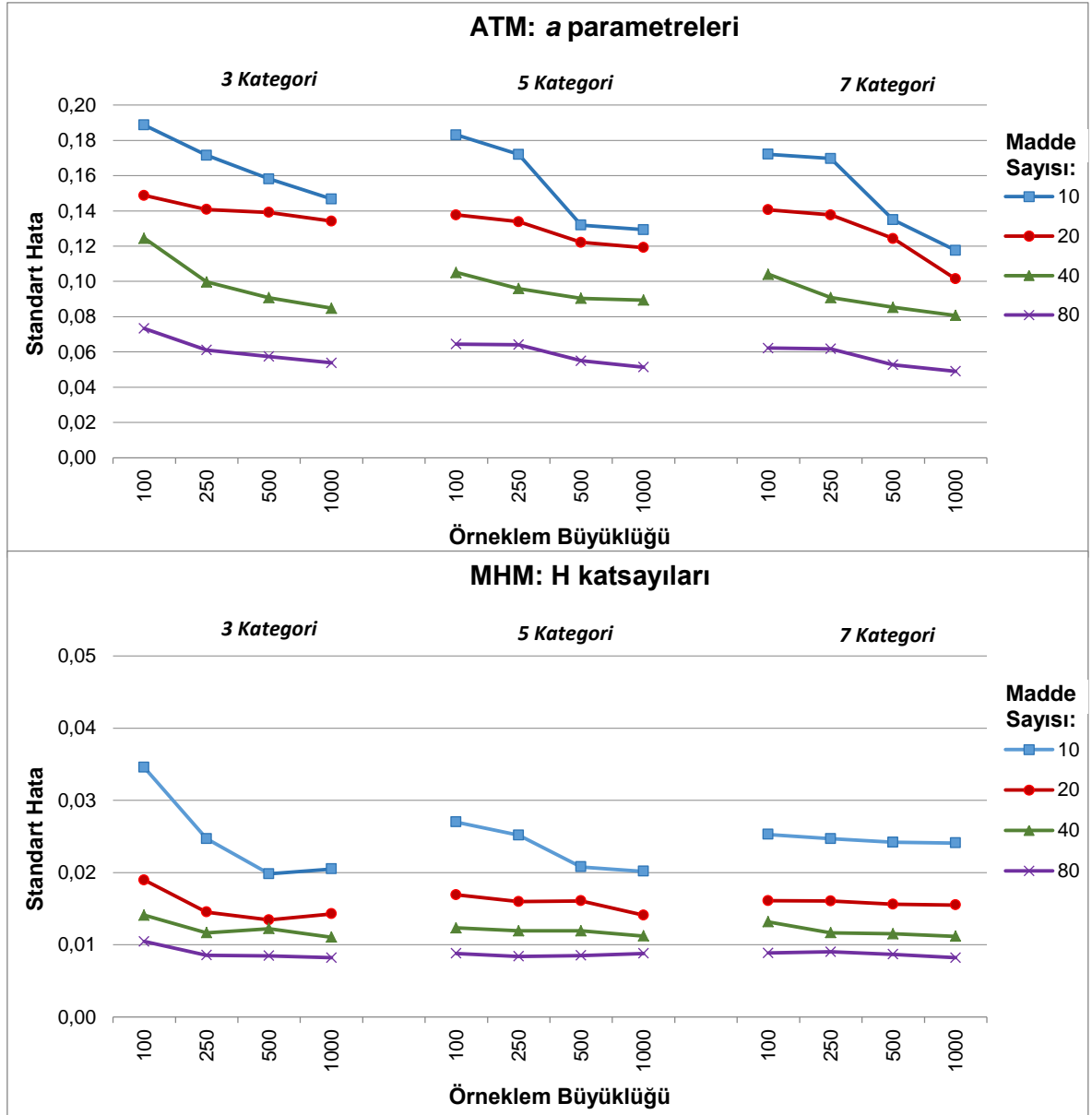
Çizelge 4.4'te güçlük (P) parametrelerinin ortalamaları incelendiğinde, üç kategorili maddelerde birinci güçlük değerlerinin ikincilerden büyük olduğu; aralarındaki farkın tüm durumlarda yaklaşık 0,3 olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın bağımsız değişkeni olan örneklem büyüklüğü ve madde sayısı değişiminin değerlerde belirgin bir değişime neden olmadığı gibi; aralarındaki farkın birbirine yakın olması bu faktörlerin parametre kestirimine etkisinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Beş kategorili maddelerde önce gelen güçlük değerlerinin kendinden sonra gelenlere göre daha büyük olmaları beklenen durumdur ve bu durum 4 güçlük değeri için de sağlanmıştır. Ardışık güçlük değerleri arasındaki fark yaklaşık olarak 0,2'dir. Örneklem ve madde sayısı değişimi değerlerde belirgin bir değişime işaret etmemiştir. Yedi kategorili maddelerde de güçlük değerleri arasındaki fark yaklaşık 0,1 olarak hesaplanmış, altı güçlük değerlerinin sıralamaya uygun olarak kendinden sonra gelenden büyük olduğu görülmüştür (Sijtsma, 2006). Sonuçlar örneklem ve madde sayısı değişiminin güçlük değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Genel olarak ele alındığında hem ayırıcılık hem de eşik parametreleri tüm koşullarda birbirine yakın değerler almış, örneklem, madde sayısı, maddelerin kategori sayısından etkilenmemiştir.

4.1.5. Madde Hatalarına İlişkin Bulgular

Maddelerin hataları her iki model için standart hata, ATM için RMSE ve MHM için Guttman Hataları olarak incelenmiş ve sırasıyla sunulmuştur.

4.1.5.1. Standart Hatalara İlişkin Bulgular

ATM ve MHM ile elde edilen parametrelerin bulgularına Ek 6'da verilmiştir. ATM'den elde edilen a parametrelerinin ve MHM'den kestirilen H değerlerinin hataları Şekil 4.5.'te grafiklerle sunulmuştur.



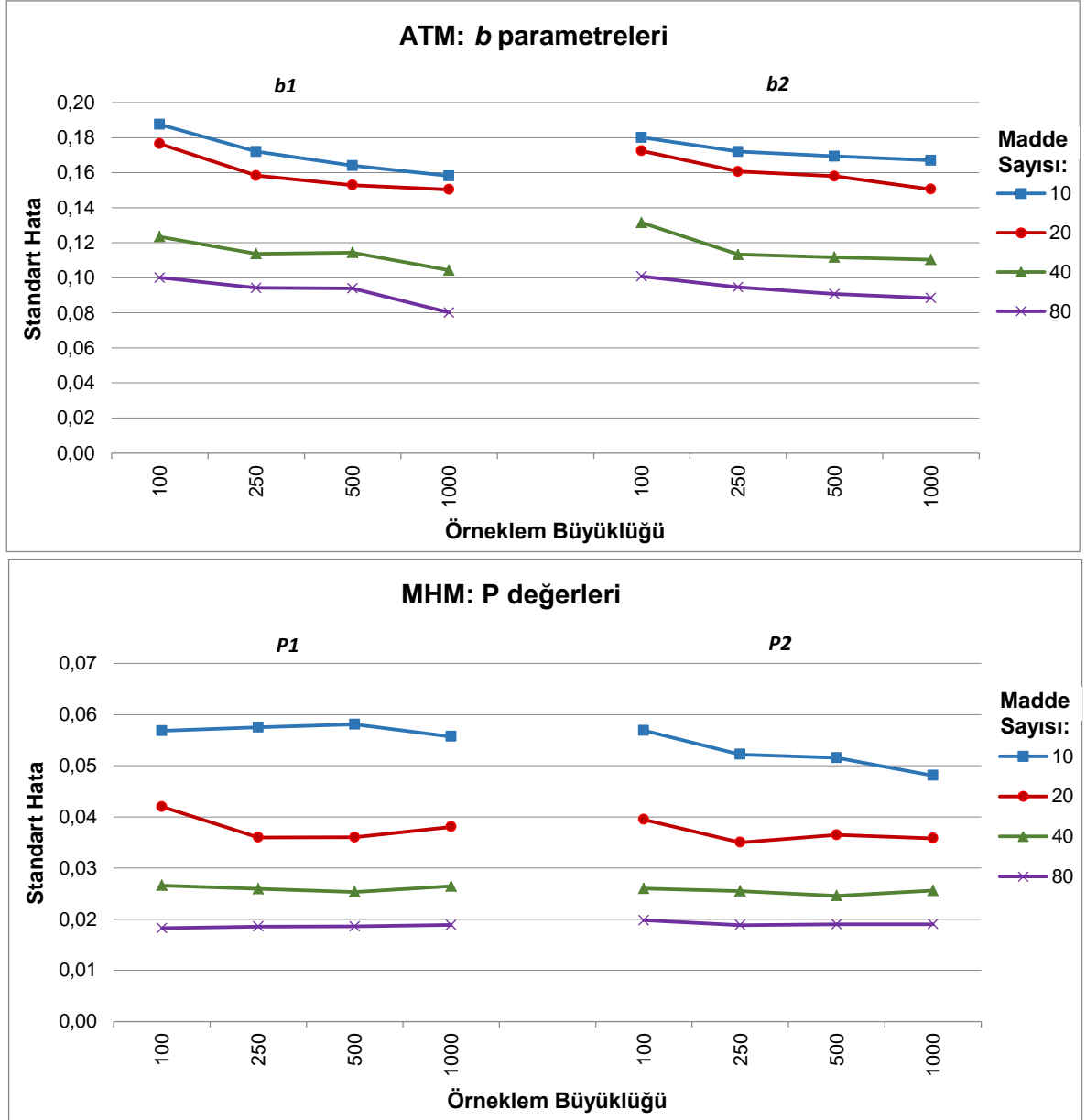
Şekil 4.5. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Ayırıcılık Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler

Şekil 4.5.'te verilen üç kategorili maddelerde a parametrelerinin standart hata değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde değerlerin 0,188 ile 0,053 arasında olduğu görülmektedir. Genel olarak örneklem arttığında beklentiye uygun olarak hata azalmıştır. Bu azalma 10 maddeli koşullarda daha belirgindir. Madde sayısı etkisi incelendiğinde en yüksek değerler 10 maddeli koşula aittir. Nitekim değerler 0,18 ile 0,15 arasında değişmekteyken madde sayısı 80 olduğunda hata değerleri 0,07 ile 0,05 arasındadır. Madde sayısı artışıyla hatadaki gözlenen azalma en belirgin olarak 20 maddeden 40 maddeye çıkıldığında gözlenmiştir. 40 ve üzerinde hem hatalar birbirine yakın hem de değerleri düşüktür. Bu bulgudan hareketle madde sayısı artışının hata üzerinde örneklem artışından daha fazla etkili olmuştur yorumu yapılabilir. a parametrelerinin standart hatalarının örneklem artışı ve madde sayısı artışıyla azalması iki kategorili maddelerle çalışan Koğar (2014)'ün araştırmasının bulgularıyla paraleldir.

Beş kategorili ve yedi kategorili maddeler için standart hata bulguları üç kategorili durumla paraleldir. Ancak beş ve yedi kategorili maddelerde üç kategorili maddelerden farklı olarak görece daha düşük hatalı kestirim yapıldığı görülmektedir. Bu durum madde sayısını değiştirme imkânı olmayan durumlarda kategori sayısı artırılmasının hatayı azaltma yönünde etkisi olacağı şeklinde yorumlanabilir.

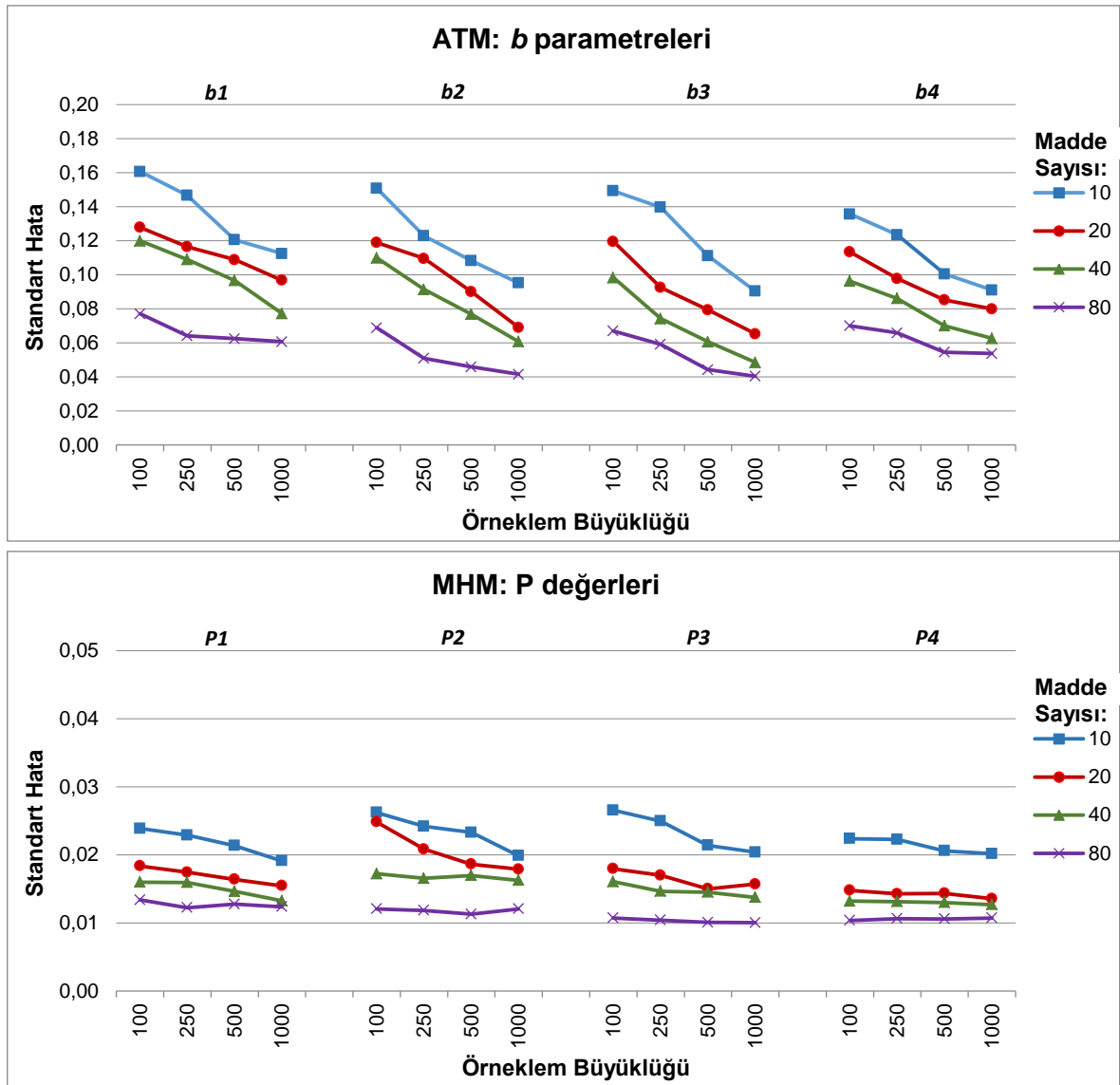
Şekil 4.5.'te verilen MHM' den kestirilen H katsayılarının hataları ise 0,035 ile 0,01 arasındadır. En yüksek değerler az maddeli koşullarda elde edilmiş, madde sayısı arttığında hatada azalma gözlenmiştir. Bu azalma en belirgin olarak 10 maddeden 20 maddeye çıkıldığında görülmektedir. 10 madde olduğunda örneklem artışı hatada azalma meydana getirmiş, 20 madde ve üzerinde örneklemin hata üzerinde önemli ölçüde etkisi olmadığı gözlenmiştir. Bu durum madde sayısının etkili olduğu, örneklem sayısının ise hatada önemli etkiye sahip olmadığı şeklinde ifade edilebilir. Bu bulgu MHM'nin küçük örneklemelere uygun olması bilgisiyyle tutarlıdır (Sijtsma & Molenaar, 2002). Bulgular maddenin yanıt kategorisi açısından yorumlandığında üç kategorili maddelere göre beş ve yedi kategorili maddelerin daha düşük hatalı ve paralel sonuçlar verdiği gözlenmektedir. Madde sayısı ve maddenin kategori sayısının hata üzerinde örnekleme kıyasla daha etkili olması MHM ile küçük örneklemlerde çalışılabileceği şeklinde yorumlanabilir.

İki modele ait bulgular karşılaştırıldığında, MHM'nin en yüksek hata değerinin ATM'nin en düşük hata değerinin altında olması MHM kestirimlerinin en az hatalı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Aynı zamanda ATM'nin örneklem artışından etkilenip, MHM'nin daha az etkilenmesi örneklem sayısı değiştirilemeyen çalışmalarda MHM'nin tercih edilmesi durumunda daha az hatalı kestirim yapılacağı şeklinde ifade edilebilir.



Şekil 4.6. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler

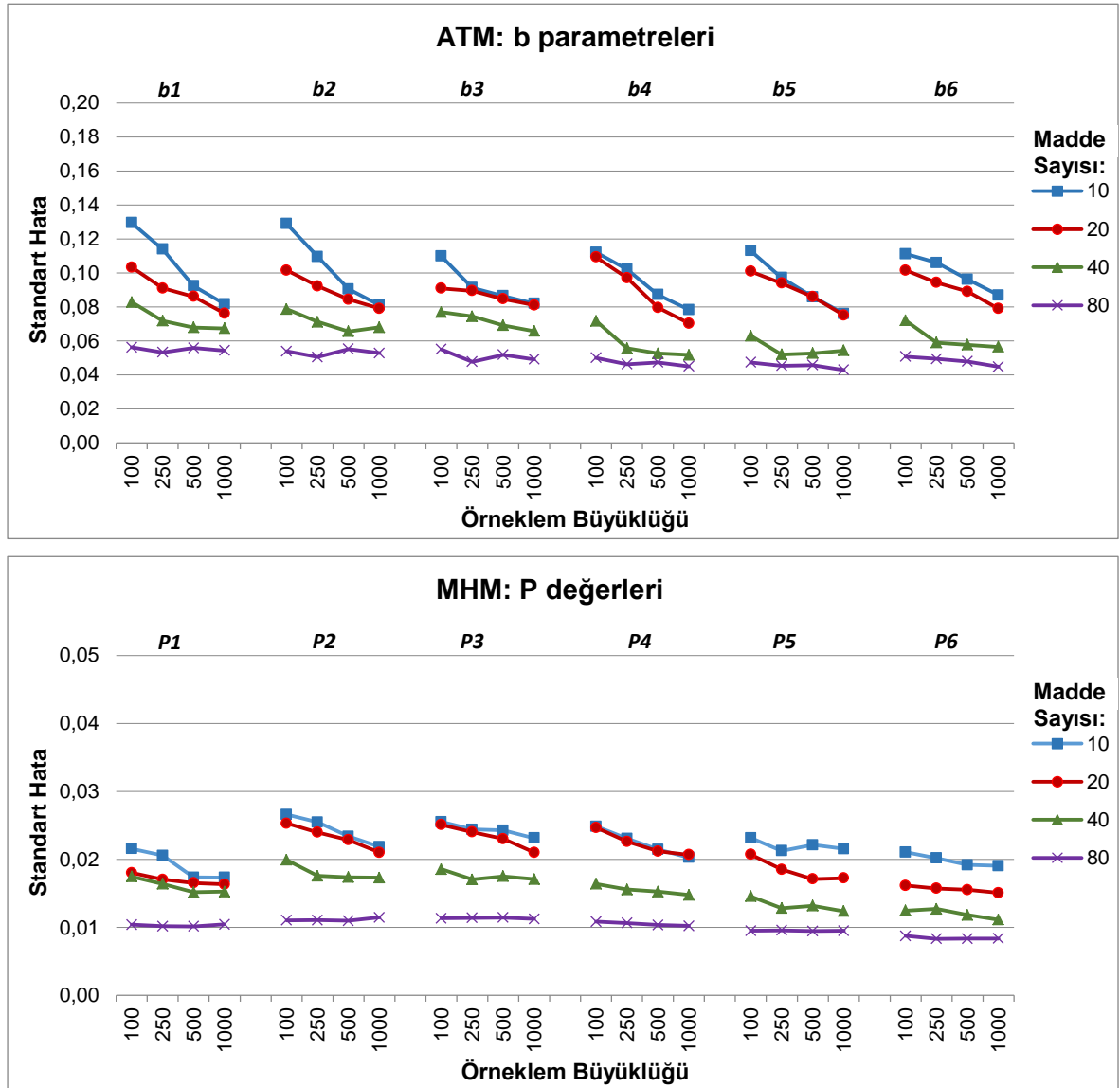
Şekil 4,6'da verilen ATM'den kestirilen b_1 parametresinin standart hataları 0,19 ile 0,08; b_2 'nin 0,18 ile 0,09 arasındadır. MHM'de P_1 ve P_2 'nin hatası 0,06 ile 0,02 arasında değişmiştir. En yüksek hatalar 10 maddeli koşulda kestirilmiş; madde sayısı arttıkça hatada düşüş tespit edilmiştir. Madde sayısı artışı hata üzerinde azalma şeklinde etkili olmuştur. Örneklem sayısı artışı da hatada küçük bir azalmaya işaret etse de bu değişim madde sayısındaki kadar belirgin değildir. İki modele ait bulgular karşılaştırıldığında, MHM'nin en yüksek hata değerinin ATM'nin en düşük hata değerinin altında olması MHM kestirimlerinin daha hatasız olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.7. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler

Şekil 4.7 incelendiğinde ATM için b_1 parametrelerinin hatalarının 0,16 ile 0,06 arasında olduğu; diğer b parametreleriyle aralarında küçük farklılıklar olsa da tüm b parametrelerinin standart hata değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. a parametresine göre b 'ler görece daha düşük hataya sahiptir ve örneklem büyüklüğü değişimine göre madde sayısı değişiminden daha fazla etkilenmiştir.

MHM'de hata değerleri 0,026 ile 0,01 arasında değişmektedir. MHM sonuçları ATM ile paralellik göstermekle birlikte görece değer olarak daha düşüktür. Bu durum MHM ile daha az hatalı kestirim yapıldığına işaret etmektedir.



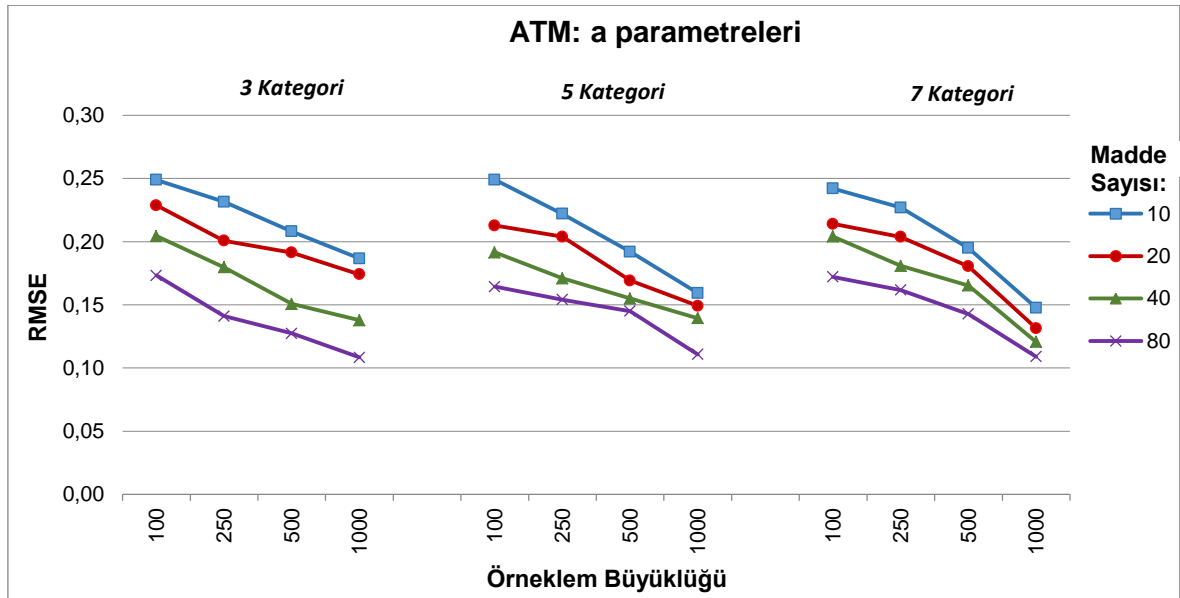
Şekil 4.8. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler

Yedi yanıt kategorili madde koşullarında standart hata üç ve beş kategorili maddelere göre görece azalmıştır. En yüksek hata 10 madde ve 100 birey olduğunda kestirilmiştir. Hem örneklem hem de madde sayısı artışı hatada azalmaya işaret etmiştir. Yani hata değişimi büyük örneklemde daha az etkili ve daha çok maddeli testlerde daha az gözlenmektedir yorumu yapılabilir.

ATM'de kestirilen hatayla karşılaştırıldığında MHM kestirimlerdeki en yüksek hata parametrik model kestirimlerindeki neredeyse en düşük hataya denk gelmektedir. Yani ATM'de oldukça yüksek hatalı kestirim olduğu görülmektedir. Bu durum Molenaar ve Sijtsma (2002)'nin MHM'nin ATM'nin genelleştirilmiş bir hali olduğu, MHM ile elde edilen kestirimlerin daha genel ATM sonuçlarının ise daha sıkı gereklilikleri karşılamak için daha ayrıntılı hata bilgisine somut örnek teşkil etmektedir.

4.1.5.2. RMSE'ye İlişkin Bulgular

ATM ile elde edilen parametrelerin RMSE'ye ait bulguları Ek 6'da verilmiştir. Ayrıca ATM için elde edilen RMSE değerlerine ilişkin grafik Şekil 4.9'da sunulmuştur.

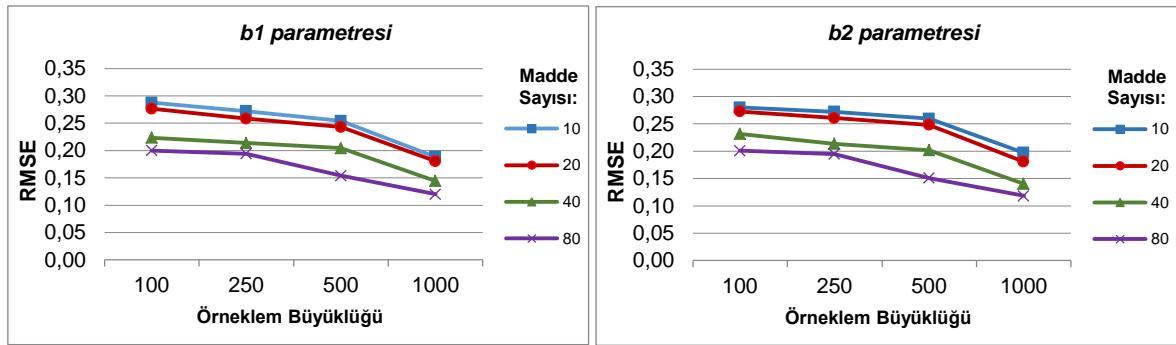


Şekil 4.9. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Ayırcılık Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler

Şekil 4.9.'da a parametresinin RMSE değerleri incelendiğinde, üç ve beş kategorili maddelerde değerlerin 0,25 ile 0,11; yedi kategorili maddelerde 0,24 ile 0,11 arasında değiştiği bulgusu elde edilmiştir. En hatalı kestirimlerin küçük örneklemde olduğu görülmektedir. Örneklem sayısı arttıkça hatada azalma gözlenmiştir.

Madde sayısı artışı yine RMSE değerlerinde azalmaya işaret etmektedir. En hatalı kestirimler 10 maddeli koşullarda madde sayısı 80 olduğunda hatada belirgin azalma görülmektedir. Maddenin yanıt kategori sayısı değişiminin hatada belirgin bir etkisi olmadığı, ancak 7 kategorili maddelerde örneklem 500 ve üzerinde olduğu durumlarda hata diğer yanıt kategorili maddelere göre daha az olduğu görülmektedir. Bu bulgudan hareketle az madde olduğu durumlarda örneklem sınırlı olduğunda maddenin yanıt kategorisi artırılarak hatada bir miktar düşüş elde edilebileceği söylenebilir.

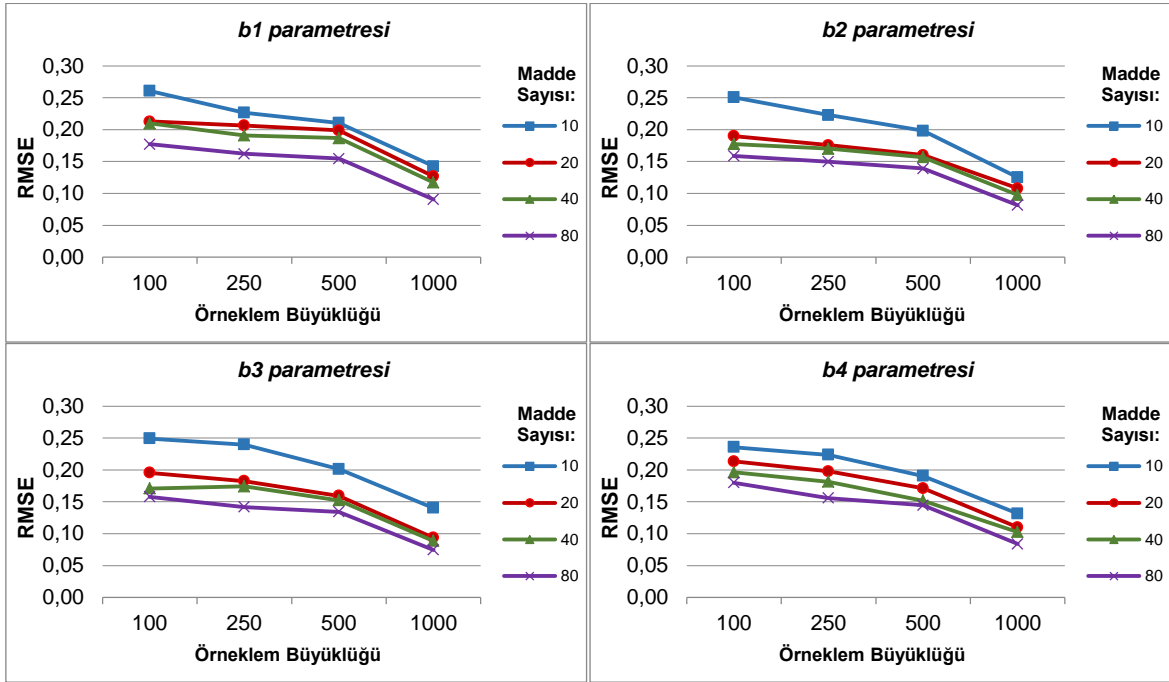
Üç, beş ve yedi kategorili maddeler için en yüksek RMSE değerinin 10 madde ve 100 örneklem olduğu durumda kestirildiği görülmektedir. Örneklem düzeyi arttığında hatanın azaldığı görülmektedir. Bu bulgu farklı örneklem büyüklükleri ile çalışılan Reise ve Yu (1990) ve Bahry (2012) çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.



Şekil 4.10. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Ait Grafikler

Şekil 4.10.'da verilen b parametrelerinin RMSE değerlerine ait bulgularda b_1 parametresinin 0,29 ile 0,12; b_2 parametresinin 0,28 ile 0,15 arasında değer aldığı görülmektedir. Her iki durum için de en yüksek değerlerin 100 örneklem ve 10 madde; en düşük değerlerinse 1000 örneklem ve 80 madde olduğu koşulda kestirildiği görülmektedir.

Örneklem büyüklüğü arttıkça hata azalmıştır. Madde sayısı artışı da azalmaya işaret etmektedir. 500 ve 1000 örneklem olduğunda hatadaki değişim oldukça belirgindir; yine 40 ve üzerinde madde olduğunda hata daha fazla azalmıştır. Yani 500 ve üzerinde; 40 madde ve daha üzerinde hataların azalması, parametrelerin gerçeğe yakın kestirildiğine işaret etmektedir.

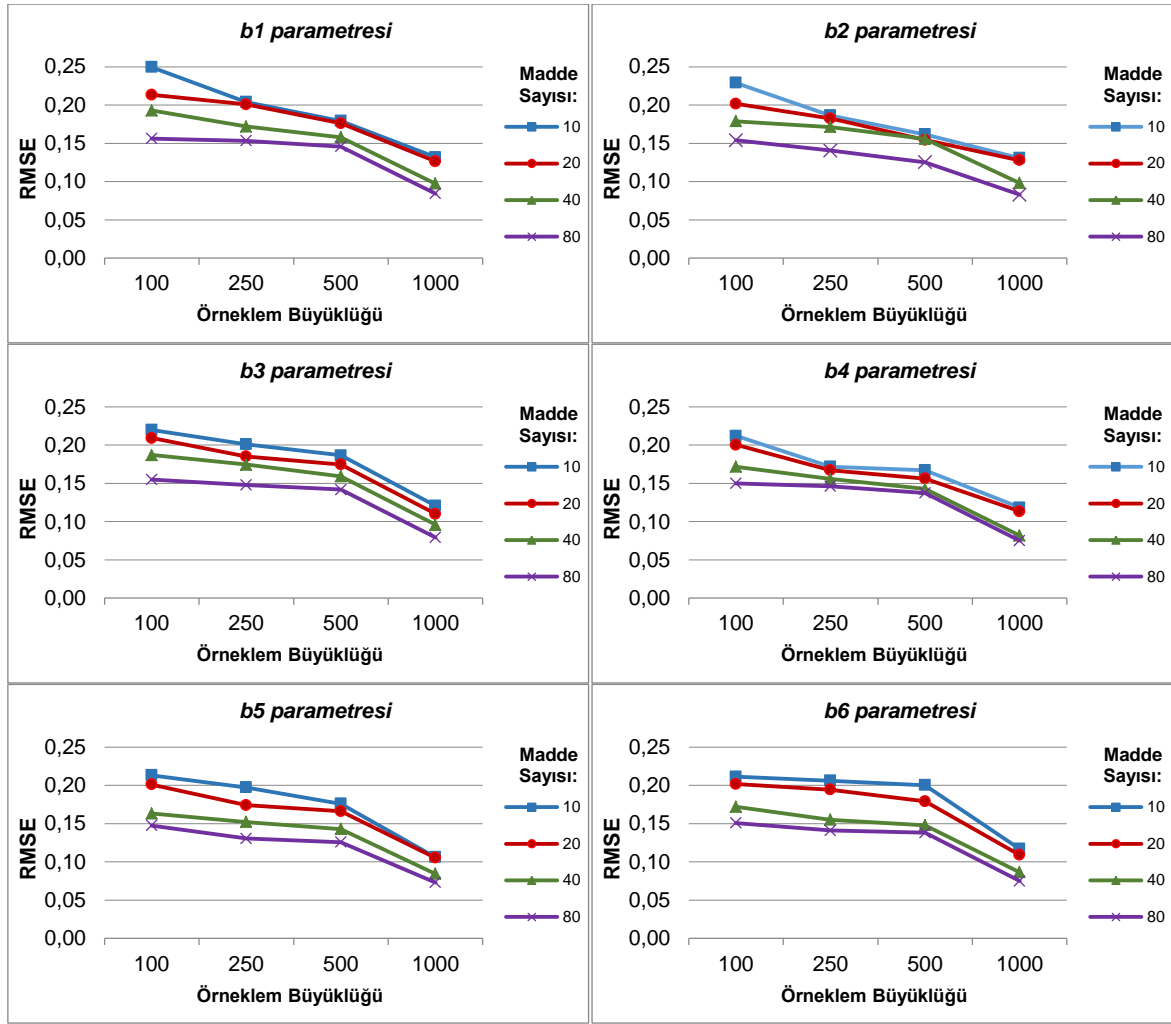


Şekil 4.11. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Ait Grafikler

Şekil 4.11’de vn beş kategorili maddelerin b parametrelerinin RMSE değerleri b_1 0,26-0,10; b_2 0,25-0,08; b_3 0,25-0,07; b_4 0,24-0,08 arasında değişmektedir. Genel olarak b parametre hataları birbirine yakın bulgular vermiştir. Tüm koşullarda en yüksek değerlerin 100 örneklem koşulunda kestirildiği görülmektedir. Örneklem artışı b parametrelerinin RMSE değerlerinde azalmaya işaret etmiştir. Bulgulardan hareketle 500 ve üzerindeki örnekleme daha az hatalı kestirim yapıldığı söylenebilir. Bu durum farklı örneklem büyüklükleri fakat beş kategorili maddelerle çalışan Lautenschlager vd. (2006) bulgularıyla paraleldir. Örneklem artışı genel olarak hatada düşüşe işaret etse de bu azalma a parametresinin RMSE değerlerindeki düşüşe göre daha az belirgindir.

Madde sayısı artışı da RMSE’de azalma meydana getirmiştir. En yüksek hatalı kestirimler 10 maddeli koşulda gözlenmektedir. Azalma en belirgin olarak 10 maddeden 20 maddeye çıkıldığında gözlenmiştir. 40 madde ve 80 madde olduğu koşullarda benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Yedi kategorili maddelerin b parametrelerinin RMSE değerleri kestirilmiş Ek 6’da verilmiştir. Şekil 4.12’de grafikte görselleştirilmiştir.



Şekil 4.12. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Ait Grafikler

b parametrelerinin RMSE'lerine ait bulgular incelendiğinde en yüksek değerlerin 100 örneklem ve 10 madde olduğu koşulda kestirildiği görülmektedir. b parametrelerinin hata bulguları birbiriyle benzerlik göstermiştir. En yüksek değerlerin yaklaşık 0,22 olduğu, örneklem büyüklüğü 500 olduğunda yaklaşık 0,12 düzeyine düştüğü tespit edilmektedir. 40 ve 80 madde olduğu koşullarda hatalar birbirine daha yakındır. Diğer taraftan örneklemin 500'den 1000'e çıkması hataları azaltmıştır.

RMSE değerleri, yedi yanıt kategorili maddeler olduğunda daha az yanıt kategorili maddelerden daha düşük düzeydedir ve a parametresi ile b parametreleri benzer davranış göstermektedir. En düşük hatalar 80 madde olduğunda elde edilmiştir. Madde artışı hatada örneklem artışından daha fazla etki göstermiştir. Üç ve beş kategorili maddelerden elde edilen RMSE değerlerine göre daha kararlı yapı sergilenmiştir.

4.1.5.3. Guttman Hatalarına İlişkin Bulgular

Çizelge 4.5: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Guttman Değerlerine Ait Bulgular

Madde	Birey	3 Kategori			5 Kategori			7 Kategori		
		X	ss	K	X	ss	K	X	ss	K
10	100	12,75	8,68	68,1	60,08	34,1	56,8	131,48	68,49	52,1
	250	12,55	8,68	69,2	60,25	35,28	58,6	136,86	68,76	50,2
	500	13,2	9,38	71,1	60,25	35,28	58,6	139,04	70,42	50,6
	1000	13,48	9,26	68,7	62,13	34,44	55,4	138,18	70,12	50,7
20	100	52,78	29,48	55,9	253,47	108,31	42,7	515,17	214,75	41,7
	250	54,37	26,66	49,0	255,08	110,69	43,4	533,2	225,51	42,3
	500	54,62	27,04	49,5	259,78	106,31	40,9	558,48	223,8	40,1
	1000	57,47	28,04	48,8	260,25	107,15	41,2	559,14	222,87	39,9
40	100	214,75	78,44	36,5	996,63	338,67	34,0	2273,77	750,89	33,0
	250	216,14	80,08	37,1	1008,52	372,11	36,9	2279,58	749,51	32,9
	500	230,4	83,11	36,1	1023,4	348,44	34,0	2298,23	735,75	32,0
	1000	235,37	84,35	35,8	1038,41	345,62	33,3	2315,39	740,02	32,0
80	100	902,42	26701	29,8	4005,94	1164,22	29,1	9255,32	2493,2	26,9
	250	906,26	296,73	32,7	4103,82	1199,88	29,2	9307,87	2656,66	28,5
	500	920,08	278,64	30,3	4133,25	1232,99	29,8	9302,9	2615,77	28,1
	1000	923,52	273,65	29,6	4229,77	1163,21	27,5	9470,52	2590,86	27,4

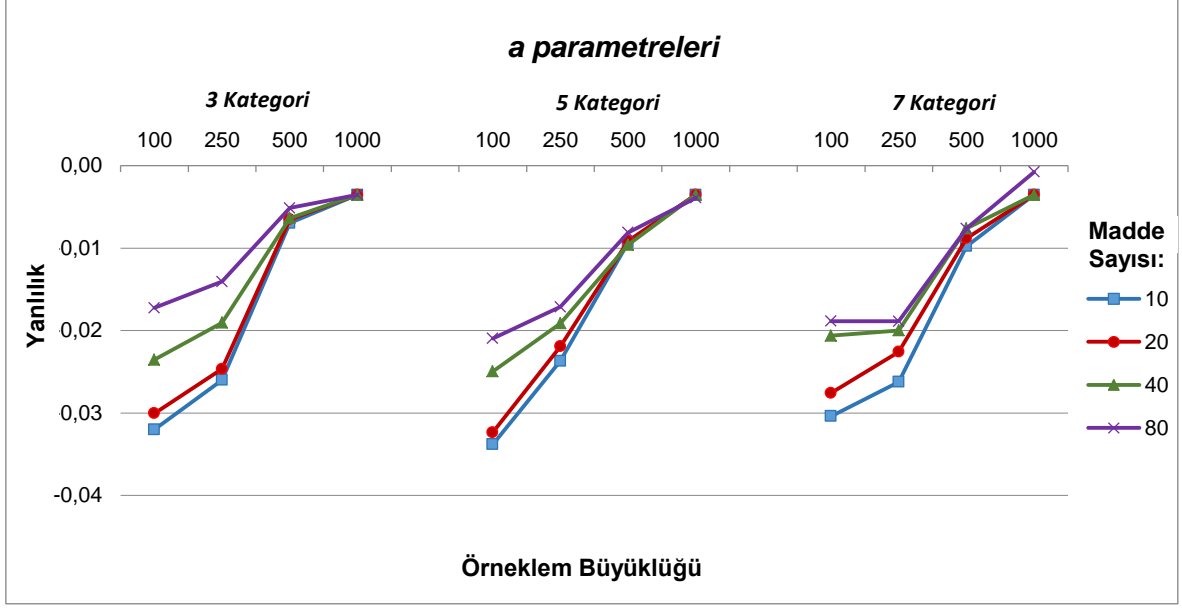
*X: ortalama ss:standart sapma K:değişim katsayısı

Guttman Hatasında örneklem artışıyla önemli ölçüde değişim meydana gelmemiştir. Nitekim aynı madde sayısında benzer değerler elde edilmiştir. Bu durum küçük örnekleme de büyük örneklere benzer bulgular elde edildiğine işaret etmektedir. Diğer yandan bireyleri sıralayarak toplam puan (X+) üzerinden kestirim yapan MHM madde sayısı artışından doğrudan etkilenmektedir (Molenaar, 2002). Kategori seçiminde düşülecek yanlış olasılığı kategori sayısının artmasıyla artmaktadır. Nitekim elde edilen bulgular da bu doğrultudadır ve en yüksek hata yedi kategorili maddelerdedir.

Araştırmadaki farklı koşulların karşılaştırılabilirliği sağlamak adına hatanın madde sayısına bölünmesiyle farklı koşullar için değişim katsayısı hesaplandığında madde sayısı arttıkça hatanın azaldığı görülmüştür. Bu da Guttman hatasının temelde fazla madde sayısı olduğunda daha hatasız kestirim yaptığı veya hata değerinin düştüğü sonucuna varılabilir.

4.1.6. Yanlılık Değerlerine İlişkin Bulgular

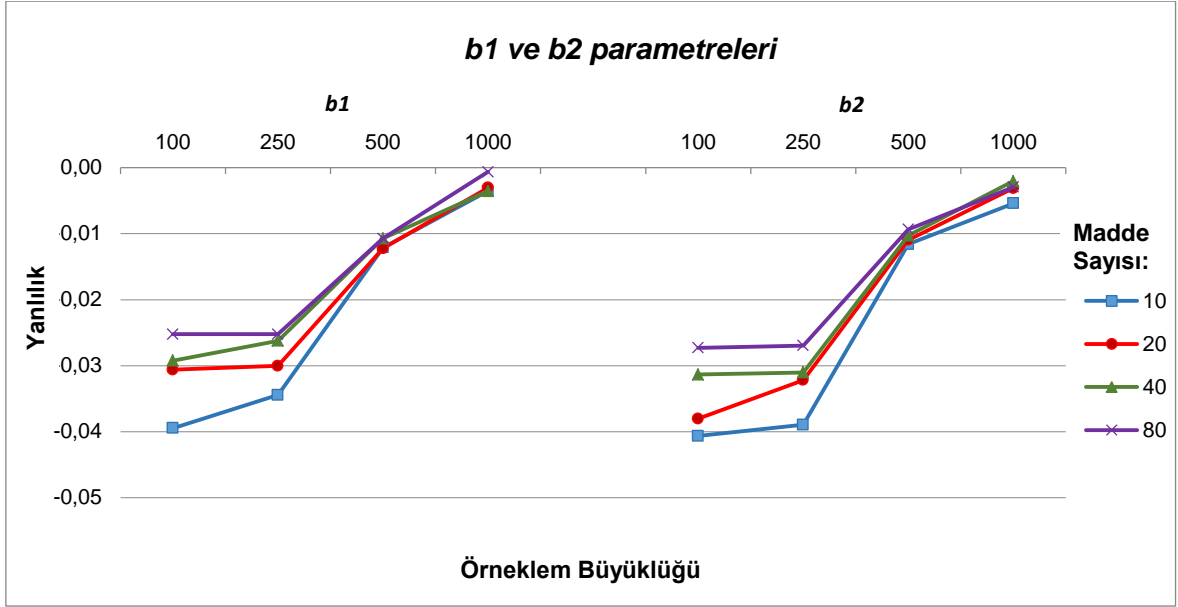
ATM'den elde edilen *a* parametrelerinin yanlılık değerleri Ek 6'da, değerlere ilişkin grafik ise Şekil 4.13'te sunulmuştur.



Şekil 4.13. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Maddelerin a Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler

Şekil 4.13 incelendiğinde üç kategorili maddelerin a parametrelerinin yanlılık değerlerin -0,032 ile -0,004 arasında; beş kategorili maddelerde -0,034 ile -0,004; yedi kategorili maddelerde ise -0,030 ile -0,001 arasında değiştiği gözlenmiştir. Buradan hareketle maddenin yanıt kategori sayısı değişiminin yanlılıkta belirgin bir etki yaratmadığı söylenebilir. Her üç kategori koşulunda değerler negatiftir. Bu demektir ki normal dağılım koşullarında parametreler gerçek değerden daha yüksek kestirilmiştir.

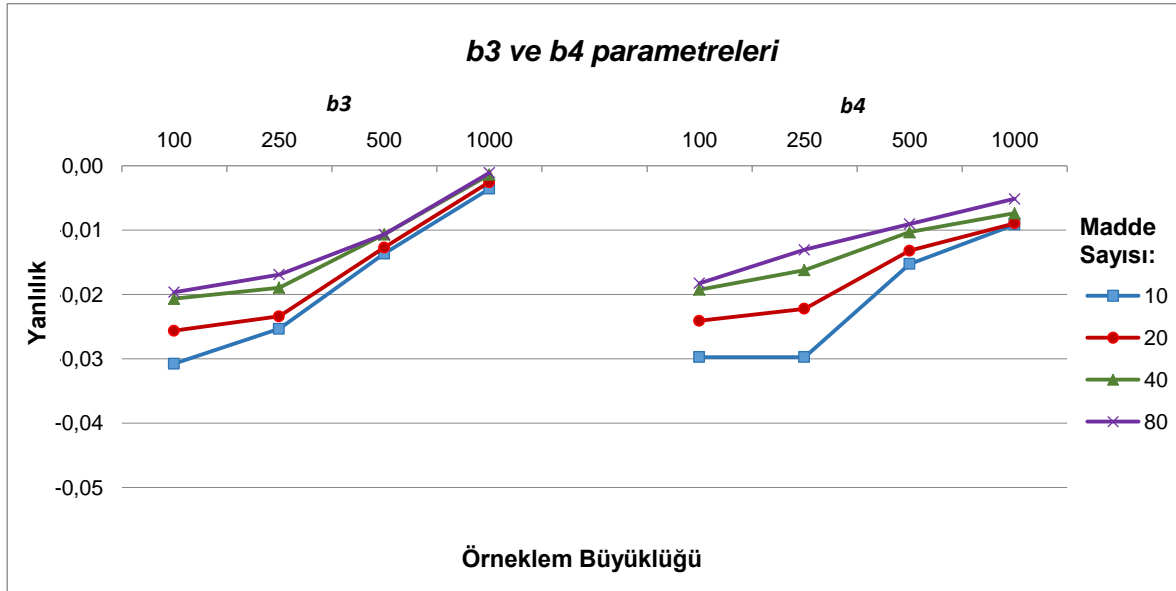
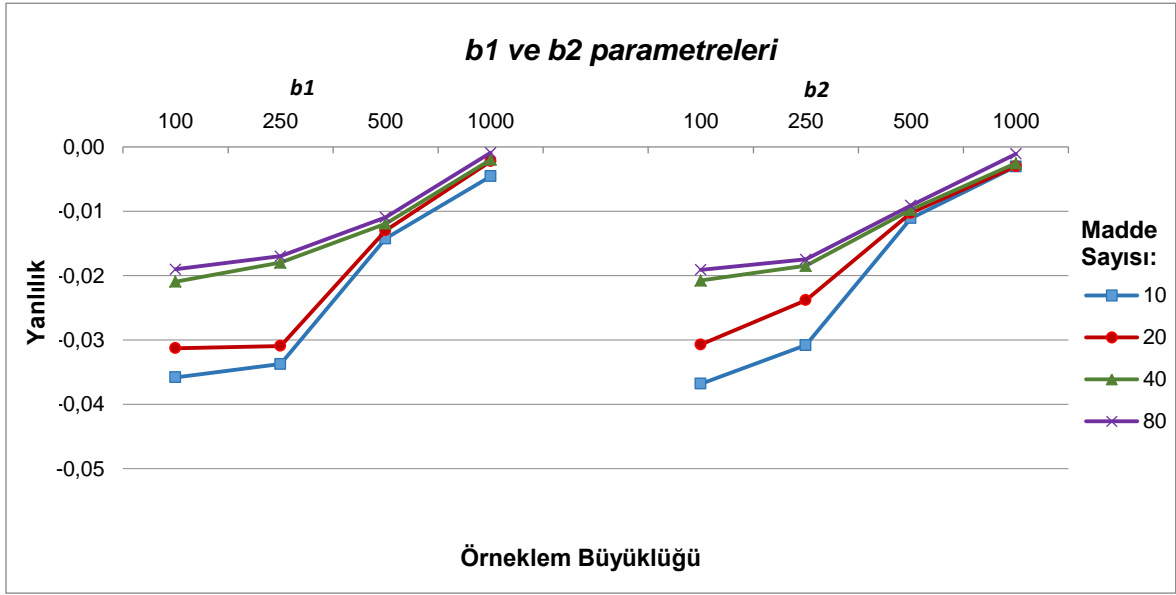
Örneklemdaki artışın yanlılıkta görece azalmaya işaret ettiği söylenebilir. Örneklem sayısı artışının mutlak değerce yanlılıkta azalma en belirgin şekilde 250'den 500'e çıktığında gözlenmiştir. Madde sayısı artışı da yanlılıkta azalma meydana getirmiştir. 10 ve 20 maddeli koşullara ait bulgular paraleldir. Madde sayısı arttıkça özellikle örneklem sayısı az olduğunda daha yanlı kestirim yapıldığı söylenebilir. Bu durum beş kategorili maddelerle çalışan Lautenslagen vd (2006) ile benzerlik göstermiştir. Yine iki kategorili maddelerle yapılan Ankenmann & Stone (1982) ve beş kategorili maddelerle çalışan Bahry (2012) çalışmalarının örneklem ve madde sayısı artışıyla yanlılığın azalması bulgusuna benzer niteliktedir.



Şekil 4.14. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler

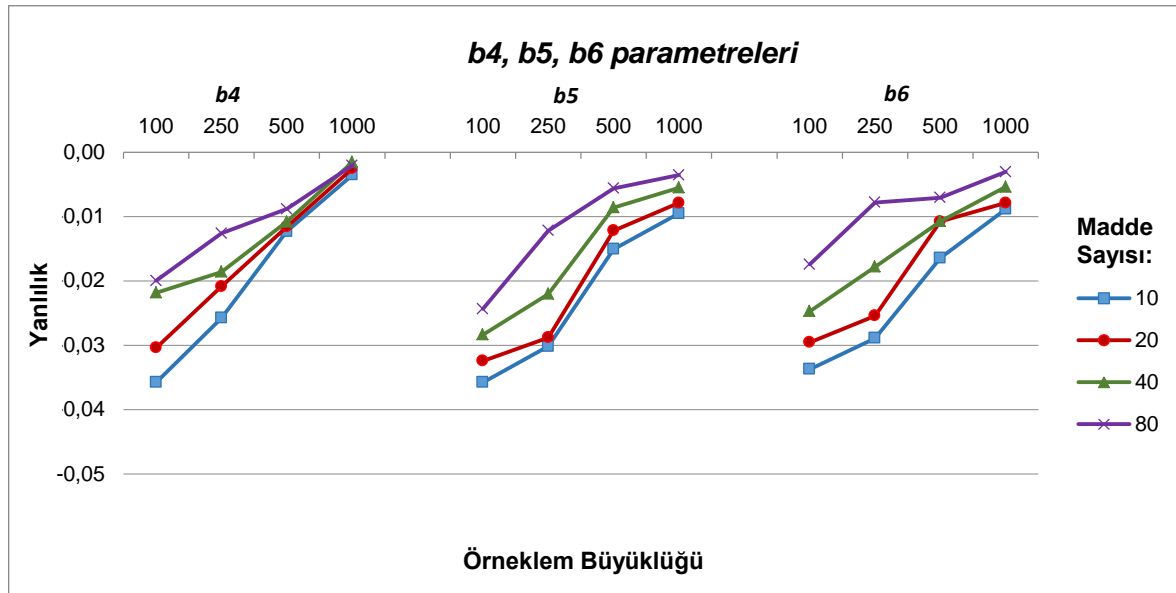
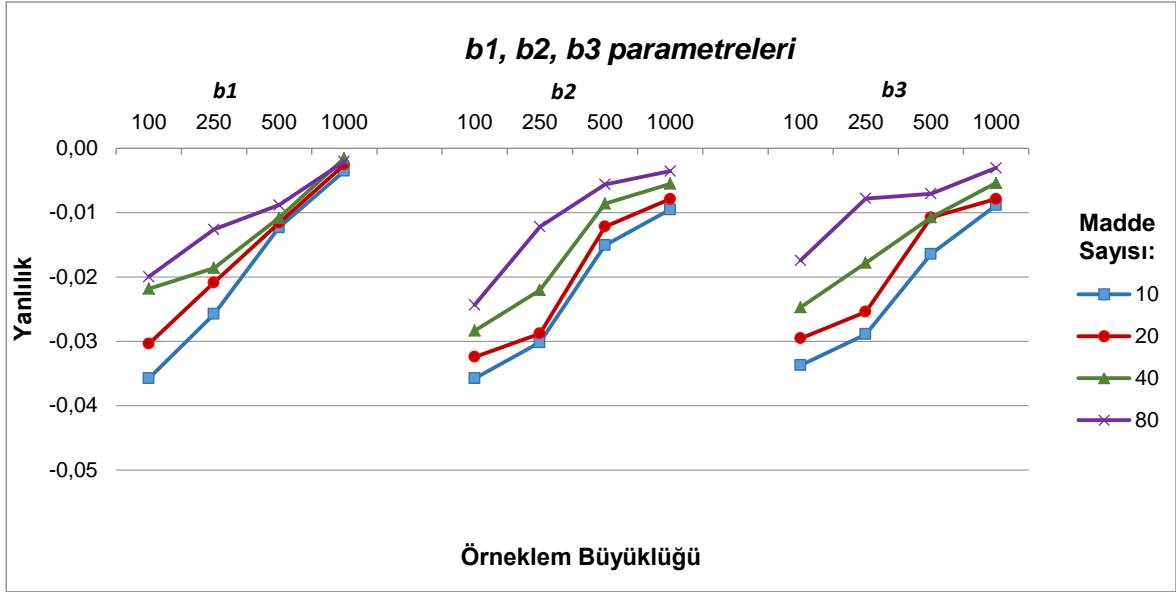
Şekil 4.14'te verilen üç kategorili maddelerde b parametresinin yanlılık değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde, b_1 için değerlerin -0,04 ile -0,00 arasında, b_2 için -0,04 ile -0,001 arasında değer aldığı görülmüştür. b_2 parametresine ait değerler birinci parametreyle benzerdir. b parametrelerinin yanlılık değeri örneklem artışından etkilenerek genel olarak örneklem arttıkça azalmıştır. Bu durum 40 madde ve daha az madde sayısı olduğu koşullarda 500 örneklemden sonra daha belirgin şekilde azalma göstermiştir. Madde sayısı etkisi için şekil incelendiğinde madde sayısı arttıkça yanlılıkla azalma gözlenirse de bu değişim a parametresindeki kadar belirgin olmadığı söylenebilir. Genel olarak 40 ve 80 maddeli koşullar daha benzer sonuçlar vermiştir.

Şekil 4.15'te beş kategorili maddeler için verilen b parametrelerinin yanlılık değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde, değerlerin -0,04 ile -0,00 arasında değiştiği görülmüştür. Parametrelerin tamamında negatif değerler gözlenmiş, mutlak değerce en büyük değerler az maddeli ve az örneklem olduğu koşullarda elde edilmiştir.



Şekil 4.15. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler

Örneklem sayısı artışı, yanlılıkta a parametresindeki yanlılık azalması kadar belirgin bir etki oluşturmamıştır. Madde sayısı değişimi de genel olarak arttığında yanlılıkta azalmaya işaret etmiştir. Beş kategorili maddelerle yapılan Bahry (2012) çalışmasıyla küçük örneklem yüksek değer kestirilmesiyle benzerlik; büyük örnekleme sıfırdan farklı sonuç vermesiyle farklılık göstermektedir.



Şekil 4.16. Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlilik Değerlerine Ait Grafikler

Şekil 4.16.'da yedi yanıt kategorili maddeler için verilen b parametrelerinin yanlilik değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde, değerlerin -0,36 ile -0,00 arasında değiştiği görülmüştür. Parametrelerin tamamında negatif değerler gözlenmiş, mutlak değerce birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Örneklem sayısı artışı a parametresindeki yanlilik kadar belirgin bir etki oluşturmamıştır; ancak örneklem arttıkça yanlilikta azalma olduğu görülmüştür. Madde sayısı değişimi de a parametresindeki kadar olmasa da genel olarak arttığında yanlilikta azalmaya işaret etmiştir.

Birinci alt probleme ilişkin bulgular bütünsel olarak özetlendiğinde,

MHM'de uyum için kullanılan H ölçeklenebilirlik katsayısının, parametrik modeller için gerekli büyük örneklem ve çok sayılı maddeli koşullarına gerek duymadan küçük örnekleme, madde sayısı az olduğu durumlarda da benzer sonuçları verebilmesi, pratik olarak hesaplanması, başka bir değere ihtiyaç duyulmadan tek başına yorumlanması nedenleriyle model veri uyumu değerlendirmede ATM'ye göre kullanışlı olduğu söylenebilir.

Hatalardan arınlık düzeyi olan güvenilirlik değerleri normal dağılım koşullarında iki model için benzer sonuç vermiştir. İki model de madde sayısı ve madde kategorisi artışıyla artmıştır. Örneklem artışı güvenilirlikte daha az etkiye sahip olmuştur. MHM kestirimlerinin ATM'ye göre daha yüksek olması daha az hatalı kestirim yapması şeklinde yorumlanabilir.

ATM'de ayırıcılık ve eşik parametrelerinin gerçek parametrelerle korelasyonu madde sayısı, maddenin kategori sayısı ve örneklem arttıkça artış göstermiştir. 40 madde ve üzeri ile en az 500 kişilik örneklem koşulu sağlandığında mükemmel yakın korelasyon elde edilmiştir. *a* parametreleri madde sayısı, maddenin kategori sayısı ve örneklem arttıkça azalma eğilimi göstermiştir. *b* parametrelerindeki değişim ayırıcılık parametresi kadar düzenli olmasa da değişkenlerin değerlerinin artmasıyla parametrede azalma gözlenmektedir. Parametrelerin, küçük örneklem ve az maddeli koşullarda standart hata, RMSE, yanlılık değerleri daha yüksek kestirilmiştir.

MHM'de madde sayısı, maddenin kategori sayısı ve örneklem arttıkça H katsayısı ve *P* değerleri istatistiksel olarak anlamlı olmayacak düzeyde azalma göstermiştir. Genel olarak değerler birbirine yakındır. Parametrelerin, küçük örneklem ve az maddeli koşullarda standart hataları daha fazladır; ancak genel olarak ATM kestirimlerine göre hata oranı oldukça düşüktür.

Dağılım normal olduğu koşulda 500 ve 1000 kişilik örnekleme madde sayısı en az kırk olduğunda hatası ve yanlılığı az, gerçek değerlerle daha yüksek korelasyona sahip kestirimler yapılmaktadır. Örneklem 500'den az olduğu durumda MHM kullanımı genel olarak daha az hatalı kestirim yapılmasını sağlamaktadır.

4.2. İkinci Alt Problem İçin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında örneklem dağılımı -0.5 düzeyinde çarpık olduğu koşulda çeşitli örneklem büyüklüğü, test uzunluğu ve farklı kategorili maddeler olduğunda Aşamalı Tepki Modeli ve Monoton Homojenlik Modeliyle yapılan kestirimlerde sırasıyla model veri uyumları, güvenilirlik değerleri, madde parametreleri, parametrelerin hataları ve yanlılık değerleri incelenmiştir.

4.2.1. Model Veri Uyumlarına İlişkin Bulgular

Örneklem dağılımının -0.5 çarpık olduğu koşullar için model veri uyumlarının değerlendirilmesine yönelik bulgular Çizelge 4.6'da sunulmuştur.

Çizelge 4.6: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Model Veri Uyumuna Ait Bulgular

Madde	Birey	Aşamalı Tepki Modeli (PMTK)			Monoton Homojenlik Modeli (PoMTK)		
		3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori	3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori
		-2*log benzerlik	-2*log benzerlik	-2*log benzerlik	H Katsayısı	H Katsayısı	H Katsayısı
10	100	720,6	1764,8	2295,7	0,42	0,41	0,41
	250	1478,7	3913,1	5479,4	0,41	0,41	0,40
	500	2182,3	7192,6	10770,7	0,41	0,41	0,39
	1000	3898,3	12809,0	19863,7	0,38	0,38	0,38
20	100	2316,1	4256,6	5336,9	0,42	0,41	0,40
	250	5352,2	9996,1	13968,7	0,42	0,41	0,40
	500	9946,6	19905,7	25818,3	0,40	0,39	0,39
	1000	19505,6	38686,5	51206,0	0,38	0,38	0,38
40	100	5544,7	8701,1	10001,3	0,42	0,40	0,40
	250	13338,1	21772,5	27044,7	0,41	0,40	0,40
	500	27783,1	43773,3	54884,5	0,39	0,39	0,39
	1000	49704,7	85462,2	106573,4	0,38	0,38	0,38
80	100	8953,0	9355,8	19825,2	0,41	0,40	0,40
	250	18945,3	23511,4	50774,5	0,41	0,40	0,40
	500	38514,5	56731,4	111049,1	0,39	0,39	0,39
	1000	77466,6	83615,9	129839,2	0,38	0,38	0,38

Çizelge 4.6 -0.5 düzeyinde çarpık dağılımdan yapılan kestirimler incelendiğinde, madde sayısı aynı iken örneklem büyüklüğü arttıkça ATM için hesaplanan 2*log-benzerlik değeri de artmıştır. Örneklemden bağımsız olarak yani aynı örneklem büyüklüğünde madde sayısı arttığında değer artış göstermiştir. Örneklem büyüklüğü ve madde sayısı sabitken testte yer alan maddelerin kategori sayısı arttığında 2*log-benzerlik değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu üç bulgu daha küçük 2*log-benzerlik değerlerinin daha iyi uyuma işaret etmesi nedeniyle; kısa

testlerin küçük örneklerde uygulanmasıyla elde edilen verilerin daha iyi model veri uyumu sağlanacağı fikrini vermektedir.

Çizelge 4.6 parametrik olmayan MHM için incelendiğinde, model uyumu için kullanılan ölçeklenebilirlik (H) katsayısı madde sayısı, madde kategorisi ve örneklem artışında çok küçük değişim göstermiş, tüm koşullarda birbirine ve 0,4'e yakın değerler almıştır. H katsayısının 0,3 ve üzerinde olması kabul edilebilir model uyumu olduğunu göstermektedir (Sijtsma & Molenaar, 2002). Bu bilgiden yola çıkarak tüm durumlarda model uyumu düşük düzeyde ve kabul edilebilirdir yorumu yapılabilir.

4.2.2. Güvenirlik Değerlerine İlişkin Bulgular

Örneklem dağılımı -0.5 düzeyinde çarpık olduğu koşullar için güvenirliklerin değerlendirilmesine yönelik bulgular Çizelge 4.7'de sunulmuştur.

Çizelge 4.7: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Güvenirlik Değerlerine Ait Bulgular

Madde	Birey	Aşamalı Tepki Modeli (PMTK)			Monoton Homojenlik Modeli (PoMTK)		
		3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori	3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori
		r	r	r	r	r	r
10	100	0,841	0,855	0,872	0,85	0,86	0,87
	250	0,843	0,856	0,872	0,85	0,86	0,87
	500	0,847	0,860	0,873	0,85	0,86	0,87
	1000	0,848	0,860	0,873	0,85	0,86	0,87
20	100	0,909	0,927	0,937	0,92	0,93	0,94
	250	0,910	0,928	0,937	0,92	0,93	0,94
	500	0,917	0,929	0,939	0,92	0,93	0,94
	1000	0,918	0,929	0,939	0,92	0,93	0,94
40	100	0,954	0,962	0,965	0,96	0,97	0,97
	250	0,954	0,962	0,966	0,96	0,97	0,97
	500	0,957	0,963	0,968	0,96	0,97	0,97
	1000	0,958	0,965	0,968	0,96	0,97	0,97
80	100	0,973	0,976	0,978	0,97	0,98	0,98
	250	0,973	0,977	0,980	0,97	0,98	0,98
	500	0,975	0,978	0,981	0,97	0,98	0,98
	1000	0,976	0,978	0,983	0,97	0,98	0,98

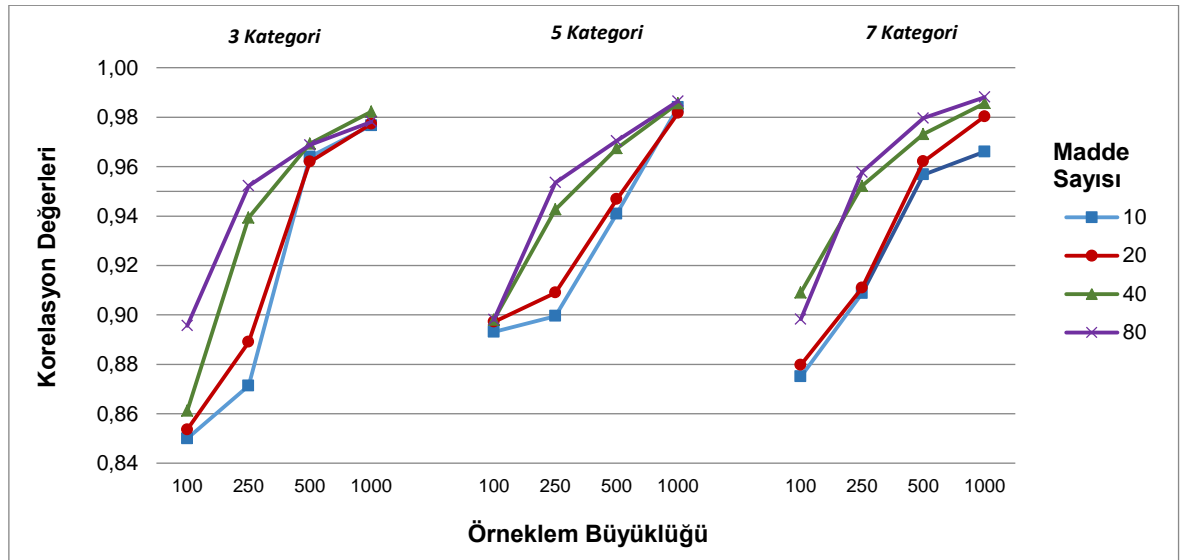
Çizelge 4.7 incelendiğinde ATM'den elde edilen en düşük güvenirlik değerleri 10 maddeli koşulda elde edilmiş, madde sayısı arttıkça güvenirlik de artmıştır. Çarpık dağılımda örneklem artışı güvenirlikte küçük bir değişime işaret etse de bu belli bir artma ya da azalma şeklinde örüntü sergilememiştir. Değerler birbirine yakındır. Madde sayısı ve örneklem sabitken maddenin yanıt kategorisi artışıyla değerlerdeki değişim istatistiksel açıdan anlamlı değildir [$X^2=2,5$ (2) $p>.05$].

Çizelge 4.7 MHM açısından incelendiğinde en küçük değerlerin 10 maddeli koşulda elde edildiği, madde sayısı arttıkça güvenilirlik değerinin arttığı tespit edilmiştir. Örneklem sayısı artışı değerler üzerinde etkili olmamıştır. Nitekim madde sayısı sabit olduğunda örneklem arttıkça güvenilirlik değerleri değişmemiştir. Maddenin yanıt kategori sayısı değişiminin etkisi incelendiğinde madde sayısı ve örneklem sabitken üç, beş ve yedi kategorili maddelerden elde değerlerindeki yükselme istatistiksel açıdan anlamlı fark yaratmamıştır [$\chi^2=2,251$ (2) $p>.05$].

İki model kestirim sonuçları normal dağılımdan elde edilen güvenilirlik sonuçlarıyla Mann Whitney U testiyle kıyaslandığında çarpık dağılımlardan yapılan kestirimlerin güvenilirlik düzeylerinin normal dağılıma göre daha düşük olduğu; ancak bu farkın ATM ($U=1140$, $p>.05$) ve MHM ($U=1130$, $p>.05$) için istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

4.2.3. Gerçek İle Kestirilen Parametreler Arasındaki Korelasyon Değerlerine İlişkin Bulgular

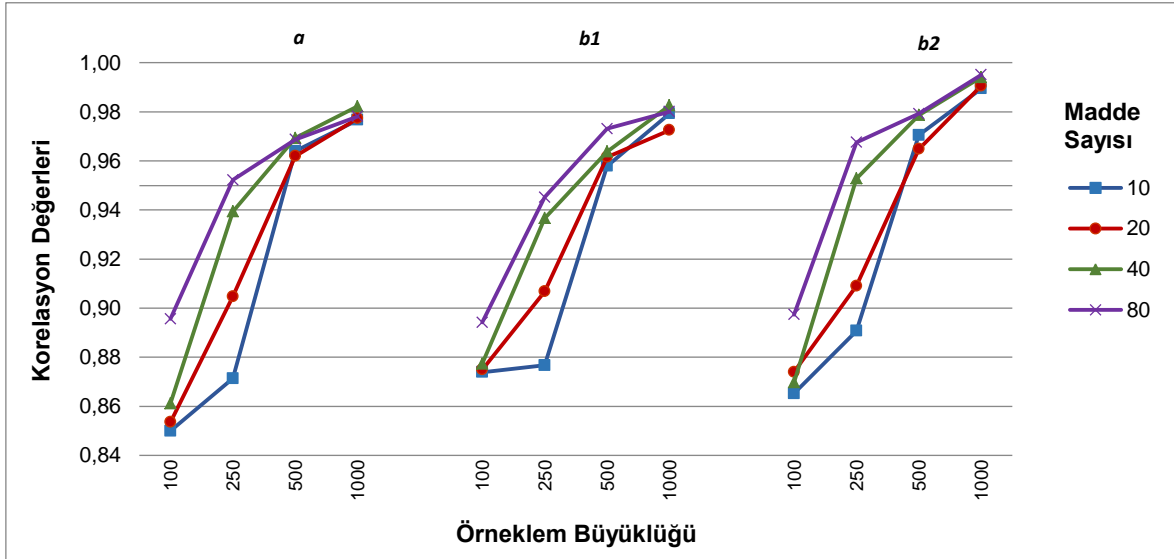
Çarpık dağılım koşulları için a ve b parametrelerinin gerçek parametrelerle korelasyonlarına ait çizelge Ek 7'de sunulmuştur. a parametrelerinin korelasyonlarına ait bulgular Şekil 4.17.'de görselleştirilmiştir.



Şekil 4.17. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda a Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Çizgi Grafiği

Şekil 4.17'te görüldüğü gibi üç kategorili maddeler olduğu koşulda ayırıcılık parametrelerine ait en düşük ilişki 0,85 olarak 10 madde ve 100 birey olduğunda gözlemlenmiştir. Değerler 0,85 ile 0,98 arasında değişmiştir. Örneklem arttıkça ilişki

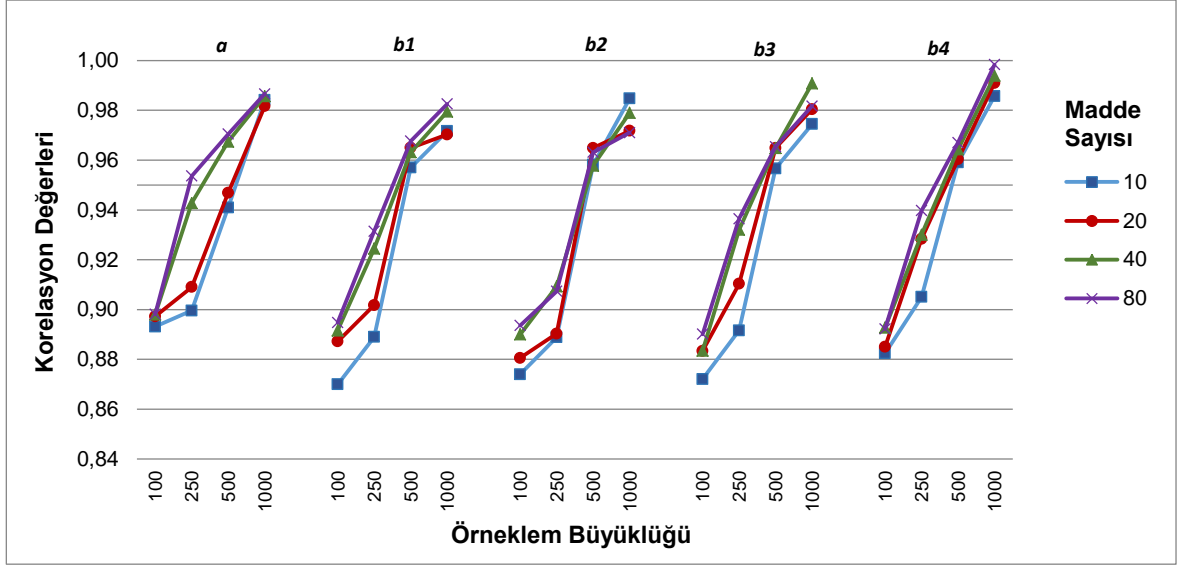
de artmıştır. Beş kategorili maddeler olduğu durumda ayırıcılık parametrelerine ait en düşük ilişki 0,87 olarak 10 madde ve 100 birey olduğunda gözlenmiştir. Örneklem arttıkça ilişki de artmıştır. Yedi kategorili maddeler olduğu durumda ayırıcılık parametrelerine ait en düşük ilişki 0,97'dir. Örneklem arttıkça değerler artarak 1'e yaklaştığı tespit edilmiştir. Üç, beş ve yedi kategorili maddelerin en az 500 örnekleme yüksek düzeyde ilişki gösterdiği görülmektedir. Madde sayısı artışı üç, beş ve yedi kategorili üç durumda da korelasyonda artışa işaret etmiştir. En yüksek değerler 80 madde olduğu koşula aittir. Maddenin yanıt kategori artışı korelasyon katsayılarında artışa işaret etmiştir. Bu artış Mann Whitney U testiyle incelendiğinde üç ile beş kategorili madde parametreleri ($U=72,0$, $p<.05$), üç ile yedi kategorili madde parametrelerinde anlamlı fark yarattığı görülmektedir. Üç kategorili maddelerin *b* parametrelerine ait bulgular Şekil 4.18' de özetlenmiştir.



Şekil 4.18. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Çizgi Grafiği

Şekil 4.18'de görüldüğü gibi üç kategorili maddeler olduğu koşulda *a* parametresi örneklem ve madde artışından *b* parametrelerine göre daha fazla etkilenmiştir. *b* parametreleri 0,87 ile 1,00 arasında değer almıştır. Genel olarak örneklemin artması ilişkide yükselmeye işaret etmiştir. En belirgin artış 250'den 500' çıkıldığında gözlenmiştir. Örneklem 1000 olduğunda değerler birbirine ve 1'e yakındır. Madde sayısı artışı da ilişkide artışa işaret etmiştir. Madde sayısı 10 iken ilişki örneklem artışından daha fazla etkilenirken, 80 madde olduğunda daha kararlı yapı sergilenmiştir.

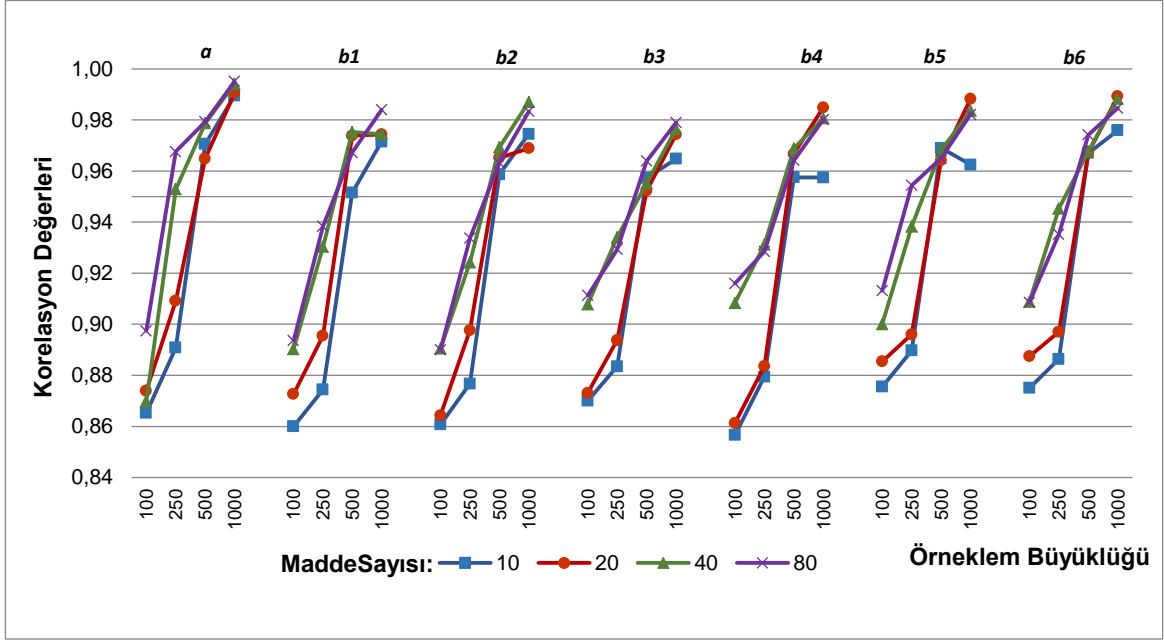
Korelasyon ortalaması 10 madde ve 20 madde olduğunda en az 500 olduğunda yüksek düzeyde ilişki elde edilmiştir. 500 ve üzeri örnekleme birbirine yakın ilişki değerleri elde edilmiştir. Beş kategorili verilerin b parametrelerine ait bulgular Şekil 4.19'da grafikte verilmiştir.



Şekil 4.19. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Çizgi Grafiği

Beş kategorili maddeler olduğu koşulda a parametresi örneklem ve madde artışından b parametreleriyle benzer şekilde etkilenmiştir. b parametreleri 0,87 ile 0,99 arasında değer almıştır. Genel olarak örneklemin artması ilişkide yükselmeye işaret etmiştir. En büyük değişim örneklemin 250'den 500'e çıktığı koşulda gözlenmiştir. 500 ve 1000 örneklem büyüklüğünde 1'e yakın ilişki elde edilmiştir. Madde sayısı etkisi incelendiğinde en küçük değerler 10 madde, en yüksek değerler 80 madde olan koşullarda elde edilmiştir. 40 ve 80 madde olan koşulların paralel değerler verdiği görülmüştür.

Yedi kategorili verilerin b parametrelerine ait bulgular Şekil 4.20'de grafikte verilmiştir. Şekil 4.20 incelendiğinde yedi kategorili maddeler olduğu koşulda a parametresi örneklem ve madde artışından b parametreleriyle benzer şekilde etkilenmiştir. b parametreleri 0,88 ile 0,98 arasında değişen değer almıştır. Madde sayısı artışı ve örneklemin artması ilişkide yükselmeye işaret etmiştir. Madde sayısı 10 iken ilişki 250'den 500'e örneklem artışından daha fazla etkilenirken, genel olarak örneklem 500 ve üzerinde olduğunda daha kararlı yapı sergilenmiştir. Örneklem 1000 olduğunda değerler birbirine ve 1'e yakındır.



Şekil 4.20. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Çizgi Grafiği

4.2.4. Madde Parametrelerine İlişkin Bulgular

ATM modeliyle her madde için bir ayırıcılık parametresi, kategori sayısının bir eksiği b yani eşik parametresi kestirilmiş, ortalamaları alınarak teste ait değerler elde edilmiş ve Çizelge 4.8'de sunulmuştur. Çizelge 4.8'te ayırıcılık (a) parametrelerinin ortalamaları incelendiğinde, üç, beş ve yedi kategorili koşullarda küçük örneklerde ve az maddede daha yüksek kestirim değerlerinin olduğu; örneklem ve madde artışıyla a parametresinde azalma eğilimi görüldüğü; ancak bunun değerlerin birbirine yakın olması nedeniyle tam bir azalma örüntüsü olarak genellenemeyeceği söylenebilir. Beş ve yedi kategorili maddelerde üç kategorili maddelerden kestirilen değerlerle benzer bir yapı gözlenmiştir. Maddenin yanıt kategori artışı değerlerde anlamlı bir farklılık yaratmamıştır [$\chi^2=3,8$ (2) $p>.05$]. b parametrelerinde normal dağılım koşullarında olduğu gibi belirgin bir artma veya azalma şeklinde örüntü gözlenmemiştir.

MHM ile her madde için bir H ölçeklenebilirlik katsayısı, kategori sayısının bir eksiği P güçlük değeri kestirilmiştir ve Çizelge 4.9'da sunulmuştur. H'lerin ortalamaları incelendiğinde üç, beş ve yedi kategorili koşullarda küçük örneklerde ve az maddede daha yüksek kestirim değerlerinin olduğu; örneklem ve madde artışıyla H katsayısında azalma eğilimi görüldüğü; ancak bunun değerlerin birbirine yakın olması nedeniyle tam bir azalma örüntüsü olarak

genellenemeyeceği söylenebilir. Beş ve yedi kategorili maddelerde üç kategorili maddelerden kestirilen değerlerle benzer bir yapı gözlenmiştir. Kategori artışı değerlerde üç kategori lehine anlamlı bir farklılık yaratmıştır [$X^2=17,0$ (2) $p<.05$]. P değerlerinde normal dağılım koşullarında olduğu gibi belirgin bir artma veya azalma şeklinde örüntü gözlenmemiştir

Çizelge 4.8: Örneklem Dağılımı -0,5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM Parametrelerinin Ortalama Değerleri

C	k	N	Parametreler						
			a	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆
3	10	100	1,6959	-0,7154	0,6032				
		250	1,6904	-0,7397	0,4987				
		500	1,6932	-0,7276	0,5509				
		1000	1,7055	-0,7463	0,5088				
	20	100	1,6026	-0,8818	0,5675				
		250	1,6675	-0,4817	0,2512				
		500	1,6743	-0,5236	0,3116				
		1000	1,6308	-0,7870	0,5349				
	40	100	1,5720	-0,8430	0,5047				
		250	1,6249	-0,7454	0,5617				
		500	1,6039	-0,8143	0,5359				
		1000	1,6031	-0,7300	0,5264				
80	100	1,5887	-0,9373	0,4095					
	250	1,4656	-0,8666	0,5783					
	500	1,4364	-0,9613	0,5244					
	1000	1,5897	-0,7480	0,5966					
5	10	100	1,6344	-1,2332	-0,5701	0,2600	1,1194		
		250	1,6391	-1,1244	-0,5694	0,1387	0,8756		
		500	1,6381	-1,0680	-0,5284	0,1960	0,9452		
		1000	1,6668	-1,0016	-0,4898	0,1670	0,9134		
	20	100	1,5676	-1,1173	-0,6033	0,1215	0,9323		
		250	1,6394	-0,9343	-0,4347	0,2105	0,9436		
		500	1,5686	-1,0452	-0,5352	0,1920	0,9781		
		1000	1,5798	-0,9092	-0,3730	0,3312	1,0812		
	40	100	1,6490	-1,3505	-0,6157	0,0787	0,8273		
		250	1,6323	-1,0933	-0,4786	0,1775	0,8409		
		500	1,5821	-1,2565	-0,5869	0,0798	0,7716		
		1000	1,6175	-1,0597	-0,4186	0,2334	0,9132		
80	100	1,4437	-1,1375	-0,3468	0,4322	1,1647			
	250	1,4698	-1,0841	-0,3601	0,3990	1,0837			
	500	1,4461	-1,3061	-0,5774	0,1757	0,8710			
	1000	1,4457	-1,5092	-0,4047	0,4207	1,1704			
7	10	100	1,7408	-1,2098	-0,7354	-0,2287	0,1469	0,5433	0,9009
		250	1,6252	-1,2919	-0,7597	-0,1941	0,2073	0,5872	0,9686
		500	1,5176	-1,3907	-0,8260	-0,2348	0,1849	0,5830	1,0453
		1000	1,6599	-1,2875	-0,7799	-0,2361	0,1631	0,5259	0,8777
	20	100	1,6620	-1,2940	-0,7640	-0,2919	0,1322	0,5445	0,9548
		250	1,6368	-1,1989	-0,7389	-0,2514	0,1495	0,5436	0,9334
		500	1,5851	-1,2780	-0,7578	-0,2592	0,1508	0,5684	0,9176
		1000	1,6650	-1,2149	-0,7432	-0,2590	0,1448	0,5387	0,9063
	40	100	1,5906	-1,2763	-0,8136	-0,2949	0,1562	0,6337	0,1362
		250	1,5144	-1,3218	-0,8156	-0,3311	0,1248	0,5680	1,0623
		500	1,5235	-1,3252	-0,8292	-0,3527	0,1211	0,6582	1,0639
		1000	1,5380	-1,2003	-0,7353	-0,2610	0,1882	0,6502	1,0760
80	100	1,3992	-1,2493	-0,7143	-0,2096	0,3035	0,8480	1,4375	
	250	1,3951	-1,0383	-0,5604	-0,1125	0,3414	0,7895	1,2612	
	500	1,3861	-1,3053	-0,7799	-0,2927	0,2166	0,7135	1,2579	
	1000	1,3832	-1,3418	-0,8220	-0,3271	0,1878	0,6925	1,2295	

Çizelge 4.9: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda MHM Parametrelerinin Ortalama Değerleri

C	k	N	X	H	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
3	10	100	2,5610	0,4207	0,8780	0,6830				
		250	2,5490	0,4150	0,8770	0,6700				
		500	2,5710	0,4070	0,8840	0,6870				
		1000	2,5750	0,3850	0,8890	0,6880				
	20	100	2,5770	0,4200	0,8890	0,6880				
		250	2,5670	0,4155	0,8845	0,6795				
		500	2,5790	0,3980	0,8905	0,6890				
		1000	2,5795	0,3830	0,8895	0,6895				
	40	100	2,8100	0,4200	0,9900	0,8200				
		250	2,8300	0,4100	0,9600	0,8440				
		500	2,8300	0,3802	0,9740	0,8580				
		1000	2,8300	0,3800	0,9800	0,8550				
80	100	2,5689	0,4150	0,8635	0,6829					
	250	2,5611	0,4108	0,8820	0,6791					
	500	2,5724	0,3816	0,8793	0,6792					
	1000	2,5721	0,3821	0,8882	0,6906					
5	10	100	4,1460	0,4080	0,9150	0,8640	0,7620	0,6050		
		250	4,1770	0,4050	0,9180	0,8670	0,7740	0,6200		
		500	4,2030	0,4070	0,9230	0,8790	0,7720	0,6300		
		1000	4,1980	0,3870	0,9230	0,8750	0,7750	0,6230		
	20	100	4,1805	0,4060	0,9205	0,8695	0,7715	0,6190		
		250	4,1680	0,4055	0,9044	0,8528	0,7490	0,5938		
		500	4,1965	0,3880	0,9276	0,8746	0,7746	0,6188		
		1000	4,2100	0,3830	0,9261	0,8799	0,7791	0,6252		
	40	100	4,1643	0,4043	0,9023	0,8613	0,7623	0,6160		
		250	4,1428	0,3953	0,9190	0,8558	0,7596	0,6083		
		500	4,1685	0,3878	0,9224	0,8622	0,7643	0,6197		
		1000	4,1730	0,3788	0,9227	0,8651	0,7648	0,6213		
80	100	4,1714	0,3979	0,8875	0,8500	0,7590	0,6299			
	250	4,1640	0,4051	0,9209	0,8612	0,7572	0,6245			
	500	4,1761	0,3905	0,9229	0,8612	0,7603	0,6315			
	1000	4,1891	0,3845	0,9240	0,8639	0,7647	0,6367			
7	10	100	5,7530	0,4070	0,9470	0,9090	0,8380	0,7660	0,6890	0,6040
		250	5,8180	0,3950	0,9408	0,9088	0,8504	0,7904	0,7080	0,6212
		500	5,7910	0,3870	0,9414	0,9008	0,8412	0,7814	0,7044	0,6206
		1000	5,7880	0,3800	0,9034	0,8393	0,7789	0,7044	0,6201	0,6212
	20	100	5,7475	0,4020	0,9335	0,8915	0,8425	0,7765	0,6980	0,6055
		250	5,7700	0,3950	0,9384	0,8992	0,8466	0,7820	0,6984	0,6060
		500	5,7930	0,3855	0,9407	0,9014	0,8477	0,7831	0,7050	0,6151
		1000	5,8020	0,3775	0,9394	0,9009	0,8466	0,7818	0,7083	0,6248
	40	100	5,7385	0,3818	0,8493	0,8510	0,8415	0,7740	0,6910	0,5968
		250	5,7510	0,4108	0,9303	0,8941	0,8459	0,7796	0,6985	0,6028
		500	5,7685	0,3905	0,9322	0,8971	0,8470	0,7848	0,7027	0,6055
		1000	5,7653	0,3803	0,9343	0,8976	0,8464	0,7821	0,6991	0,6063
80	100	5,7313	0,4026	0,8960	0,8793	0,8405	0,7780	0,6998	0,5928	
	250	5,7481	0,3984	0,9317	0,8964	0,8466	0,7793	0,6977	0,5962	
	500	5,7824	0,3940	0,9336	0,8992	0,8509	0,7891	0,7078	0,6021	
	1000	5,7848	0,3748	0,9344	0,8996	0,8525	0,7867	0,7071	0,6044	

*C: kategori sayısı, k: madde sayısı, N: örneklem sayısı

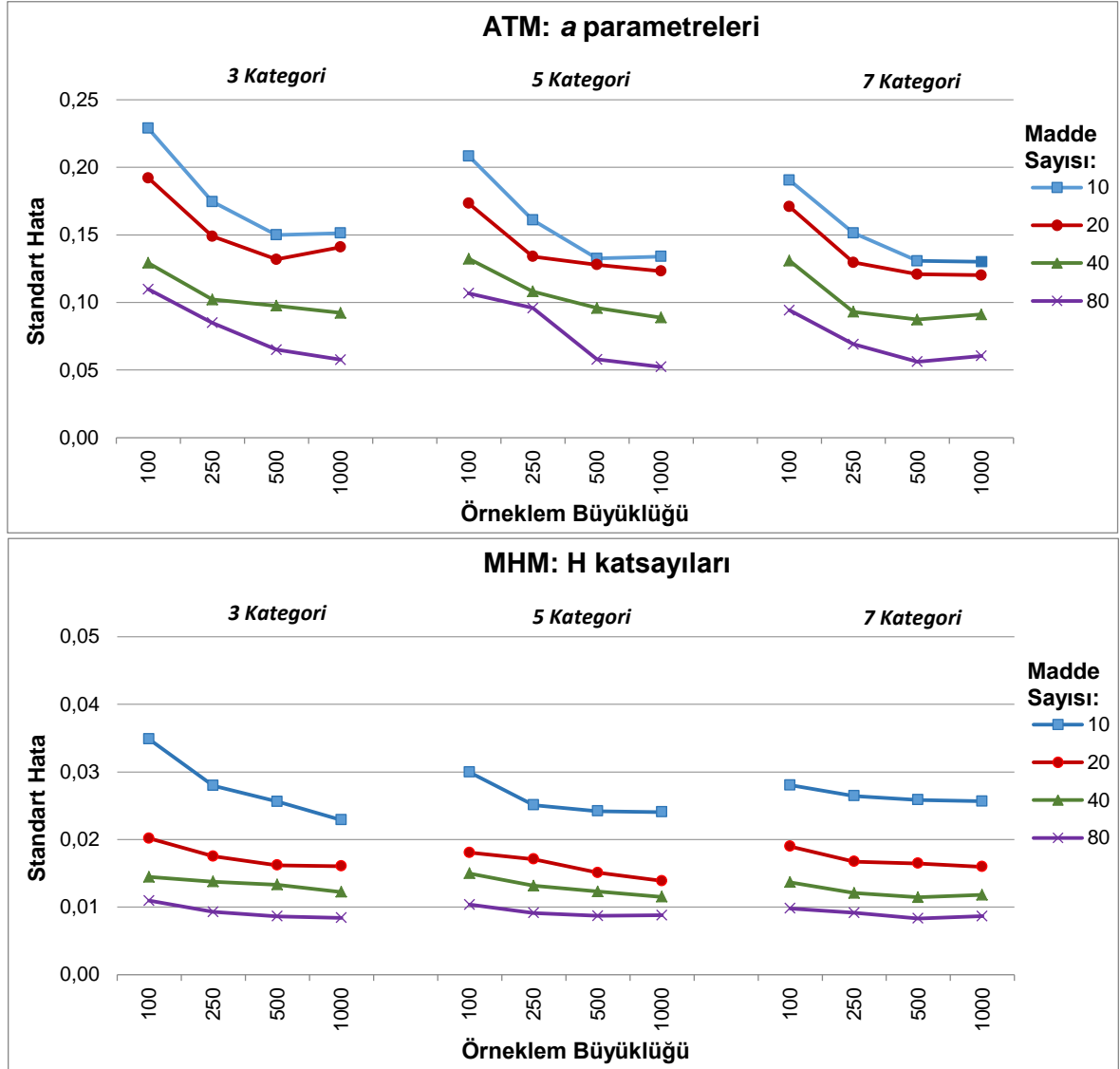
Çizelge 4.8 ve 4.9'te ilişkin yorumlar çizelgelerden önce verilmiştir. Genel olarak yorumlandığında hem ayırıcılık hem de eşik parametreleri tüm koşullarda birbirine yakın değerler aldığı, örneklem, madde sayısı, maddelerin kategori değişiminden önemli ölçüde etkilenmediği söylenebilir.

4.2.5. Madde Parametrelerinin Hatalarına İlişkin Bulgular

Maddelerin hataları her iki model için standart hata, ATM için RMSE ve MHM için Guttman Hataları olarak incelenmiş ve sırasıyla sunulmuştur.

4.2.5.1. Maddelerin Standart Hatalarına Ait Bulgular

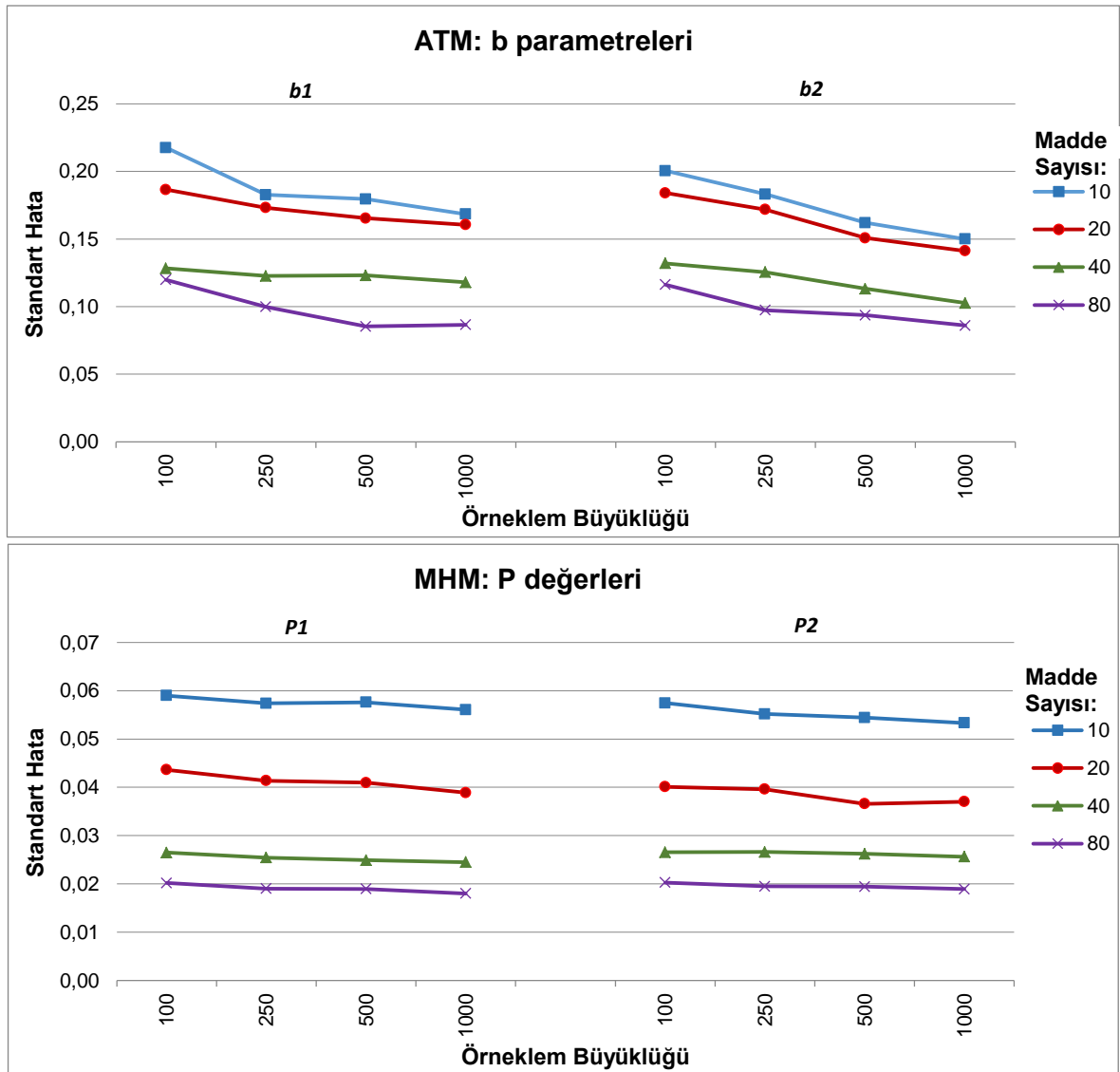
ATM'den elde edilen a parametrelerinin ve MHM'den kestirilen H değerlerinin hataları Şekil 4.21.'de grafiklerle sunulmuştur.



Şekil 4.21. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Ayırıcılık Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler

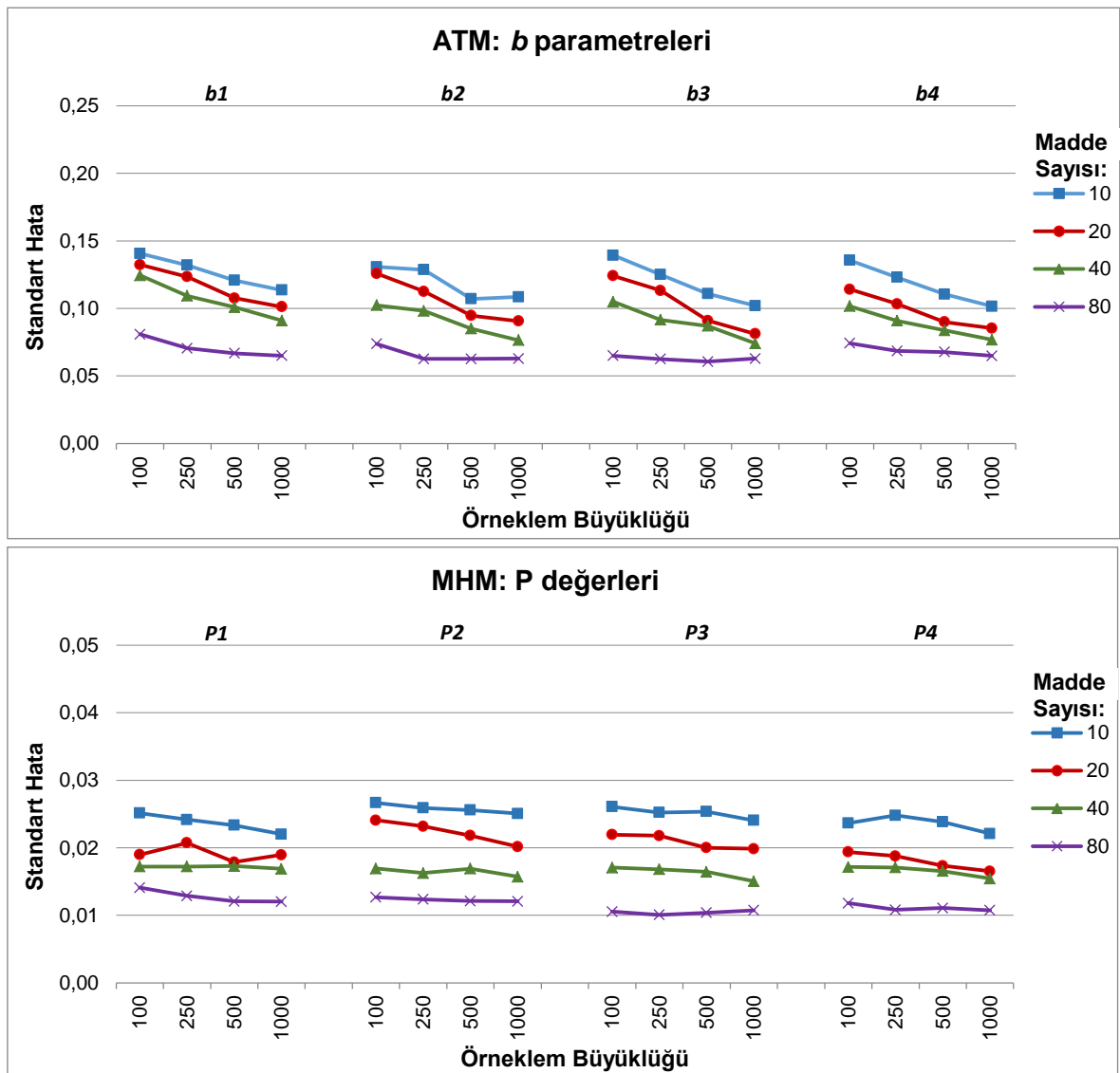
Şekil 4.21' de görselleştirilen ayırıcılık parametrelerinin standart hata değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde değerlerin üç kategorili maddeler için 0,23 ile 0,06, beş kategorili maddeler için 0,21 ile 0,05, yedi kategorili maddeler için 0,20 ile 0,06 arasında değiştiği görülmektedir. Örneklem arttıkça hata azalmıştır. Bu azalma 10

ve 20 maddeli koşullarda daha belirgindir. Madde sayısı artışı hatada önemli düzeyde azalma meydana getirmiştir. Hatadaki azalma en belirgin olarak 10 maddeden 20 maddeye çıkıldığında gözlenmiştir. Üç, beş ve yedi kategorili madde parametrelerini hata değerlerinin yakın olması nedeniyle maddenin yanıt kategorisi değişiminin hata üzerinde önemli etkisinin olmadığı düşünülebilir. MHM'den kestirilen H katsayılarının hataları ise üç, beş ve yedi kategorili maddeler için 0,03 ile 0,01 arasında değiştiği görülmektedir. Örneklem arttığında hata azalmıştır. Bu azalma düşük sayıda maddeli koşullarda daha belirgindir. Madde sayısı değişimi etkisi incelendiğinde en yüksek değerler 10 maddeli koşula aittir. Hatadaki azalma en belirgin olarak 10 maddeden 20 maddeye çıkıldığında gözlenmiştir yorumu yapılabilir. Beş ve yedi maddelerin bulguları üç maddeli durumla paraleldir.



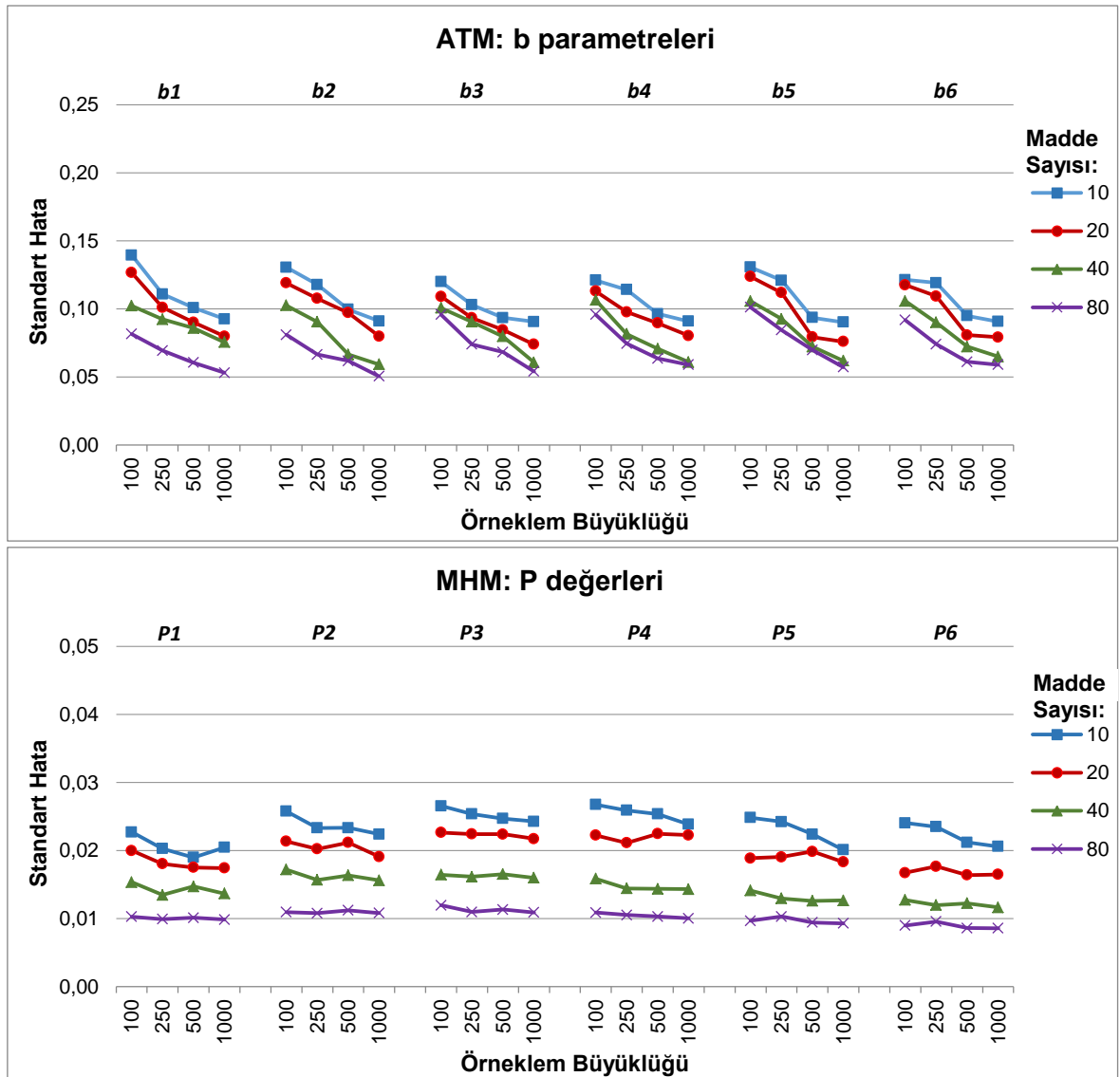
Şekil 4.22. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler

Şekil 4.22'de üç kategorili maddeler için verilen ATM'den kestirilen b_1 parametresinin standart hataları 0,22 ile 0,09; b_2 'nin 0,20 ile 0,08 arasındadır. MHM'de P_1 hatası 0,05 ile 0,018; P_2 'nin 0,06 ile 0,019 arasında değişmiştir. En yüksek hatalar 10 maddeli koşulda kestirilmiş; madde sayısı arttıkça hatada düşüş tespit edilmiştir. Madde sayısı artışı hata üzerinde etkili olmuştur. Örneklem sayısı artışı da hatada küçük bir azalmaya işaret etse de bu değişim madde sayısındaki kadar belirgin değildir. İki modele ait bulgular karşılaştırıldığında, MHM'nin en yüksek hata değerinin ATM'nin en düşük hata değerinin altında olması MHM kestirimlerinin daha hatasız olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.23. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler

Şekil 4.23 beş kategorili maddeler için incelendiğinde ATM için b parametrelerinin hatalarının 0,14 ile 0,06 arasında olduğu; aralarında küçük farklılıklar olsa da tüm b parametrelerinin standart hata değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. b parametreleri, a parametresine göre görece daha düşük hataya sahiptir. Örneklem arttıkça hata azalmıştır. Madde sayısı artışı da hatada azalmaya işaret etmiştir. Hata örneklem değişimine göre madde sayısı değişiminden daha fazla etkilenmiştir. MHM'de hata değerleri 0,03 ile 0,01 arasında değişmektedir. MHM kestirimlerinin hatası üzerinde örneklemin önemli düzeyde etkisi olmadığı gözlenmektedir. Madde sayısı artışı hatada azalmaya işaret etmektedir.



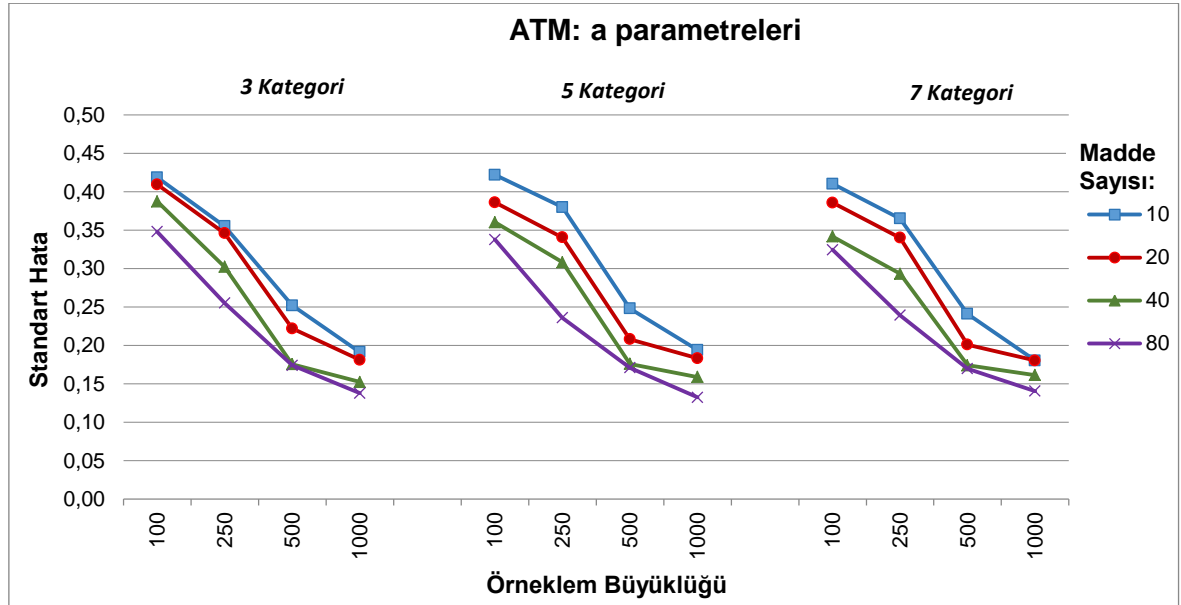
Şekil 4.24. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hatalarına Ait Grafikler

Yedi kategorili koşullar Şekil 4.24'te görüldüğü gibi üç ve beş kategorili maddelerle paralel bulgular elde edilmiştir. Ancak hatalar kategori sayısı arttıkça görece azalmıştır. 10 madde olduğunda en yüksek hata 100 birey olduğunda kestirilmiştir. Hem örneklem hem de madde sayısı artışı hatada azalmaya işaret etmiştir. Yani büyük örnekleme hata daha az etkili ve daha çok maddeli testlerde daha az hata gözlenmektedir.

ATM'de kestirilen hatayla karşılaştırıldığında MHM kestirimlerdeki en yüksek hata parametrik model kestirimlerindeki neredeyse en düşük hataya denk gelmektedir. Yani ATM'de oldukça yüksek hatalı kestirim olduğu görülmektedir. Bu durum Molenaar ve Sijtsma (2002) MHM'nin ATM'nin genelleştirilmiş bir hâli olduğu, MHM ile elde edilen kestirimlerin daha genel ATM sonuçlarının ise daha sıkı gereklilikleri karşılamak için daha ayrıntılı hata bilgisine somut örnek teşkil etmektedir.

4.2.5.2. RMSE'ye İlişkin Bulgular

ATM ile elde edilen parametrelerin RMSE'ye ait bulguları Ek 7'de verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.25'te grafikte sunulmuştur.

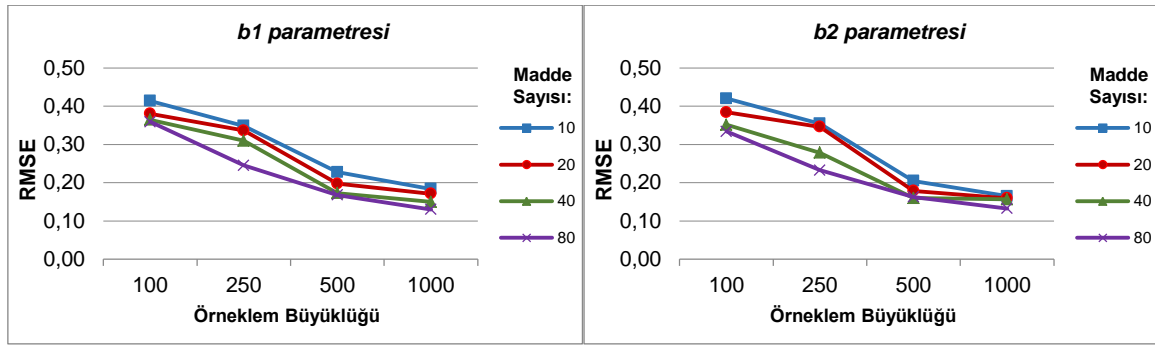


Şekil 4.25. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Ayırıcılık Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler

Şekil 4.25'te a parametresinin RMSE değerlerine ait bulgular incelendiğinde, değerlerin üç yanıt kategorili maddelerde 0,42 ile 0,14; beş yanıt kategorili maddelerde 0,42 ile 0,13 ve yedi yanıt kategorili maddelerde 0,41 ile 0,12

arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek RMSE değerleri örneklem büyüklüğü 100 olduğunda kestirilmiştir. Örneklem sayısı arttığında hatada görece azalma olduğu gözlenmektedir. En belirgin azalma 250 örneklemden 500'e çıkıldığında görülmektedir. Madde sayısı değişkenin hata üzerindeki etkisi incelendiğinde genel olarak en yüksek RMSE değerlerinin az madde olduğu durumlara ait olduğu görülmektedir. Madde sayısı artışı da hatada düşüşe işaret etmektedir. İki değişken birlikte ele alındığında az maddeli ve küçük örneklem olduğu koşullarda RMSE değerleri yüksekken, madde sayısı ve örneklem arttığında hata genel olarak azalmıştır. Örneklem ve madde sayısı sabit tutulduğunda maddenin yanıt kategori sayısı değişimi incelendiğinde değerlerin üç, beş ve yedi kategorili olduğu koşullarda benzer olduğu görülmektedir. Bu bulgudan yola çıkararak kategori sayısı değişiminin RMSE üzerinde önemli etkisi olmadığı yorumu yapılabilir.

 kategorili maddelerin b parametrelerine ilişkin bulgular Şekil 4.26'da özetlenmiştir.



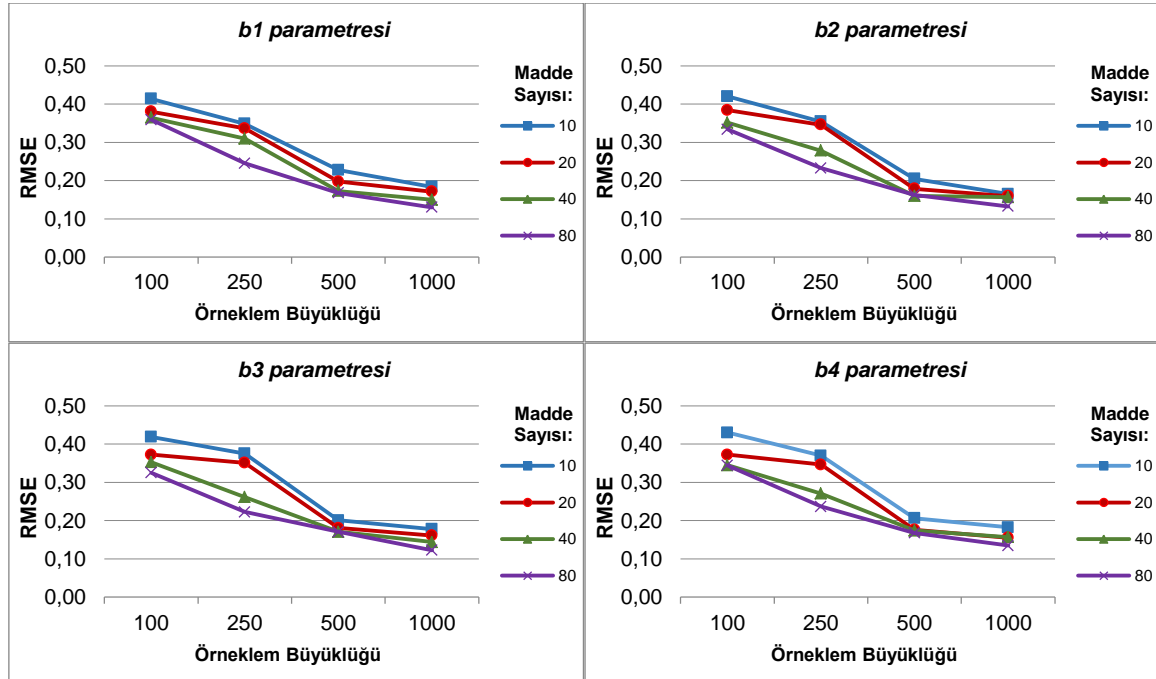
Şekil 4.26. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde arpık Olduğunda  Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler

Şekil 4.26'da görselleştirilen  kategorili maddelerin b parametrelerin RMSE incelendiğinde, b_1 değerlerinin 0,43 ile 0,14, b_2 değerlerinin de 0,41 ile 0,13 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek hata 100 örneklemde ve 10 maddeli koşuldadır. En düşük değerlerinse 1000 örneklem ve 80 madde olduğu koşulda kestirildiği görülmektedir. RMSE'de genel eğilim örneklem artışı ve madde sayısı artışıyla azalma şeklinindedir. En belirgin azalma 250 örneklemden 500'e çıkarıldığında gözlenmiştir. Bu bulgudan yola çıkararak örneklem sayısı az olduğunda madde sayısı artırılarak, az madde olduğu koşulda ise örneklem büyüklüğü artırılarak hatanın azaltılabileceği yorumu yapılabilir.

Beş kategorili maddelerin b parametrelerine ilişkin bulgular Şekil 4.27’de özetlenmiştir. Şekil 4.27’de görüldüğü gibi değerlerin b_1 için 0,41 ile 0,13, b_2 için 0,42 ile 0,13, b_3 için 0,42 ile 0,12, b_4 için 0,43 ile 0,13 arasında değiştiği görülmektedir. Değerler incelendiğinde dört eşik parametresinin de farklı koşullarda birbirine benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. b parametreleri için hataya ait genelleme beş yanıt kategorili maddelerle çalışan Lautenschlagen vd., (2006) bulgularıyla paralellik göstermektedir.

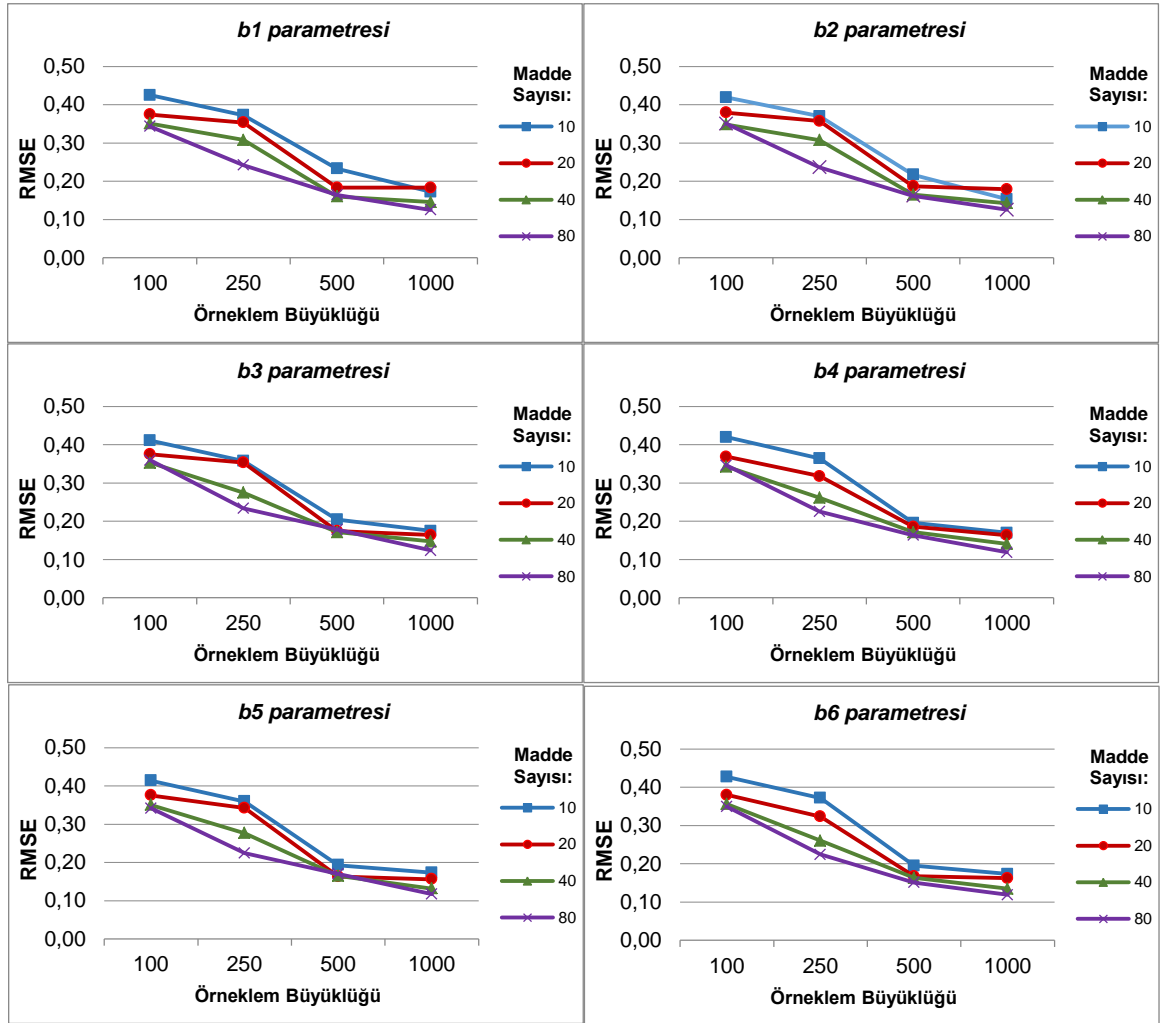
Beş yanıt kategorili maddelerde üç kategorili maddelerde olduğu gibi genel eğilim yine örneklem ve madde sayısı artışıyla RMSE değerinde azalma olarak gözlenmektedir. Örneklem büyüklüğü arttıkça hata azalmıştır. Madde sayısı artışı da azamaya işaret etmektedir. 500 ve 1000 örneklem olduğunda hatadaki değişim oldukça azdır; yine 40 ve 80 madde olduğunda hata çok fazla değişmemiştir. Yani 500 ve üzerinde; 40 madde ve daha üzerinde hataların birbirine yakınlığı, parametrelerin kararlı bir yapıda kestirildiğine işaret etmektedir. Normal dağılım bulgularıyla kıyaslandığında RMSE değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Yedi kategorili maddelerin b parametrelerine ilişkin bulgular Ek 7’de verilmiş, aynı zamanda Şekil 4.27’de özetlenmiştir.



Şekil 4.27. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler

Yedi yanıt kategorili maddelerin b parametrelerinin RMSE değerlerinin yaklaşık olarak 0,42 ile 0,12 arasında olduğu görülmektedir. Üç ve beş kategorili madde parametrelerinin RMSE değerlerinde olduğu gibi yedi kategorili maddelerin hatalarının genel olarak örneklem ve madde sayısı artışıyla azaldığı görülmektedir. En yüksek hata 100 örnekleme ve 10 maddeli koşuldadır. En düşük değerlerinse 1000 örneklem ve 80 madde olduğu koşulda kestirildiği görülmektedir. 10 ve 20 madde olduğunda bulgular benzerdir. 500 ve 1000 örneklem olduğunda hatadaki değişim oldukça azdır; yine 40 ve 80 madde olduğunda hata çok fazla değişmemiştir. Yani 500 ve üzerinde; 40 madde ve daha üzerinde hataların birbirine yakınlığı, parametrelerin kararlı bir yapıda kestirildiğine işaret etmektedir. Normal dağılımdan kestirilen parametrelerin RMSE değerlerine göre hata düzeyi daha yüksektir.



Şekil 4.28. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler

4.2.5.2. Guttman Hatalarına İlişkin Bulgular

Çizelge 4.10: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Guttman Değerlerine Ait Bulgular

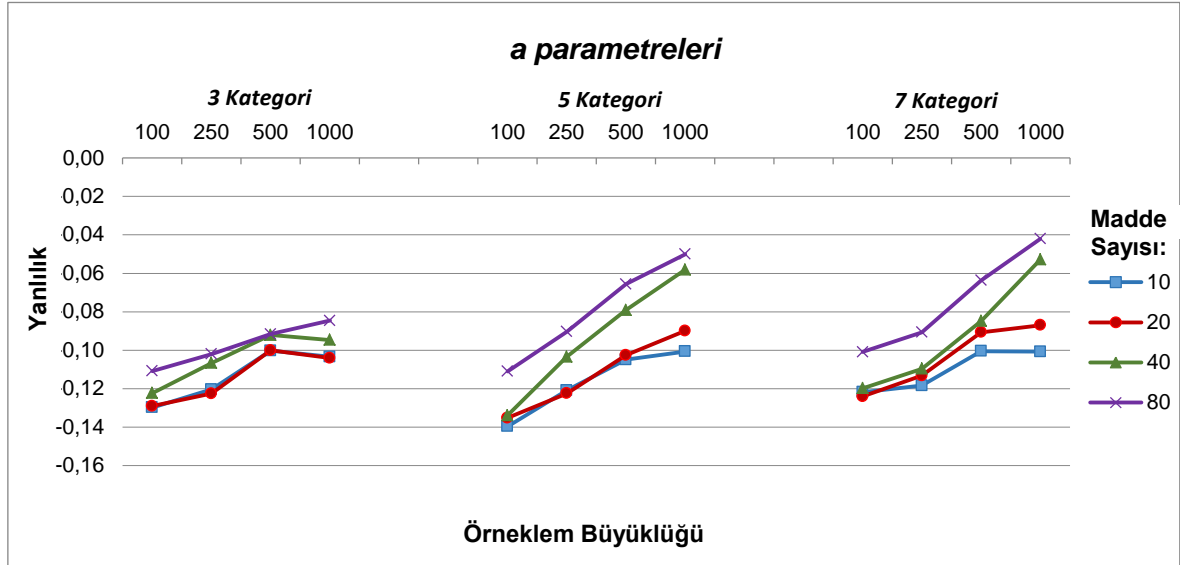
Madde	Birey	3 Kategori			5 Kategori			7 Kategori		
		X	ss	K	X	ss	K	X	ss	K
10	100	12,52	8,52	68,1	63,75	32,15	50,4	90,39	78,35	86,7
	250	12,9	9,48	73,5	61,22	33,91	55,4	90,29	82,28	91,1
	500	12,22	8,16	66,8	60,71	33,56	55,3	94,41	78,76	83,4
	1000	12,59	9,34	74,2	59,27	35,09	59,2	91,58	78,62	85,8
20	100	55,63	28,42	51,1	253,12	101,68	40,2	366,10	244,23	66,7
	250	54,37	29,62	54,5	250,94	110,83	44,2	368,06	262,7	71,4
	500	56,86	28,03	49,3	256,35	106,87	41,7	367,64	266,05	72,4
	1000	53,84	27,75	51,5	248,59	110,60	44,5	363,70	257,76	70,9
40	100	235,64	86,14	36,6	969,35	352,95	36,4	1462,05	909,95	62,2
	250	232,72	88,79	38,2	1014,85	369,39	36,4	1533,71	984,2	64,2
	500	225,26	81,56	36,2	1027,50	368,38	35,9	1545,45	990,73	64,1
	1000	225,32	84,98	37,7	1024,33	351,94	34,4	1541,70	960,57	62,3
80	100	892,84	268,13	29,8	4169,12	1186,81	28,5	6208,12	3818,06	61,5
	250	912,24	284,72	31,2	4095,96	1271,57	31,0	6005,91	3560,53	59,3
	500	926,33	272,37	29,4	4191,68	1255,09	29,9	6048,14	3738,67	61,8
	1000	898,27	284,57	31,7	4125,63	1295,04	31,4	6127,08	3694,31	60,3

*X:ortalama, ss:standart sapma, K:değişim katsayısı

Guttman Hatasına ait bulgular incelendiğinde örneklem artışıyla hatada önemli ölçüde değişim meydana gelmediği görülmektedir. Değerler birbirine yakındır. Bu durum küçük örnekleme de büyük örneklere benzer bulgular elde edildiğine işaret etmektedir. Diğer yandan bireyleri sıralayarak toplam puan (X+) üzerinden kestirim yapan MHM madde sayısı artışından doğrudan etkilenmektedir (Molenaar, 2002). Örneklem büyüklüğü sabit tutulduğunda madde sayısı 10'dan 20'ye; 20'den 40'a; 40'tan 80'e çıkarıldığında hatanın yaklaşık 4 katı büyüklüğünde çıktığı görülmektedir. Araştırmanın diğer bağımsız değişkeni maddenin yanıt kategorisinin etkisi incelendiğinde kategori sayısı 3'ten 5'e; 5'ten 7'ye çıkarıldığında hatanın da arttığı gözlenmektedir. Guttman hesaplanması bireylerin kategorilerin seçiminde düşülen yanılığa dayalı hesaplanmaktadır (Sijtsma & Molenaar, 2002). Nitekim elde edilen bulgular da bu doğrultudadır ve en yüksek hata yedi kategorili maddelerdedir. MHM ile kestirilen parametrelerin Guttman hataları, standart hata bulgularıyla paralel şekilde örneklem büyüklüğünden ziyade madde ve maddenin kategori sayısından daha fazla etkilenmiştir. Araştırmadaki farklı koşulların karşılaştırılabilirliği sağlamak adına hatanın madde sayısına bölünmesiyle farklı koşullar için değişim katsayısı hesaplandığında madde sayısı arttıkça hatanın azaldığı görülmüştür. Bu da Guttman hatasının temelde fazla madde sayısı olduğunda daha hatasız kestirim yaptığı veya hata değerinin düştüğü sonucuna varılabilir.

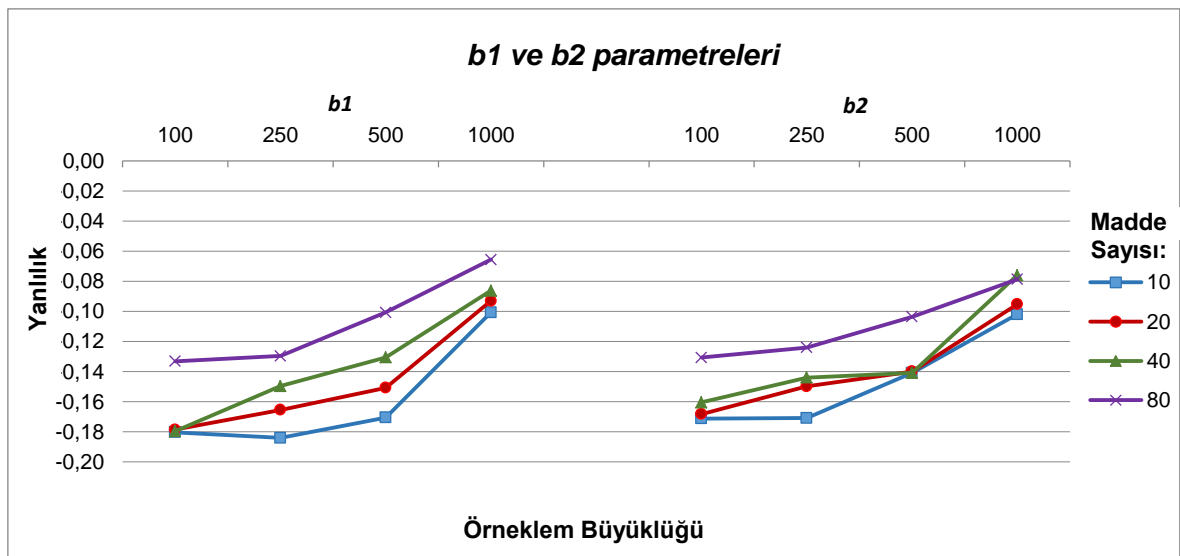
4.2.6. Parametrelerin Yanlılık Değerlerine Ait Bulgular

Çarpık dağılımlı örneklemden kestirilen parametrelerin yanlılık değerleri Şekil 4.29'da grafikte sunulmuştur.



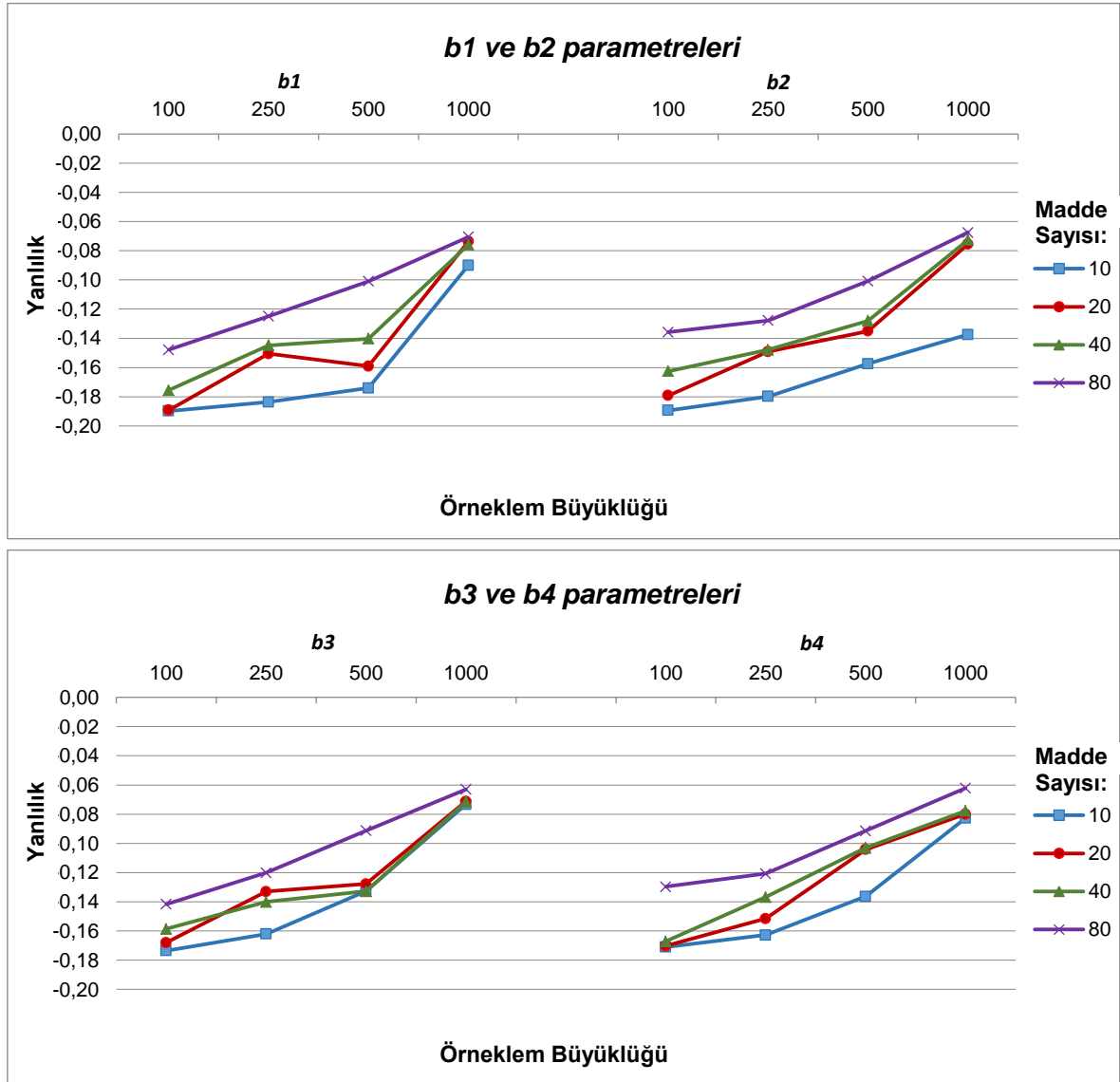
Şekil 4.29. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda a Parametrelerinin Yanlılık Değerleri

Şekil 4.29 incelendiğinde üç kategorili maddelerin yanlılık değerlerin -0,28 ile 0,00 arasında; beş kategorili maddelerin -0,27 ile 0,00; yedi kategorili maddelerin ise -0,22 ile 0,00 arasında değiştiği gözlenmiştir. Buradan hareketle kategori sayısındaki artışın yanlılıkta görece azalmaya işaret ettiği söylenebilir. Her üç kategori koşulunda da değerler negatiftir. Bu demektir ki az madde olduğunda parametreler gerçek değerden daha yüksek kestirilmiştir. Örneklem sayısı ve madde sayısı artışı mutlak değerce yanlılıkta azalmaya işaret etmektedir.



Şekil 4.30. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler

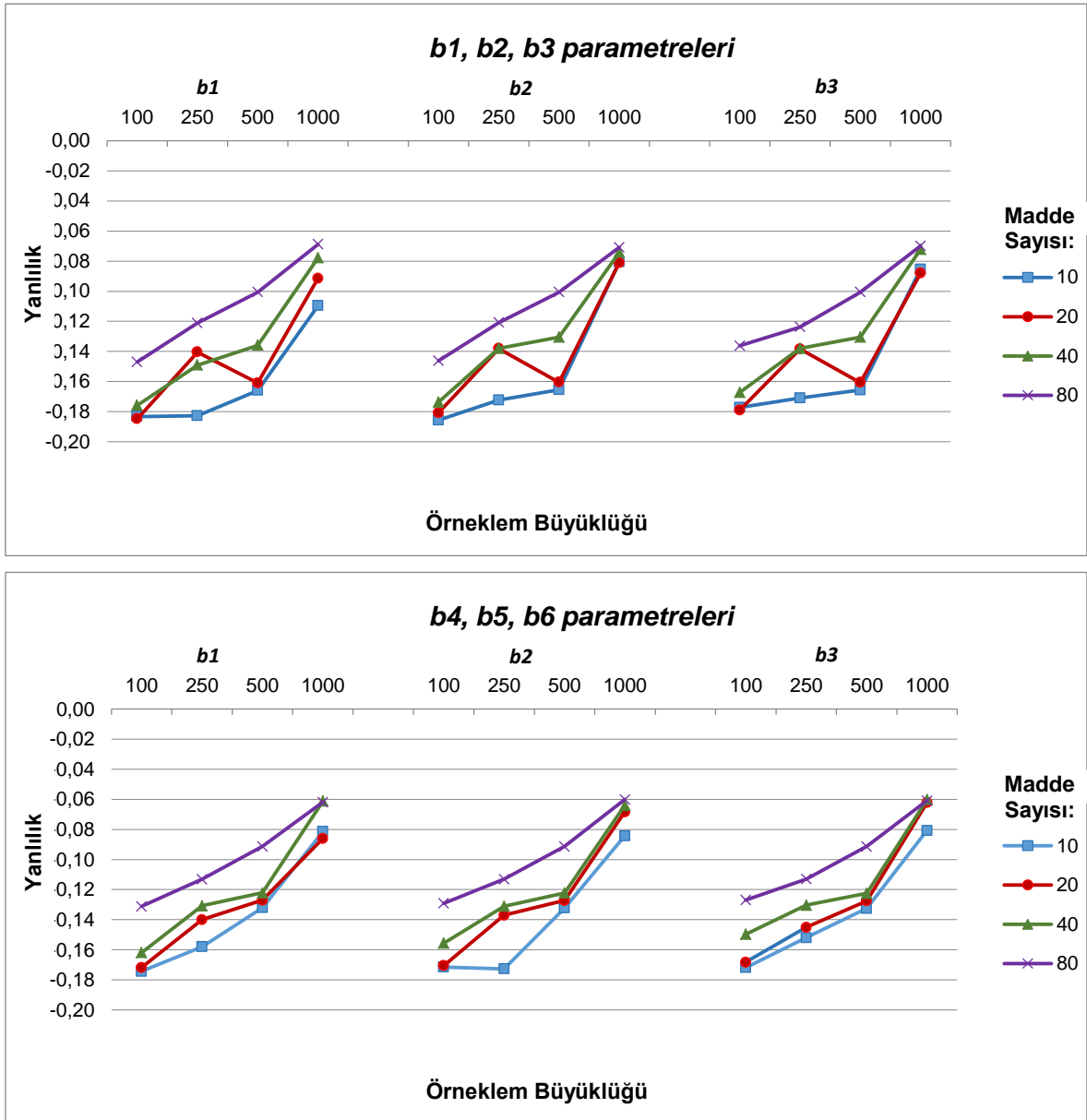
Şekil 4.30’da verilen üç kategorili maddelerde b parametresinin yanlılık değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde, b_1 için değerlerin -0,18 ile -0,06 arasında, b_2 için -0,17 ile -0,08 arasında değer aldığı görülmüştür. b_2 parametresine ait değerler mutlak değerce birinci parametreden fazladır. b parametrelerinin yanlılık değerleri ayıricılık parametrelerine göre mutlak değerce daha yüksektir. b parametrelerinin yanlılık değeri örneklem artışından etkilenecek genel olarak örneklem arttıkça azalmıştır. Madde sayısı etkisi için madde sayısı arttıkça yanlılıkla azalma gözlenirse de bu değişim a parametresindeki kadar belirgin değildir.



Şekil 4.31. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler

Şekil 4.31’de verilen b parametrelerinin yanlılık değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde değerlerin b_1 için -0,19 ile -0,07, b_2 için -0,19 ile -0,08, b_3 için -0,17 ile -0,06; b_4 için -0,17 ile -0,06 arasında değiştiği gözlenmektedir. Parametrelerin

tamamında negatif değerler gözlenmiş, parametrelerin yanlılıkları farklı koşullarda birbirine yakın değerler almıştır. b parametrelerinin yanlılık değerleri ayırıcılık parametrelerine göre mutlak değerce daha yüksektir. Örneklem sayısı artışı b parametresinin yanlılık değerlerinde genel olarak azalmaya işaret etmiştir. Ancak bu durum normal dağılım koşullardaki bulgular kadar düzenli bir örüntü oluşturmamıştır. Madde sayısı değişimi de a parametresindeki kadar olmasa da genel olarak arttığında yanlılıkta azalmaya işaret etmiştir. En az yanlı maddelerin 80 madde olan koşula ait olduğu görülmektedir. Diğer madde koşullarında genel eğilim madde artışıyla yanlılıkta azalma şeklindeyse bu durum normal dağılım koşullarındaki kadar belirgin bir örüntü göstermemiştir.



Şekil 4.32. Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerlerine Ait Grafikler

Şekil 4.32 incelendiğinde b parametresinin yanlılık değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde, değerlerin -0,18 ile -0,07 arasında değer aldığı görülmüştür. Parametrelerin tamamında negatif değerler gözlenmiştir. Mutlak değerce parametreler birbirine yakın yanlılıkla kestirilmiştir. b parametrelerinin yanlılık değerleri ayırıcılık parametrelerine göre mutlak değerce daha yüksektir. Örneklem sayısı artışı a parametresindeki yanlılık kadar belirgin bir etki oluşturmamıştır. Madde sayısı değişimi de a parametresindeki kadar olmasa da genel olarak arttığında yanlılıkta azalmaya işaret etmiştir.

İkinci alt probleme ilişkin bulgular bütünsel olarak özetlendiğinde,

MHM'de H ölçeklenebilirlik katsayısının, normal dağılım bulgularında gözleendiği gibi küçük örnekleme, madde sayısı az olduğu durumlarda da büyük örnekleme ve çok maddeli durumla benzer sonuç vermesi, pratik olarak hesaplanması, başka bir değere ihtiyaç duyulmadan tek başına yorumlanması nedenleriyle model veri uyumu değerlendirilmede ATM'ye göre kullanışlı olduğu söylenebilir. Güvenirlik değerleri normal dağılım koşullarındaki gibi iki model için benzer sonuç vermiştir. Ancak değerler normal dağılım sonuçlarından düşüktür. İki model de değerler madde sayısı ve madde kategorisi artışıyla artmıştır. Örneklem artışı güvenirlikte daha az etkiye sahip olmuştur.

ATM'de parametrelerinin gerçek parametrelerle korelasyonu madde sayısı, maddenin kategori sayısı ve örnekleme arttıkça artış göstermiştir. a parametreleri madde sayısı, maddenin kategori sayısı ve örnekleme arttıkça azalma eğilimi göstermiştir. Ancak bu durum normal dağılım verilerindeki kadar belirgin bir örüntü şeklinde değildir. b parametrelerindeki değişim belli örüntü şeklinde değildir. Parametrelerin, küçük örnekleme ve az maddeli koşullarda standart hata, RMSE, yanlılık değerleri daha yüksek kestirilmiştir. MHM'de madde sayısı, maddenin kategori sayısı ve örnekleme arttıkça H katsayısı ve P değerleri istatistiksel olarak anlamlı olmayacak düzeyde değişiklik göstermiştir. Genel olarak değerler birbirine yakındır. Parametrelerin, küçük örnekleme ve az maddeli koşullarda standart hataları daha fazladır; ancak genel olarak ATM kestirimlerine göre hata oranı oldukça düşüktür.

Dağılım -0.5 düzeyinde çarpık olduğu koşulda normal dağılım koşullarıyla benzer şekilde 500 ve 1000 kişilik örnekleme madde sayısı en az kırk olduğunda hatası

ve yanlılığı az, gerçek değerlerle daha yüksek korelasyona sahip kestirimler yapılmaktadır. Ancak bu kestirimlerin hata, yanlılıkları normal dağılım bulgularına göre görece daha fazla, parametrelerdeki değişim normal dağılım parametrelerine göre daha düzensiz ve gerçek değerlerle korelasyon daha düşüktür. MHM sonuçları ise normal dağılım sonuçlarıyla yakın ve hata düzeyleri benzerdir. Bu durum ATM'nin örneklemin çarpıklığından MHM'ye göre daha fazla etkilendiğine işaret edebilir. MHM bu düzeydeki çarpıklığı normal dağılım bulgularıyla paralel olacak şekilde tolere edebilir yorumu çıkarılabilir.

4.3. Üçüncü Alt Problem İçin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi kapsamında örneklem dağılımı -1.0 düzeyinde çarpık olduğu koşulda çeşitli örneklem büyüklüğü, test uzunluğu ve farklı kategorili maddeler olduğunda ATM ve MHM ile yapılan kestirimlerde sırasıyla model veri uyumları, güvenilirlik değerleri, madde parametreleri, parametrelerin hataları ve yanlılık değerleri incelenmiştir.

4.3.1. Model Veri Uyumlarına İlişkin Bulgular

Örneklem dağılımının -1.0 düzeyinde çarpık olduğu koşullar için model veri uyumlarının değerlendirilmesine yönelik bulgular Çizelge 4.11.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.11: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Model Veri Uyumuna Ait Bulgular

Madde	Birey	Aşamalı Tepki Modeli (PMTK)			Monoton Homojenlik Modeli (PoMTK)		
		3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori	3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori
		-2*log benzerlik	-2*log benzerlik	-2*log benzerlik	H Katsayısı	H Katsayısı	H Katsayısı
10	100	293,4	295,14	665,54	0,17	0,18	0,19
	250	1171,4	291,09	704,32	0,18	0,19	0,18
	500	2641,6	201,52	2087,54	0,18	0,16	0,16
	1000	7037,7	1521,97	2090,21	0,18	0,16	0,16
20	100	854,4	1415,9	2232,6	0,21	0,21	0,21
	250	1817,6	2966,4	4902,8	0,19	0,17	0,19
	500	2640,0	5766,2	9771,3	0,19	0,17	0,14
	1000	58308,2	10272,5	18140,7	0,18	0,16	0,15
40	100	1762,0	3632,9	5075,0	0,23	0,19	0,16
	250	3716,5	8455,5	12222,9	0,18	0,16	0,16
	500	7649,6	17090,1	24923,3	0,17	0,15	0,15
	1000	14548	32905,7	48317,7	0,17	0,16	0,16
80	100	5519,1	7666,7	9964,7	0,22	0,17	0,21
	250	15129,5	19534,8	24397,7	0,18	0,14	0,16
	500	29933,1	37260,6	46093,8	0,18	0,16	0,16
	1000	60248,3	72733,9	89957,3	0,18	0,17	0,16

Parametrik ATM'de model-veri uyumu için incelenen $-2 \cdot \log$ -benzerlik değerlerinin örneklem, madde ve maddenin kategorili sayısı artıkça arttığı tespit edilmiştir. Daha küçük değerlerin daha iyi model veri uyumunu gösterdiği bilgisiyle değişkenlerin düzeyinin artmasıyla model veri uyumunun azalmasında değişkenlerin etkisine dayalı bir düşünüş gerçekleşmiş olabilir; ancak $-2 \cdot \log$ -benzerlik değerlerinin parametre değişiminden etkilenmesi tek başına yorumlanmasını güçleştirmektedir (Liu & Maydeu- Oliveres, 2014).

Parametrik olmayan MHM ile toplam puan (X_+) üzerinden kestirilen H katsayılarının tamamı birbirine ve 0,2'ye yakın değer almıştır. Molenaar & Sijtsma (2002) kabul edilebilir uyum için alt ölçüt sınırı olarak H'nin 0,3 olmasını önermiştir. Bu bilgi doğrultusunda model uyumunun düşük olduğu görülmektedir. Böyle durumlar için MSP'nin otomatik madde seçimi ile maddelerin incelenmesine dayalı yöntemlerle model veri uyumu iyileştirilebilir (Molenaar & Sijtsma, 2002). Ancak bu çalışmada amaç parametrik modelle kıyaslama yapmak olduğundan doğrudan Mokken ölçekleme sonuçları verilmiştir.

H uyum katsayısına örneklem, madde ve maddenin kategorili sayısı değişimi ATM'deki gibi etkili olmamıştır. Bu bulgudan hareketle model uyumunda küçük örneklem, az sayıda maddenin parametre iyiliği kestirimine önemli etkisi olan ATM kestirimlerine göre üstünlük sağladığı yorumu yapılabilir. Bu bulguyla benzer şekilde Maydeu- Oliveres (1994) parametrik olmayan modellerin model uyumunda tercih edilebileceği belirtilmiştir. Diğer tercih sebebi MHM'nin otomatik madde seçimi işleviyle tek analizde en iyi uyumu veren madde kombinasyonunu vermesi MHM kullanımı için üstünlük olarak ifade edilmektedir (Molenaar & Sijitma, 2002; Straat, van der Ark, Sijtsma, 2013).

MHM'de H katsayılarına ait bir diğer bulgu -1.0 düzeyinde çarpık dağılımdan elde edilen sonuçların normal ve -0.5 düzeyinde çarpık dağılım bulgularına göre daha düşük olmasıdır. Normal dağılım ile -0.5 düzeyinde çarpık dağılım koşullarına ait H katsayıları ise birbirine yakındır. Bu iki bulgudan yola çıkarak örneklem büyüklüğü ve madde sayısı bağımsız değişkenlerine göre model uyumu üzerinde dağılım şekli daha fazla etkili olmuştur yorumu yapılabilir. Bu bulgu, Mokken ölçeklemesinde H katsayısı hesaplanırken toplam puan (X_+) kullanılması yani birey özelliklerinin sonuçları etkilemesine dayandırılabilir (Mokken, 1971).

4.3.2. Güvenirlik Değerlerine İlişkin Bulgular

Örnekleme dağılımı -1.0 düzeyinde çarpık olduğu koşullar için ATM ve MHM'den hesaplanan güvenirliklerin değerlendirilmesine yönelik bulgular Çizelge 4.12 'de sunulmuştur.

Çizelge 4.12: Örnekleme Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Güvenirlik Değerlerine Ait Bulgular

Madde	Birey	Aşamalı Tepki Modeli (PMTK)			Monoton Homojenlik Modeli (PoMTK)		
		3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori	3 Kategori	5 Kategori	7 Kategori
		<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>
10	100	0,553	0,599	0,596	0,57	0,75	0,77
	250	0,556	0,595	0,600	0,55	0,75	0,76
	500	0,559	0,594	0,593	0,56	0,74	0,77
	1000	0,555	0,598	0,599	0,56	0,75	0,77
20	100	0,640	0,761	0,755	0,75	0,81	0,81
	250	0,643	0,727	0,701	0,75	0,77	0,78
	500	0,640	0,694	0,679	0,75	0,77	0,78
	1000	0,643	0,682	0,686	0,75	0,77	0,78
40	100	0,766	0,784	0,827	0,88	0,87	0,86
	250	0,766	0,798	0,827	0,84	0,85	0,86
	500	0,765	0,793	0,824	0,85	0,86	0,86
	1000	0,764	0,793	0,825	0,85	0,86	0,86
80	100	0,858	0,870	0,898	0,93	0,92	0,92
	250	0,857	0,871	0,898	0,91	0,92	0,92
	500	0,857	0,874	0,899	0,92	0,92	0,92
	1000	0,858	0,877	0,893	0,92	0,92	0,92

Çizelge 4.12'de ATM için güvenirlik üç, beş ve yedi kategorili maddeler için 0,6 ile 0,9 arasında değişkenlik göstermiştir; ancak değerlerin ondalık kesir kısımlarında farklılık mevcuttur. Beş ve yedi kategorili maddelerin güvenirlik değerleri birbirine daha yakındır. Yapılan Kruskal Wallis analizi sonucu üç ayrı yanıt kategorisi için değerler birbirinden anlamlı düzeyde farklı değildir [$X^2(2)=2.138, p>.05$]. ATM'de güvenirlik üzerinde madde sayısı ve maddenin sahip olduğu kategori artışının etkili olduğu tespit edilmiştir. Örnekleme artışı katsayıda belirgin bir artış ya da azalışa işaret etmemiş; değerler birbirine yakın olarak kestirilmiştir. Normal ve -0.5 düzeyinde çarpık dağılım bulgularına kıyasla güvenirliklerin düşük olması kestirimler üzerinde dağılım şeklinin etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

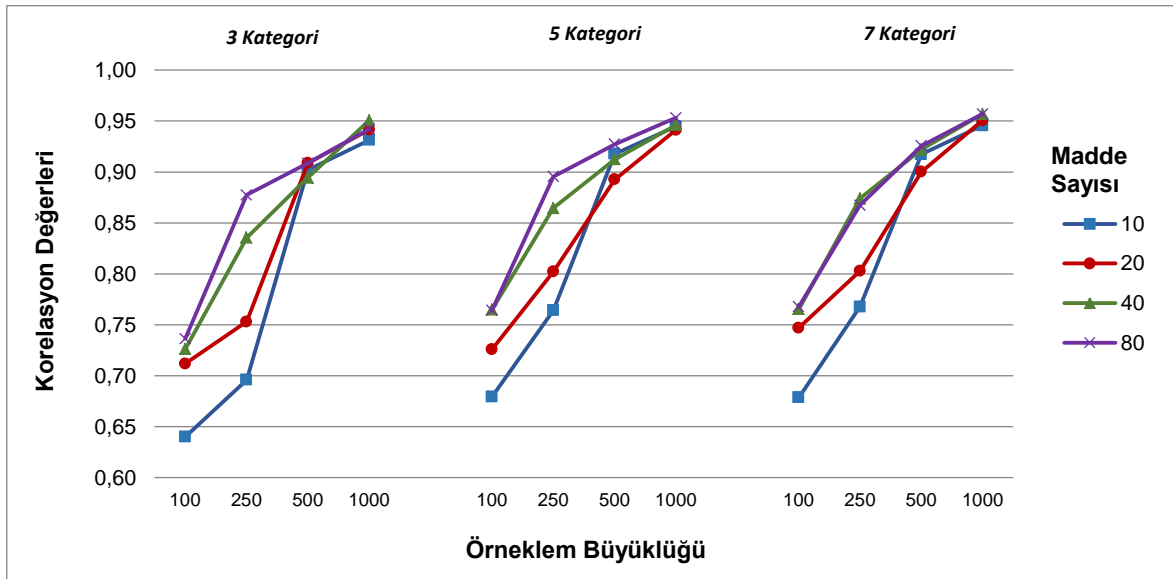
Çizelge 4.12 MHM ile kestirilen güvenirlik değerleri açısından incelendiğinde üç kategorili yanıtlanan maddeler için 0,6 ile 0,9; beş ve yedi kategorili maddeler için 0,7 ile 0,9 arasında değişen değerler elde almıştır. ATM'de olduğu gibi beş ve yedi kategorili madde bulguları birbirine daha yakındır. Yapılan Kruskal Wallis analizi sonucu üç, beş, yedi kategori yanıtlanan maddelerin değerleri birbirinden anlamlı

düzeyde farklı değildir [$\chi^2 (2) = .902, p > .05$]. Buradan yola çıkarak değerler üzerine kategori artışının büyük bir etkiye sahip olmadığı söylenebilir. Madde sayısı değişiminin ise değerler üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Örneklem artışı açısından değerlendirildiğinde güvenilirlik üzerinde belirgin bir etki tespit edilmemiştir. Değerlerin normal ve -0.5 düzeyinde çarpık dağılıma nazaran az olması -1.0 düzeyinde çarpık dağılımda daha hatalı kestirim yapıldığı şeklinde ifade edilebilir.

İki model bulguları birlikte incelendiğinde MHM güvenilirlik değerlerinin ATM'ye göre daha yüksek kestirildiği görülmektedir. Yapılan Mann Whitney U testi sonuçlarına iki modelden elde edilen güvenilirlik kestirimleri arasındaki fark anlamlı değildir {üç kategorili maddeler için ($U=108; p > .05$); beş kategorili maddeler için ($U=79,5; p > .05$); yedi kategorili maddeler için ($U=80; p > .05$)}. İki model arasında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da fark olmasının nedeni ATM'nin daha sıkı kurallarla kestirim yapması; MHM'nin daha esnek olması nedeniyle hataları daha fazla tolere etmesine dayalı olabilir (Sijtsma vd, 2008).

4.3.3. Gerçek İle Kestirilen Parametreler Arasındaki Korelasyon Değerlerine İlişkin Bulgular

Çarpık dağılım koşullarında parametrelerinin korelasyonlarına ait çizelge Ek 8'de sunulmuştur. Üç, beş ve yedi kategorili madde parametrelerinin korelasyonlarına ait bulgular 4.33'te görselleştirilmiştir.

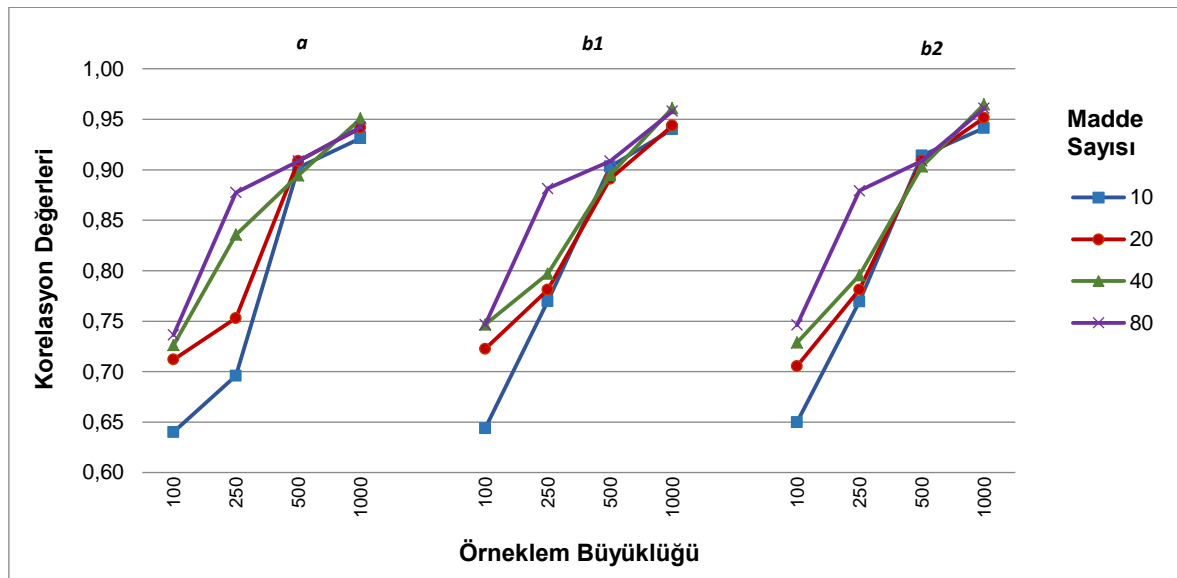


Şekil 4.33. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Gerçek Parametreler ile korelasyon değerleri

Üç kategorili maddeler olduğu koşulda ayırıcılık parametrelerine ait en düşük ilişki 0,64 olarak 10 madde ve 100 birey olduğunda gözlenmiştir. Değerler 0,64 ile 0,94 arasında değişmiştir. Örneklem arttıkça ilişki de artmıştır. Beş kategorili maddeler olduğu durumda ayırıcılık parametrelerine ait en düşük ilişki 0,68 olarak 10 madde ve 100 birey olduğunda gözlenmiştir. Değerler 0,68 ile 0,95 arasındadır. Örneklem arttıkça ilişki düzeyi de yükselmiştir. Yedi kategorili maddeler olduğu koşulda ise ayırıcılık parametrelerine ait tüm ilişki değerleri beş kategorili koşulla benzer şekilde en düşük 0,68, en yüksek 0,956 değerini aldığı tespit edilmiştir. Her üç koşul için de örneklem artışı ilişkide anlamlı fark yaratmıştır. Üç kategorili maddelerde en az 500 örnekleme gidildiğinde madde sayısı etkisi azalmış ve sonuçlar benzerlik göstermiştir. Beş kategorili maddeler olduğunda da 500 örnekleme korelasyonların birbirine yaklaştığı görülmüştür. Yedi kategorili maddelerde 500 ve üzerinde ilişki bire yakın ve kararlı bir yapı sergilemiştir.

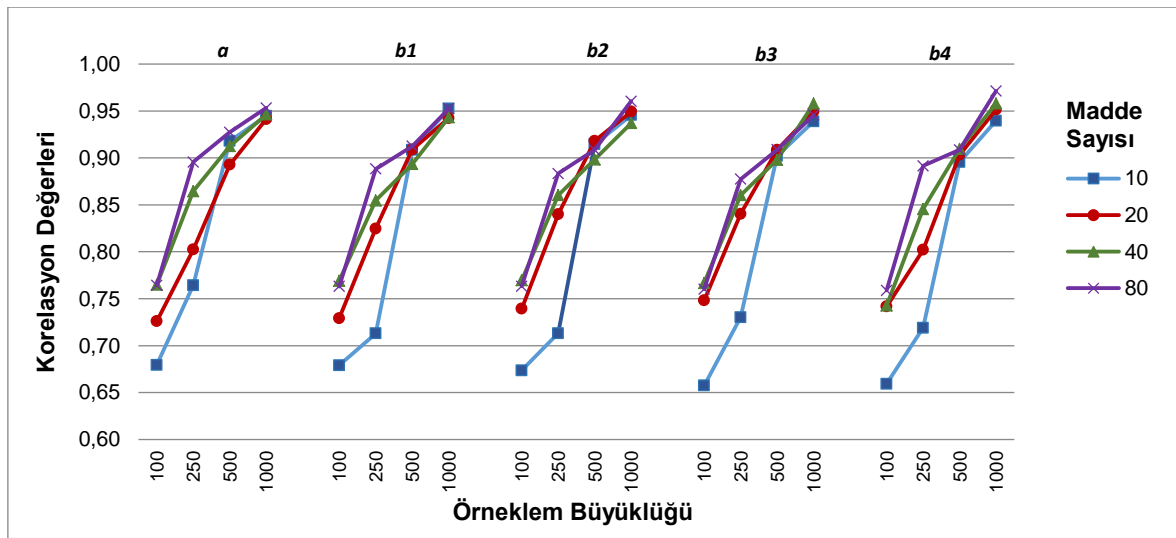
Madde sayısı artışı genel olarak üç, beş, yedi kategorili yanıtlanan maddelerde ilişkide artmaya işaret etmiş; bu artış en fazla üç kategorili maddelerde gözlenmiştir. Üç kategorili yanıtlanan maddelerde 40 ve 80 madde olduğu koşullar üç, beş ve yedi kategorili maddeler için benzer şekilde elde edilmiştir.

Üç kategorili verilerin a ve b parametrelerine ait bulgular Şekil 4.34'te özetlenmiştir.



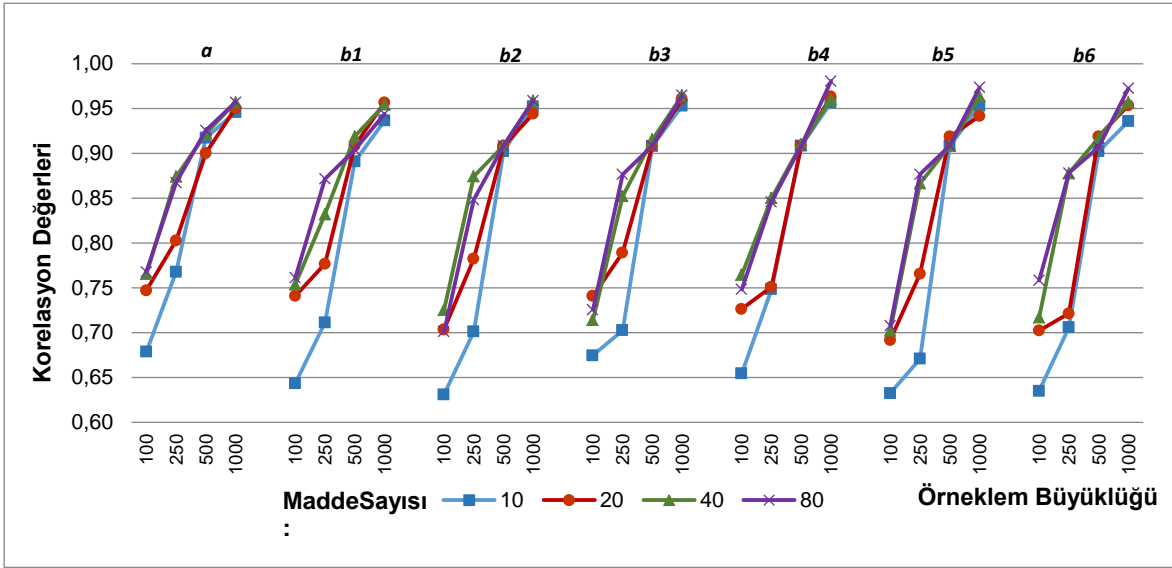
Şekil 4.34. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler

Üç kategorili yanıtlanan maddeler olduğu koşulda a parametresi örneklem ve madde artışından b parametreleriyle benzer şekilde etkilenmiştir. b parametreleri 0,64 ile 0,96 arasında değer almıştır. Genel olarak madde sayısı artışı ve örneklem artması ilişkide yükselmeye işaret etmiştir. Madde sayısı 10 iken ilişki örneklem artışından daha fazla etkilenirken, 20 ve üzerinde madde olduğunda ilişkide daha kararlı yapı sergilenmiştir. Korelasyon ortalaması örneklem en az 500, olduğunda yüksek düzeyde elde edilmiştir. Örneklem 1000 olduğunda ise değerler birbirine ve 1'e yakındır. Beş kategorili verilerin a ve b parametrelerine ait bulgular Şekil 4.35'te grafiklerle verilmiştir.



Şekil 4.35. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler

Beş kategorili maddeler olduğu koşulda a parametresi örneklem ve madde artışından b parametreleriyle benzer şekilde etkilenmiştir. a parametresi 0,68 ile 0,95 arasında değişen değerler almıştır. b parametrelerinde 0,68 ile 0,97 arasında değerler gözlenmiştir. Genel olarak madde sayısı artışı ve örneklem artması ilişkide yükselmeye işaret etmiştir. En düşük değerler az maddeli ve az örneklem olduğu koşullarda gözlenmiştir. Özellikle 10 madde olan koşullarda ilişki diğer madde koşullarına göre daha fazla değişkenlik göstermiştir. 40 ve 80 maddeli koşullar paralel bulgular vermiştir. 500 ve 1000 örneklem büyüklüğünde 10 maddeli koşulların en az 0,96 düzeyinde ilişki vermesi az sayıda madde ile örneklem artırıldığında daha yüksek ilişki parametre elde edildiği şeklinde yorumlanabilir. Buradan yola çıkarak madde sayısı az olduğu durumda örneklem sayısı artırılarak gerçek parametrelerle daha yüksek ilişkili kestirim yapılabilir.



Şekil 4.36. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin a ve b Parametrelerinin Korelasyon Değerlerine Ait Grafikler

Yedi kategorili yanıtlanan maddelerin verilerin a ve b parametrelerine ait bulgular Şekil 4.36'da grafikte verilmiştir. Diğer kategori düzeyleriyle benzer olarak yedi kategorili maddeler olduğu koşulda a parametresi örneklem ve madde artışından b parametrelerine göre benzer şekilde etkilenmiştir. b parametreleri 0,63 ile 0,97 arasında değer almıştır. En düşük ilişki az örneklem olan koşulda elde edilmiştir. Genel olarak örneklemin artması ilişkide yükselmeye işaret etmiştir. En belirgin artış 250'den 500 örneklem çıktığında gözlenmiştir. b parametrelerinin ilişki değerleri beş kategorili maddelerle benzer niteliktedir. 500 ve 1000 örneklem büyüklüğünde mükemmel yakın ilişki değerleri elde edilmiştir. Benzer bulgu Lautenschlager, Meade ve Kim (2006)'in çalışmalarında da gözlenmiştir.

Madde sayısı artışı da ilişki düzeyi üzerinde etkili olmuştur. En düşük ilişki 10 madde olduğu koşulda elde edilmiştir. Madde sayısı arttıkça ilişkinin yükseldiği gözlenmektedir. 10 madde olan koşulda 250 ve daha az örnekleme korelasyon değerleri 0,7 civarındadır. Örneklem 500 ve üzerindeki ilişki düzeyi yükselmiştir. 20 ve üzerinde madde olduğu koşullarda 250 örneklem düzeyinin üzerinde yüksek düzeyde ilişkinin kestirildiği görülmektedir. Genel olarak 40 ve 80 maddeli koşullar benzer bulgular vermiştir.

4.3.4. Madde Parametrelerine İlişkin Bulgular

ATM modeliyle her madde için bir ayırıcılık parametresi, b parametreleri kestirilmiş ve Çizelge 4.13'te sunulmuştur.

Çizelge 4.13: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM Parametrelerinin Ortalama Değerleri

Kategori	Madde	Örneklem	a	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆
3	10	100	3,682	-6,578	-7,733				
		250	1,185	-5,141	-2,171				
		500	1,168	-4,625	-2,569				
		1000	1,116	-4,254	-2,235				
	20	100	3,306	-5,418	-2,379				
		250	1,469	-3,938	-2,458				
		500	1,247	-5,229	-2,336				
		1000	1,165	-4,291	-2,309				
	40	100	3,356	-5,050	-2,218				
		250	1,409	-4,503	-2,463				
		500	1,170	-4,704	-2,525				
		1000	1,114	-4,426	-2,379				
80	100	3,479	-4,289	-2,413					
	250	1,400	-4,605	-2,541					
	500	1,177	-4,710	-2,711					
	1000	1,112	-4,382	-2,344					
5	10	100	1,684	-1,894	-2,213	-1,102	-0,400		
		250	1,724	-2,254	-1,730	-1,119	-0,411		
		500	1,635	-2,271	-1,822	-1,135	-0,475		
		1000	1,707	-2,258	-1,799	-1,166	-0,447		
	20	100	1,390	-3,586	-3,582	-3,254	-1,480		
		250	1,295	-4,097	-3,854	-3,201	-1,916		
		500	1,150	-3,749	-4,628	-2,941	-1,822		
		1000	1,580	-0,909	-0,373	0,331	1,081		
	40	100	1,656	-3,329	-4,328	-4,259	-3,384		
		250	1,083	-5,067	-4,294	-3,232	-2,011		
		500	1,091	-4,969	-4,435	-3,174	-1,955		
		1000	1,118	-4,681	-4,148	-2,900	-1,857		
80	100	1,312	-4,051	-5,863	-2,245	-4,130			
	250	1,079	-4,577	-5,421	-3,551	-2,182			
	500	1,092	-4,878	-4,061	-2,786	-2,306			
	1000	1,076	-4,899	-4,161	-2,873	-1,950			
7	10	100	0,984	0,825	-6,079	0,420	-5,063	-4,295	-3,277
		250	1,224	-4,612	-4,706	-3,450	-2,967	-2,325	-1,713
		500	1,209	-5,879	-4,422	-3,587	-2,969	-2,429	-1,843
		1000	1,223	-5,238	-4,004	-3,316	-2,736	-2,208	-1,723
	20	100	1,150	-1,413	-7,036	-3,279	-3,462	-4,020	-1,742
		250	1,120	-3,944	-5,942	-5,059	-3,089	-2,482	-1,897
		500	1,281	-5,451	-3,898	-3,167	-3,770	-2,321	-1,783
		1000	1,120	-5,134	-3,989	-4,222	-2,863	-2,276	-1,751
	40	100	1,041	-2,940	-7,221	-4,777	-5,407	-3,493	-2,193
		250	1,070	-5,048	-6,006	-3,777	-3,588	-2,618	-1,931
		500	1,069	-4,355	-4,067	-5,034	-3,171	0,658	1,064
		1000	1,612	-2,564	-2,102	-1,640	-1,205	-0,761	-0,351
80	100	1,141	0,330	-2,231	-2,902	-2,254	-0,249	0,208	
	250	1,059	-4,125	-5,862	-4,508	-3,589	-2,597	-1,837	
	500	1,086	-4,699	-5,186	-3,799	-3,343	-2,536	-1,797	
	1000	1,077	-4,530	-4,783	-3,717	-3,017	-2,373	-1,670	

Çizelge 4.13'te verilen ATM kestirimleri incelendiğinde üç yanıt kategorili maddelerde *a* parametresinin kestirimlerinde en yüksek 3,6, en küçük 1,1 değeri kestirilmiştir. Gerçek parametre 1,6403 iken kestirilen parametrelerin bu değerleri alması -1.0 düzeyinde çarpık dağılımda parametre iyiliğinin diğer iki dağılım özelliğine göre daha düşük olduğu söylenebilir. *b* parametreleri ise -7,7 ile -2,2 arasında değişkenlik göstermiştir. Normal ve -0.5 çarpık dağılımdan farklı olarak değerlerin tümü pozitif olarak kestirilmiştir.

Beş kategorili maddelerde *a* parametreleri 1,72 ile 1,07 arasında değişmektedir. Bu değerler gerçek değer olan 1,6403'e üç parametrelili madde kestirimine nazaran daha yakındır. *b* parametreleri ise -0,3 ile -5,8 arasında değişmiştir. Bu değerlerin üç parametrelili kestirime göre ranjı daha dar ve gerçek değerlere daha yakındır. Normal ve -0.5 düzeyinde çarpık dağılımdan farklı olarak değerlerin tümü pozitif olarak kestirilmiştir.

Yedi kategorili maddelerde *a* parametreleri 0,98 ile 1,07 arasında değişmektedir. Bu değerler beş parametrelili bulgularla paralellik göstermektedir. *b* parametreleri ise -0,35 ile -6,0 arasında değişmiştir. Normal ve çarpık dağılımdan farklı olarak değerlerin tümü pozitif olarak kestirilmiştir.

Madde parametreleri üç, beş ve yedi yanıt kategorili maddelerde *a* parametrelerin Kruskal Wallis testi ile incelenmesi sonucunda istatistiksel olarak farklı oldukları [$X^2(2)=6,57, p<.05$]; bu farkın da sadece üç ve yedi kategorili madde parametreleri arasında olduğu görülmektedir. *b* parametrelerinin sayısı her durum için değiştiği için fark analizi *a* parametreleri için yapılmıştır.

Üç, beş ve yedi kategorili parametrelerin tamamında *a* parametresi için genel eğilim düşük örneklem büyüklüğünde daha büyük kestirim yapılmış olmasıdır. *b* parametreleri için araştırma koşulları dahilinde belirgin bir artış ya da azalış şeklinde örüntü görülmemektedir. Normal ve -0.5 düzeyinde çarpık dağılımdaki örneklem, madde sayısı ve madde kategorisi artışıyla parametrelerdeki genel azalma örüntüsü -1.0 düzeyinde çarpık dağılımda bir genellemeye götürecektir belirginlikte değildir.

MHM ile kestirimle her madde için bir *H* ölçeklenebilirlik katsayısı, *P* güçlük değeri kestirilmiştir ve Ek 8'de sunulmuştur.

Çizelge 4.14: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda MHM Parametrelerinin Ortalama Değerleri

Kategori	Madde	Örneklem	X	H	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
3	10	100	2,785	0,169	0,961	0,824				
		250	2,816	0,182	0,967	0,850				
		500	2,827	0,181	0,967	0,859				
		1000	2,816	0,182	0,964	0,852				
	20	100	2,814	0,207	0,969	0,846				
		250	2,812	0,194	0,964	0,849				
		500	2,821	0,194	0,967	0,854				
		1000	2,815	0,179	0,965	0,851				
	40	100	2,970	0,230	0,990	0,980				
		250	2,980	0,180	0,990	0,976				
		500	2,980	0,170	0,980	0,984				
		1000	2,980	0,172	0,999	0,984				
80	100	2,797	0,220	0,727	0,839					
	250	2,812	0,184	0,879	0,853					
	500	2,811	0,184	0,903	0,851					
	1000	2,809	0,180	0,959	0,850					
5	10	100	4,164	0,182	0,933	0,866	0,757			
		250	4,665	0,186	0,978	0,957	0,915			
		500	4,696	0,159	0,981	0,968	0,920			
		1000	4,659	0,156	0,980	0,960	0,908			
	20	100	4,646	0,213	0,964	0,912	0,907			
		250	4,663	0,166	0,934	0,959	0,914			
		500	4,680	0,168	0,935	0,963	0,919			
		1000	4,669	0,153	0,980	0,962	0,914			
	40	100	4,650	0,190	0,990	0,950	0,890			
		250	4,710	0,160	0,990	0,972	0,912			
		500	4,760	0,149	0,998	0,986	0,930			
		1000	4,740	0,160	0,998	0,979	0,926			
80	100	4,647	0,165	0,673	0,855	0,893				
	250	4,660	0,137	0,829	0,921	0,908				
	500	4,666	0,164	0,886	0,944	0,908				
	1000	4,660	0,170	0,943	0,943	0,906				
7	10	100	5,753	0,191	0,947	0,909	0,838	0,766	0,689	0,604
		250	5,818	0,178	0,941	0,909	0,850	0,790	0,708	0,621
		500	5,791	0,162	0,941	0,901	0,841	0,781	0,704	0,621
		1000	5,788	0,164	0,903	0,839	0,779	0,704	0,620	0,621
	20	100	5,748	0,211	0,934	0,892	0,843	0,777	0,698	0,606
		250	5,770	0,190	0,938	0,899	0,847	0,782	0,698	0,606
		500	5,793	0,141	0,941	0,901	0,848	0,783	0,705	0,615
		1000	5,802	0,152	0,939	0,901	0,847	0,782	0,708	0,625
	40	100	5,739	0,162	0,849	0,851	0,842	0,774	0,691	0,597
		250	5,751	0,160	0,930	0,894	0,846	0,780	0,699	0,603
		500	5,769	0,149	0,932	0,897	0,847	0,785	0,703	0,605
		1000	5,765	0,155	0,934	0,898	0,846	0,782	0,699	0,606
80	100	5,731	0,214	0,896	0,879	0,841	0,778	0,700	0,593	
	250	5,748	0,164	0,932	0,896	0,847	0,779	0,698	0,596	
	500	5,782	0,163	0,934	0,899	0,851	0,789	0,708	0,602	
	1000	5,785	0,159	0,934	0,900	0,853	0,787	0,707	0,604	

Çizelge 4.14'te MHM üç kategorili yanıtlanan maddelerde H katsayısının kestirimlerinde en yüksek 0,23, en küçük 0,18 değeri kestirilmiştir. P değerleri ise 0,99 ile 0,82 arasında değişkenlik göstermiştir. Beş kategorili maddelerde H katsayıları 0,21 ile 0,14 arasında değişmektedir. P değerleri ise 0,99 ile 0,76

arasında değişmiştir. Yedi kategorili maddelerde H katsayıları 0,21 ile 0,15 arasında değişmektedir. P değerleri ise 0,95 ile 0,61 arasında değişmiştir.

Üç, beş ve yedi yanıt kategorili maddelerden kestirilen H katsayılarının Kruskal Wallis testi ile incelenmesi sonucunda istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu [$X^2(2)=30,06$, $p<.05$]; bu farkın da sadece üç ve yedi kategorili madde parametreleri arasında görüldüğü tespit edilmiştir ($U=0,00$, $p<.05$) . P'lerin sayısı kategori sayısı değiştikçe her durum için değiştii için fark analizi H katsayıları için yapılmıştır. Üç, beş ve yedi kategorili parametrelerin tamamında H parametresi ve P değerleri için araştırma koşulları dahilinde belirgin bir artış ya da azalış şeklinde örüntü görülmemektedir. Normal ve -0.5 düzeyinde çarpık dağılımdaki örneklem, madde sayısı ve madde kategorisi artışıyla parametrelerdeki genel azalma örüntüsü -1.0 düzeyinde çarpık dağılımda bir genellemeye götürecektir belirginlikte değildir.

ATM'den farklı olarak MHM'de madde ortalamaları da hesaplanmaktadır. Ortalamaların örneklem artışı, madde sayısı artışından etkilenmediği görülmektedir. Normal ve -0.5 düzeyinde çarpık dağılımla madde ortalamaları değerleri kıyaslandığında değerlerin -1.0 düzeyinde çarpık dağılımda arttığı görülmektedir. Maddelerin birbirine yakın olması üzerine ortalama üzerinde etkili olan tek faktörün kategori sayısı değişimi olduğu söylenebilir.

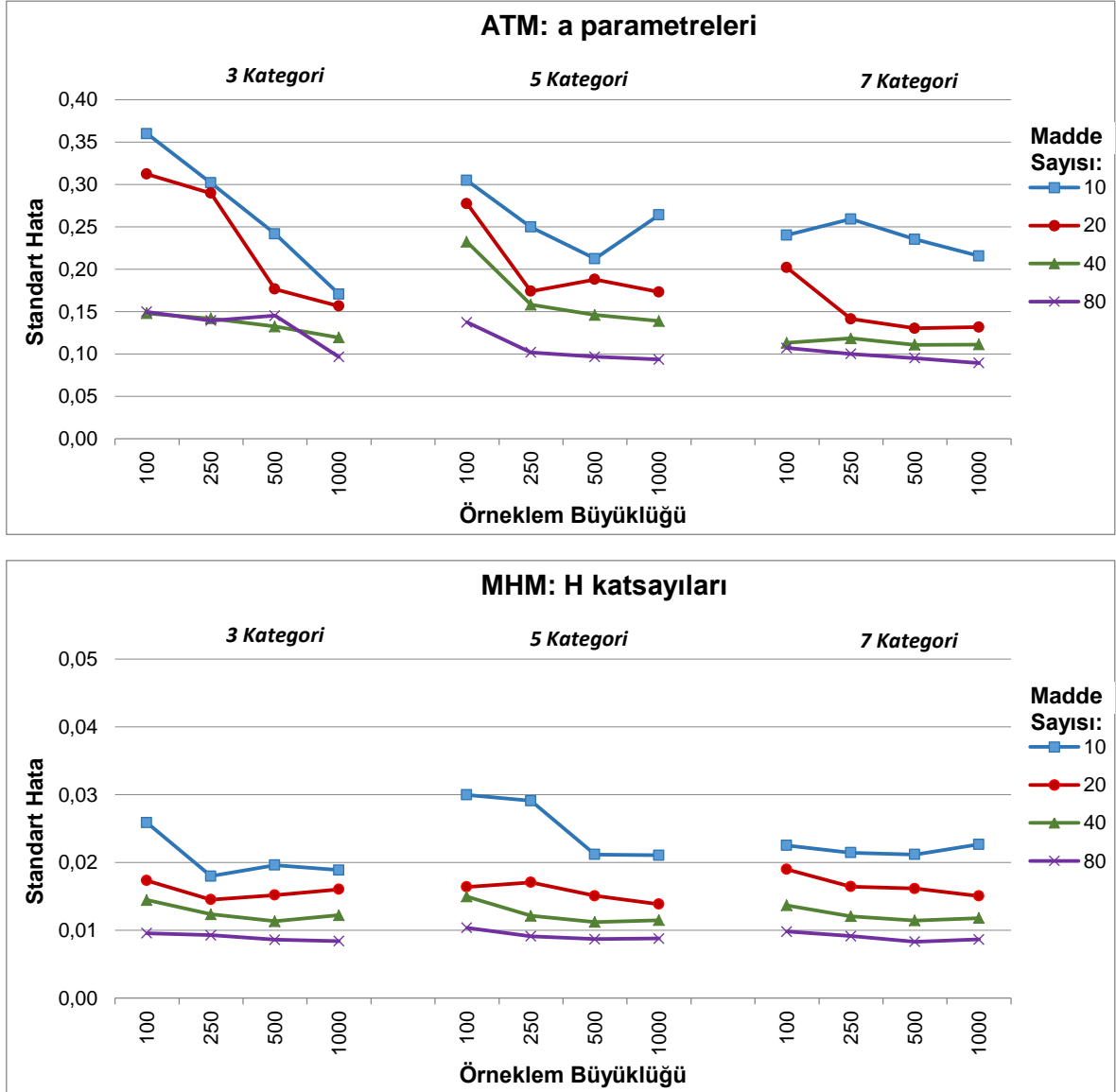
Çizelge 4.14'te güçlük (P) parametrelerinin ortalamaları incelendiğinde, üç kategorili maddelerde birinci güçlük değerlerinin ikincilerden büyük olduğu; Bu çalışmanın bağımsız değişkeni olan örneklem büyüklüğü ve madde sayısı değişiminin değerlerde belirgin bir değişime neden olmadığı gibi; aralarındaki farkın birbirine yakın olması bu faktörlerin parametre kestirimine etkisinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Beş kategorili maddelerde önce gelen güçlük değerlerinin kendinden sonra gelenlere göre daha büyük olmaları beklenen durumdur ve bu durum 4 güçlük değeri için de sağlanmıştır. Yedi kategorili maddelerde de altı güçlük değerlerinin sıralamaya uygun olarak kendinden sonra gelenden büyük olduğu görülmüştür (Sijtsma, 2006). Sonuçlar örneklem ve madde sayısı değişiminin güçlük değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Genel olarak ele alındığında hem ayırıcılık hem de eşik parametreleri tüm koşullarda birbirine yakın değerler almış, örneklem, madde sayısı, maddelerin kategori sayısından etkilenmemiştir.

4.3.5. Madde Parametrelerinin Hatalarına İlişkin Bulgular

Maddelerin hataları her iki model için standart hata, ATM için RMSE ve MHM için Guttman Hataları olarak incelenmiş ve sırasıyla sunulmuştur.

4.5.3.1. Standart Hatalara Ait Sonuçlar

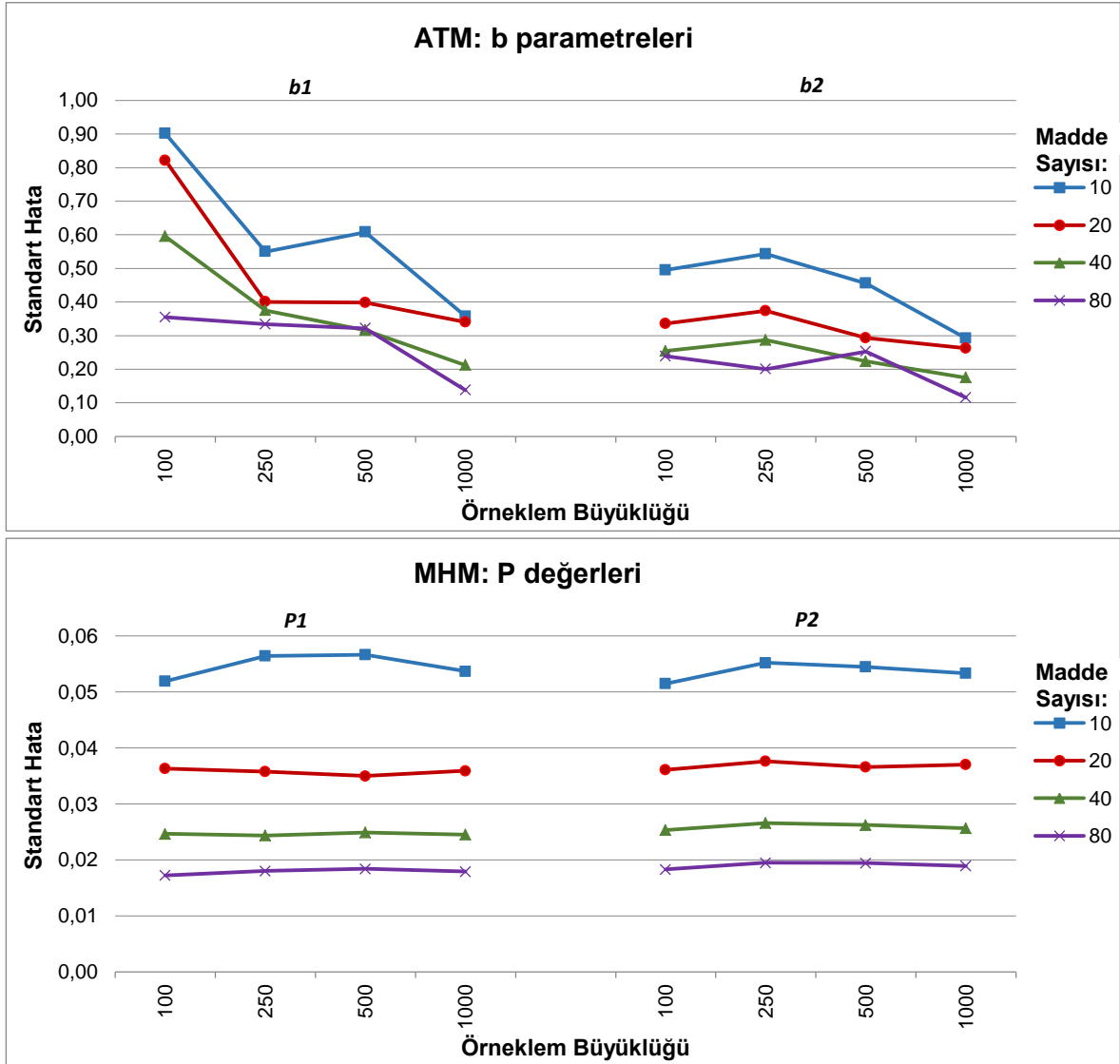
ATM ve MHM parametrelerinin standart hata bulguları Ek 8'de çizelgede verilmiştir. ATM'den elde edilen parametrelerinin hataları Şekil 4.37.'de grafiklerle sunulmuştur.



Şekil 4.37 Örneklem Dağılımı-1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda a Parametrelerinin Standart Hata Değerleri

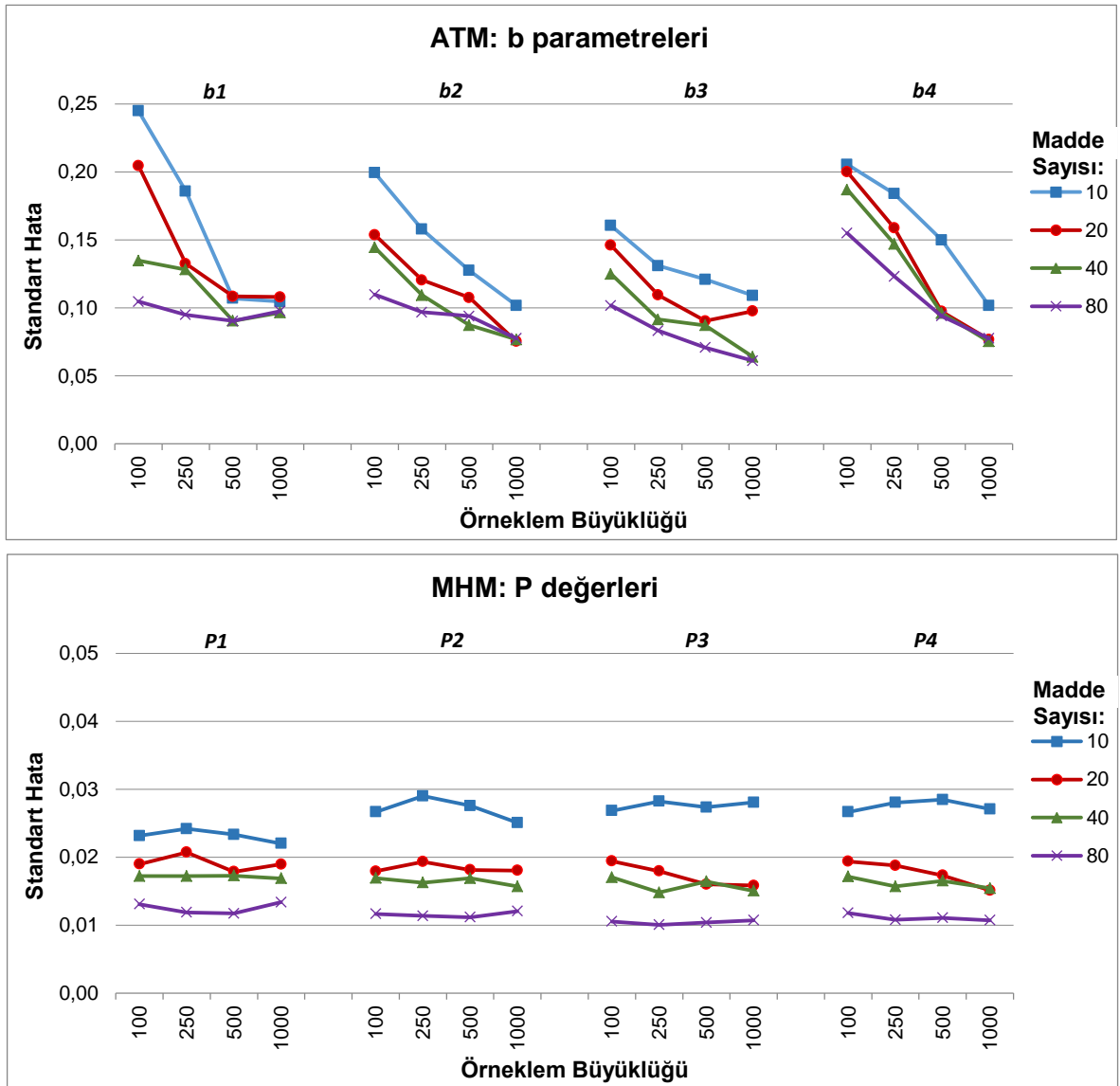
Şekil 4.37.'de görselleştirilen üç yanıt kategorili maddelerde a parametrelerinin standart hata değerlerine ilişkin bulgular incelendiğinde değerlerin 0,36 ile 0,10 arasında olduğu görülmektedir. MHM' den kestirilen H katsayılarının hataları ise

0,04 ile 0,01 arasındadır. Genel olarak örneklem arttığında beklentiye uygun olarak hata azalmıştır. Bu azalma düşük sayıda maddeli koşullarda daha belirgindir. Madde sayısı değişimi etkisi incelendiğinde en yüksek değerler 10 maddeli koşula aittir. Hatadaki azalma en belirgin olarak ATM'de 20 maddeden 40 maddeye; MHM'de 10 maddeden 20 maddeye çıkıldığında gözlenmiştir. 40 ve üzerinde hem hatalar birbirine yakın hem de değerleri daha düşüktür. Bu bulgudan hareketle madde sayısı artışı hata üzerinde örneklem artışından daha fazla etkili olmuştur yorumu yapılabilir. Beş yanıt kategorili maddelerin bulguları üç maddeli durumla paraleldir. Yedi kategorili maddelerde üç ve beş yanıt kategorili maddelerden farklı olarak ATM kestirimlerinde standart hata 10 maddeden 20'ye belirgin şekilde azalmıştır. ATM ve MHM ile üç yanıt kategorili maddelerin b parametrelerinin standart hata bulguları Şekil 4.38.'te grafikte sunulmuştur.



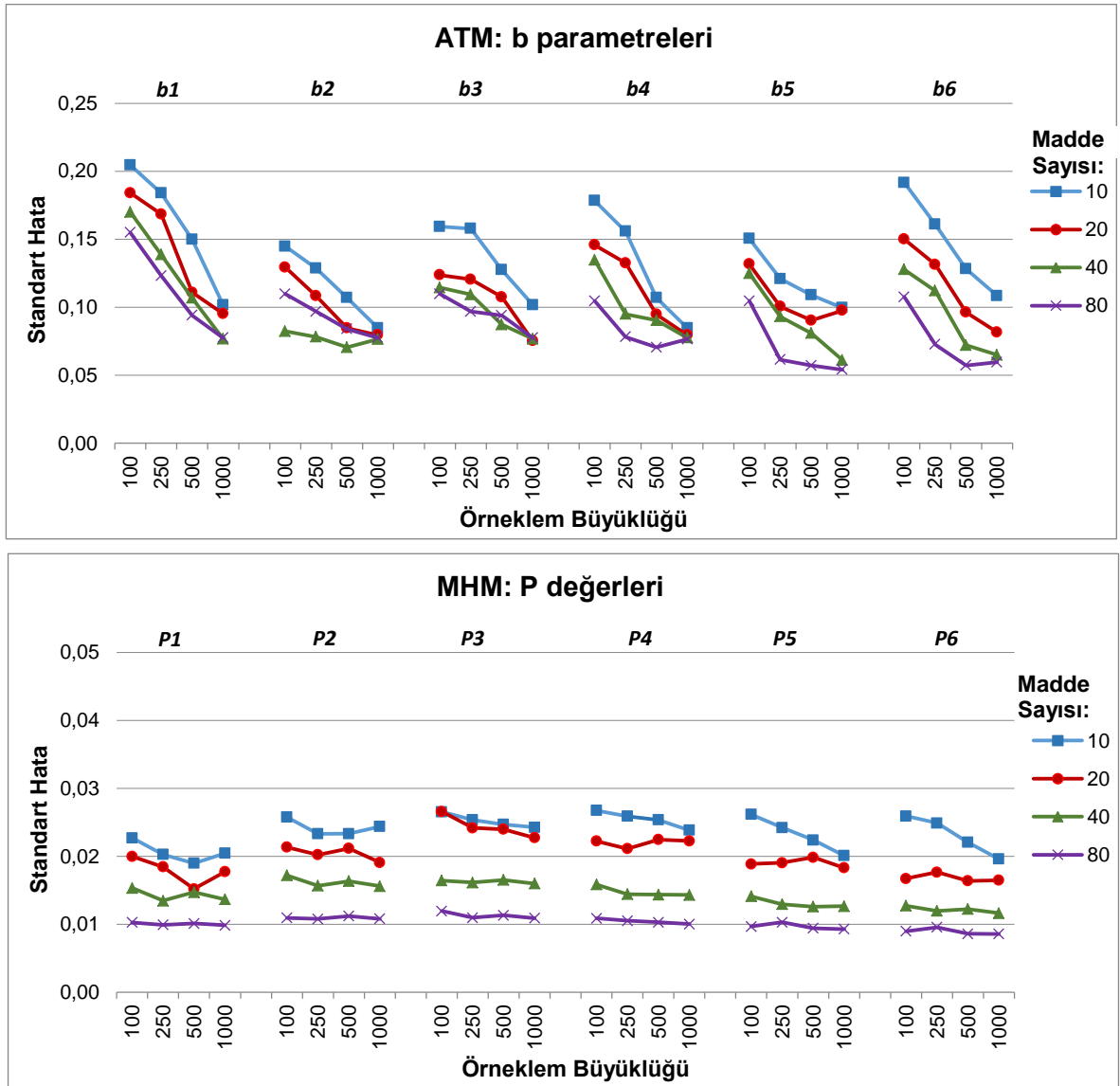
Şekil 4.38. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerin Standart hata değerleri

Şekil 4,38'da verilen ATM'den kestirilen b_1 parametresinin standart hataları 0,90 ile 0,14; b_2 'nin 0,50 ile 0,12 arasında değiştiği görülmektedir. MHM'de P_1 hatası 0,06 ile 0,02; P_2 'nin 0,06 ile 0,02 arasında olduğu gözlenmektedir. En yüksek hatalar 10 maddeli koşulda kestirilmiş; madde sayısı arttıkça hatada düşüş tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak madde sayısı artışı hata üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Örneklem sayısı artışı ATM kestirimlerinde standart hatada azalmaya işaret etmiştir. Bu durum az maddeli koşullarda daha belirgindir. MHM kestirimlerinde ise örneklem artışı hatada küçük bir azalmaya işaret etse de bu değişim ATM'deki kadar belirgin değildir. İki modele ait bulgular karşılaştırıldığında, MHM'nin en yüksek hata değerinin ATM'nin en düşük hata değerinin altında olması MHM kestirimlerinin daha hatasız olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.39. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Standart Hata Değerleri

Şekil 4.39'da verilen beş kategorili yanıt kategorili maddeler için bulgular incelendiğinde ATM için b parametrelerinin hatalarının 0,24 ile 0,07 arasında olduğu; küçük farklılıklar olsa da tüm b parametrelerinin standart hata değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. a parametresine göre görece daha düşük hataya sahiptir. Örneklem artışı normal dağılım koşullarında olduğu kadar düzenli olmada da genel olarak hatada azalmaya işaret etmiştir. Standart hata örneklem büyüklüğü değişimine göre madde sayısı değişiminden daha fazla çok fazla etkilenmiştir. Az madde sayısı olan durumlarda hata üzerinde örneklem artışı daha etkilidir. MHM'de hata değerleri 0,03 ile 0,01 arasında değişmektedir. ATM ile paralellik göstermekle birlikte görece değer olarak daha azdır. Bu durum daha az hatalı kestirim yapıldığına işaret etmektedir.



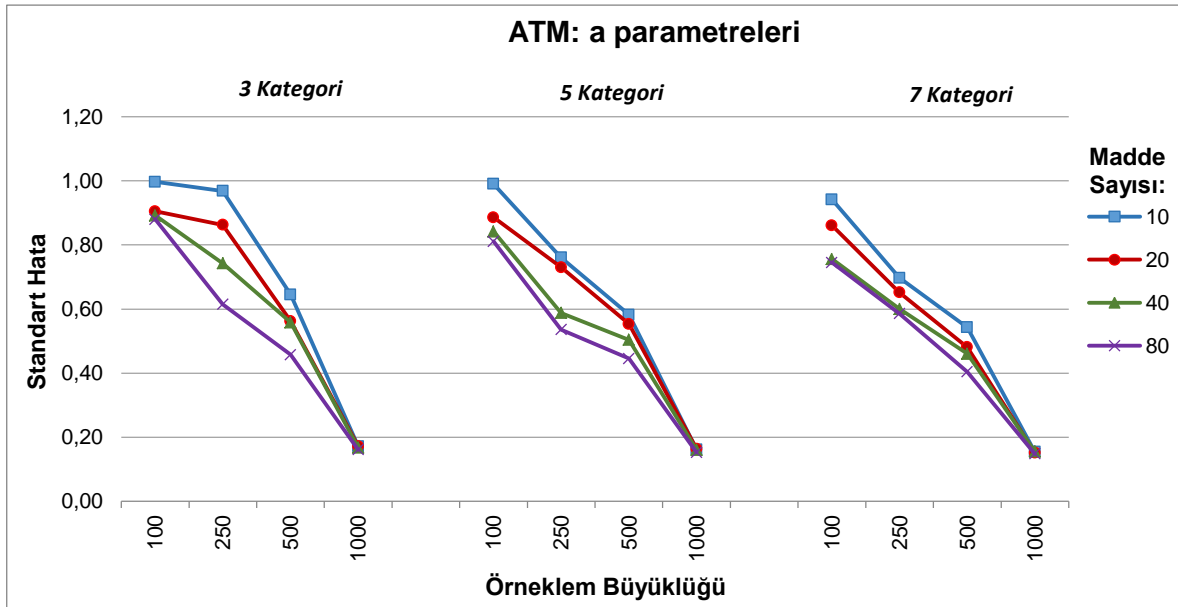
Şekil 4.40. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerin Standart Hata Değerleri

Yedi kategorili koşullarda üç ve beş kategorili maddelerle paralel bulgular elde edilmiştir. Beş kategorili maddelerde olduğu gibi b parametresi normal dağılım ve -0.5 düzeyinde çarpık dağılımlara kıyasla daha yüksek hata ile kestirilmiştir.. 10 madde olduğunda en yüksek hata 100 birey olduğunda kestirilmiştir. Hem örneklem sayısı hem de madde sayısı artışı hatada azalmaya işaret etmiştir. Yani hata değişimi büyük örneklemede daha az etkili ve daha çok maddeli testlerde daha az gözlenmektedir.

ATM'de kestirilen hatayla karşılaştırıldığında MHM kestirimlerdeki en yüksek hata parametrik model kestirimlerindeki neredeyse en düşük hataya denk gelmektedir. Yani ATM'de oldukça yüksek hatalı kestirim olduğu görülmektedir. Bu durum Molenaar ve Sijtsma (2002) MHM'nin ATM'nin genelleştirilmiş bir hali olduğu, MHM ile elde edilen kestirimlerin daha genel ATM sonuçlarının ise daha sıkı gereklilikleri karşılamak için daha ayrıntılı hata bilgisine somut örnek teşkil etmektedir.

4.3.5.2. RMSE'ye İlişkin bulgular

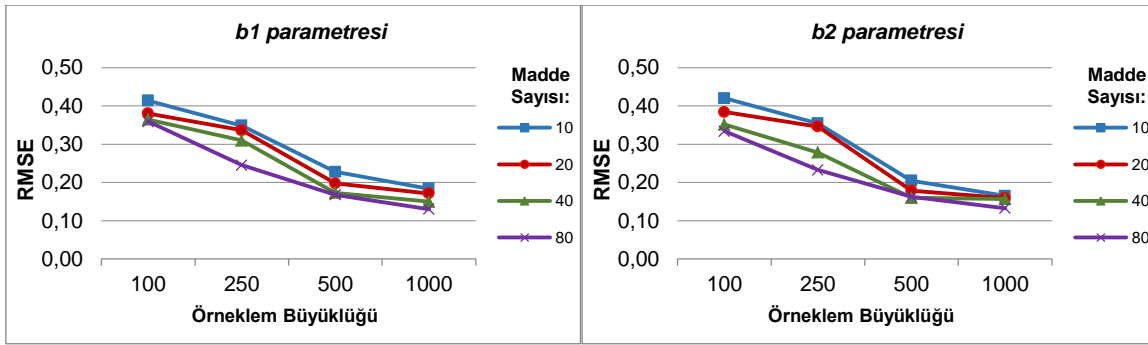
ATM ile elde edilen parametrelerin RMSE'ye ait bulguları Ek 8'de verilmiştir. Ayrıca şekil 4.41'te grafikte sunulmuştur.



Şekil 4.41. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda a Parametrelerin RMSE Değerleri

Şekil 4.41'de a parametresinin RMSE bulguları incelendiğinde, üç kategorili maddelerde değerlerin 0,99 ile 0,16; beş kategorili maddelerde 0,99 ile 0,15 ve

yedi kategorili maddelerde 0,94 ile 0,15 arasında değiştiği bulgusu elde edilmiştir. En hatalı kestirimlerin üç, beş ve yedi kategorili durumlarda da en yüksek değerin 10 madde ve 100 örneklem olduğu durumda kestirildiği görölmektedir. Örneklem düzeyi arttığında hatanın azaldığı görölmektedir. Bu azalma üç maddeli kestirimler için en fazla 250 örneklemden 500'e çıktığında meydana gelmiştir. Madde sayısı artışı genel olarak hatada azalmaya işaret etmektedir. 40 ve 80 maddeli 500 üzerinde örnekleme sahip koşulların yakın değerler vermesi 40 maddeden sonra daha kararlı bir yapı izlediği şeklinde ifade edilebilir. Üç kategorili maddelerin *b* parametrelerine ilişkin bulgular 4.42'da özetlenmiştir.

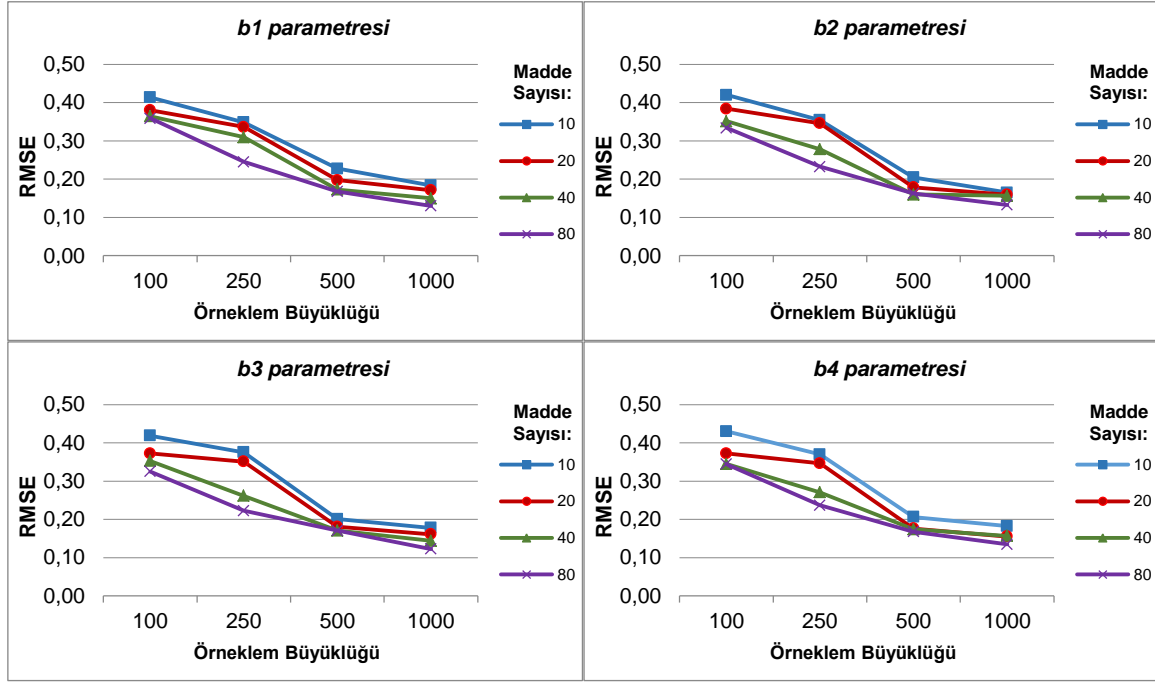


şekil 4.42. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin *b* Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler

şekil 4.42'da görselleştirilen parametrelerin RMSE incelendiğinde, üç kategorili maddelerde değerlerin 4,8 ile 1,2 olduğu görölmüştür. En yüksek hata 100 örnekleme ve 10 maddeli koşuldadır. En düşük değerlerinse 1000 örneklem ve 80 madde olduğu koşulda kestirildiği görölmektedir Genel eğilim örneklem artışı ve madde sayısı artışıyla azalma şeklinindedir.

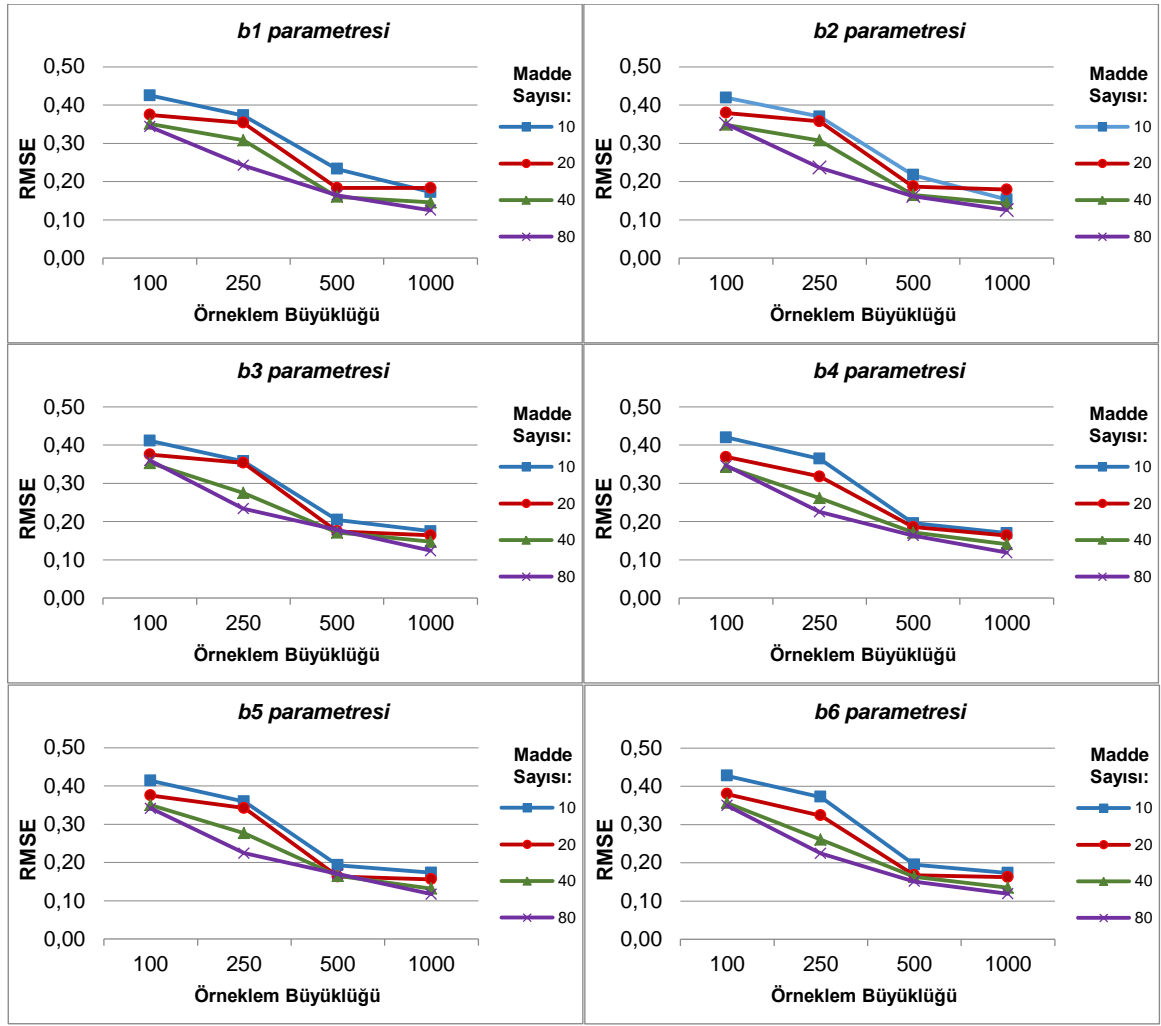
şekil 4.43'te beş kategorili yanıtlanan maddeler için verilen RMSE değerleri incelendiğinde beş kategorili maddelerin RMSE değerleri 4,6 ile 1,0 arasında değerlik gösterdiği görölmektedir. *b* parametreleri birbiriyle paralel bulgu vermiştir. *b* parametreleri için hatanın az örneklemde daha yüksek elde edilmesi Lautenschlagen vd, (2006) bulgularıyla paralellik göstermektedir. Üç kategorili maddelerde olduğu gibi genel eğilim yine örneklem ve madde sayısı artışıyla hatada azalma olarak gözlenmektedir. Örneklem büyüklüğu arttığça hata azalmıştır. Madde sayısı artışı da azamaya işaret etmektedir. 500 ve 1000 örneklem olduğunda hatadaki değerim daha azdır; yine 40 ve 80 madde olduğunda hata çok fazla değermemiştir. Yani 500 ve üzerinde; 40 madde ve daha üzerinde hataların birbirine yakınlığı, parametrelerin kararlı bir yapıda kestirildiğine

işaret etmektedir. Normal ve -0,5 düzeyinde çarpık dağılımlara göre hata düzeyi oldukça yüksektir. Yedi kategorili yanıtlanan maddelerin RMSE değerlerine ait bulgular Şekil 4.44'te grafiklerle görselleştirilmiştir.



Şekil 4.43. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler

Yedi kategorili yanıtlanan maddelerin b parametrelerinin RMSE değerlerinin ise 4,7 ile 0,99 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Üç ve beş kategorili maddelerde olduğu gibi genel olarak örneklem ve madde sayısı artışıyla hatada azalma meydana gelmiştir. 500 ve 1000 örneklem olduğunda hatadaki değişim oldukça azdır; yine 40 ve 80 madde olduğunda hata çok fazla değişmemiştir. Yani 500 ve üzerinde; 40 madde ve daha üzerinde hataların birbirine yakınlığı, parametrelerin kararlı bir yapıda kestirildiğine işaret etmektedir. Normal ve -0,5 düzeyinde çarpık dağılımlara göre hata düzeyi oldukça yüksektir.



Şekil 4.44. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin RMSE Değerlerine Hatalarına Ait Grafikler

4.3.5.3. Guttman Hatalarına İlişkin Bulgular

MHM ile kestirilen değerlerin Guttman Hatasına ait bulguları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Değerler incelendiğinde örneklem artışıyla hatada önemli ölçüde değişim meydana gelmediği görülmektedir. Değerler birbirine yakındır. Bu durum küçük örneklemde de büyük örneklemde benzer bulgular elde edildiğine işaret etmektedir. Diğer yandan bireyleri sıralayarak toplam puan (X+) üzerinden kestirim yapan MHM madde sayısı artışından doğrudan etkilenmektedir (Molenaar, 2002). Araştırmanın diğer bağımsız değişkeni maddenin yanıt kategorisinin etkisi incelendiğinde kategorisi sayısı arttıkça hatanın da arttığı gözlenmektedir. Guttman hesaplanması bireylerin kategorilerin seçiminde düşülen yanılığa dayalı hesaplanmaktadır (Sijtsma & Molenaar, 2002). Nitekim elde edilen bulgular da bu doğrultudadır ve en yüksek hata yedi kategorili maddelerdedir. MHM ile kestirilen

parametrelerin Guttman hataları, standart hata bulgularıyla paralel şekilde örneklem büyüklüğünden ziyade madde ve maddenin kategori sayısından daha fazla etkilenmiştir. Araştırmadaki farklı koşulların karşılaştırılabilirliği sağlamak adına hatanın madde sayısına bölünmesiyle farklı koşullar için değişim katsayısı hesaplandığında madde sayısı arttıkça hatanın azaldığı görülmüştür. Bu da Guttman hatasının temelde fazla madde sayısı olduğunda daha hatasız kestirim yaptığı veya hata değerinin düştüğü sonucuna varılabilir. Araştırmadaki farklı koşulların karşılaştırılabilirliği sağlamak adına koşullarda varyasyon katsayısı hesaplandığında madde sayısı arttıkça değerin azaldığı görülmüştür.

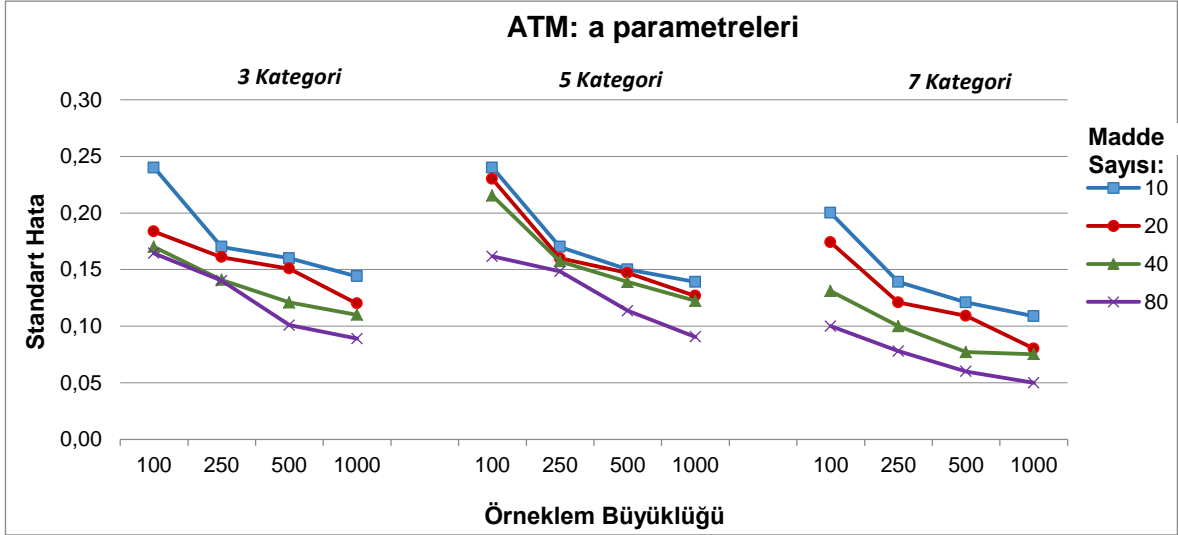
Çizelge 4.15: Örneklem Dağılım -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Guttman Değerlerine Ait Bulgular

Madde	Birey	3Kategori			5 Kategori			7Kategori		
		X	ss	K	X	ss	K	X	ss	K
10	100	5,67	7,75	136,7	37,85	33,62	88,8	48,03	58,77	122,4
	250	5,12	7,18	140,2	39,23	35,69	91,0	48,2	58,36	121,1
	500	4,39	6,73	153,3	39,37	37,41	95,0	43,92	57,24	130,3
	1000	4,78	6,51	136,2	39,7	36,31	91,5	48,73	61,9	127,0
20	100	16,5	17,9	108,5	80,73	86,02	106,6	202,69	191,51	94,5
	250	20,12	22,73	113,0	87,51	90,18	103,1	178,78	178,53	99,9
	500	17,48	20,43	116,9	82,02	84,79	103,4	186,94	187,42	100,3
	1000	19,27	22,13	114,8	84,79	89,81	105,9	196,1	196,46	100,2
40	100	80,99	79,22	97,8	339,07	329,78	97,3	827,43	725,1	87,6
	250	88,56	81,73	92,3	370,24	335,2	90,5	789,42	676,85	85,7
	500	85,73	76,8	89,6	348,19	313,32	90,0	807,04	690,69	85,6
	1000	88,14	77,61	88,1	355,17	321,53	90,5	827,43	725,1	87,6
80	100	316,98	254,09	29,8	1403,48	1159,82	82,6	3015,77	2723,41	90,3
	250	325,47	265,95	81,7	1423,69	1212,37	85,2	3068,87	2430,93	79,2
	500	325,9	256,32	78,6	1400,03	1229,21	87,8	3080,07	2559,72	83,1
	1000	334,25	273,89	81,9	1419,67	1237,02	87,1	3166,98	2663,72	84,1

*X:ortalama, ss:standart sapma, K:Değişim Katsayısı

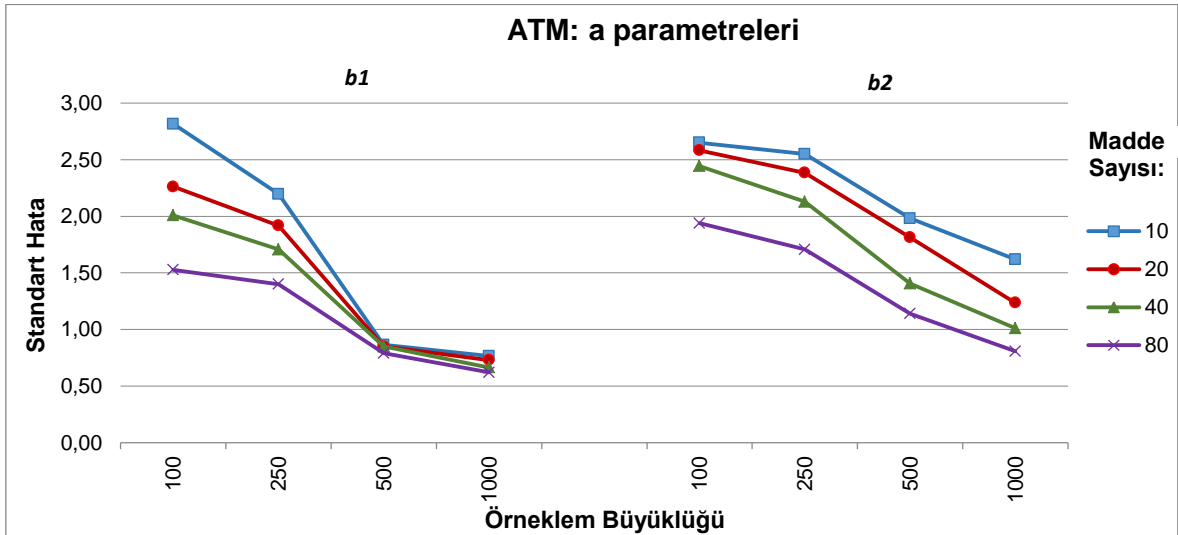
4.3.6. Parametrelerin Yanlılık Değerlerine Ait Bulgular

ATM'den elde edilen a parametrelerinin yanlılık değerleri Ek 8'de verilmiş, ayrıca Şekil 4.45'ten itibaren grafikte sunulmuştur. Şekil 4.45 incelendiğinde üç kategorili maddelerin yanlılık değerlerin 0,24 ile 0,10 arasında; beş kategorili maddelerde 0,24 ile 0,10; yedi kategorili maddelerde ise 0,20 ile 0,05 arasında değiştiği gözlenmiştir. En yüksek yanlılık değerleri 10 madde ve 100 örneklem koşulunda kestirilmiş, Örneklem sayısı ve madde sayısı artışı mutlak değerce yanlılıkta azalmaya işaret etmektedir. Üç ve beş kategorili maddelerin yanlılıkları birbirine daha yakın değerler alırken yedi kategorili maddelerin 40 ve 80 maddeli koşulları görece diğer iki kategori grubuna göre az yanlı kestirilmiştir. Bu farklılıktan kategori sayısı değişiminin de yanlılık kestiriminde etkili olduğu görülmektedir.



Şekil 4.45. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda a Parametrelerinin Yanlılık Değerleri

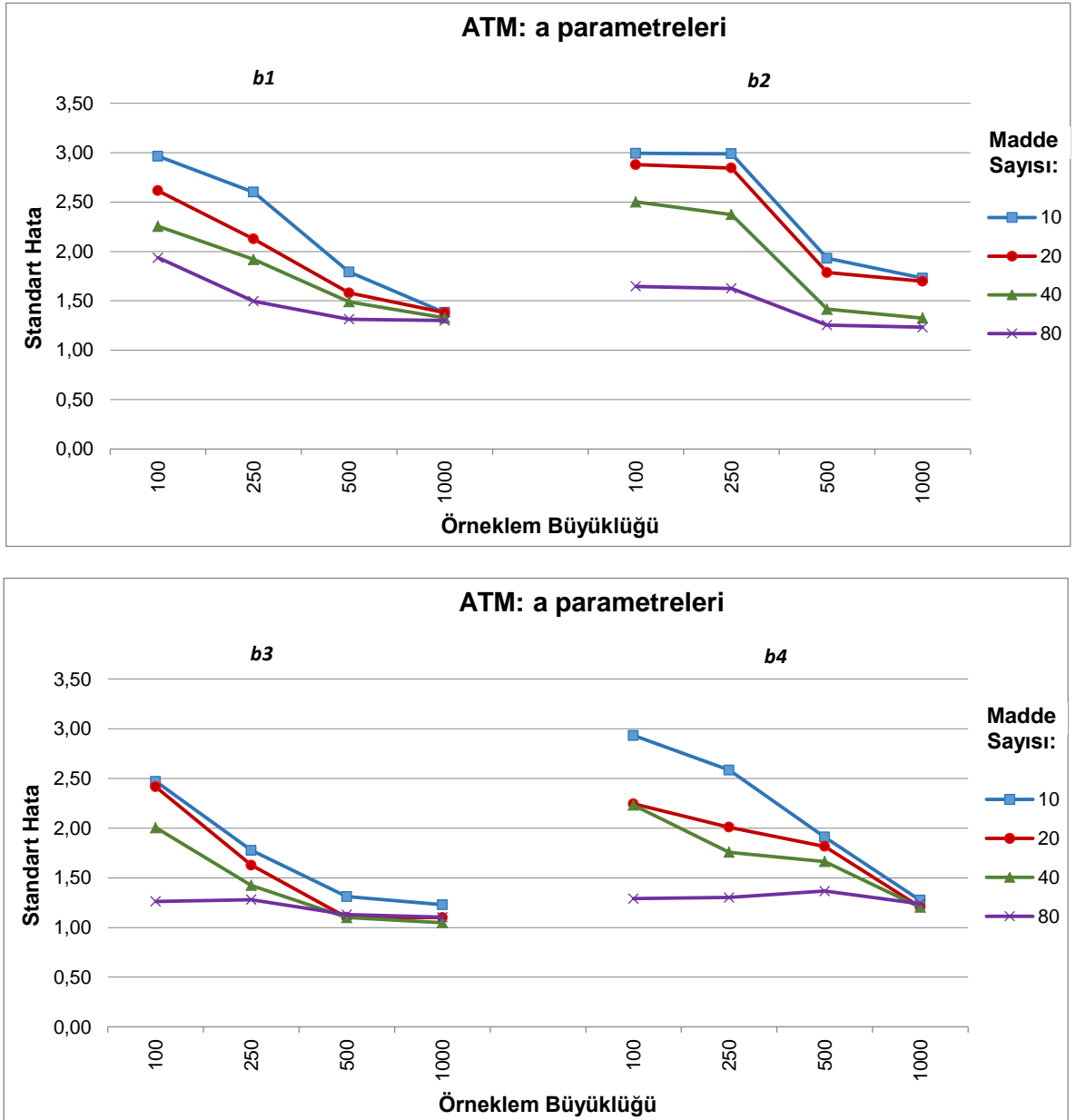
Şekil 4.46 incelendiğinde üç kategorili maddelerin b parametrelerinin yanlılık değerleri b_1 için 2,8 ile 0,62, b_2 için 2,6 ile 0,08 arasında olduğu gözlenmektedir. En yüksek yanlılık değerleri 10 madde ve 100 örneklem koşulunda kestirilmiştir, Örneklem sayısı ve madde sayısı artışı mutlak değerce yanlılıkta azalmaya işaret etmektedir. Normal ve -0.5 düzeyinde çarpık dağılımdan farklı olarak yanlılıkların oldukça yüksek kestirilmesi dağılım şeklinin parametre kestirimi üzerinde etkili olduğu yorumu yapılabilir.



Şekil 4.46. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Üç Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerleri

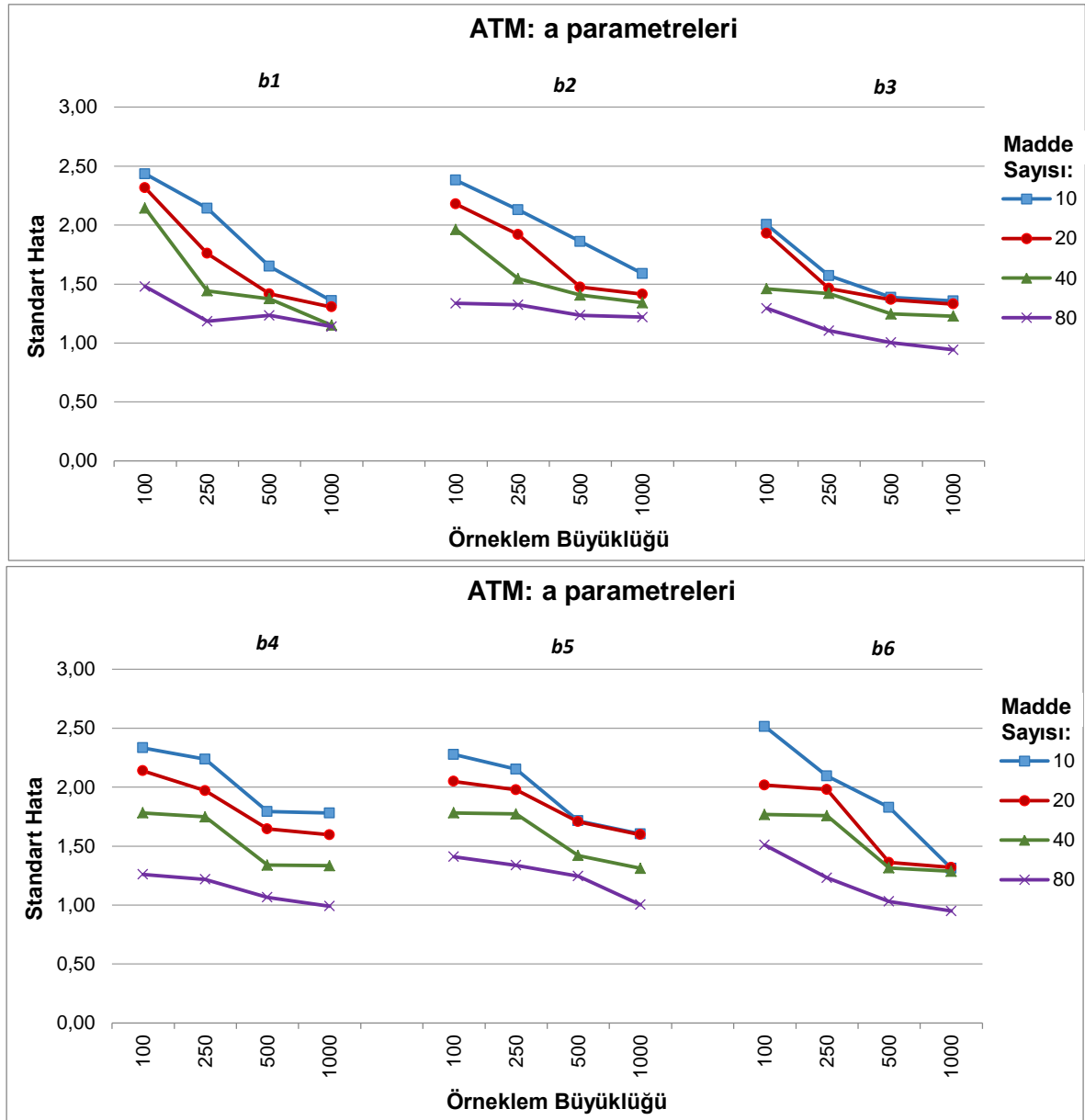
Şekil 4.47. incelendiğinde beş yanıt kategorili maddelerin b parametrelerinin yanlılık değerlerine ait bulgular 4.47'de görselleştirilerek sunulmuştur. Şekil 4.47.

incelendiğinde b_1 için 2,9 ile 1,3, b_2 için 2,4 ile 1,2; b_3 için 2,5 ile 1,02, b_4 için 2,9 ile 1,3 arasında değiştiği görülmektedir. Örneklem sayısı ve madde sayısı artışı değerce yanlılıkta azalmaya işaret etmektedir. En yüksek yanlılık değerleri 10 madde ve 100 örneklem koşulunda kestirilmiş, Örneklem sayısı ve madde sayısı artışı mutlak değerce yanlılıkta azalmaya işaret etmektedir. Normal ve -0.5 düzeyinde çarpık dağılımdan farklı olarak yanlılıkların oldukça yüksek kestirilmesi dağılım şeklinin parametre kestirimi üzerinde etkili olduğu yorumu yapılabilir.



Şekil 4.47. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Beş Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerleri

Şekil 4.47. incelendiğinde yedi yanıt kategorili maddelerin b parametrelerinin yanlılık değerlerine ait bulgular 4.47’de görselleştirilerek sunulmuştur. Şekil 4.48. incelendiğinde b_1 için 1,7 ile 1,3, b_2 için 2,4 ile 1,2, b_3 için 1,3 ile 0,9, b_4 için 2,1 ile 0,99, b_5 için 2,3 ile 1,0, b_6 için 2,5 ile 0,95 arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Genel olarak örneklem sayısı ve madde sayısı artışı değerlerde yanlılıkta azalmaya işaret etmektedir. En yüksek değerle 10 maddeli koşullarda elde edilmiştir. 40 madde ve üzerinde 500 örneklem ve üzerinde değerlerin düştüğü görülmektedir. Kategori sayısı değişimi yanlılıkta azalmaya işaret etmiştir. Normal ve -0.5 düzeyinde çarpık dağılımlara oranla yanlılık düzeyi -1.0 çarpık dağılımda yüksektir.



Şekil 4.48. Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Yedi Kategorili Maddelerin b Parametrelerinin Yanlılık Değerleri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma bulgularından elde edilen sonuçlar ile birlikte araştırma sonucuna ve gelecek çalışmalara yönelik önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuçlar

Bu araştırmada alt problemler parametrik (ATM) ve parametrik olmayan (MHM) MTK modellerinden elde edilen teste ait model veri uyumları, güvenilirlik değerleri, madde parametreleri, parametrelerin hataları birinci alt problem örneklem dağılımı *normal*, *ikinci alt problem örneklem dağılımı -0.5 düzeyinde çarpık* ve *üçüncü alt problem örneklem dağılımı -1.0 düzeyinde çarpık olduğunda* bağımsız değişkenlere ait bulguların verilmesi şeklinde düzenlenmiştir. Araştırmada dağılımın çarpıklık özelliği de bir bağımsız değişken olarak ele alındığı için bu bölümde alt problemlere ilişkin sonuçlar birlikte değerlendirilerek verilmiştir.

5.1.1. Teste ait Model Veri Uyumunun Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

ATM'de normal, çarpık dağılımlar kendi içinde değerlendirildiğinde örneklem büyüklüğü, testin uzunluğu ve testteki maddelerin kategori sayısı artışı değişkenlerinin, teste ait model veri uyumu değerlerini artırdığı görülmektedir. Bu artış normal dağılım koşullarında çarpık dağılımlara göre daha düzenlidir. Daha küçük değerlerin daha iyi uyuma işaret etmesi; kısa testlerin küçük örneklemelerde uygulanmasıyla elde edilen verilerin parametrik modelle yapılan kestirimlerinde daha iyi model veri uyumu sağlanacağı fikrini vermektedir. Ancak parametrik model veri uyumu için hesaplanan $-2 \cdot \log$ -benzerlik değerinin örneklem ve parametre sayısına dayalı hesaplanması sonuçların tek başına yorumlanmasını güçleştirmektedir (Pampel, 2000). Bu bağlamda araştırmada ele alınan bağımsız değişkenlerin parametrik model uyumuna etkisine ilişkin genellemeye gidilmemiştir.

PoMTK'da model veri uyumu için parametrik modelden farklı olarak her kestirim için tek başına değerlendirilebilecek H katsayısının hesaplanması bir üstünlük olarak düşünülebilir (Sjitsma & Molenaar, 2002). Bu yönüyle bağımsız değişkenlerin etkisinin model veri uyumu üzerinde doğrudan gözlenmesine fırsat tanıyarak farklı koşullar için karşılaştırma yapma imkanı sağlamaktadır. PoMTK'da

her üç dağılım koşulunda da örneklem büyüklüğü arttığında, testin uzunluğu ve testteki maddelerin kategori sayısı artışıyla birlikte, model uyumu için kullanılan ölçeklenebilirlik (H) katsayısı önemsiz düzeyde azalma göstermiş, ancak tüm koşullarda bu katsayının görece birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, belirtilen değişkenlerin H katsayısının kestirim üzerinde etkili olmadığını göstermektedir. Dağılım normal ve -0.5 düzeyinde çarpık olduğunda elde edilen H katsayılarının birbirine yakın olması ve dağılım çarpıklığı arttığında katsayıda görülen ani düşüşe dayanarak MHM'de model veri uyumunu en çok etkileyen değişkenin dağılımın çarpıklığı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.2. Testlere ait Güvenirliklerin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

ATM ile testten elde edilen güvenirlilik değerleri madde sayısı ve maddedeki kategori sayısı arttıkça artmaktadır. Normal dağılımda bu artış daha düzenli ve belirgindir. Dağılım çarpıklaştığında güvenirlilik değerlerinde madde sayısı ve kategori sayısı arttığında artış göstermekte; ancak genel olarak çarpıklık seviyesiyle birlikte azalmaktadır. Örneklem büyüklüğü artışının güvenirlilik üzerinde diğer değişkenler kadar etkili olmadığı söylenebilir.

MHM ile kestirimde genel olarak madde sayısı, kategori sayısı arttıkça güvenirlilik artmaktadır. Normal dağılım koşullarında ATM ile paralel bulgular elde edilirken, dağılım çarpıklaştıkça MHM'nin daha yüksek ya da daha düşük değerler verdiği görülmekte, bu bağlamda dağılım şekline daha fazla etkilendiği sonucuna ulaşılmaktadır. Örneklem büyüklüğü etkisinin ise etkili olmadığı görülmektedir.

5.1.3. Gerçek Parametreler ile Kestirilen Parametreler Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

Ayırıcılık (a) parametrelerinin gerçek parametrelerle ilişkilerinin, araştırmanın bağımsız değişkenleri olan örneklem büyüklüğü, örneklem dağılımı, test uzunluğu, kategori sayısının tamamından etkilendiği görülmektedir. Normal ve çarpık dağılımlarda örneklem büyüklüğü, test uzunluğu ve kategori sayısı artışı birlikte parametreler arasındaki ilişkiyi yükselttiği tespit edilmiştir. Normal dağılım olduğu koşulda ilişki değerleri birbirine yakın ve yüksek iken; dağılım çarpıklaştıkça kestirilen parametrelerin gerçek parametrelerle ilişkilerinin normal dağılıma göre azaldığı görülmektedir. Dağılım şekli değişmesiyle olan bu azalmanın diğer bağımsız değişkenlerin etkilerinden daha belirgin olması nedeniyle parametrelerin

kestirimlerinde örneklemin özelliklerinin maddelere oranla daha etkili olduğu sonucuna varılabilir.

b parametreleri de araştırmanın bağımsız değişkenleri olan örneklem büyüklüğü, test uzunluğu, kategori sayısının tamamından etkilendiği gibi örneklem dağılımının çarpıklaştıkça düşmesiyle a parametresiyle paralel sonuçlar vermiştir; ancak b parametrelerinin gerçek parametrelerle ilişkilerinin ayırıcılık parametresine kıyasla küçük örneklemelerde görece daha az olduğu tespit edilmiştir. b parametreleri örneklem dağılımının şeklinden a 'ya kıyasla daha fazla etkilenmektedir.

5.1.4. Madde Parametrelerinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

ATM ile kestirilen ayırıcılık (a) parametresi örneklem büyüklüğü, test uzunluğu ve maddenin sahip olduğu kategori sayısı arttıkça azalma eğilimi göstermektedir. Bu azalma örneklem ve test uzunluğu artışı etkileşiminde daha belirgindir. Kategori sayısı üçten beşe çıkarıldığında parametredeki azalma, beşten yediye yükseldiği durumdakinden daha fazladır. Buradan hareketle beş kategorili maddelerin gerçek parametrelere daha yakın kestirildiği; maddelerin kategori sayısı azaldığında parametrelerin olduğundan daha yüksek kestirildiği; kategori sayısı yediye çıkarıldığında ise değerlerde çok büyük bir değişim olmamasıyla bu maddelerin ideal olduğu söylenebilir. Dağılımın şekli çarpıklaştıkça a değerlerinde belirli bir artış ya da azalış şeklinde bir örüntü bulunamamıştır. ATM ile kestirilen (b) parametresi örneklem büyüklüğünden ve test uzunluğundan belirgin örüntü oluşturacak şekilde etkilenmemektedir. b parametresi kategori sayısının bir eksiği olarak elde edildiği için kategori sayısı değişiminden doğrudan etkilenmektedir. Kategori sayısı arttıkça en düşük b ile en yüksek b ranjı artmakta her üç kategori koşulu için ortak olan b_1 ve b_2 görece azalmaktadır. Dağılımın çarpıklaşması da b parametrelerinin her birinde azalmaya işaret etmekte bu azalma a parametresine göre daha fazla ve daha düzensiz yapı sergilemektedir. Buradan yola çıkarak a parametresinin daha kararlı bir yapı sergilediği sonucuna ulaşılmaktadır.

MHM ile kestirilen ölçeklenebilirlik (H) katsayısı örneklem büyüklüğü, test uzunluğu ve maddenin sahip olduğu kategori sayısı arttıkça miktar olarak az bir azalma eğilimi göstermektedir. Ancak katsayı virgülden sonra sadece onlar basamağı kalacak şekilde yuvarlandığında değerlerin birbirine çok yakın olduğu görüldüğünden bu değişkenlerin belirgin bir etkisi olmadığı yorumu yapılabilir.

Dağılım normalden -0.5 düzeyinde çarpıklaştığında normal dağılımla paralel sonuçlar elde edilmiştir. Buradan hareketle bu tür dağılımlar için MHM kullanılabilir. Güçlük (P) parametrelerinin kestiriminde örneklem büyüklüğü, test uzunluğu ATM'den farklı olarak etkili olmamıştır. Kategori sayısı arttıkça en küçük P ile en büyük P arasındaki fark ATM'den farklı olarak fazla değişim göstermemiştir. Dağılım şeklindeki değişim parametrik kestirime göre parametreler üzerinde daha az etkilidir. Genel olarak parametrik olmayan kestirimler tüm bağımsız değişkenler için parametrik kestirime göre daha az etkilenmiştir.

5.1.5. Madde Parametrelerinin Hatalarının Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

5.1.5.1. Standart Hatalara ait Sonuçlar

PMTK ile yapılan kestirimlerde parametrelerin standart hatalarının örneklem büyüklüğü, madde sayısı ve maddelerin kategori sayısı arttıkça azaldığı görülmektedir. Dağılım çarpıklaştıkça ise hata artmaktadır. Standart hata değeri ayırıcılık parametrelerinde, eşik parametrelerine göre görece daha düşüktür. Eşik parametre kestirimlerinin daha hatalı olduğu görülmektedir. Bu durum b parametresinin her madde için ayırıcılık değerinden daha fazla sayıda olmasından kaynaklı olabilir. PoMTK ile yapılan kestirimlerde parametrelerin standart hatalarının parametrik kestirime oranla görece düşük olduğu; örneklem büyüklüğü, madde sayısı ve maddelerin kategori sayısı arttıkça azaldığı görülmektedir. Dağılım çarpıklaştıkça hatada parametrik kestirimdeki kadar büyük artış gözlenmemektedir.

ATM'deki hatayla karşılaştırıldığında parametrik olmayan kestirimlerdeki en yüksek hata parametrik model kestirimlerindeki neredeyse en düşük hataya denk gelmektedir. Yani parametrikte oldukça yüksek hatalı kestirim olduğu görülmektedir. Bu durum Molenaar (2002)'in MHM'nin ATM'nin geliştirilmiş bir hali olduğu, MHM ile elde edilen kestirimlerin daha genel ATM'nin ise daha hatasız olduğu bilgisine somut örnek teşkil etmektedir.

5.1.5.2. RMSE Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

PMTK ile yapılan kestirimler için RMSE değeri örneklem büyüklüğü ve madde sayısı ve kategorisi sayısı arttıkça azalmıştır. Madde sayısı ve örneklem büyüklüğü değişkenlerinin etkileşimi birlikte sonuçlar üzerinde etkili olmuştur. Çarpıklık arttığında ise değer oldukça yükselmiştir. Öyle ki çarpıklığın en fazla olduğu koşullarda ne madde sayısı artırılması ne de örneklem büyüklüğünün artırılması istenen düzeyde hatasız kestirime imkan sunmaktadır. Ancak -0.5 düzeyinde çarpıklık olduğunda örneklemin en yüksek değere çıkarılması hatada ciddi azalmaya işaret etmektedir. Hata değeri ayırıcılık parametrelerinde, eşik parametrelerine göre görece daha düşüktür. Eşik parametre kestirimlerinin daha hatalı olduğu görülmektedir.

5.1.5.2. Guttman Hatalarının Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

PoMTK için hesaplanan Guttman hatası madde sayısı ve birey sayısından etkilenmektedir. Araştırmadaki farklı koşulların karşılaştırılabilirliğini sağlamak adına hatanın madde sayısına oranı elde edilmiş, bu değerler incelenmiştir. Örneklem ve madde sayısı artışı etkenini sabitleyerek elde edilen değerler incelendiğinde Guttman hatasının temelde fazla madde sayısı olduğunda daha hatasız kestirim yaptığı sonucuna götürmektedir. Normal ve çarpık dağılımlarda yakın sonuçlar elde edilmesi, çarpıklık arttığında değerlerin değişmesi en çok dağılım şeklinden etkilendiği şeklinde yorumlanabilir.

5.1.6. Madde Parametrelerinin Yanlılıklarının Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

ATM ile yapılan kestirimler için yanlılık hesaplanmıştır. Yanlılık değerleri örneklem büyüklüğü, madde sayısı ve kategorisi sayısı arttığında azalmıştır. Çarpıklık arttığında ise değerler mutlak değerce yükselmiştir. Ancak yanlılık hesaplamaları test bazında yani maddelerin yanlılık hesaplamalarının ortalamaları alınarak yapıldığı için elde edilen sonuçların genellenmesi güçleşmektedir.

Sonuç olarak, ATM ile çalışıldığında parametre kestirimlerinin gerçek değerlerle yüksek ilişkili olması, daha güvenilir ve daha az hatalı olması dağılımın normallik özelliğine sahip olması ve en az 500 örneklem büyüklüğünün sağlanmasıyla gerçekleşmektedir. Madde sayısının 20 ve üzerinde, kategori sayısının en az 5 olmasının kestirimlerde parametre iyiliğinin sağlanmasında etkili olan faktörler olduğu sonucu da elde edilmiştir. Diğer yandan araştırma koşulları örneklem

madde sayısı ya da madde kategori sayısı değişimine imkan vermediği durumlarda tüm koşullardan daha az hatalı ve daha kararlı yapıda kestirim sunan MHM tercih edilmelidir.

5.2. Öneriler

Bu kısımda araştırma sonuçlarından yola çıkarak geliştirilen öneriler iki başlık halinde verilmiştir.

5.2.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

- 1) Örneklem büyüklüğü parametrik kestirimler üzerinde parametrik olmayan modellerle yapılan kestirimlerden daha etkilidir. Bu çalışma sonucunda, küçük örneklem olduğu durumda parametrik modele göre parametrik olmayan model kestirimlerinin daha az hatalı olması ve örneklem büyüklüğünün azalması ya da artması durumunda parametrelerin daha kararlı yapı sergilemesi ile parametrik olmayan modellerin kullanımı önerilmektedir.
- 2) ATM ile kestirim için RMSE, yanlılık ve standart hata genel olarak değerlendirildiğinde örneklem dağılımının normal olduğu koşullarda az hatalı ve yanlılık düzeyi düşük kestirimler yapmak adına örneklem büyüklüğünün en az 500 olması gerektiği önerilmektedir. Çarpık dağılım için bu araştırmanın en yüksek örneklem büyüklüğünün 1000 olduğu ve bu durumda da yüksek düzeyde hatalı kestirimler yapıldığı ancak genel olarak örneklem artışının çarpık dağılımlarda da hatada azalma gösterdiği bulgusundan yola çıkarak çarpık dağılımlar için 1000'den fazla örnekleme çalışılması önerilmektedir.
- 3) Bu çalışmada kategori sayısının beş olduğu koşullarda elde edilen parametrelerin gerçek parametrelerle yüksek ilişki göstermesi ve bu ilişkinin üç kategoride az iken kategori yediye çıkarıldığında beşe göre çok farklılaşmaması ideal kategori sayısı olarak beşin kullanılması önerilmektedir.
- 4) Çalışma sonucunda parametrik modelde tüm koşullarda yüksek madde sayısı ile düşük hatalı kestirimler yapıldığı görülmüştür. Bu bağlamda diğer koşullar değiştirilemediğinde örneğin örneklem büyüklüğü sabit olduğunda madde sayısı artırılarak daha az hatalı ve daha güvenilir sonuçları alınacağı için madde sayısının arttırılması önerilmektedir. Madde sayısının az olduğu durumda ise madde sayısı fazla olduğu durumla benzer sonuçlar verebilen,

daha az hatalı kestirim yapan parametrik olmayan model kullanımı önerilmektedir.

- 5) Araştırma sonucunda çarpıklık seviyesinin parametrik kestirimleri etkilediği, normal dağılım olmadığı koşullar için yüksek düzeyli hatalı kestirim yapıldığı görülmüştür. Parametrik olmayan kestirim sonuçlarında ise çarpıklık orta düzeyde olduğunda normal dağılımla paralel sonuçların elde edilmiş olması; bu dağılım özelliği olduğu koşullarda parametrik olmayan model kullanımı önerilebilir.

5.2.2. Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

- 1) Bu araştırma; 100, 250, 500, 1000 örneklem büyüklükleri ile gerçekleştirilmiştir. Bağımsız değişkenlerin etkisini incelemek adına benzer bir çalışma örneklem ranji daha geniş alınarak yapılabilir.
- 2) Çalışma madde sayısı 10, 20, 40, 80 olan test uzunluklarıyla gerçekleştirilmiştir. Madde sayısı değişiminin etkisini daha ayrıntılı incelemek adına test uzunlukları farkı azaltılarak benzer çalışma yapılabilir.
- 3) Araştırmada kategori sayısı 3, 5, 7 olan maddelerle çalışılmıştır. Kategori sayısı 4, 6 vb olan maddelerle benzer çalışma tekrarlanabilir.
- 4) Dağılım özelliği olarak normal ve çarpık dağılımlarla araştırma yürütülmüştür. Buna ek olarak basıklığın ve çarpıklığın yönünün (sola, sağa çarpık vb) bağımsız değişken olduğu araştırma yapılabilir.
- 5) Araştırmada yetenek parametrelerinin kestirimleri ve hataları raporlanmamıştır. Başka bir çalışma yetenek parametrelerinin incelenmesiyle yapılabilir.
- 6) Araştırma aynı bağımsız değişkenler ile farklı MTK modelleri kullanılarak tekrarlanıp etkileri incelenebilir.
- 7) Bu çalışmada parametrik ve parametrik olmayan madde tepki kuramları çalışılmıştır. Bağımsız değişkenlerin klasik test kuramı vb. ile birlikte incelenerek sonuçlar karşılaştırılabilir.
- 8) Araştırmada kullanılan MSP ve MULTILOG programları farklı tür dosya uzantılarıyla çalışmakta, veri üretim aşamasından sonra tekrarlı analiz için dosyaların hazırlanması uzun zaman aldığı için araştırmacıların süreyi göz önünde bulundurarak planlama yapmaları önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Abrahamowicz, M., & Ramsay, J. O. (1992). Multicategorical spline model for item response theory. *Psychometrika*, 57, 5.
- Ankenmann, R. D., & Stone, C. A. (1992). *A monte carlo study of marginal maximum likelihood parameter estimates for the graded model*. Paper presented at the Annual Meeting of the Council on Measurement in Education, San Francisco, CA.
- Bahry, M. L. (2012). *Polytomous item response theory parameter recovery: an investigation of non-normal distributions and small sample size*. Unpublished master's thesis. University of Alberta, Canada.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: klasik test teorisi ve uygulaması*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Crocker L. & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern the test theory*. NY: CBS College Publishing.
- Davey, T., Nering M. L., & Thompson, T. (1997). *Realistic simulation of item response data* (ACT Research Report No. 97-4). Retrived from Eric website: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED414297.pdf>
- De Ayala, R. J. (2009). *The theory and practice of item response theory*. New York: Guilford Press
- DeMars, C. (2010). *Item response theory*. New York: Oxford University Press. Peer-Reviewed Publications.
- Doğan, N. (2002). *Klasik test kuramı ve örtük özellikler kuramının örneklem bağlamında karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Dyehouse, M. A. (2009). *A comparison of model-data fit for parametric and nonparametric item response theory models using ordinal level ratings*. Unpublished Doctoral Dissertation. University of Purdue. West Lafayette, Indiana.
- Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2000). *Item response theory for psychologists*. Lawrence Erlbaum Associate, Inc.
- Emons, W. H. M. (2008). Nonparametric person-fit analysis of polytomous item scores. *Applied Psychological Measurement*, 32(3), 224-247.
- Junker, B. W., & Sijtsma, K. (2001). Nonparametric item response theory in action: an overview of the special issue. *Applied Psychological Measurement*, 25, 211-220.
- Gruijter, D. N. M. (1994). Comparison of the nonparametric Mokken model and parametric irt models using latent class analysis. *Applied Psychological Measurement*, 18, 27-34.
- Gulliksen, H. (1950). *Theory of mental tests*. New York: Wiley.
- Hambleton, R. K., & Jones, R. W. (1993). Comparison of classical test theory and item response theory and their applications to test development. *Educational Measurement*, 12, 38-47.

- Hambleton, R. K., & Swaminathan, H. (1985). *Item response theory: principles and applications*. Boston: Academic Publishers Group.
- Hambleton, R. K., Swaminathan, H., & Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of item response theory*. CA: Sage Publications.
- Han, K. T. (2007). WinGen: Windows software that generates IRT parameters and item responses. *Applied Psychological Measurement, 31*(5), 457-459.
- Han, K. T., & Hambleton, R. K. (2007). User's Manual: WinGen (*Center for Educational Assessment Report No. 642*). Amherst, MA: University of Massachusetts, School of Education.
- Hemker, B. T., Sijtsma, K., Molenaar, I. W., & Junker, B. W. (1997). Stochastic ordering using latent and the sum score in polytomous irt models. *Psychometrika, 62*, 331-347.
- Hulin, C. L., Lissak, R. I., & Drasgow, F. (1982). Recovery of two and three parameter logistic item characteristic curves: a Monte Carlo study. *Applied Psychological Measurement, 6*, 249-260.
- Kieftenbeld, V., & Natesan, P. (2012). Recovery of graded response model parameters: a comparison marginal maximum likelihood and Markov chain Monte Carlo estimation. *Applied Psychological Measurement, 36*, 399-419.
- Koçar, H. (2014). *Madde tepki kuramının farklı uygulamalarından elde edilen parametrelerin ve model uyumlarının örneklem büyüklüğü ve test uzunluğu açısından karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Lautenschlager, G. J., Meade, A.W., & Kim, S. H. (2006). *Cautions regarding sample characteristics when using the graded response model*. Paper presented at the 21st Annual Conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology, Dallas, TX.
- Liu, Y., & Maydeu-Olivares, A. (2014). Identifying the source of misfit in item response theory models. *Multivariate Behavioral Research, 49*, 354-371
- Lord, F. M., & Novick, M. R. (1968). *Statistical theories of mental test scores*. New York: Addison- Wesley Publishing Company.
- Lord, F. M. (1980). *Applications of item response theory to practical testing problems*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Magnusson, D. (1968). *Test theory*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Masters, G. N. (1982). A Rasch model for partial credit scoring. *Psychometrika, 47*, 149-174.
- Maydeu Olivares, A. (1994). Parametric vs. non-parametric approaches to individual differences scaling. *Psicothema, 6*, 297-310.
- Maydeu- Olivares, A. (2005). Further empirical results on parametric vs. nonparametric irt modeling of Likert type personality data. *Multivariate Behavioral Research, 40*(2), 261-279.

- Mellenberg, G. J. (2000). Nonparametric item response theory. *Bulletin de Methodologie Sociologique*, 59, 68.
- Meijer, R. R., Sijtsma, K., & Smid, N. G. (1990). Theoretical and empirical comparison of the Mokken and the Rasch approach to IRT. *Applied Psychological Measurement*, 14, 283-298.
- Mokken, R. J. (1971). *A theory and procedure of scale analysis with applications in political research*. Berlin: Walter de Gruyter Mouton.
- Mokken, R.J., Lewis, C., & Sijtsma, K. (1986). Rejoinder to 'the mokken scale: a critical discussion'. *Applied Psychological Measurement*, 10, 279-285.
- Molenaar, I. W. (2001). Thirty years of nonparametric item response theory, *Applied Psychological Measurement*, 25(3), 295-299.
- Molenaar, I. W. (1997). Nonparametric models for polytomous responses. In W. J. van der Linden & R. K. Hambleton (Eds.), *Handbook of modern item response theory*, (369-380). NY: Springer.
- Molenaar, I. W. (1982). Mokken scaling revised. *Kwantitatieve Methoden*, 3, 145-164.
- Molenaar, I. W., & Sijtsma, K. (2000). *User's manual MPS5 for Windows*. Groningen: iecProGAMMA.
- Muraki, E. (1992). A generalized partial credit model: application of an EM algorithm. *Applied Psychological Measurement*, 16, 159-176.
- Ostini, R., & Nering, M. L. (2006). *Polytomous item response theory models*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Pampel, F. C. (2000). *Logistic Regression: a primer*. Thousand Oaks, Ca: Sage Publications
- Ramsay, J. O. (1991). Kernel smoothing approaches to nonparametric item characteristic curve estimation. *Psychometrika*, 56, 611-630.
- Ramsay, J. O. (2000). *TESTGRAF: A program for the graphical analysis of multiple choice test and questionnaire data*. <http://www.psych.mcgill.ca/faculty/ramsay/ramsay.html>.
- Reise, S. P., & Yu, J. (1990). Parameter recovery in graded response model using MULTILOG. *Journal of Educational Measurement*, 27(2), 133-144.
- Sijtsma, K. (1988). *Contributions to Mokken's nonparametric item response theory*, Amsterdam: Free University Press.
- Sijtsma, K. (2005). Nonparametric item response theory models. In K Kempf-Leonard (Eds.), *Encyclopedia of Social Measurement*, (875-882). New York: Elsevier.
- Sijtsma, K., Meijer, R. R., & van der Ark, L. A. (2010). Mokken Scale Analysis as time goes by: an update for scaling practitioners. *Personality and Individual Differences*, 50(1), 31-37.
- Sijtsma, K, Emons, W. H. M., Bouwmeester, S, Nyklicek, Roorda, L. D (2008). Nonparametric irt analysis of quality-of-life scales and its application to the world

- health organization quality-of-life scale (WHOQOL-Bref). *Quality of Life Research*. 17(2), 275-290.
- Sijtsma, K., & Molenaar, I. W. (2002). *Nonparametric item response theory and related topics*. London: Sage.
- Sijtsma, K., & Meijer, R. R. (2007). Nonparametric item response theory and special topics. In C. R. Rao & S. Sinharay (Eds.), *Handbook of statistics 26: Psychometrics* (719-746). Amsterdam: Elsevier.
- Stout, W. (1987). An nonparametric approach for assessing latent trait unidimensionality. *Psychometrika*, 52, 589-617.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2009). *Using multivariate statistics*. Boston: Pearson/Allyn & Bacon.
- Thissen, D., & Steinberg, L. (1986). A taxonomy of item response models. *Psychometrika*, 51, 567-577.
- Thissen, D., & Wainer, H. (1992). Some standard errors in item response theory. *Psychometrika*, 47, 397-412.
- Thissen, D. (1991). *MULTILOG user's guide---Version 6*. Chicago, IL: Scientific Software, Inc.
- Van Abswoude, A. H., van der Ark, L. A. & Sijtsma, K. (2004). A comparative study of test data dimensionality assessment procedures under nonparametric IRT models. *Applied Psychological Measurement*, 28(1), 3-24.
- Van der Ark, L. A. (2005). Stochastic ordering of the latent trait by the sum score under various polytomous IRT models. *Psychometrika*, 70, 283-304.
- Van Schuur, W. H. (2003). Mokken scale analysis: between the guttman scale and nonparametric item response theory. *Political analysis*. 11, 139-163.
- Zenisky, R. K., Hambleton, R. K., & Sireci, S. G. (2002). Identification and evaluation of local item dependencies in the medical college admissions test. *Journal of Educational Measurement*, 39(4), 291-309.
- Zhang, O. (2010). *Polytomous IRT or testlet model: an evaluation of scoring models in small testlet size situations*. Unpublished master's thesis. University of Florida.
- Zhou, Y. (2011). *Comparing parametric item response theory and nonparametric item response theory: application in psychological research using polytomous items*. Unpublished Doctoral Dissertation. University of Fordham, New York.

EKLER DİZİNİ

Tez Çalışması Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu

10 / 2 / 2017

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

Tez Başlığı / Konusu:	PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN MADDE TEPKİ KURAMI MODELLERİNİN FARKLI ÖRNEKLEMLER VE TEST UZUNLUĞUNDA KARŞILAŞTIRILMASI
------------------------------	---

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmam:

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

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

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Özge BIKMAZ BİLGEN
(Öğrencinin Adı Soyadı, İmzası)

Öğrenci Bilgileri

Adı Soyadı	Özge BIKMAZ BİLGEN
Öğrenci No	N11147872
Anabilim Dalı	EĞİTİM BİLİMLERİ
Programı	EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME
Statüsü	<input type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütünleşik Dr.

Danışman Görüşü ve Onayı

"PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN MADDE TEPKİ KURAMI MODELLERİNİN FARKLI ÖRNEKLEMLER VE TEST UZUNLUĞUNDA KARŞILAŞTIRILMASI" başlıklı tez çalışmasında bilgisayar ortamında simülasyon yöntemi ile veri üretilmiş olup herhangi bir birey ya da denek üzerinden veri toplanmamıştır.

Prof. Dr. Nuri DOĞAN
(İmza)
(Danışmanın Ünvanı, Adı ve Soyadı)





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

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih: 20/02/2017

Tez Başlığı: PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN MADDE TEPKİ KURAMI MODELLERİNİN FARKLI ÖRNEKLEMLER VE TEST UZUNLUĞUNDA KARŞILAŞTIRILMASI

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

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Endeksi	Gönderim Numarası
19/02/2017	104	193847	19/12/2016	%1	773101842

Uygulanan filtreler:

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

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

Gereğini saygılarımla arz ederim.

20.02.2017
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Özge BIKMAZ BİLGEN
Öğrenci No: N11147872
Anabilim Dalı: Eğitim Bilimleri
Programı: Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme
Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

(Prof. Dr. Nuri DOĞAN)



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

HACETTEPE UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES
TO THE DEPARTMENT OF EDUCATIONAL SCIENCES

Date: 20.02/2017

Thesis Title : COMPARISON OF PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC ITEM RESPONSE THEORY MODELS IN VARIOUS SAMPLES AND TEST LENGHT

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

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defence	Similarity Index	Submission ID
19/02/2017	104	193847	19/12/2016	1%	773101842

Filtering options applied:

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

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

I respectfully submit this for approval.

20.02.2017
Date and Signature

Name Surname: Ozge BIKMAZ BILGEN

Student No: N11147872

Department:

Program:

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

ADVISOR APPROVAL

APPROVED.

(Prof. Dr. Nuri DOĞAN)

EK 3. GERÇEK PARAMETRE DEĞERLERİ

Çizelge 4.16: Üç Kategorili Gerçek Parametre Değerleri

Üç Kategorili Gerçek Parametre Değerleri								
Parametreler				Parametreler				
	a	b1	b2		a	b1	b2	
10 Madde	1	1,347	-2,086	0,050	41	1,810	0,169	1,011
	2	2,344	-0,326	1,093	42	1,937	-0,167	-0,027
	3	1,002	-0,507	-0,275	43	2,133	-1,597	-0,570
	4	1,289	0,443	1,264	44	2,213	-0,227	1,026
	5	0,996	-1,306	0,467	45	0,882	0,806	1,695
	6	1,593	-0,829	1,758	46	1,230	-0,299	0,461
	7	1,612	-0,577	0,520	47	1,661	0,015	1,282
	8	1,855	-1,051	0,532	48	0,918	-1,191	0,991
	9	1,625	-1,664	-0,547	49	0,673	0,517	1,073
	10	2,74	0,288	0,404	50	2,114	-0,487	0,394
	\bar{X}	1,6403	-0,7615	0,5266	51	1,516	-2,301	0,610
20 Madde	11	1,646	-2,203	1,282	52	1,880	-1,770	0,234
	12	2,668	-0,841	0,188	53	1,691	-0,828	0,480
	13	1,444	-0,635	1,418	54	2,793	-0,564	0,535
	14	1,782	-0,700	-0,004	55	1,596	-1,701	0,018
	15	2,441	-0,873	0,367	56	1,672	-0,505	-0,162
	16	1,324	-1,242	-0,114	57	2,688	0,266	1,264
	17	1,099	-0,203	1,425	58	1,240	-0,084	1,027
	18	1,270	-0,565	0,220	59	1,253	-1,235	0,498
	19	1,546	0,496	1,300	60	1,637	-1,672	-1,301
	20	1,183	-0,849	-0,816	61	1,155	0,426	1,609
	\bar{X}	1,6403	-0,7615	0,5266	62	1,932	-1,200	0,633
40 Madde	21	1,499	0,238	1,149	63	1,548	-1,641	-0,963
	22	0,657	-1,702	-0,532	64	1,732	-0,464	0,811
	23	1,314	-1,226	0,484	65	1,567	-1,918	0,897
	24	2,521	-0,933	0,833	66	1,720	-0,703	1,166
	25	1,155	-0,916	0,516	67	2,423	-1,068	0,248
	26	2,660	-0,304	0,918	68	1,388	-0,587	1,021
	27	1,463	-0,827	0,276	69	1,886	-1,553	-0,622
	28	2,429	-1,258	0,540	70	1,373	0,181	0,911
	29	1,043	-0,415	-0,280	71	0,545	-0,741	1,245
	30	1,525	-2,130	-1,353	72	2,201	-0,381	0,174
31	1,656	-1,188	1,419	73	1,699	0,709	1,673	
32	1,385	-1,222	1,057	74	1,410	-0,557	1,245	
33	1,095	-0,927	1,146	75	1,081	-1,348	-0,305	
34	1,617	-1,164	-0,391	76	1,588	-1,238	1,182	
35	2,160	0,212	1,328	77	1,738	-1,037	-0,928	
36	1,128	0,637	1,319	78	2,192	-0,663	-0,538	
37	1,400	0,036	1,251	79	0,944	-0,843	1,170	
38	1,216	-0,338	-0,018	80	1,953	-1,128	-0,104	
39	2,486	-0,457	0,929		\bar{X}	1,6403	-0,7615	0,5266
40	2,397	-1,346	-0,059					
	\bar{X}	1,6403	-0,7615	0,5266				

*Araştırmada 10,20,40,80 olmak üzere 4 ayrı madde seti kullanılmıştır. Daha geniş madde seti kendinden önce gelen madde setlerini içermektedir (örneğin 20 maddelik testteki ilk 10 madde, 10 maddelik testteki değerlerle aynıdır).

*Her madde setinde a parametrelerinin ortalaması (1,6403) ve b parametrelerinin ortalaması (-0,117) eşit ve sabit olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.17: Beş Kategorili Gerçek Parametre Değerleri

Beş Kategorili Gerçek Parametre Değerleri						
<i>Parametreler</i>						
	a	b1	b2	b3	b4	
10 Madde	1	1,347	-1,810	-1,065	0,250	0,948
	2	2,344	-0,970	-0,597	-0,376	0,414
	3	1,002	-1,092	-0,507	0,038	0,150
	4	1,289	-0,902	-0,305	0,148	1,091
	5	0,996	-1,360	-0,549	0,346	1,812
	6	1,593	-1,007	-0,361	0,161	0,592
	7	1,612	-0,596	-0,135	0,415	0,752
	8	1,855	-0,468	-0,062	0,435	1,183
	9	1,625	-1,058	-0,876	0,587	1,124
	10	2,74	-0,914	-0,615	-0,386	0,847
\bar{x}	1,6403	-1,018	-0,507	0,162	0,891	
20 Madde	11	1,646	-1,750	-0,422	0,406	0,982
	12	2,668	-1,079	-0,778	0,175	1,069
	13	1,444	-0,972	-0,349	0,154	0,816
	14	1,782	-0,829	-0,572	0,127	0,782
	15	2,441	-0,243	-0,034	0,233	0,875
	16	1,324	-1,193	-0,695	0,205	0,947
	17	1,099	-1,484	-1,065	0,117	1,180
	18	1,270	-0,908	-0,125	0,027	0,652
	19	1,546	-1,448	-0,925	0,074	0,722
	20	1,183	-0,312	-0,047	0,250	0,739
\bar{x}	1,6403	-1,022	-0,501	0,177	0,876	
40 Madde	21	1,499	-1,082	-0,698	1,280	1,814
	22	0,657	-1,922	-0,919	-0,281	0,767
	23	1,314	-1,440	-0,632	-0,437	0,031
	24	2,521	-1,059	-0,513	-0,359	0,178
	25	1,155	-2,104	-0,800	0,085	0,261
	26	2,660	-1,901	-1,542	0,065	0,315
	27	1,463	-1,575	-0,358	-0,265	0,320
	28	2,429	-0,149	-0,053	0,482	1,629
	29	1,043	-0,073	0,374	0,664	1,791
	30	1,525	-1,629	-0,297	0,028	0,431
31	1,656	-1,430	-0,372	0,783	1,155	
32	1,385	-0,891	-0,347	0,092	0,531	
33	1,095	-0,431	0,051	0,381	0,994	
34	1,617	-0,668	-0,028	0,511	1,234	
35	2,160	-0,936	-0,291	0,129	0,713	
36	1,128	-1,947	-1,314	-0,189	0,499	
37	1,400	-1,021	-0,442	-0,243	0,872	
38	1,216	0,079	0,579	0,789	1,008	
39	2,486	-0,808	-0,092	0,152	1,078	
40	2,397	-1,602	-0,196	0,616	1,159	
\bar{x}	1,6403	-1,129	-0,395	0,214	0,839	

Tablonun devamı 151. Sayfadadır.

*Araştırmada 10,20,40,80 olmak üzere 4 ayrı madde seti kullanılmıştır. Daha geniş madde seti kendinden önce gelen madde setlerini içermektedir (örneğin 20 maddelik testteki ilk 10 madde, 10 maddelik testteki değerlerle aynıdır).
*Her madde setinde a parametrelerinin ortalaması (1,6403) ve b parametrelerinin ortalaması (-0,117) eşit ve sabit olarak belirlenmiştir.

Beş Kategorili Gerçek Parametre Değerleri					
Parametreler					
	a	b1	b2	b3	b4
41	1,810	-0,911	-0,290	0,115	1,160
42	1,937	-1,135	0,271	0,745	1,485
43	2,133	-0,710	-0,184	0,715	1,141
44	2,213	-0,632	-0,109	0,080	0,736
45	0,882	-1,134	-0,887	1,002	1,691
46	1,230	-1,154	-0,953	0,383	0,927
47	1,661	-0,933	-0,525	0,024	0,181
48	0,918	-0,706	-0,457	0,641	1,408
49	0,673	-1,088	-0,063	0,275	1,026
50	2,114	-1,511	-0,651	0,173	0,931
51	1,516	-0,571	-0,170	0,016	0,681
52	1,880	-0,311	-0,126	0,332	0,956
53	1,691	-0,671	-0,170	0,108	0,635
54	2,793	-1,372	-0,531	0,632	1,091
55	1,596	-1,777	-1,150	0,063	0,619
56	1,672	-1,186	-0,897	0,100	0,984
57	2,688	-1,108	-0,084	0,183	0,505
58	1,240	-1,059	-0,103	0,072	0,559
59	1,253	-1,456	-0,307	0,466	1,277
60	1,637	-1,891	-0,789	-0,290	0,401
61	1,155	-1,205	-0,324	0,341	1,314
62	1,932	-0,801	-0,405	0,336	1,043
63	1,548	-0,421	0,056	0,150	0,321
64	1,732	-1,326	-0,829	0,098	0,159
65	1,567	-1,698	-0,741	0,333	1,025
66	1,720	-2,070	-0,581	0,083	0,156
67	2,423	-1,375	-0,902	0,507	0,930
68	1,388	-2,072	-1,001	-0,786	0,275
69	1,886	-1,439	-0,903	0,590	0,768
70	1,373	-0,557	0,154	0,323	0,768
71	0,545	-0,812	-0,209	0,223	0,743
72	2,201	-1,428	-0,556	0,352	0,946
73	1,699	-0,576	-0,042	0,002	0,151
74	1,410	-0,822	-0,666	0,063	0,383
75	1,081	-1,484	-0,525	-0,003	0,079
76	1,588	-1,290	-0,644	0,024	0,533
77	1,738	-1,645	-0,593	0,508	1,083
78	2,192	-0,115	0,182	0,391	0,902
79	0,944	-0,925	-0,298	0,278	0,781
80	1,953	-0,575	-0,004	0,690	1,033
\bar{x}	1,6403	-1,087	-0,437	0,225	0,828

*Araştırmada 10,20,40,80 olmak üzere 4 ayrı madde seti kullanılmıştır. Daha geniş madde seti kendinden önce gelen madde setlerini içermektedir (örneğin 20 maddelik testteki ilk 10 madde, 10 maddelik testteki değerlerle aynıdır).

*Her madde setinde a parametrelerinin ortalaması (1,6403) ve b parametrelerinin ortalaması (-0,117) eşit ve sabit olarak belirlenmiştir

Çizelge 4.18: Yedi Kategorili Gerçek Parametre Değerleri

		Yedi Kategorili Gerçek Parametre Değerleri						
		Parametreler						
		a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10 Madde	1	1,347	-1,247	-0,650	-0,069	0,195	0,489	0,813
	2	2,344	-1,220	-0,719	-0,365	0,042	0,390	0,760
	3	1,002	-1,713	-0,930	-0,483	0,007	0,413	0,780
	4	1,289	-1,014	-0,480	-0,010	0,155	0,570	0,900
	5	0,996	-1,181	-0,697	-0,133	0,223	0,575	1,090
	6	1,593	-0,970	-0,662	-0,317	0,053	0,580	0,890
	7	1,612	-1,425	-0,879	-0,266	0,208	0,533	0,890
	8	1,855	-1,692	-1,219	-0,689	-0,258	0,135	0,537
	9	1,625	-1,046	-0,69	-0,193	0,312	0,600	0,900
	10	2,74	-1,165	-0,88	0,159	0,594	1,002	1,421
	χ	1,6403	-1,267	-0,781	-0,237	0,153	0,529	0,898
20 Madde	11	1,646	-1,090	-0,501	-0,066	0,309	0,704	1,131
	12	2,668	-1,654	-1,034	-0,677	-0,335	0,009	0,434
	13	1,444	-1,519	-0,840	-0,503	0,247	0,837	1,055
	14	1,782	-1,941	-1,550	-0,910	-0,209	0,226	0,552
	15	2,441	-1,901	-1,510	-1,094	-0,750	-0,155	0,179
	16	1,324	-0,598	-0,091	0,125	0,505	0,980	1,438
	17	1,099	-0,397	0,256	0,591	0,936	1,221	1,660
	18	1,270	-0,805	-0,507	-0,013	0,227	0,594	0,924
	19	1,546	-1,084	-0,910	-0,514	0,020	0,411	0,805
	20	1,183	-1,285	-0,700	-0,124	0,248	0,556	1,038
	χ	1,6403	-1,227	-0,739	-0,319	0,120	0,538	0,922
40 Madde	21	1,499	-0,711	-0,285	0,146	0,587	0,978	1,421
	22	0,657	-1,425	-1,012	-0,636	-0,208	0,256	0,525
	23	1,314	-1,260	-0,866	-0,440	-0,004	0,444	0,811
	24	2,521	-1,721	-1,332	-0,925	-0,227	0,143	0,515
	25	1,155	-0,748	-0,344	-0,015	0,303	0,724	1,167
	26	2,660	-0,688	-0,307	-0,016	0,401	0,902	1,294
	27	1,463	-0,925	-0,566	-0,154	0,215	0,589	1,015
	28	2,429	-1,377	-0,916	-0,522	-0,102	0,434	0,716
	29	1,043	-2,023	-1,626	-1,144	-0,653	-0,144	0,384
	30	1,525	-0,943	-0,521	-0,135	0,111	0,421	0,863
31	1,656	-1,423	-1,004	-0,603	-0,185	0,561	1,051	
32	1,385	-1,203	-0,936	-0,543	0,211	0,801	1,281	
33	1,095	-0,382	-0,009	0,323	0,645	0,911	1,289	
34	1,617	-1,671	-1,271	-0,577	-0,219	0,550	1,202	
35	2,160	-1,447	-1,064	-0,816	-0,422	0,000	0,455	
36	1,128	-0,703	-0,260	0,103	0,493	0,970	1,318	
37	1,400	-1,809	-1,243	-0,815	-0,185	0,408	1,091	
38	1,216	-1,047	-0,667	-0,173	0,278	0,565	0,918	
39	2,486	-0,847	-0,407	-0,104	0,201	0,607	0,992	
40	2,397	-0,948	-0,596	-0,11	0,276	0,601	1,053	
	χ	1,6403	-1,165	-0,762	-0,358	0,076	0,536	0,968

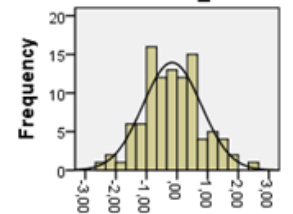
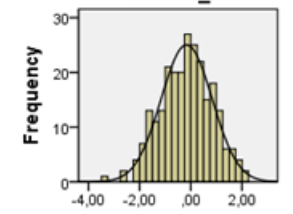
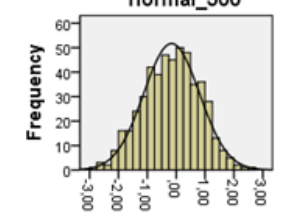
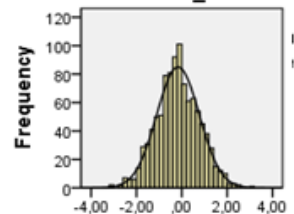
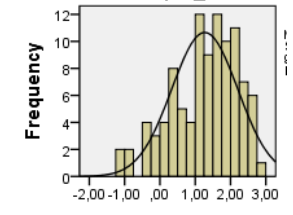
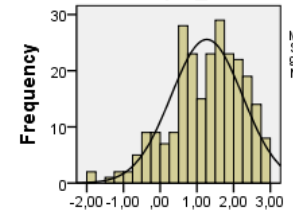
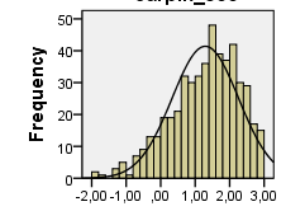
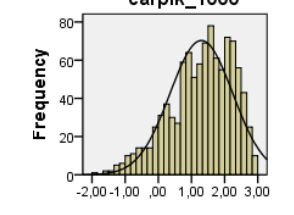
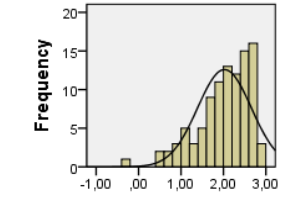
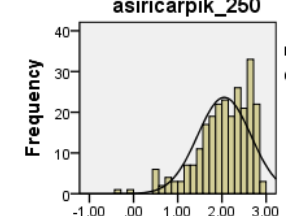
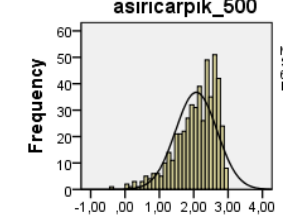
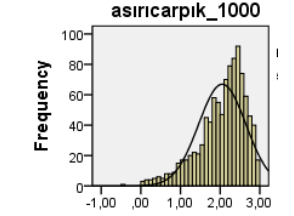
Tablonun devamı 153. Sayfadadır.

Yedi Kategorili Gerçek Parametre Değerleri							
Parametreler							
	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
41	1,810	-0,948	-0,507	-0,181	0,208	0,574	0,987
42	1,937	-2,238	-1,805	-1,427	-0,929	-0,484	0,024
43	2,133	-0,751	-0,331	0,116	0,483	0,937	1,297
44	2,213	-1,212	-0,767	-0,380	0,213	0,733	1,204
45	0,882	-0,262	0,014	0,341	0,601	0,917	1,675
46	1,230	-1,351	-0,916	-0,471	0,145	0,505	0,946
47	1,661	-1,551	-1,054	-0,579	0,039	0,444	0,864
48	0,918	-1,153	-0,726	-0,225	0,288	0,508	1,077
49	0,673	-0,561	-0,092	0,437	0,970	1,345	1,877
50	2,114	-1,036	-0,507	-0,139	0,171	0,522	1,235
51	1,516	-1,526	-1,199	-0,880	-0,346	0,239	0,719
52	1,880	-0,795	-0,416	-0,108	0,333	0,889	1,199
53	1,691	-1,536	-1,017	-0,752	-0,197	0,308	0,634
54	2,793	-1,166	-0,805	-0,523	-0,183	0,146	0,889
59	1,253	-1,488	-1,106	-0,768	-0,414	-0,041	0,364
60	1,637	-1,231	-0,791	-0,359	0,143	0,653	1,232
61	1,155	-1,547	-1,088	-0,616	-0,078	0,253	0,818
62	1,932	-0,752	-0,209	0,101	0,480	0,820	1,189
63	1,548	-1,444	-0,908	-0,505	-0,091	0,383	0,899
64	1,732	-1,005	-0,502	-0,185	0,218	0,571	1,018
65	1,567	-1,043	-0,613	-0,198	0,204	0,597	1,228
66	1,720	-1,501	-1,040	-0,637	-0,103	0,523	1,074
67	2,423	-1,287	-0,859	-0,498	0,109	0,497	0,923
68	1,388	-1,406	-1,002	-0,462	0,098	0,407	0,893
69	1,886	-1,151	-0,707	-0,282	0,148	0,562	1,138
70	1,373	-1,270	-0,931	-0,401	0,045	0,516	1,083
71	0,545	-1,054	-0,685	-0,240	0,367	0,701	1,191
72	2,201	-1,365	-1,054	-0,757	-0,224	0,138	0,527
73	1,699	-1,749	-1,488	-1,005	-0,642	-0,250	0,377
74	1,410	-0,868	-0,408	-0,126	0,197	0,543	0,808
75	1,081	-1,078	-0,676	-0,178	0,302	0,655	0,938
76	1,588	-0,962	-0,513	-0,088	0,207	0,651	0,950
77	1,738	-1,032	-0,763	-0,266	0,203	0,450	0,942
78	2,192	-1,063	-0,666	-0,235	0,329	0,860	1,416
79	0,944	-1,009	-0,606	-0,079	0,217	0,640	1,195
80	1,953	-1,081	-0,593	-0,272	0,064	0,533	1,091
\bar{x}	1,6403	-1,173	-0,755	-0,356	0,088	0,495	0,997

*Araştırmada 10,20,40,80 olmak üzere 4 ayrı madde seti kullanılmıştır. Daha geniş madde seti kendinden önce gelen madde setlerini içermektedir (örneğin 20 maddelik testteki ilk 10 madde, 10 maddelik testteki değerlerle aynıdır).

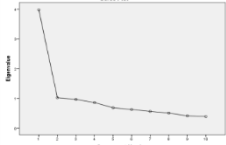
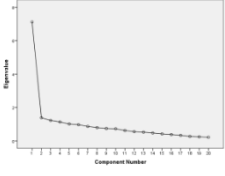
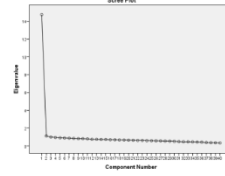
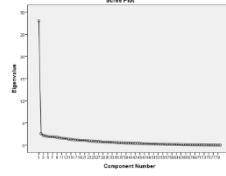
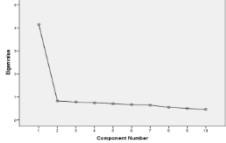
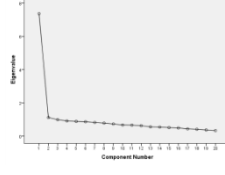
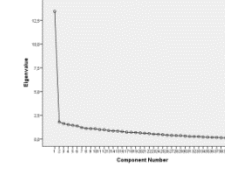
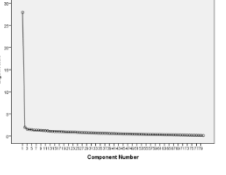
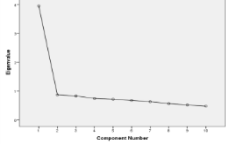
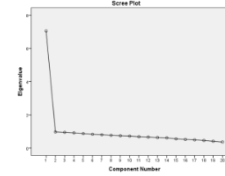
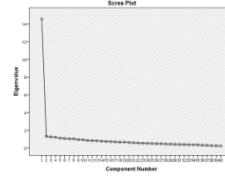
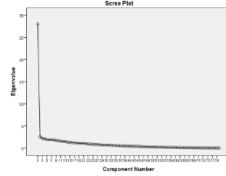
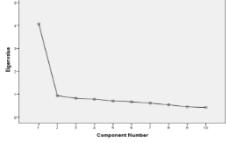
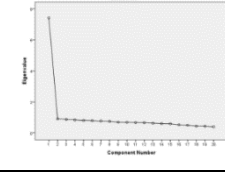
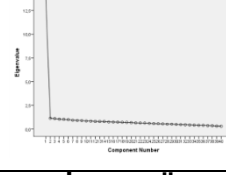
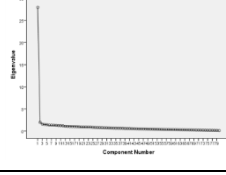
*Her madde setinde a parametrelerinin ortalaması (1,6403) ve b parametrelerinin ortalaması (-0,117) eşit ve sabit olarak belirlenmiştir.

EK 4. ÖRNEKLEM DAĞILIMLARINA AİT HİSTOGRAMLAR

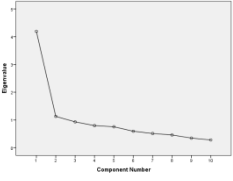
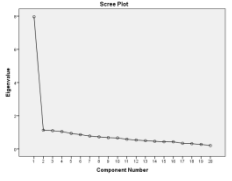
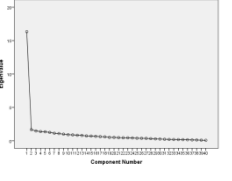
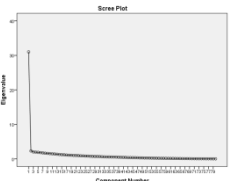
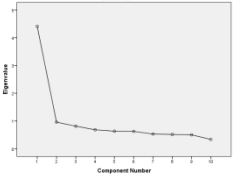
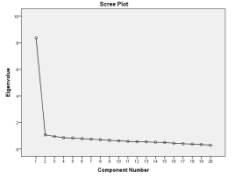
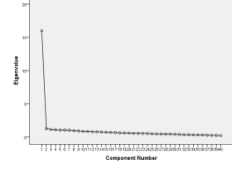
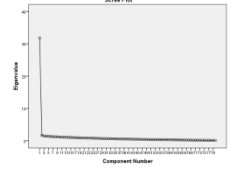
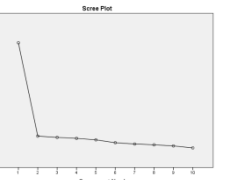
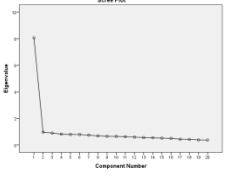
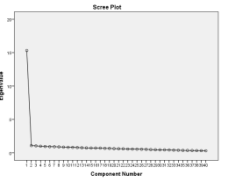
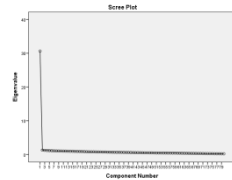
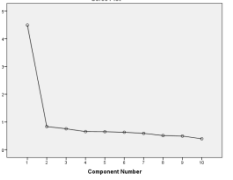
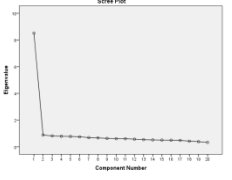
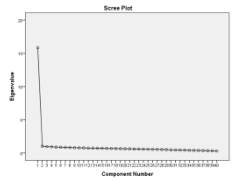
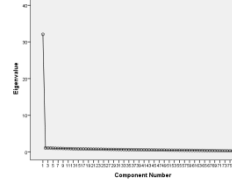
 <p>normal_100</p>	 <p>normal_250</p>	 <p>normal_500</p>	 <p>normal_1000</p>
$\bar{X}=0,162$ $Ss= 0,95$	$\bar{X}=0,162$ $Ss= 0,95$	$\bar{X}=0,162$ $Ss= 0,95$	$\bar{X}=0,162$ $Ss= 0,95$
 <p>carpık_100</p>	 <p>carpık_250</p>	 <p>carpık_500</p>	 <p>carpık_1000</p>
$\bar{X}=1,268$ $Ss= 0,935$	$\bar{X}=1,269$ $Ss= 0,975$	$\bar{X}=1,294$ $Ss= 0,945$	$\bar{X}=1,298$ $Ss= 0,945$
 <p>asırcarpık_100</p>	 <p>asırcarpık_250</p>	 <p>asırcarpık_500</p>	 <p>asırcarpık_1000</p>
$\bar{X}=2,028$ $Ss= 0,60$	$\bar{X}=2,052$ $Ss= 0,60$	$\bar{X}=2,074$ $Sd= 0,60$	$\bar{X}=2,052$ $Ss= 0,60$

Ss: Standart sapma

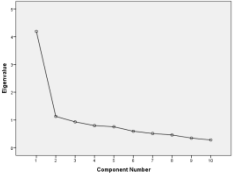
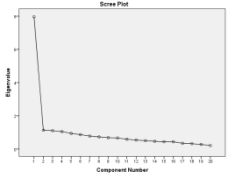
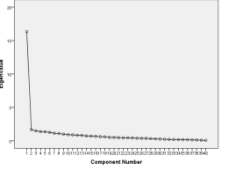
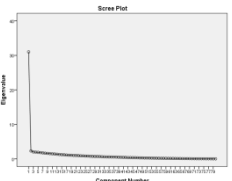
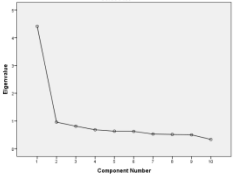
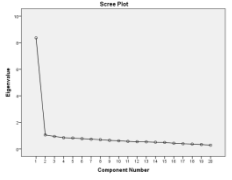
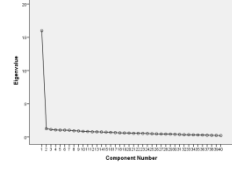
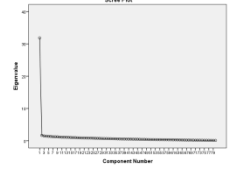
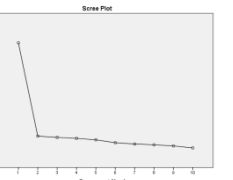
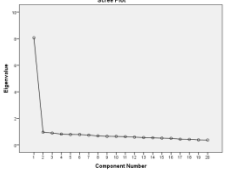
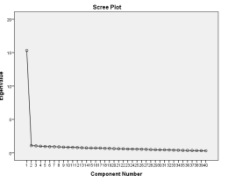
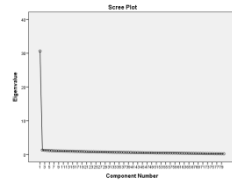
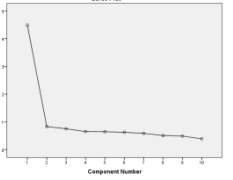
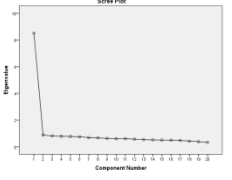
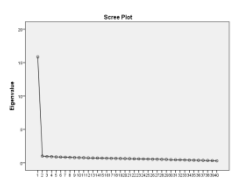
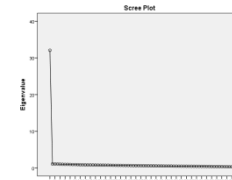
EK 5. TEKBOYUTLULUK VARSAYIMININ TEST EDİLMESİNE İLİŞKİN BULGULAR

Madde	Örnekleme	YAMAÇ GRAFIĞI	Madde	Örnekleme	YAMAÇ GRAFIĞI	Madde	Örnekleme	YAMAÇ GRAFIĞI	Madde	Örnekleme	YAMAÇ GRAFIĞI
10 MADDE	100		20 MADDE	100		40 MADDE	100		80 MADDE	100	
	250			250			250			250	
	500			500			500			500	
	1000			1000			1000			1000	

Şekil 4.49. Üç Kategorili Maddelerde Tek Boyutluluk Varsayımının Test Edilmesine İlişkin Örnekleme Yoluyla Seçilen Bulgular

<i>Madde</i>	<i>Örnekleme</i>	<i>YAMAÇ GRAFİĞİ</i>	<i>Madde</i>	<i>Örnekleme</i>	<i>YAMAÇ GRAFİĞİ</i>	<i>Madde</i>	<i>Örnekleme</i>	<i>YAMAÇ GRAFİĞİ</i>	<i>Madde</i>	<i>Örnekleme</i>	<i>YAMAÇ GRAFİĞİ</i>
10 MADDE	100		20 MADDE	100		40 MADDE	100		80 MADDE	100	
	250			250			250			250	
	500			500			500			500	
	1000			1000			1000			1000	

Şekil 4.50. Beş Kategorili Maddelerde Tek Boyutluluk Varsayımının Test Edilmesine İlişkin Örnekleme Yoluyla Seçilen Bulgular

<i>Madde</i>	<i>Örnekleme</i>	<i>YAMAÇ GRAFIĞİ</i>	<i>Madde</i>	<i>Örnekleme</i>	<i>YAMAÇ GRAFIĞİ</i>	<i>Madde</i>	<i>Örnekleme</i>	<i>YAMAÇ GRAFIĞİ</i>	<i>Madde</i>	<i>Örnekleme</i>	<i>YAMAÇ GRAFIĞİ</i>
10 MADDE	100		20 MADDE	100		40 MADDE	100		80 MADDE	100	
	250			250			250			250	
	500			500			500			500	
	1000			1000			1000			1000	

Şekil 4.51. Yedi Kategorili Maddelerde Tek Boyutluluk Varsayımının Test Edilmesine İlişkin Örnekleme Yoluyla Seçilen Bulgular

EK 6. BİRİNCİ ALT PROBLEMLE İLGİLİ ÇİZELGELER

Çizelge 4.19: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda Gerçek ile Kestirilen Parametre Değerlerinin Korelasyon Değerler

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,9242	0,9383	0,9363	0,9322	0,9362	0,9309	0,9337	0,9335	0,9287	0,9306	0,9323	0,9310	0,9344	0,9307	0,9363
	250	0,9345	0,9668	0,9588	0,9408	0,9509	0,9517	0,9443	0,9523	0,9409	0,9507	0,9491	0,9448	0,9509	0,9525	0,9499
	500	0,9605	0,9692	0,9619	0,9750	0,9628	0,9621	0,9641	0,9617	0,9774	0,9729	0,9755	0,9605	0,9623	0,9645	0,9618
	1000	0,9812	0,9871	0,9863	0,9903	0,9836	0,9881	0,9812	0,9889	0,9936	0,9800	0,9798	0,9803	0,9770	0,9826	0,9817
20	100	0,9387	0,9488	0,9397	0,9331	0,9378	0,9344	0,9351	0,9362	0,9390	0,9306	0,9387	0,9390	0,9339	0,9358	0,9371
	250	0,9492	0,9645	0,9688	0,9469	0,9501	0,9548	0,9462	0,9574	0,9574	0,9567	0,9521	0,9494	0,9526	0,9521	0,9507
	500	0,9637	0,9696	0,9773	0,9680	0,9703	0,9676	0,9690	0,9650	0,9791	0,9794	0,9765	0,9686	0,9676	0,9629	0,9648
	1000	0,9928	0,9921	0,9970	0,9901	0,9853	0,9836	0,9816	0,9803	0,9963	0,9819	0,9808	0,9816	0,9858	0,9891	0,9929
40	100	0,9397	0,9592	0,9382	0,9338	0,9386	0,9353	0,9312	0,9432	0,9314	0,9380	0,9389	0,9387	0,9367	0,9381	0,9384
	250	0,9494	0,9679	0,9687	0,9598	0,9552	0,9554	0,9507	0,9593	0,9602	0,9519	0,9546	0,9569	0,9557	0,9480	0,9533
	500	0,9753	0,9891	0,9829	0,9761	0,9749	0,9673	0,9764	0,9684	0,9840	0,9647	0,9779	0,9708	0,9784	0,9698	0,9655
	1000	0,9912	0,9961	0,9968	0,9987	0,9859	0,9927	0,9923	0,9907	0,9996	0,9853	0,9890	0,9840	0,9887	0,9910	0,9992
80	100	0,9342	0,9525	0,9425	0,9365	0,9394	0,9385	0,9304	0,9451	0,9379	0,9397	0,9465	0,9312	0,9371	0,9391	0,9397
	250	0,9591	0,9698	0,9638	0,9553	0,9599	0,9584	0,9527	0,9608	0,9694	0,9586	0,9562	0,9604	0,9671	0,9575	0,9610
	500	0,9775	0,9886	0,9891	0,9706	0,9764	0,9685	0,9791	0,9711	0,9848	0,9743	0,9829	0,9697	0,9799	0,9707	0,9761
	1000	0,9942	0,9953	0,9970	0,9990	0,9859	0,9983	0,9967	0,9929	0,9996	0,9848	0,9872	0,9894	0,9880	0,9930	0,9997

Çizelge 4.20: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Değerleri

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,1887	0,1876	0,1801	0,1831	0,1606	0,1508	0,1493	0,1356	0,1721	0,1295	0,1289	0,1099	0,1121	0,1131	0,1112
	250	0,1715	0,1721	0,1720	0,1720	0,1466	0,1229	0,1397	0,1235	0,1697	0,1140	0,1096	0,0913	0,1022	0,0972	0,1060
	500	0,1581	0,1640	0,1694	0,1320	0,1205	0,1083	0,1112	0,1005	0,1350	0,0924	0,0905	0,0865	0,0872	0,0858	0,0962
	1000	0,1467	0,1582	0,1670	0,1293	0,1125	0,0953	0,0904	0,0910	0,1177	0,0817	0,0810	0,0821	0,0784	0,0761	0,0869
20	100	0,1488	0,1765	0,1725	0,1377	0,1279	0,1190	0,1196	0,1134	0,1406	0,1034	0,1016	0,0910	0,1093	0,1009	0,1016
	250	0,1408	0,1584	0,1606	0,1339	0,1165	0,1096	0,0925	0,0978	0,1377	0,0910	0,0923	0,0895	0,0971	0,0940	0,0944
	500	0,1391	0,1529	0,1580	0,1221	0,1089	0,0901	0,0795	0,0852	0,1243	0,0861	0,0844	0,0847	0,0796	0,0860	0,0891
	1000	0,1342	0,1504	0,1506	0,1192	0,0968	0,0691	0,0654	0,0800	0,1015	0,0763	0,0791	0,0810	0,0703	0,0752	0,0790
40	100	0,1245	0,1235	0,1315	0,1051	0,1199	0,1100	0,0984	0,0963	0,1041	0,0828	0,0787	0,0769	0,0718	0,0630	0,0720
	250	0,0997	0,1137	0,1134	0,0959	0,1090	0,0914	0,0742	0,0862	0,0909	0,0719	0,0712	0,0744	0,0557	0,0521	0,0590
	500	0,0908	0,1144	0,1117	0,0904	0,0967	0,0768	0,0607	0,0701	0,0853	0,0679	0,0656	0,0692	0,0526	0,0528	0,0578
	1000	0,0848	0,1044	0,1104	0,0894	0,0773	0,0608	0,0485	0,0626	0,0807	0,0674	0,0680	0,0658	0,0518	0,0544	0,0565
80	100	0,0733	0,1001	0,1009	0,0644	0,0771	0,0689	0,0671	0,0701	0,0622	0,0562	0,0540	0,0551	0,0501	0,0474	0,0508
	250	0,0612	0,0942	0,0947	0,0641	0,0642	0,0510	0,0592	0,0659	0,0618	0,0533	0,0505	0,0478	0,0463	0,0454	0,0494
	500	0,0575	0,0940	0,0908	0,0550	0,0625	0,0459	0,0443	0,0545	0,0528	0,0559	0,0553	0,0519	0,0474	0,0458	0,0480
	1000	0,0539	0,0802	0,0885	0,0514	0,0607	0,0416	0,0405	0,0538	0,0491	0,0544	0,0528	0,0492	0,0451	0,0429	0,0449

Çizelge 4.21: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda MHM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Hataları

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,0346	0,0568	0,0569	0,0270	0,0239	0,0262	0,0265	0,0224	0,0253	0,0216	0,0266	0,0255	0,0249	0,0232	0,0211
	250	0,0247	0,0575	0,0522	0,0252	0,0229	0,0242	0,0250	0,0223	0,0247	0,0206	0,0255	0,0244	0,0231	0,0213	0,0202
	500	0,0198	0,0581	0,0515	0,0208	0,0214	0,0233	0,0214	0,0206	0,0242	0,0174	0,0234	0,0243	0,0215	0,0221	0,0192
	1000	0,0205	0,0557	0,0481	0,0202	0,0191	0,0199	0,0204	0,0202	0,0241	0,0173	0,0219	0,0231	0,0203	0,0215	0,0190
20	100	0,0190	0,0420	0,0395	0,0169	0,0184	0,0248	0,0180	0,0148	0,0161	0,0180	0,0253	0,0251	0,0247	0,0207	0,0161
	250	0,0145	0,0360	0,0350	0,0160	0,0175	0,0208	0,0170	0,0143	0,0160	0,0170	0,0240	0,0240	0,0226	0,0185	0,0157
	500	0,0134	0,0360	0,0365	0,0161	0,0164	0,0186	0,0150	0,0143	0,0156	0,0165	0,0229	0,0230	0,0212	0,0171	0,0155
	1000	0,0143	0,0380	0,0358	0,0141	0,0155	0,0179	0,0157	0,0136	0,0155	0,0163	0,0210	0,0210	0,0207	0,0173	0,0151
40	100	0,0141	0,0266	0,0260	0,0123	0,0160	0,0172	0,0161	0,0132	0,0132	0,0175	0,0199	0,0186	0,0164	0,0146	0,0125
	250	0,0117	0,0259	0,0255	0,0119	0,0160	0,0166	0,0147	0,0131	0,0116	0,0164	0,0176	0,0171	0,0156	0,0128	0,0127
	500	0,0122	0,0253	0,0246	0,0119	0,0146	0,0170	0,0145	0,0130	0,0115	0,0152	0,0174	0,0175	0,0153	0,0132	0,0118
	1000	0,0110	0,0264	0,0256	0,0112	0,0133	0,0163	0,0138	0,0127	0,0112	0,0153	0,0173	0,0171	0,0148	0,0124	0,0111
80	100	0,0105	0,0183	0,0198	0,0088	0,0134	0,0121	0,0107	0,0104	0,0088	0,0104	0,0110	0,0113	0,0109	0,0095	0,0087
	250	0,0085	0,0186	0,0188	0,0084	0,0123	0,0119	0,0104	0,0107	0,0090	0,0102	0,0111	0,0114	0,0106	0,0096	0,0083
	500	0,0085	0,0186	0,0190	0,0085	0,0128	0,0113	0,0101	0,0106	0,0087	0,0102	0,0110	0,0114	0,0103	0,0095	0,0084
	1000	0,0082	0,0189	0,0190	0,0088	0,0124	0,0121	0,0100	0,0107	0,0082	0,0105	0,0115	0,0113	0,0102	0,0095	0,0084

Çizelge 4.22: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin RMSE Değerleri

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,2489	0,2876	0,2801	0,2490	0,2606	0,2508	0,2493	0,2356	0,2421	0,2495	0,2289	0,2199	0,2121	0,2131	0,2112
	250	0,2315	0,2721	0,2720	0,2220	0,2267	0,2229	0,2397	0,2235	0,2270	0,2040	0,1863	0,2009	0,1717	0,1972	0,2060
	500	0,2081	0,2540	0,2594	0,1920	0,2105	0,1983	0,2012	0,1905	0,1950	0,1792	0,1616	0,1865	0,1672	0,1758	0,2002
	1000	0,1867	0,1882	0,1970	0,1593	0,1425	0,1253	0,1404	0,1316	0,1477	0,1318	0,1308	0,1206	0,1184	0,1061	0,1169
20	100	0,2288	0,2765	0,2725	0,2128	0,2128	0,1899	0,1955	0,2134	0,2141	0,2134	0,2016	0,2091	0,2003	0,2009	0,2016
	250	0,2008	0,2584	0,2606	0,2039	0,2065	0,1758	0,1825	0,1978	0,2038	0,2007	0,1823	0,1852	0,1671	0,1740	0,1944
	500	0,1914	0,2429	0,2480	0,1692	0,1989	0,1601	0,1595	0,1712	0,1804	0,1761	0,1544	0,1747	0,1563	0,1660	0,1791
	1000	0,1742	0,1804	0,1806	0,1492	0,1268	0,1078	0,0937	0,1100	0,1315	0,1263	0,1279	0,1100	0,1133	0,1052	0,1090
40	100	0,2045	0,2235	0,2315	0,1915	0,2099	0,1775	0,1708	0,1963	0,2041	0,1928	0,1787	0,1869	0,1718	0,1630	0,1720
	250	0,1797	0,2137	0,2134	0,1710	0,1909	0,1701	0,1742	0,1815	0,1809	0,1719	0,1712	0,1744	0,1557	0,1521	0,1550
	500	0,1508	0,2044	0,2017	0,1550	0,1867	0,1568	0,1524	0,1518	0,1653	0,1579	0,1556	0,1592	0,1426	0,1428	0,1478
	1000	0,1378	0,1444	0,1404	0,1394	0,1173	0,0976	0,0885	0,1026	0,1207	0,0974	0,0980	0,0958	0,0818	0,0844	0,0865
80	100	0,1733	0,2001	0,2009	0,1644	0,1771	0,1589	0,1579	0,1801	0,1722	0,1562	0,1540	0,1551	0,1501	0,1474	0,1508
	250	0,1412	0,1942	0,1947	0,1541	0,1622	0,1499	0,1417	0,1559	0,1618	0,1533	0,1405	0,1478	0,1463	0,1305	0,1409
	500	0,1275	0,1540	0,1508	0,1450	0,1547	0,1391	0,1343	0,1445	0,1428	0,1459	0,1253	0,1419	0,1374	0,1258	0,1380
	1000	0,1084	0,1202	0,1185	0,1108	0,0907	0,0816	0,0747	0,0838	0,1091	0,0844	0,0828	0,0792	0,0751	0,0729	0,0749

Çizelge 4.23: Örneklem Dağılımı Normal Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Yanlılık Değerleri

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	-0,032	-0,039	-0,041	-0,034	-0,036	-0,037	-0,031	-0,030	-0,030	-0,036	-0,036	-0,034	-0,030	-0,031	-0,030
	250	-0,026	-0,034	-0,039	-0,024	-0,034	-0,031	-0,025	-0,030	-0,026	-0,026	-0,030	-0,029	-0,030	-0,031	-0,030
	500	-0,007	-0,012	-0,012	-0,009	-0,014	-0,011	-0,014	-0,015	-0,010	-0,012	-0,015	-0,016	-0,007	-0,009	-0,007
	1000	-0,004	-0,004	-0,005	-0,004	-0,005	-0,003	-0,004	-0,009	-0,004	-0,004	-0,010	-0,009	-0,004	-0,004	-0,004
20	100	-0,030	-0,031	-0,038	-0,032	-0,031	-0,031	-0,026	-0,024	-0,028	-0,030	-0,032	-0,030	-0,031	-0,034	-0,018
	250	-0,025	-0,030	-0,032	-0,022	-0,031	-0,024	-0,023	-0,022	-0,023	-0,021	-0,029	-0,025	-0,033	-0,023	-0,022
	500	-0,007	-0,012	-0,011	-0,009	-0,013	-0,010	-0,013	-0,013	-0,009	-0,012	-0,012	-0,011	-0,006	-0,015	-0,010
	1000	-0,004	-0,003	-0,003	-0,004	-0,002	-0,003	-0,003	-0,009	-0,004	-0,003	-0,008	-0,008	0,000	0,000	0,000
40	100	-0,024	-0,029	-0,031	-0,025	-0,021	-0,021	-0,021	-0,019	-0,021	-0,022	-0,028	-0,025	-0,019	-0,020	-0,017
	250	-0,019	-0,026	-0,031	-0,019	-0,018	-0,018	-0,019	-0,016	-0,020	-0,019	-0,022	-0,018	-0,006	-0,015	-0,010
	500	-0,006	-0,011	-0,010	-0,010	-0,012	-0,010	-0,011	-0,010	-0,008	-0,011	-0,009	-0,011	-0,011	-0,012	-0,011
	1000	-0,004	-0,004	-0,002	-0,004	-0,002	-0,003	-0,001	-0,007	-0,004	-0,002	-0,006	-0,005	-0,004	-0,004	-0,004
80	100	-0,017	-0,025	-0,027	-0,021	-0,019	-0,019	-0,020	-0,018	-0,019	-0,020	-0,024	-0,017	-0,019	-0,020	-0,017
	250	-0,014	-0,025	-0,027	-0,017	-0,017	-0,017	-0,017	-0,013	-0,019	-0,013	-0,012	-0,008	-0,006	-0,015	-0,010
	500	-0,005	-0,011	-0,009	-0,008	-0,011	-0,009	-0,011	-0,009	-0,008	-0,009	-0,006	-0,007	-0,011	-0,012	-0,011
	1000	-0,004	-0,001	-0,003	-0,004	-0,001	-0,001	-0,001	-0,005	-0,001	-0,002	-0,004	-0,003	-0,001	-0,001	-0,001

EK 7. İKİNCİ ALT PROBLEMLE İLGİLİ BULGULAR

Çizelge 4.24: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Gerçek Kestirilen Parametrelerin Korelasyon Düzeyleri

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,8500	0,8739	0,8652	0,8931	0,8699	0,8740	0,8720	0,8824	0,8652	0,8600	0,8607	0,8700	0,8566	0,8755	0,8750
	250	0,8714	0,8767	0,8908	0,8996	0,8890	0,8888	0,8916	0,9050	0,8908	0,8744	0,8767	0,8835	0,8795	0,8897	0,8864
	500	0,9640	0,9579	0,9705	0,9409	0,9570	0,9581	0,9566	0,9590	0,9705	0,9515	0,9587	0,9572	0,9575	0,9690	0,9670
	1000	0,9767	0,9793	0,9895	0,9841	0,9716	0,9847	0,9745	0,9857	0,9895	0,9715	0,9745	0,9647	0,9574	0,9625	0,9759
20	100	0,8536	0,8750	0,8740	0,8972	0,8871	0,8806	0,8833	0,8850	0,8740	0,8726	0,8643	0,8731	0,8613	0,8854	0,8874
	250	0,9048	0,9068	0,9091	0,9090	0,9017	0,8903	0,9103	0,9283	0,9091	0,8955	0,8977	0,8937	0,8836	0,8960	0,8970
	500	0,9620	0,9616	0,9648	0,9468	0,9649	0,9648	0,9649	0,9603	0,9648	0,9739	0,9652	0,9522	0,9667	0,9642	0,9672
	1000	0,9774	0,9726	0,9906	0,9817	0,9703	0,9717	0,9804	0,9910	0,9906	0,9743	0,9689	0,9744	0,9849	0,9883	0,9892
40	100	0,8612	0,8774	0,8698	0,8980	0,8916	0,8900	0,8834	0,8926	0,8698	0,8903	0,8904	0,9078	0,9083	0,9001	0,9088
	250	0,9394	0,9367	0,9529	0,9427	0,9244	0,9093	0,9320	0,9300	0,9529	0,9303	0,9242	0,9340	0,9312	0,9383	0,9453
	500	0,9693	0,9638	0,9787	0,9674	0,9631	0,9578	0,9648	0,9643	0,9787	0,9752	0,9693	0,9552	0,9688	0,9681	0,9677
	1000	0,9823	0,9826	0,9941	0,9856	0,9795	0,9789	0,9908	0,9938	0,9941	0,9744	0,9870	0,9765	0,9806	0,9835	0,9882
80	100	0,8956	0,8942	0,8974	0,8981	0,8948	0,8936	0,8901	0,8923	0,8974	0,8935	0,8900	0,9113	0,9159	0,9131	0,9086
	250	0,9523	0,9452	0,9676	0,9536	0,9314	0,9073	0,9365	0,9397	0,9676	0,9384	0,9337	0,9293	0,9285	0,9544	0,9353
	500	0,9688	0,9732	0,9793	0,9705	0,9676	0,9631	0,9654	0,9671	0,9793	0,9672	0,9632	0,9639	0,9642	0,9649	0,9742
	1000	0,9782	0,9801	0,9951	0,9865	0,9825	0,9710	0,9817	0,9984	0,9951	0,9840	0,9833	0,9789	0,9801	0,9821	0,9846

Çizelge 4.25: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Hataları

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,2289	0,2176	0,2005	0,2083	0,1406	0,1308	0,1393	0,1356	0,1906	0,1395	0,1305	0,1199	0,1210	0,1307	0,1214
	250	0,1746	0,1828	0,1832	0,1610	0,1320	0,1286	0,1250	0,1230	0,1514	0,1109	0,1178	0,1030	0,1141	0,1209	0,1192
	500	0,1500	0,1796	0,1620	0,1325	0,1207	0,1070	0,1109	0,1105	0,1308	0,1009	0,0996	0,0935	0,0964	0,0937	0,0949
	1000	0,1513	0,1685	0,1499	0,1340	0,1136	0,1085	0,1020	0,1015	0,1303	0,0926	0,0910	0,0906	0,0910	0,0903	0,0907
20	100	0,1921	0,1865	0,1840	0,1733	0,1324	0,1258	0,1242	0,1141	0,1710	0,1267	0,1191	0,1091	0,1130	0,1238	0,1176
	250	0,1490	0,1731	0,1718	0,1340	0,1235	0,1125	0,1132	0,1034	0,1297	0,1011	0,1077	0,0934	0,0978	0,1119	0,1093
	500	0,1318	0,1654	0,1508	0,1279	0,1076	0,0947	0,0909	0,0900	0,1209	0,0901	0,0972	0,0845	0,0896	0,0793	0,0807
	1000	0,1410	0,1606	0,1412	0,1232	0,1012	0,0906	0,0812	0,0853	0,1202	0,0799	0,0799	0,0740	0,0804	0,0760	0,0792
40	100	0,1293	0,1283	0,1320	0,1323	0,1244	0,1023	0,1049	0,1017	0,1310	0,1023	0,1026	0,1007	0,1065	0,1057	0,1058
	250	0,1022	0,1226	0,1255	0,1082	0,1093	0,0982	0,0915	0,0909	0,0931	0,0924	0,0905	0,0905	0,0816	0,0926	0,0900
	500	0,0976	0,1232	0,1133	0,0960	0,1009	0,0851	0,0871	0,0837	0,0874	0,0859	0,0665	0,0797	0,0707	0,0724	0,0723
	1000	0,0924	0,1179	0,1026	0,0889	0,0910	0,0765	0,0741	0,0768	0,0912	0,0756	0,0593	0,0607	0,0609	0,0619	0,0649
80	100	0,1099	0,1199	0,1163	0,1068	0,0808	0,0737	0,0650	0,0743	0,0944	0,0815	0,0810	0,0958	0,0959	0,1012	0,0918
	250	0,0851	0,0998	0,0974	0,0560	0,0705	0,0626	0,0625	0,0685	0,0591	0,0694	0,0666	0,0740	0,0745	0,0845	0,0741
	500	0,0651	0,0853	0,0937	0,0579	0,0668	0,0626	0,0606	0,0676	0,0562	0,0606	0,0619	0,0683	0,0636	0,0699	0,0611
	1000	0,0577	0,0866	0,0860	0,0524	0,0650	0,0629	0,0628	0,0649	0,0606	0,0532	0,0505	0,0541	0,0590	0,0572	0,0590

Çizelge 4.26: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda MHM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Hataları

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,0349	0,0590	0,0575	0,0252	0,0267	0,0261	0,0269	0,0237	0,0227	0,0258	0,0266	0,0268	0,0248	0,0241	0,0227
	250	0,0280	0,0574	0,0552	0,0242	0,0259	0,0252	0,0328	0,0248	0,0203	0,0233	0,0202	0,0259	0,0242	0,0235	0,0203
	500	0,0256	0,0576	0,0544	0,0233	0,0256	0,0254	0,0324	0,0238	0,0190	0,0233	0,0240	0,0254	0,0224	0,0212	0,0190
	1000	0,0229	0,0561	0,0533	0,0220	0,0251	0,0241	0,0306	0,0221	0,0205	0,0224	0,0227	0,0239	0,0201	0,0206	0,0205
20	100	0,0202	0,0436	0,0401	0,0190	0,0241	0,0219	0,0194	0,0194	0,0200	0,0214	0,0266	0,0222	0,0189	0,0167	0,0200
	250	0,0175	0,0414	0,0396	0,0207	0,0232	0,0218	0,0180	0,0188	0,0180	0,0202	0,0234	0,0211	0,0190	0,0177	0,0180
	500	0,0162	0,0410	0,0366	0,0179	0,0218	0,0200	0,0160	0,0173	0,0175	0,0212	0,0247	0,0225	0,0199	0,0164	0,0175
	1000	0,0160	0,0389	0,0370	0,0190	0,0202	0,0198	0,0158	0,0165	0,0174	0,0191	0,0243	0,0223	0,0183	0,0165	0,0174
40	100	0,0145	0,0265	0,0265	0,0172	0,0169	0,0171	0,0171	0,0172	0,0153	0,0172	0,0164	0,0159	0,0141	0,0128	0,0153
	250	0,0138	0,0254	0,0266	0,0172	0,0163	0,0168	0,0148	0,0171	0,0135	0,0157	0,0162	0,0144	0,0130	0,0120	0,0135
	500	0,0133	0,0249	0,0262	0,0173	0,0169	0,0165	0,0165	0,0165	0,0147	0,0164	0,0165	0,0144	0,0126	0,0123	0,0147
	1000	0,0122	0,0245	0,0256	0,0169	0,0157	0,0151	0,0151	0,0155	0,0137	0,0156	0,0160	0,0143	0,0127	0,0116	0,0137
80	100	0,0110	0,0202	0,0203	0,0141	0,0127	0,0106	0,0106	0,0118	0,0103	0,0110	0,0120	0,0109	0,0097	0,0090	0,0103
	250	0,0093	0,0190	0,0195	0,0129	0,0124	0,0101	0,0101	0,0108	0,0099	0,0108	0,0110	0,0105	0,0103	0,0096	0,0099
	500	0,0086	0,0189	0,0194	0,0121	0,0121	0,0104	0,0104	0,0111	0,0101	0,0112	0,0113	0,0103	0,0094	0,0086	0,0101
	1000	0,0084	0,0180	0,0189	0,0120	0,0121	0,0107	0,0107	0,0107	0,0099	0,0108	0,0109	0,0100	0,0093	0,0086	0,0099

Çizelge 4.27: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin RMSE Değerleri

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,4185	0,4258	0,4056	0,4219	0,4136	0,4199	0,4187	0,4298	0,4103	0,4251	0,4189	0,4110	0,4198	0,4137	0,4272
	250	0,3550	0,3652	0,3693	0,3797	0,3484	0,3541	0,3750	0,3697	0,3649	0,3728	0,3698	0,3577	0,3643	0,3594	0,3718
	500	0,2518	0,2414	0,2382	0,2479	0,2276	0,2047	0,2009	0,2062	0,2409	0,2332	0,2172	0,2045	0,1959	0,1931	0,1949
	1000	0,1913	0,1848	0,1880	0,1940	0,1836	0,1647	0,1776	0,1826	0,1803	0,1726	0,1530	0,1748	0,1698	0,1732	0,1732
20	100	0,4093	0,4323	0,4078	0,3861	0,3804	0,3838	0,3722	0,3721	0,3856	0,3744	0,3792	0,3750	0,3691	0,3752	0,3796
	250	0,3459	0,3531	0,3518	0,3404	0,3362	0,3461	0,3510	0,3462	0,3400	0,3536	0,3571	0,3534	0,3178	0,3421	0,3234
	500	0,2218	0,2141	0,2082	0,2079	0,1976	0,1787	0,1809	0,1762	0,2009	0,1832	0,1872	0,1745	0,1859	0,1631	0,1675
	1000	0,1810	0,1708	0,1612	0,1832	0,1712	0,1596	0,1612	0,1553	0,1802	0,1832	0,1792	0,1640	0,1638	0,1560	0,1624
40	100	0,3873	0,3863	0,3881	0,3603	0,3642	0,3513	0,3527	0,3445	0,3418	0,3511	0,3483	0,3530	0,3430	0,3503	0,3561
	250	0,3022	0,3126	0,3055	0,3082	0,3093	0,2782	0,2615	0,2709	0,2931	0,3079	0,3075	0,2747	0,2616	0,2765	0,2600
	500	0,1755	0,1673	0,1643	0,1760	0,1728	0,1601	0,1707	0,1741	0,1741	0,1601	0,1650	0,1717	0,1715	0,1651	0,1631
	1000	0,1524	0,1479	0,1426	0,1589	0,1497	0,1565	0,1441	0,1568	0,1612	0,1456	0,1426	0,1475	0,1409	0,1319	0,1349
80	100	0,3479	0,3479	0,3425	0,3377	0,3588	0,3337	0,3250	0,3443	0,3244	0,3435	0,3505	0,3599	0,3465	0,3412	0,3492
	250	0,2551	0,2598	0,2574	0,2360	0,2451	0,2326	0,2225	0,2369	0,2391	0,2424	0,2366	0,2340	0,2254	0,2245	0,2241
	500	0,1741	0,1653	0,1637	0,1709	0,1678	0,1626	0,1706	0,1676	0,1696	0,1646	0,1619	0,1783	0,1636	0,1699	0,1511
	1000	0,1377	0,1366	0,1260	0,1324	0,1301	0,1329	0,1228	0,1349	0,1406	0,1253	0,1254	0,1241	0,1190	0,1172	0,1190

Çizelge 4.28: Örneklem Dağılımı -0.5 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Yanlılık Değerleri

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	-0,130	-0,180	-0,171	-0,140	-0,190	-0,189	-0,173	-0,171	-0,122	-0,183	-0,186	-0,177	-0,174	-0,171	-0,172
	250	-0,120	-0,184	-0,171	-0,121	-0,184	-0,180	-0,162	-0,163	-0,118	-0,183	-0,172	-0,171	-0,158	-0,173	-0,152
	500	-0,100	-0,171	-0,141	-0,105	-0,174	-0,157	-0,133	-0,136	-0,100	-0,166	-0,166	-0,166	-0,132	-0,132	-0,132
	1000	-0,103	-0,101	-0,102	-0,101	-0,090	-0,137	-0,073	-0,083	-0,101	-0,110	-0,081	-0,085	-0,081	-0,084	-0,081
20	100	-0,129	-0,179	-0,168	-0,135	-0,189	-0,179	-0,168	-0,170	-0,124	-0,185	-0,181	-0,179	-0,172	-0,170	-0,168
	250	-0,123	-0,165	-0,150	-0,122	-0,151	-0,149	-0,133	-0,152	-0,113	-0,140	-0,138	-0,138	-0,140	-0,137	-0,145
	500	-0,100	-0,151	-0,140	-0,103	-0,159	-0,135	-0,128	-0,104	-0,091	-0,161	-0,161	-0,161	-0,127	-0,127	-0,127
	1000	-0,104	-0,093	-0,095	-0,090	-0,074	-0,076	-0,071	-0,080	-0,087	-0,092	-0,081	-0,088	-0,086	-0,068	-0,062
40	100	-0,122	-0,180	-0,160	-0,134	-0,176	-0,163	-0,159	-0,167	-0,120	-0,176	-0,174	-0,167	-0,162	-0,156	-0,150
	250	-0,107	-0,150	-0,144	-0,103	-0,145	-0,148	-0,140	-0,137	-0,110	-0,149	-0,138	-0,138	-0,131	-0,131	-0,130
	500	-0,092	-0,131	-0,141	-0,079	-0,140	-0,128	-0,133	-0,103	-0,085	-0,136	-0,131	-0,131	-0,122	-0,122	-0,122
	1000	-0,095	-0,086	-0,076	-0,058	-0,076	-0,073	-0,072	-0,078	-0,053	-0,078	-0,074	-0,072	-0,061	-0,064	-0,060
80	100	-0,111	-0,133	-0,131	-0,111	-0,148	-0,136	-0,142	-0,130	-0,101	-0,147	-0,146	-0,136	-0,131	-0,129	-0,127
	250	-0,102	-0,130	-0,124	-0,090	-0,125	-0,128	-0,120	-0,121	-0,091	-0,121	-0,121	-0,124	-0,113	-0,113	-0,113
	500	-0,092	-0,101	-0,104	-0,066	-0,101	-0,101	-0,091	-0,091	-0,064	-0,101	-0,101	-0,101	-0,091	-0,091	-0,091
	1000	-0,085	-0,066	-0,079	-0,050	-0,071	-0,067	-0,063	-0,062	-0,042	-0,069	-0,071	-0,070	-0,062	-0,060	-0,061

EK 8. ÜÇÜNCÜ ALT PROBLEMLE İLGİLİ BULGULAR

Çizelge 4.29: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda Gerçek Kestirilen Parametrelerin Korelasyon Düzeyleri

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler Parametreler			5 Kategorili Maddeler Parametreler					7 Kategorili Maddeler Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,6400	0,6438	0,6499	0,6793	0,6789	0,6736	0,6573	0,6592	0,6786	0,6432	0,6310	0,6746	0,6543	0,6325	0,6349
	250	0,6959	0,7695	0,7695	0,7642	0,7130	0,7131	0,7302	0,7188	0,7678	0,7112	0,7012	0,7026	0,7483	0,6708	0,7058
	500	0,9022	0,9031	0,9142	0,9179	0,9083	0,9144	0,9021	0,8955	0,9174	0,8908	0,9023	0,9080	0,9084	0,9083	0,9022
	1000	0,9313	0,9401	0,9413	0,9447	0,9524	0,9455	0,9389	0,9396	0,9457	0,9364	0,9522	0,9530	0,9567	0,9531	0,9358
20	100	0,7119	0,7225	0,7053	0,7259	0,7290	0,7392	0,7480	0,7416	0,7470	0,7408	0,7035	0,7408	0,7263	0,6917	0,7022
	250	0,7530	0,7810	0,7811	0,8022	0,8246	0,8398	0,8403	0,8020	0,8028	0,7767	0,7824	0,7891	0,7509	0,7655	0,7213
	500	0,9088	0,8909	0,9088	0,8927	0,9088	0,9180	0,9085	0,9031	0,9002	0,9085	0,9082	0,9086	0,9084	0,9186	0,9187
	1000	0,9416	0,9438	0,9515	0,9413	0,9423	0,9493	0,9492	0,9514	0,9506	0,9566	0,9441	0,9610	0,9634	0,9416	0,9534
40	100	0,7261	0,7466	0,7287	0,7648	0,7690	0,7696	0,7667	0,7426	0,7654	0,7537	0,7252	0,7139	0,7644	0,7022	0,7169
	250	0,8356	0,7968	0,7954	0,8645	0,8547	0,8603	0,8602	0,8455	0,8740	0,8320	0,8744	0,8523	0,8500	0,8665	0,8778
	500	0,8944	0,8948	0,9032	0,9124	0,8934	0,8983	0,8979	0,9095	0,9221	0,9188	0,9086	0,9153	0,9101	0,9085	0,9171
	1000	0,9507	0,9611	0,9649	0,9462	0,9431	0,9370	0,9578	0,9577	0,9569	0,9544	0,9587	0,9646	0,9606	0,9635	0,9567
80	100	0,7363	0,7465	0,7461	0,7642	0,7630	0,7631	0,7602	0,7588	0,7678	0,7612	0,7012	0,7255	0,7483	0,7078	0,7584
	250	0,8774	0,8814	0,8791	0,8955	0,8882	0,8833	0,8773	0,8914	0,8675	0,8715	0,8485	0,8764	0,8459	0,8766	0,8780
	500	0,9086	0,9086	0,9088	0,9272	0,9124	0,9084	0,9087	0,9085	0,9256	0,9039	0,9085	0,9083	0,9086	0,9085	0,9067
	1000	0,9423	0,9581	0,9609	0,9532	0,9523	0,9603	0,9454	0,9713	0,9569	0,9439	0,9587	0,9646	0,9806	0,9735	0,9725

Çizelge 4.30: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Hataları

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,3598	0,9012	0,4950	0,2646	0,2448	0,1993	0,1205	0,2355	0,2403	0,2046	0,1448	0,1593	0,1784	0,1205	0,1916
	250	0,3019	0,5500	0,5429	0,2497	0,1858	0,1579	0,0950	0,1840	0,2591	0,1840	0,1286	0,1579	0,1558	0,0950	0,1761
	500	0,2416	0,6080	0,4555	0,2125	0,1070	0,1275	0,0904	0,1499	0,2352	0,1499	0,1070	0,1275	0,1070	0,0904	0,1482
	1000	0,1706	0,3573	0,2922	0,2640	0,0847	0,1018	0,0916	0,1018	0,2156	0,1018	0,0847	0,1018	0,0847	0,0916	0,1184
20	100	0,3122	0,8213	0,3356	0,2773	0,2346	0,1237	0,1018	0,2341	0,1718	0,2041	0,0946	0,1237	0,1458	0,1018	0,1971
	250	0,3096	0,4003	0,3737	0,1740	0,1325	0,1205	0,0632	0,1747	0,1414	0,1684	0,0833	0,1205	0,1325	0,0632	0,1514
	500	0,1765	0,3980	0,2933	0,1879	0,0847	0,1076	0,0509	0,0862	0,2036	0,0862	0,0847	0,1076	0,0847	0,0509	0,1163
	1000	0,1565	0,3403	0,2621	0,1732	0,0796	0,0753	0,0612	0,0753	0,1317	0,0753	0,0796	0,0753	0,0796	0,0612	0,1117
40	100	0,1480	0,5950	0,2540	0,2323	0,2348	0,1445	0,1249	0,1700	0,1132	0,1700	0,0823	0,1445	0,1348	0,1249	0,1770
	250	0,1420	0,3749	0,2868	0,1582	0,0782	0,1093	0,0515	0,1587	0,1185	0,1587	0,0782	0,1093	0,0782	0,0515	0,1321
	500	0,1325	0,3162	0,2236	0,1460	0,0705	0,0873	0,0571	0,0674	0,1109	0,0674	0,0705	0,0873	0,0705	0,0571	0,0621
	1000	0,1195	0,2121	0,1750	0,1389	0,0765	0,0768	0,0641	0,0768	0,1412	0,0768	0,0765	0,0768	0,0765	0,0641	0,0549
80	100	0,1498	0,3546	0,2387	0,1375	0,1046	0,1098	0,1046	0,1549	0,1072	0,1549	0,0635	0,1098	0,1046	0,1046	0,0753
	250	0,1394	0,3337	0,2002	0,1020	0,0950	0,0968	0,0950	0,1232	0,1001	0,1232	0,0489	0,0968	0,0950	0,0950	0,0727
	500	0,1453	0,3218	0,2528	0,0968	0,0904	0,0940	0,0904	0,0941	0,0951	0,0941	0,0271	0,0940	0,0904	0,0904	0,0573
	1000	0,0966	0,1378	0,1158	0,0935	0,0976	0,0775	0,0976	0,0775	0,0894	0,0775	0,0234	0,0775	0,0976	0,0976	0,0596

Çizelge 4.31: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda MHM ile Kestirilen Parametrelerin Standart Hataları

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,0396	0,0618	0,0619	0,0320	0,0269	0,0312	0,0315	0,0274	0,0335	0,0296	0,0336	0,0305	0,0299	0,0282	0,0261
	250	0,0297	0,0525	0,0572	0,0302	0,0239	0,0292	0,0330	0,0328	0,0297	0,0216	0,0265	0,0314	0,0303	0,0263	0,0269
	500	0,0248	0,0631	0,0565	0,0248	0,0254	0,0283	0,0354	0,0309	0,0292	0,0214	0,0234	0,0297	0,0265	0,0271	0,0240
	1000	0,0255	0,0607	0,0531	0,0266	0,0269	0,0300	0,0364	0,0330	0,0291	0,0243	0,0254	0,0281	0,0279	0,0265	0,0248
20	100	0,0240	0,0470	0,0445	0,0219	0,0284	0,0298	0,0190	0,0198	0,0221	0,0310	0,0347	0,0305	0,0317	0,0257	0,0211
	250	0,0195	0,0410	0,0400	0,0210	0,0275	0,0258	0,0220	0,0193	0,0196	0,0270	0,0310	0,0253	0,0276	0,0235	0,0207
	500	0,0184	0,0410	0,0415	0,0211	0,0248	0,0236	0,0200	0,0193	0,0201	0,0257	0,0289	0,0239	0,0262	0,0241	0,0205
	1000	0,0193	0,0430	0,0408	0,0191	0,0259	0,0258	0,0207	0,0206	0,0206	0,0266	0,0300	0,0230	0,0271	0,0223	0,0201
40	100	0,0191	0,0316	0,0310	0,0173	0,0250	0,0222	0,0211	0,0212	0,0182	0,0235	0,0249	0,0236	0,0214	0,0196	0,0175
	250	0,0167	0,0309	0,0305	0,0169	0,0240	0,0216	0,0197	0,0201	0,0166	0,0214	0,0226	0,0221	0,0196	0,0178	0,0157
	500	0,0172	0,0303	0,0296	0,0169	0,0236	0,0220	0,0198	0,0200	0,0165	0,0202	0,0223	0,0225	0,0203	0,0182	0,0168
	1000	0,0160	0,0314	0,0306	0,0162	0,0233	0,0213	0,0198	0,0197	0,0162	0,0203	0,0223	0,0221	0,0198	0,0174	0,0161
80	100	0,0155	0,0233	0,0248	0,0138	0,0184	0,0171	0,0157	0,0154	0,0138	0,0154	0,0160	0,0163	0,0151	0,0145	0,0137
	250	0,0135	0,0236	0,0238	0,0134	0,0173	0,0169	0,0154	0,0157	0,0140	0,0152	0,0161	0,0164	0,0156	0,0146	0,0133
	500	0,0135	0,0236	0,0240	0,0135	0,0178	0,0163	0,0151	0,0156	0,0137	0,0152	0,0160	0,0164	0,0153	0,0145	0,0134
	1000	0,0132	0,0239	0,0240	0,0138	0,0184	0,0171	0,0157	0,0157	0,0132	0,0155	0,0165	0,0166	0,0155	0,0145	0,0134

Çizelge 4.32: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin RMSE Değerleri

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,9970	4,8109	4,6221	0,9908	4,1227	4,6220	4,5235	4,4334	0,9422	4,7300	4,6195	4,7400	4,3776	4,4999	4,6918
	250	0,9684	3,8237	3,8570	0,7608	3,9558	3,0349	3,5242	3,0816	0,6975	3,9459	3,5437	4,0330	3,7322	4,4008	3,6379
	500	0,6452	2,5227	1,9577	0,5825	2,2480	1,9459	1,8056	1,8485	0,5429	1,9636	2,7131	1,9279	1,7619	1,9752	1,7469
	1000	0,1721	1,3554	1,3595	0,1620	1,4367	1,3648	1,4468	1,4352	0,1546	1,3405	1,3953	1,3237	1,3080	1,3069	1,3053
20	100	0,9049	4,5259	4,5813	0,8861	4,1092	4,0026	4,3433	3,7553	0,8610	4,3063	4,4628	4,6899	4,0387	4,1871	4,0036
	250	0,8629	3,7118	3,5311	0,7301	3,8214	3,1728	3,0137	2,9781	0,6519	3,8106	3,3391	3,8517	3,5727	3,7915	3,2730
	500	0,5626	2,4210	1,8364	0,5537	2,2390	1,9462	1,7072	1,8027	0,4809	1,6431	2,2528	1,9062	1,7583	1,7414	1,7375
	1000	0,1720	1,3435	1,3284	0,1641	1,3141	1,3405	1,3086	1,3945	0,1515	1,3067	1,3548	1,2633	1,2514	1,2597	1,2591
40	100	0,8922	4,4083	3,6752	0,8422	4,0253	3,4827	3,1885	3,6720	0,7563	3,9411	3,9456	4,0556	4,0054	3,8112	3,6179
	250	0,7429	3,4685	2,9498	0,5881	3,5426	3,1822	2,9297	2,6701	0,6006	3,4470	3,1373	3,6449	3,2518	2,9210	2,6940
	500	0,5587	2,2236	1,7198	0,5040	2,0789	1,8447	1,6154	1,7339	0,4606	1,5007	1,9003	1,8504	1,7168	1,7171	1,7065
	1000	0,1679	1,3364	1,2632	0,1608	1,2632	1,3139	1,2920	1,2341	0,1554	1,1295	1,1280	1,2477	1,2287	1,2312	1,2334
80	100	0,8802	4,2118	3,5362	0,8111	3,5179	3,0323	2,2296	3,2359	0,7451	3,5003	3,0855	3,6439	3,5428	3,0850	3,3527
	250	0,6149	3,0477	2,7421	0,5360	3,4712	2,9189	2,2665	2,5437	0,5860	3,0895	2,5527	2,9531	2,9778	2,6616	2,3761
	500	0,4575	1,8394	1,6298	0,4459	1,8312	1,7187	1,5034	1,7002	0,4041	1,3284	1,7043	1,6933	1,6795	1,6829	1,6487
	1000	0,1616	1,2463	1,0430	0,1528	1,2530	1,2868	1,0239	1,0191	0,1486	0,9923	0,9956	0,9803	0,9755	0,9759	0,9702

Çizelge 4.33: Örneklem Dağılımı -1.0 Düzeyinde Çarpık Olduğunda ATM ile Kestirilen Parametrelerin Yanlılık Değerleri

Madde Sayısı	Örneklem Sayısı	3 Kategorili Maddeler			5 Kategorili Maddeler					7 Kategorili Maddeler						
		Parametreler			Parametreler					Parametreler						
		a	b1	b2	a	b1	b2	b3	b4	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
10	100	0,2400	2,8165	2,6500	0,2400	2,9639	2,4313	2,4702	2,9327	0,2000	1,7337	2,3799	1,2923	2,1324	2,2763	2,5132
	250	0,1700	1,3797	2,5500	0,1700	1,9989	2,9891	1,7761	2,5847	0,1200	2,8420	2,2994	1,5710	2,3704	2,1524	2,6946
	500	0,1900	0,8639	2,2110	0,1500	1,7914	1,6297	1,3114	1,5093	0,1100	2,1493	1,6599	1,2865	2,3543	2,1393	2,2773
	1000	0,1440	0,7655	1,7619	0,1300	1,8125	1,7299	1,2298	1,2753	0,0987	1,3578	0,9876	1,2458	1,2898	1,4030	1,3115
20	100	0,1836	2,0610	2,5819	0,2300	2,6152	2,8786	2,4157	2,2452	0,1740	1,3152	1,7808	1,3296	1,3827	1,4795	2,0172
	250	0,1610	1,1770	2,4849	0,1600	1,1261	1,8452	1,3627	2,0087	0,1300	1,7596	1,5194	1,4616	1,2693	1,5773	1,2800
	500	0,1578	0,8500	2,1256	0,1400	1,5800	1,9861	1,1026	1,8162	0,0900	1,4157	1,3739	1,3675	1,3458	1,3626	1,3606
	1000	0,1000	0,7293	1,8355	0,1267	1,7800	1,6983	1,5715	1,7058	0,0802	1,3053	1,3131	1,3204	1,3522	1,0383	1,3186
40	100	0,1700	2,2887	2,4442	0,2153	2,2540	2,5016	2,4507	2,3215	0,1110	1,3432	1,4608	1,4591	1,7810	1,2809	1,2683
	250	0,1408	1,0741	2,1289	0,1573	1,3190	1,3740	1,4236	1,7575	0,1000	1,1417	1,2452	1,0966	1,3719	1,3726	1,4579
	500	0,1210	0,8500	2,0517	0,1491	1,2895	2,1475	1,3660	1,6643	0,0571	1,3742	1,4062	1,2167	1,3391	1,4199	1,3146
	1000	0,1100	0,6649	0,9053	0,1224	1,6065	1,9249	1,0488	1,2047	0,0753	1,1503	1,3415	1,3228	1,3337	1,3108	1,2856
80	100	0,1644	1,5278	1,9393	0,1616	0,9362	1,6454	1,2636	1,2909	0,1000	1,4789	1,3357	1,2942	1,2600	1,3096	1,5090
	250	0,1401	1,0084	1,7068	0,1484	1,2964	1,1625	1,2805	1,3027	0,0800	1,1844	1,0232	1,0582	1,2175	1,3369	1,0309
	500	0,1009	0,7900	1,2400	0,1136	1,3131	1,2544	1,2965	1,3665	0,0600	1,2343	1,2355	1,0027	1,0655	1,2450	1,0300
	1000	0,0928	0,6204	0,8702	0,1005	1,3004	1,2316	1,0273	1,3388	0,0500	1,1394	1,2194	0,9420	0,9900	1,0030	0,9500

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

<i>Adı Soyadı</i>	ÖZGE BIKMAZ BİLGEN
<i>Doğum Yeri</i>	AKHİSAR
<i>Doğum Tarihi</i>	08.03.1986

Eğitim Durumu

<i>Lise</i>	AKHİSAR ANADOLU LİSESİ	2004
<i>Lisans</i>	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ SINIF ÖĞRETMENLİĞİ	2008
<i>Yüksek Lisans</i>	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BİLİM DALI	2011
<i>Yabancı Dil</i>	İNGİLİZCE	

İş Deneyimi

<i>Çalıştığı Kurumlar</i>	PIRİPAŞA İLKÖĞRETİM OKULU-BEYOĞLU	2 YIL
<i>Çalıştığı Kurumlar</i>	ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ- ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ	6 YIL

İletişim

<i>e-Posta Adresi</i>	ozgebikmaz@adu.edu.tr
<i>Jüri Tarihi</i>	19.12.2016