



ANKARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ANABİLİM DALI
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME PROGRAMI

TEK BOYUTLU VE ÇOK BOYUTLU MADDE TEPKİ KURAMINA GÖRE
ÇOK BOYUTLU YAPILARIN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Emrah GÜL

Danışman: Prof. Dr. Nizamettin KOÇ

Ankara, Aralık, 2015

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Emrah Gül'ün hazırladığı “Tek Boyutlu ve Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramına Göre Çok Boyutlu Yapıların İncelenmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı/ Programı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan : Prof. Dr. Nizamettin KOÇ (Danışman)



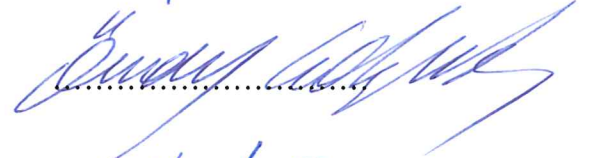
Üye : Prof. Dr. Ezel TAVŞANCIL



Üye : Prof. Dr. Hülya KELECİOĞLU



Üye : Doç. Dr. Ömay ÇOKLUK



Üye : Doç. Dr. İsmail KARAKAYA



ONAY

Bu tez Ankara Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından ./.../20.. tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca .../.../20.. tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail GÜVEN

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Emrah GÜL

ÖZET

TEK BOYUTLU VE ÇOK BOYUTLU MADDE TEPKİ KURAMINA GÖRE ÇOK BOYUTLU YAPILARIN İNCELENMESİ

Gül, Emrah

Doktora, Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nizamettin Koç

Aralık, 2015, VX+115 Sayfa

Bu araştırmanın amacı, iki kategorili (1-0) çok boyutlu yapıların, farklı örneklem büyüklüğü (500, 1000 ve 2000), boyutlararası korelasyon (0.10, 0.40 ve 0.70) ve boyut sayısı (iki, üç ve beş) koşulları altında, tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na (MTK) dayalı olarak kestirilen madde ve birey parametrelerini karşılaştırmaktır. Her iki modele göre kestirilen birey ve madde parametre değerleri, korelasyon katsayıları, bu parametre değerlerine ait standart hatalar ise daha az hatalı sonuç üreten modele göre ve hata kareleri ortalaması (Root Mean Squared, RMS) ile değerlendirilmiştir. Her iki modele göre yapılan kestirimlerin model-veri uyumu, uyum iyiliği istatistikleri olan -2loglikelihood, Akaike Information Criterion (AIC) ve Bayesian Information Criterion (BIC) ile incelenmiştir. Bunun yanında, tüm koşullar için birey parametre değerlerinden elde edilen standart hata ortalamalarının farklılaşıp farklılaşmadığı varyans analizi ile değerlendirilmiş ve etki büyüklükleri hesaplanmıştır.

Araştırma verilerini üretmek için MIRTGEN yazılımı kullanılmıştır. Simülasyon yoluyla iki, üç ve beş boyutlu basit yapıda iki kategorili (1-0) üç parametrelili lojistik tamamlayıcı modele uygun veriler üretilmiştir. Veri üretiminde madde sayısı sabit ($k=30$) tutulmuştur. Veri setleri a parametresi, tüm boyutlarda yer alan maddelerin a (ayrıt edicilik) değerleri ortalaması 0.00 ve standart sapması 1.00 olan lognormal dağılımdan; b (madde güclüğü) parametresi ise minimum değeri -1.75, ile maksimum değeri +1.75 olan aralık değerlerden üretilmiştir. Şans parametre değerleri ise $c=0.15$ 'e sabitlenmiştir. Yetenek parametreleri için standart normal dağılım kullanılmıştır. Veriler, boyut sayısı, boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştirilerek 25 tekrar ile üretilmiştir. Böylelikle, $3 \times 3 \times 3 = 27$ farklı araştırma koşulu ve $27 \times 25 = 675$ veri seti elde edilmiştir. Her veri seti uygun yöntemler

kullanılarak flexMIRT programı ile iki ve üç boyutlu veriler için BA-EM algoritması, beş boyutlu veri yapısı için ise MH-RM algoritması kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgular, iki, üç ve beş boyutlu veri yapısı için çok boyutlu ve tek boyutlu madde tepki kuramına dayalı olarak yapılan analizlerden elde edilen madde parametre kestirimlerinin her iki model için de yüksek düzeyde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. İki, üç ve beş boyutlu veri yapısında madde parametre değerlerinin kestiriminden elde edilen standart hata kareleri ortalamaları (RMS) karşılaştırıldığında, çok boyutlu MTK'nın tek boyutlu MTK'ya göre daha düşük hatalarla kestirimler yaptığı bulunmuştur. İki, üç ve beş boyutlu veri yapılarında kestirilen yetenek parametre değerlerinin tüm araştırma koşullarında yüksek düzeyde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında yetenek parametre kestirimlerinden elde edilen standart hatalar incelendiğinde, tüm koşullar için çok boyutlu madde tepki kuramının daha düşük hatalarla kestirim yaptığı görülmüştür. Çok boyutlu ve tek boyutlu MTK'ya dayalı yapılan analizler sonucunda model-veri uyumları incelenmiş ve çok boyutlu modellerin tüm koşullarda veri ile daha uyumlu olduğu belirlenmiştir. Yetenek parametrelerinden elde edilen standart hata ortalamalarına dayalı olarak yapılan varyans analizi ile veri yapılarının farklı özellikte olmasının, standart hataları etkilediği, boyutlararası ilişki düzeyinin artmasının ise her iki kuramında daha az hatalı sonuçlar üretmesini sağladığı görülmüştür.

Araştırma sonucunda, çok boyutlu yapıların analiz edilmesinde çok boyutlu MTK'nın daha iyi sonuçlar verdiği, özellikle birey parametrelerinin kestiriminde ve bireyler hakkında kararlar vermede tek boyutlu MTK'ya göre daha doğru sonuçlar ürettiği belirlenmiştir. Tek boyutlu MTK'nın boyut sayısının az ve örneklem büyüklüğünün yüksek olduğu durumlarda daha iyi birey parametre değeri kestirdiği, çok boyutlu MTK'nın ise boyut sayısının ikiden fazla ve örneklem büyüklüğünün 1000'den fazla olması durumunda daha iyi kestirimler yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Tek boyutlu ve çok boyutlu MTK ile yapılan analizlerde boyutların ilişki düzeyinin artmasının her iki modele dayalı olarak yapılan kestirimleri iyileştirdiği, fakat çok boyutlu MTK'da daha az hatalı kestirimler yapıldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramı, Tek Boyutlu Madde Tepki Kuramı, Çok Boyutlu Veri, Boyutluluk, flexMIRT

SUMMARY

EXAMINING MULTIDIMENSIONAL STRUCTURE IN VIEW OF UNIDIMENSIONAL AND MULTIDIMENSIONAL ITEM RESPONSE THEORY

Gül, Emrah

Doctor of Philosophy, Program for Measurement and Evaluation

Advisor: Prof. Dr. Nizamettin Koç

December, 2015, VX+115 Pages

The purpose of the research was to compare the estimations of item parameters and ability parameters based on unidimensional and multidimensional item response theory under these conditions: different sample sizes of multidimensional structures (500, 1000 and 2000), correlation between dimensions (0.10, 0.40 and 0.70) and the number of dimensions (two, three and five). The parameter values which were estimated according to the two models were evaluated with item correlation coefficients, and the standard errors of the parameter values were evaluated with Root Mean Squared (RMS), according to the model with lower error outcomes. Goodness of fit statistics; -2loglikelihood, Akaike Information Criterion (AIC) and Bayesian Information Criterion (BIC) were employed to explore the fit of the estimations based on the two theories in the model. In addition, variance analysis was used to determine whether the standard error of the mean obtained from the individual response parameters in all conditions varied.

MIRTGEN software was utilized for data simulation. Two, three and five dimensional simple structured data that were fitted to the three complementary categorical (1-0) model were obtained through simulation. The number of items for data simulation was fixed to 30. For parameter a, in data set production, a (item discrimination) values in all the dimensions were produced in the lognormal distribution with the mean of 0.00 and standard deviation of 1.00 and b (item difficulty) values in the range of -1.75 minimum to +1.75 maximum. The values of the guessing parameters were fixed to c=0.15. Standard normal distribution was performed for ability parameters. The data were applied 25 times for production by changing the number of dimensions in data construct, correlation between dimensions and sample size. Thus, $3 \times 3 \times 3 = 27$ different research conditions and $27 \times 25 = 675$ data set were obtained. flexMIRT program was employed as well as apt methods for each data set in data

analysis: BA-EM algorithms two and three dimensional data constructs and MH-RM algorithms for five dimensional data construct.

The study concluded that the item parameter estimations were highly correlated for both models, as a result of the analyses of two, three and five dimensional data constructs which were performed based on unidimensional and multidimensional item response theory. When the standard RMS values obtained from the estimations of item parameter values in two, three and five dimensional data constructs were compared, it was seen that multidimensional item response theory (IRT) estimated with a lower number of errors in comparison to unidimensional IRT. It was observed that the values of ability parameter which were estimated in two, three and five dimensional data constructs were highly correlated in all research conditions. Besides, it was found that multidimensional item response theory estimated with a lower number of errors in all conditions, when the standard errors obtained from the ability parameter estimations were considered. As a result of the analyses based on unidimensional and multidimensional IRTs, model-data fit values were examined and multidimensional models gave higher fit in the model. As a result of variance analysis, based on the standard error of the mean obtained from the ability parameters, it was concluded that different data constructs influenced the reached standard errors and high correlations between dimensions produced low error outcomes.

As a result, it was concluded that multidimensional IRT gave better outcomes in analysis of multidimensional constructs, and produced more accurate results, particularly in estimations of individual response parameters and decision making, when compared to unidimensional IRT. It was also found that unidimensional IRT estimated better ability parameter values when the number of dimensions is low and the sample size is large, and that the number of dimensions higher than two and the sample size larger than 1000 in multidimensional models influenced estimations positively. It was concluded that higher correlations between dimensions improved estimations based on both theories in analyses with unidimensional and multidimensional IRTs but there were estimations with low error outcomes in multidimensions.

Keyword: Multidimensional Item Response Theory, Unidimensional Item Response Theory, Multidimensional Data, Dimensionality, flexMIRT

ÖNSÖZ

Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesine geldiğim ilk andan beri beni her konuda yönlendiren ve desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanım Prof. Dr. Nizamettin KOÇ'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bilimsel, eleştirel düşünen ve titiz olan bir bilim insanı olma yolunda beni destekleyen ve alanda kazandıklarımı borçlu olduğum, Prof. Dr. Ezel TAVŞANCIL'a, Prof. Dr. Nükhet DEMİRTAŞLI'ya, Doç. Dr. Ömay ÇOKLUK'a, Yard. Doç. Dr. Ömer KUTLU'ya ve tezimi okuyup geri bildirimler sunan arkadaşım Dr. Seher Yalçın'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bana kurucu üye olma fırsatı verilen Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Derneğinde yer alan tüm hocalarıma, akademik konularda desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Hülya KELECİOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bin bir zorluklarla beni okutan ve eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen anneme ve babama teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, her anımda yanımda olan, sevgisini ve desteğini yüreğimde hissettiğim canım eşim Çilem DOĞAN GÜL'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL/ONAY	iii
TEZ BİLDİRİMİ	iv
ÖZET	v
SUMMARY	vii
ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	x
ÇİZELGELER LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
Problem	1
Tek Boyutlu Madde Tepki Kuramı.....	3
Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramı	6
Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramı Varsayımları	11
Çok Boyutlu Tamamlayıcı 3 Parametrelili Model	13
Tek Boyutlu ve Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramında Madde ve Test Bilgi	
Fonksiyonları	14
İlgili Araştırmalar.....	16
Amaç	23
Önem.....	24

Sınırlılıklar	25
BÖLÜM II	26
YÖNTEM.....	26
Araştırmanın Modeli	26
Simülasyon Verilerinin Üretilmesi ve Analizi.....	26
Boyut sayısı.....	26
Boyutlararası Korelasyon.....	27
Madde Sayısı.....	27
Verilerin Analizi	29
BÖLÜM III.....	32
BULGULAR ve YORUM.....	32
İki Boyutlu Veri Yapısına İlişkin Bulgular.....	32
Üç Boyutlu Veri Yapısına İlişkin Bulgular	43
Beş Boyutlu Veri Yapısına İlişkin Bulgular	53
BÖLÜM IV	68
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	68
Sonuçlar	68
Öneriler	73
Kaynaklar.....	76
EKLER.....	86
Veri Üretiminde Kullanılan Dosya Ve Syntakslar.....	86
Verilerin Analizinde Kullanılan flexMIRT Analiz Syntaksları.....	112
Tek Boyutlu Madde Tepki Kuramına Dayalı Yapılan Madde Kestirimlerine Ait Syntaks	112

Tek Boyutlu Madde Tepki Kuramına Dayalı Yapılan Birey Kestirimlerine Ait Syntaks113

Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramına Dayalı Yapılan Madde Kestirimlerine Ait Syntaks

..... 114

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1. “k” Boyutlu Basit Yapılı “n” Maddeli Bir Test (3PLM).....	12
Çizelge 2. Veri Üretimi İçin Kararlaştırılan Simülasyon Koşulları	28
Çizelge 3. Araştırmada Kullanılan Koşullar.....	29
Çizelge 4. Tek Boyutlu ve Çok Boyutlu MTK ile Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin Korelasyonlar.....	33
Çizelge 5. İki Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri	34
Çizelge 6. Tek Boyutlu ve Çok Boyutlu MTK ile Kestirilen Birey Parametre değerlerine ilişkin Korelasyonlar	37
Çizelge 7. İki Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri	38
Çizelge 8. İki Boyutlu Veriden Elde Edilen Standart Hata Ortalamalarına İlişkin Karşılaştırmalar.....	41
Çizelge 9. İki Boyutlu Veri Yapısı İçin Hesaplanan Uyum İyiği İstatistikleri	42
Çizelge 10. Tek Boyutlu MTK ve Çok Boyutlu MTK ile Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin Korelasyonlar	43
Çizelge 11. Üç Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri.....	44
Çizelge 12. Tek Boyutlu ve Çok Boyutlu MTK ile Kestirilen Birey Parametre Değerlerine ilişkin Korelasyonlar	47
Çizelge 13. Üç Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri	48
Çizelge 14. Üç Boyutlu Veri Yapısında Elde Edilen Standart Hata Ortalamaları Karşılaştırılması	51

Çizelge 15. Üç Boyutlu Veri Yapısı İçin Hesaplanan Uyum İyiği İstatistikleri	52
Çizelge 16. Tek Boyutlu MTK ve Çok Boyutlu MTK İle Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin Korelasyonlar	53
Çizelge 17. Beş Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri	55
Çizelge 18. Tek Boyutlu MTK ve Çok Boyutlu MTK ile Kestirilen Birey Parametre Değerlerine ilişkin Korelasyonlar	58
Çizelge 19. Beş Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri	59
Çizelge 20. Beş Boyutlu Veriden Elde Edilen Standart Hata Ortalamaları Karşılaştırılması	62
Çizelge 21. Beş Boyutlu Veri Yapısı İçin Hesaplanan Uyum İyiği İstatistikleri	63
Çizelge 22. Tek Boyutlu MTK’da Kestirilen Yetenek Parametre Değerlerine Ait Standart Hatalara İlişkin Karşılaştırmalar	64
Çizelge 23. Çok Boyutlu MTK’da Kestirilen Yetenek Parametre Değerlerine Ait Standart Hatalara İlişkin Karşılaştırmalar	66

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Madde Karakteristik Eğrisi.....	5
Şekil 2. İki Boyutlu İkili Puanlanan Veri Yapısı İçin Madde Karakteristik Yüzeyleri.....	9
Şekil 3. Kısmi Puan Modeli İçin Madde Karakteristik Yüzeyleri.....	10
Şekil 4. Genelleştirilmiş Kısmi Puan Modeli İçin Madde Karakteristik Yüzeyleri	10
Şekil 5. Nominal Modeli İçin Madde Karakteristik Yüzeyleri.....	11
Şekil 6. İki Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri	36
Şekil 7. İki Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri	40
Şekil 8. Üç Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri	46
Şekil 9. Üç Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri	50
Şekil 10. Beş Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri	57
Şekil 11. Beş Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri	61

BÖLÜM I

GİRİŞ

Problem

Bilim insanı, her şeyden önce bilimin anlamı ve bilimsel düşünmenin niteliği üzerine sağlam bir anlayış kazanmış bireydir. Modern dünyanın doğru yorumlanması kuşkusuz “bilim” denilen karmaşık bilgi bütününe iyi anlaşılmasına bağlıdır (Yıldırım, 1973). İnsan varolduğu günden bu yana, bir taraftan evrende yaşananları anlama, tanımlama ve evreni çözümleme, diğer yandan doğa ile güvenli bir hayat kurma isteği içinde olmuştur. Bu başatma çabaları, bilim denilen karmaşık bilgi bütününe oluşturmuştur. Bilimin kuşkusuz en önemli kavramlarından biri ölçmedir. Bilimin işlevleri dikkate alındığında, ölçmesiz bilimin varlığından söz etmenin mümkün olmadığı görülmektedir. Bu durum eğitim bilimi için de geçerlidir. Bilim ve teknolojiye gelişmeler ışığında çağın gereksinimleri ile uyumlu, yenilikçi ve entelektüel bireyleri yetiştirmede eğitimin rolü şüphesiz çok açıktır. Eğitim sisteminde bireylerin gereksinimlerinin hangi hedeflere ne düzeyde ulaşıldığının saptanması ve eğitim politikalarının bu doğrultuda geliştirilmesi, ölçme ve değerlendirme uygulamalarının gerekliliğini ve önemini ortaya koymaktadır (Baykul, 2000). Eğitimde ve psikolojide bireyler hakkında verilen kararların doğru ve güvenilir olması için araştırmacılar, geçerli ve güvenilir ölçmeler sağlayacak yeni yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Bu yaklaşımların gelişimi de bilimsel bilginin gelişimine paraleldir. Eğitimde ve psikolojide ölçme ve değerlendirme bilim alanının temelini oluşturan kuramlar, Klasik Test Kuramı, tek boyutlu Madde Tepki Kuramı ve çok boyutlu Madde Tepki kuramıdır.

Eğitimde ve psikolojide ölçme ve değerlendirme bilim alanının temel kuramı olan Klasik Test Kuramı (KTK), 1905 yılında Charles Edward Spearman tarafından temellendirilmiştir. KTK’da bireyin maddeye verdiği yanıtlardan, bireyin gerçek puanı belirlenmeye çalışılmaktadır. Gerçek puan, ölçmeye karışan farklı hata türlerinden dolayı, ölçme aracılığıyla doğrudan elde edilemez (Baykul, 2000; Turgut, 1995). KTK bireyin yeteneğinin gerçek puanını, ölçme sonuçları ile tahmin etmeye çalışan bir kuramdır. KTK’nın ölçme yoluyla elde ettiği puana “gözlenen puan” adı verilir. KTK’da bir bireyin bir ölçme sonucundaki gözlenen puanı (X); gerçek puan (T) ve hata puanından (E) oluşmaktadır (Crocker ve Algina, 1986; Lord, 1980). Bu durum Eşitlik 1 de görülmektedir.

$$\text{Gözlenen Puan (X)} = \text{Gerçek Puan (T)} + \text{Hata Puanı (E)} \quad (1)$$

Klasik Test Kuramı’nın en büyük avantajı, varsayımlarının test edilmesinin ve karşılanmasının kolay olmasıdır. Bu nedenle uygulamalara da kolaylıkla yansıdığı görülmektedir (Hambleton ve Jones, 1993). Varsayımların kolay karşılanması ve madde parametrelerinin kolay kestirilmesinden dolayı, test geliştirme sürecinde de Madde Tepki Kuramı’na (MTK) göre daha fazla tercih edildiği ifade edilebilir (Kelecioğlu, 2001).

Klasik Test Kuramı’nda, $\sigma^2(X)$, $\sigma^2(T)$ ve $\sigma^2(E)$ şeklinde gösterilen, gözlenen puan, hata puanı ve gerçek puan varyanslarının pozitif ve gözlenen puan varyansının sonlu olduğu kabul edilir. Klasik Test Kuramı aşağıdaki varsayımlara dayanır (Baykul, 2000; Lord ve Novick, 1968):

- a. Bir N evrenindeki j ölçmeleri için, hata puanlarının beklenen değeri sıfırdır.

$$\varepsilon(E_j) = 0$$

- b. Bir N evreninden gelen gerçek puan ile hata puanları arasındaki ilişki sıfırdır.

$$\varepsilon(E_j, T_j) = 0$$

- c. Bir N evrendeki j ve k ölçmelerine (iki ayrı ölçme) ait hata puanları arasındaki ilişki sıfırdır.

$$\varepsilon(E_j, E_k) = 0$$

- d. Bir N evrendeki j ölçmelerine ait hata puanları ile k ölçmelerine ait gerçek puanlar arasındaki ilişki sıfırdır.

$$\varepsilon(T_j, E_k) = 0$$

Klasik Test Kuramı'nda madde parametreleri olarak, madde güçlüğü ve madde ayırt ediciliği üretilmektedir (Cronbach, 1990). Madde güçlük parametresi, bir maddeye doğru yanıt veren bireylerin sayısının, o maddeyi yanıtlayan tüm bireylerin sayısına oranıdır (Crocker ve Algina, 1986). Bu nedenle testi alan grup, test ile ölçülen özellik bakımından düşük başarı düzeyinde ise, test gruba zor; yüksek başarı düzeyinde ise kolay gelecektir. Bunun bir sonucu olarak madde güçlüğü gruplara göre farklılaşacaktır. KTK'da yer alan bir diğer parametre olan madde ayırt ediciliği ise, bir maddenin, o maddeyle ölçülmek istenen özelliğe sahip olanla olmayanı ayırt edebilme derecesidir (Osterlind, 1989). Madde ayırt edicilik gücü yüksek olan maddeler, testin geçerliğine katkıda bulunurlar. Eğer madde ayırt ediciliği yüksek ise, o madde ölçülmek istenen özellik bakımından bireyleri iyi derecede ayırt edebiliyor demektir (Erkuş, 2003). Grubun ölçülen özellik bakımından heterojen ya da homojen olması madde ayırt ediciliğini etkiler. Açıklamalardan da anlaşılacağı gibi bireylerin yetenek düzeylerindeki farklılıklar, testte gösterdikleri performansları etkilediğinden, KTK'ya dayalı kestirilen parametrelerin değişmezliğinden söz etmek mümkün değildir.

Tek Boyutlu Madde Tepki Kuramı

Klasik test kuramının sınırlılıklarına karşın “Madde Tepki Kuramı (MTK) (Item Response Theory-IRT)”, 1930'lu yılların sonlarında ortaya çıkmıştır. MTK aynı zamanda “Örtük Özellik Teorisi (Latent Trait Theory)” olarak da adlandırılmaktadır (Crocker ve Algina, 1986). Lord'un 1950'li yıllarda yaptığı çalışmalar MTK'nın matematiksel modellerinin ortaya konması bakımından kuramın başlangıcı olarak kabul edilebilir. Lord'un “normal ogive” modeli, 1950'li yıllarda Birnbaum'un “lojistik” modeli, 1960'lı yıllarda Danimarkalı matematikçi Rasch'ın geliştirdiği ve kendi adıyla anılan Rasch model, MTK'nın gelişiminde önemli roller oynamıştır (Baker, 2001; Hambleton ve Swaminathan, 1989).

Madde Tepki Kuramı, bireyin ölçme konusu özelliğe ilişkin sahip olduğu yetenek düzeyi ile maddeye verdiği yanıtlar arasındaki ilişkiyi matematiksel bir fonksiyon ile açıklar. MTK’da θ (yetenek), madde yanıtları arasındaki kovaryansı açıklayan tek boyutlu bir yapı olarak tanımlanır (Reeve, 2002). θ , eğitimde “yetenek/bilgi” olarak adlandırılabilir ve matematiksel olarak $-\infty$ ile $+\infty$ arasında değer alır. Maddeye verilen yanıtla alınan puanın, yetenek ölçeği üzerindeki regresyonuna “Madde Karakteristik Fonksiyonu (MKF)”, bu fonksiyonun oluşturduğu eğriye de “Madde Karakteristik Eğrisi (MKE)” adı verilir (Embretson ve Reise, 2000; Hambleton ve Swaminathan, 1989; Lord ve Novick, 1968).

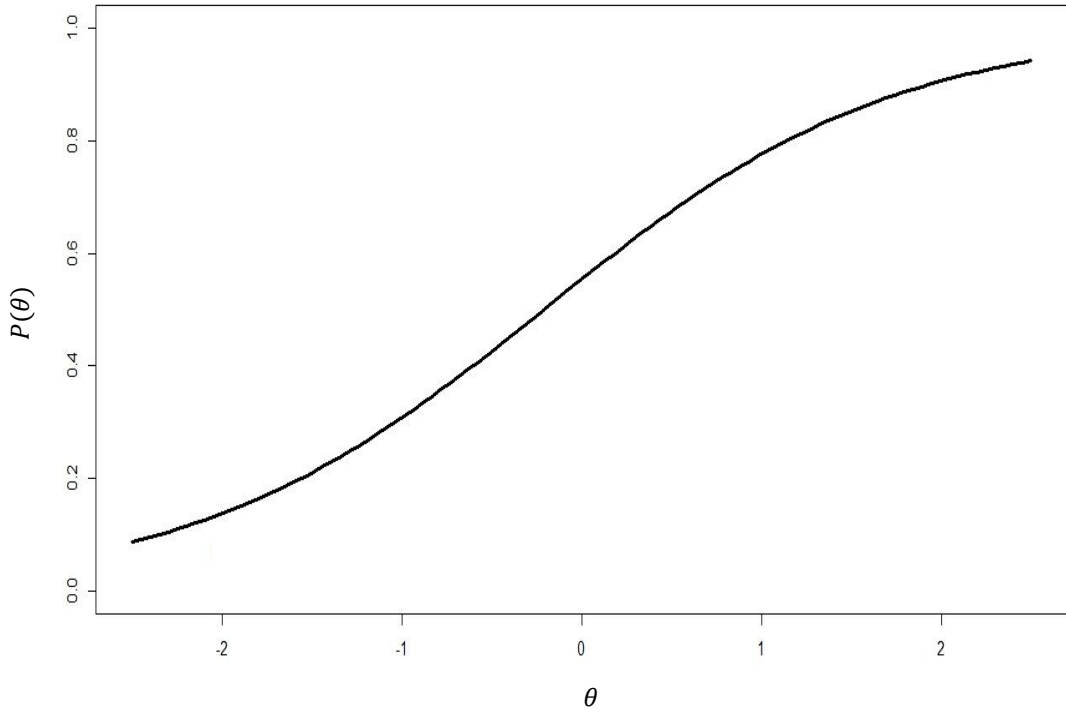
Madde Tepki Kuramı belirli varsayımlar altında madde ve birey parametre değerleri kestirmektedir. MTK’nın, KTK ile ortak olan varsayımlarından biri tek boyutluluktur. Tek boyutluluk, bir ölçme işleminde, ölçülmek istenen özelliğin/yetenegin tek bir yapı göstermesidir. Bir diğer ifade ile maddelerin tek bir boyutu, tek bir özelliği ölçmesi demektir (Hambleton, Swaminathan ve Rogers 1991). Gerçek test uygulamalarında ve psikolojik yapılarda tek boyutluluk varsayımının karşılanması zordur.

Madde Tepki Kuramı’nın bir diğer varsayımı yerel bağımsızlıktır. Yerel bağımsızlık, bireyin maddeleri, birbirinden bağımsız olarak yanıtlamasıdır. Bir diğer deyişle, bireyin bir maddeyi yanıtlama olasılığının, istatistiksel olarak diğer maddeleri yanıtlama olasılıklarını etkilememesidir. İki maddenin birlikte ve ayrı ayrı yanıtlanma olasılıklarının çarpımı, yerel bağımsızlık için bir kanıttır. Yerel bağımsızlık varsayımı çeşitli kaynaklarda tek boyutluluk varsayımı ile ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle bir testte ölçülen özellik tek bir başat boyuttan oluşmuyorsa, yerel bağımsızlık da ihlal edilmiş olmaktadır. Yerel bağımsızlığı test etmede faktör analizi, paralel analiz ve boyutluluk analizleri önerilmektedir. Yerel bağımsızlık, belirli bir yetenek düzeyi sabit alınarak, o yetenek düzeyindeki bireylerin maddelere verdikleri yanıtlardan elde edilen puanların korelasyonuna bakılarak test edilmektedir (Crocker ve Algina, 1986; Embretson ve Reise, 2000; Lord ve Novick, 1968; McDonald, 1999).

Madde Tepki Kuramında, Klasik Kuram’dan farklı olarak, madde ve birey parametre değerleri değişmez olarak kabul edilir. Değişmezlik özelliği benzer niteliği ölçmeye yönelik olarak hazırlanan farklı maddelere bireylerin verdikleri tepkilerden elde edilen yetenek parametrelerinin değişmez olduğudur. Bununla birlikte, test hangi

gruba uygulanırsa uygulansın aynı maddeler için benzer psikometrik nitelikte elde edilecektir. Bir diğer deyişle, madde parametrelerinin de değişmezliği sağlanmaktadır.

Madde Tepki Kuramı'nda $P(\theta)$, bireyin maddeyi doğru cevaplama olasılığı, θ ise bireyin yeteneğidir. θ bireyin maddeye verdiği yanıtlar ile ilişkili ve tek boyutlu bir yapıya sahiptir. θ Kuramsal olarak $-\infty$ ile ∞ aralığında yer alır. Maddeye verilen yanıtın, θ ölçeği üzerindeki regresyonuna Madde Karakteristik Fonksiyonu (MKF) adı verilir. Bu fonksiyonun bireyin yanıtlama olasılığı θ ölçeği üzerindeki yerini gösteren eğriye ise Madde Karakteristik Eğrisi (MKE) adı verilir (Embretson ve Reise, 2000; Reeve, 2002). Şekil 1'de tek boyutlu MTK'ya dayalı bir MKE görülmektedir. Yatay ekseninde yetenek aralığı, dikey ekseninde ise ilgili yetenek aralığında maddeyi doğru yanıtlama olasılığı görülmektedir.



Şekil 1. Madde Karakteristik Eğrisi

Şekil 1'de bir maddeye ait madde karakteristik eğrisi görülmektedir. Madde parametre değerleri bu eğrinin biçimini belirlemektedir. Bu parametreler madde ayırt ediciliği (a), madde gücü (b) ve şans (c) parametre değerleridir. Tek boyutlu MTK modellerinden 1 parametrelilik model (1 PLM) veya Rasch modelinde yalnızca güçlük parametre değeri yer almaktadır. İki modelin birbirinden farkı 1 parametrelilik

lojistik modelde ayırt edicilik değerlerinin tüm maddeler için ortalama ve eşit alınması iken, Rasch Model de maddelerin mükemmel ayırt edicilik ($a=1$) değerine sahip kabul edilmesidir. 2 parametrelili modelde ise güçlük parametre değerine ek olarak her madde için ayırt edicilik hesaplanır. Ayırt edicilik MKE üzerinde $\theta = b$ noktasındaki eğrinin eğimi olarak kabul edilmektedir. MKE'nin dik olması, madde ayırt ediciliğinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. Madde ayırt ediciliği, maddenin ilgili θ düzeyinin altında ve üstünde kalan bireyleri ne kadar ayırt edebildiğinin bilgisini vermektedir. 3 parametrelili lojistik model ise, üçüncü parametre olarak şans (c) parametresini kullanmaktadır. Bu parametre düşük yetenek düzeyindeki bir bireyin, bir maddeyi doğru yanıtlama olasılığını göstermektedir. Bu parametre değeri de şans parametresi (c) olarak yorumlanır. Şans parametresi aynı zamanda MKE'nin $P(\theta)$ ekseninde başlangıç noktasını da belirlemektedir (Lord ve Novick, 1968).

Faktör analizi çalışmalarının gelişmesiyle birlikte ölçülen psikolojik özelliklerin, bireylerin maddeye verdiği tepkilerin birden fazla olması nedeniyle birden çok faktör altında toplandığı bir başka deyişle çok boyutlu olduğu görülmüştür. Boyutluluk; “nesneler arasındaki farklı ve ilgi çekici değişkenlik kaynağı sayısı” olarak tanımlanabilir (Jacoby, 1991). Bir testte yer alan maddelerin bir boyut biçiminde tanımlanabilmesi, bu maddelerin bireyler arasında (farklı yetenek düzeyindeki) değişkenlik kaynağı oluşturmasını ve ortak bir özelliğe sahip olmasını gerektirir (Sünbül, 2011).

Tek bir gizil özelliği ölçen bir testi geliştirmenin zor olması, testin verdiği bilgi düzeyinin artırılması, geçerli ve güvenilir ölçmeler yapılabilmesi gibi nedenler, çok boyutlu MTK modellerinin geliştirilmesine yol açmıştır (Reckase, 2007).

Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramı

Tek boyutluluk varsayımının karşılanması veya veri yapısının tek boyutluluğu ne düzeyde gerektiğini ortaya koymak çok zordur (Reckase, 2007). Bunun bir sonucu olarak veri yapısının doğru bir şekilde temsil edildiği ve elde edilen bilgi miktarını artıracak farklı modellere ihtiyaç duyulmaktadır. Tek boyutlu MTK'nın bu sınırlılığına karşı geliştirilmiş çok boyutlu MTK modelleri bulunmaktadır. Çok boyutlu Madde Tepki Kuramı, tek boyutlu Madde Tepki Kuramı'nın bir uzantısı olarak ortaya çıkmıştır. Çok boyutlu MTK, veri yapısı iki veya daha fazla boyuttan oluştuğunda, madde ile birey arasındaki etkileşimi inceleyen bir modeldir.

Çok boyutlu veri yapısı, test geliştirme alanyazınında iki kategoride incelenebilir: a-maddeler arası çok boyutluluk ve b-madde içi çok boyutluluk. Bir testte yer alan maddeler çok boyutlu ise boyutlardan biri veya diğeri, diğer maddeler tarafından ölçülebilir. Bu durumda puanlama ve yorumlama daha kolay olmaktadır. Ancak pratikte böyle bir durum genellikle mümkün olmamakta ve boyutlar hakkında elde edilen bilgi miktarı da düşmektedir. Eğer bir test madde içi çok boyutlu bir yapıya sahip ise, farklı yetenekleri ölçmek için tasarlanmış maddelerden oluşur ve pratikte de bu durum daha fazla gözlenir (Wang, Chen ve Cheng, 2004; Wang, Wilson ve Adams, 1997).

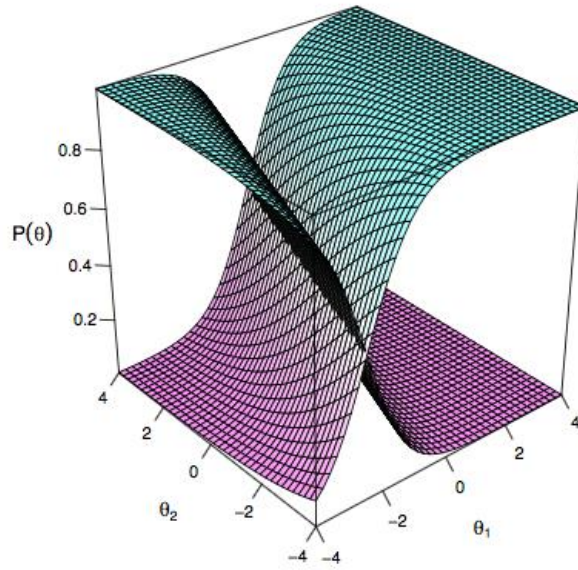
Eğitimde ve psikolojide kullanılan testlerde, birey ve madde arasındaki gerçek etkileşim tek boyutlu modellerde açıklandığı gibi basit değildir. Gibbons, Immekus ve Bock (2007) tek boyutlu olmayan veri yapılarında, tek boyutlu Madde Tepki Kuramı'na göre kestirilen madde parametreleri ile ilgili bir alanyazın taraması yapmışlardır. İncelenen çalışmalarda iki önemli sonuca dikkat çekilmiştir. Birincisi, veri yapısı genel bir boyut altında toplanıyorsa ve boyutluluk yapısı çoğunlukla bu faktör tarafından açıklanıyorsa, tek boyutlu modellerin parametre kestiriminin kesinliği artmaktadır. İkinci olarak ise, veri yapısı tek bir güçlü boyutun dışında farklı boyutları da barındırıyorsa, tek boyutlu analizler veri yapısındaki yalnızca en güçlü boyut ile ilgili kestirim yapmaktadır. Bu özelliklere sahip veri yapılarına uygulanan tek boyutlu modeller ölçme kesinliğini azaltmaktadır.

Çok boyutlu MTK modelleri tamamlayıcı ve kısmen tamamlayıcı modeller olarak kategorize edilmiştir. Tamamlayıcı modeller bir boyuttaki yüksek yetenek ile ikinci boyuttaki düşük yetenek arasındaki etkileşime izin verir ve bu modeller çok boyutlu veri yapılarında bir yetenek düzeyindeki üstünlüğün, diğer boyut veya boyutlarda eksik olan yeteneği tamamlaması durumunda kullanılırlar. Örneğin bir fen testinde okuma becerisi, bireyin fen maddesine doğru yanıt verme olasılığını etkileyecektir. Böylelikle fen başarısı ve okuma başarısı arasında bir etkileşimden söz etmek mümkündür. Kısmen tamamlayıcı modellerde ise yetenek düzeyleri arasında etkileşim sınırlıdır. Örneğin psikomotor davranışların ölçüldüğü bir testte, duyma ve görme yeteneklerinin bireyin işe alınmasında iki boyut olduğu düşünüldüğünde, işe alınmak için her iki yeteneğin belirli bir düzeyin üzerinde yüksek olmasını beklenir. Bir

başka deyişle, bireyin duyma yeteneği, görme yeteneğini telafi edemez. Bu modeller için “tamamlayıcı olmayan” kavramı kullanılmamalıdır; çünkü bir boyutta yeteneği yüksek olan bireyin, bir maddeyi doğru yanıtlama olasılığı, o boyutta yeteneği düşük olan bireyden daha yüksek değildir. Kısmen tamamlayıcı modellerde her iki boyutta da bireyin yeteneğinin belirli bir seviyede olması gerekmektedir (Yoo, 2011).

Çok boyutlu MTK, iki veya daha fazla boyutlu bir testi alan birey ile bireyin testteki bir maddeye doğru cevap verme olasılığı arasındaki ilişkiyi matematiksel modeller ile açıklamaktadır. Bir başka deyişle, tek boyutlu MTK modellerinin çok boyutluluğa uyarlanmasıdır (Ackerman, Gierl ve Walker, 2003). Tek boyutlu MTK’nın uzantısı olarak çok boyutlu modellerden, ogive modeli Bock, Gibbons ve Muraki’nin, lojistik modelleri ise, Reckase ve McKinley’in temellendirdikleri görülmektedir. (Seungho Yang, 2007). Bir parametrelili lojistik tamamlayıcı modelde tek bir parametre kestirilir ve bu parametre, (d) tek boyutlu modellerde kullanılan güçlük parametresidir. Bu parametrede maddelerin şans olasılığından bağımsız, eşit ayırt edicilikte oldukları varsayılır. İki parametrelili modelde güçlüğü ek olarak madde ayırt ediciliği de modele girer ve her bir boyut için ayrı ayrı hesaplanır. Örneğin üç boyutlu modeller için a_1 , a_2 ve a_3 değerleri hesaplanır. Üç parametrelili tamamlayıcı modelde ise üçüncü parametre değeri olarak şans parametresi eklenmektedir. Tek boyutlu MTK’dan farklı olarak d sembolü ile gösterilen güçlük parametresi, karşılaştırmalar yapılırken karışıklıklara neden olmaması için bu çalışmada her iki modele dayalı olarak yapılan kestirimlerde b sembolü ile gösterilmiştir.

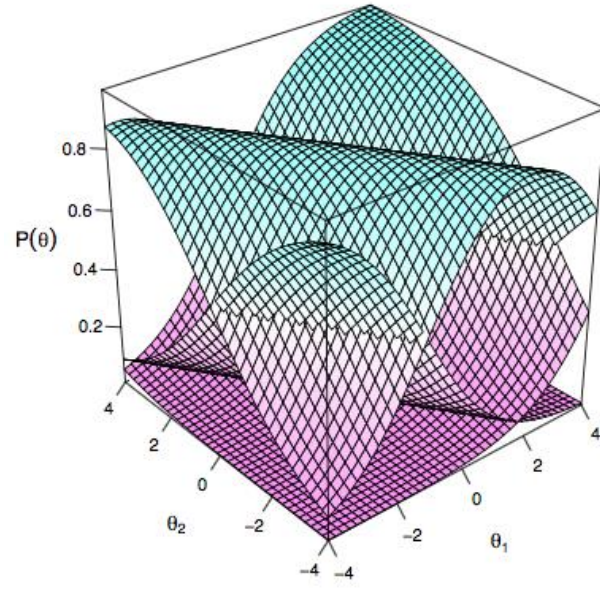
Çok boyutlu MTK’da bir ya da daha fazla boyut için maddeye doğru cevap verme olasılığı madde karakteristik yüzeyleri (MKY) ile gösterilmektedir. Şekil 2’de MKY’leri görülmektedir.



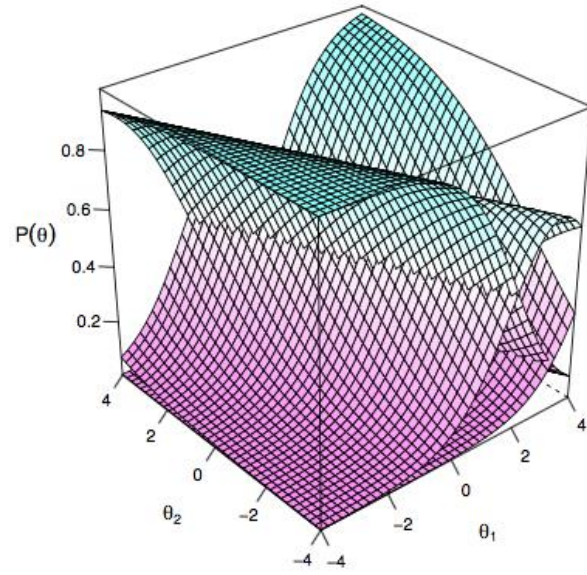
Şekil 2.İki Boyutlu İkili Puanlanan Veri Yapısı İçin Madde Karakteristik Yüzeyleri

Şekil 2 incelendiğinde iki boyutlu veri yapısı için iki yetenek düzeyinin gösterildiği görülmektedir. Bireyin bu maddeye verdiği yanıtların her iki yetenek (θ) düzeyinde karşılığı görülmektedir.

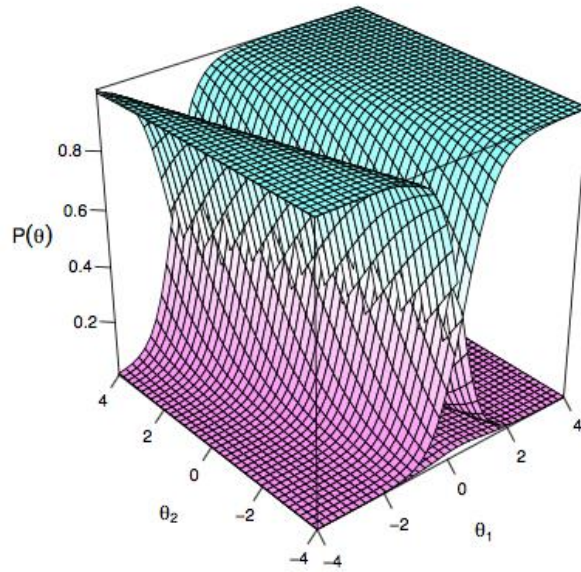
Çok boyutlu MTK'ya dayalı yapılan kestirimlerden elde edilen MKY'leri yalnızca ikili puanlanan modeller için değil, çoklu puanlanan modeller için de çizilmektedir. Şekil 3'te Kısmi Puan Modeli için, Şekil 4'te Geneleştirilmiş Kısmi Puan Modeli için ve Şekil 5'te ise Nominal Model için çizilen MKY'ler görülmektedir.



Şekil 3. Kısmi Puan Modeli İçin Madde Karakteristik Yüzeyleri



Şekil 4. Genelleştirilmiş Kısmi Puan Modeli İçin Madde Karakteristik Yüzeyleri



Şekil 5. Nominal Modeli İçin Madde Karakteristik Yüzeyleri

Tek boyutlu MTK için karşılanması gereken varsayımlar, parametre kestirimini etkilemektedir. Benzer şekilde, çok boyutlu MTK için de bazı varsayımların karşılanmasına ihtiyaç vardır.

Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramı Varsayımları

Çok boyutlu MTK için temelde dört varsayım vardır (Reckase, 2009).

Bunlar;

1. Bireylerin yetenekleri m-boyut için bağımsız ve seçkisiz bir şekilde normal dağılmalıdır.
2. Her bir boyut varyansının ortalaması 0 ve standart sapması 1 olmalıdır.
3. Tamamlayıcı modellerde bir boyuttaki düşük yetenek düzeyi, diğer boyuttaki yüksek yetenek ile tamamlanmalıdır.
4. Test maddelerine verilen yanıtlarla bireylerin yetenekleri birbirinden bağımsız olmalıdır.

Çok boyutlu MTK'da testin boyut sayısı arttıkça, test birden fazla yeteneği ölçmektedir. Bu nedenle bir testte yer alan maddeler iki ya da daha fazla yeteneği ölçerken, başka bir testte yer alan maddeler ise her biri ayrı bir yetenek altında toplanabilir. İlk durumda birden fazla yeteneği ölçen maddeler karmaşık yapılı, her

maddenin hangi yeteneği ölçeceği belli olan maddelerden oluşan testlere ise basit yapılı testler denir. Basit yapılı testlerde her bir madde bir yetenek düzeyini belirtir ve kendi yetenek düzeyi ile ilişkilidir. Örneğin uluslararası düzeyde uygulanan başarı testleri bunlara örnek verilebilir. Bir fen testi, içerisinde farklı konu alanları veya bilişsel alanları ölçen alt testlerden oluşabilir. Karmaşık yapıdaki testlerde ise, maddeler tek bir yetenek ile ilişki değildir. Diğer bir deyişle maddeler ölçülmek istenen birden çok yapı ile ilişkili olabilir.

Bu araştırmanın temelini oluşturan basit yapılı test, birden fazla boyuttan oluşmaktadır. Her boyutta yer alan maddeler, yalnızca o boyutla ilişkilidir. Testin tamamı birden çok yetenek düzeyine hitap ettiği için de çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Bu modelde güçlük ve şans parametre değerleri her madde için hesaplanırken, ayırt edicilik parametre değeri her boyuta ait madde altında hesaplanmaktadır. Örneğin k boyutlu bir test için hesaplanan ayırt edicilik parametre sayısı k olmaktadır. Çizelge 1’de k boyutlu basit yapılı n maddeli bir test için hesaplanabilecek madde parametre sayısı ve değerleri görülmektedir.

Çizelge 1.

“k” Boyutlu Basit Yapılı “n” Maddeli Bir Test (3PLM)

Boyut Sayısı	Maddeler	a_1	a_2	a_3		a_k	d	c
1	1	a_{11}	0	0	..	0	d_{11}	c_{11}
	2	a_{12}	0	0	..	0	d_{12}	c_{12}
	3	a_{13}	0	0	..	0	d_{13}	c_{13}
2	1	0	a_{21}	0	..	0	d_{21}	d_{21}
	2	0	a_{22}	0	..	0	d_{22}	d_{22}
	1	0	0	a_{31}	..	0	d_{31}	d_{31}
3	2	0	0	a_{32}	..	0	d_{32}	d_{32}
	3	0	0	a_{33}	..	0	d_{33}	d_{33}
	4	0	0	a_{34}	..	0	d_{34}	d_{34}
...	..	..	..	..	..	..	..	..
k	n	..	..	..	..	a_{kn}	d_{kn}	c_{kn}

Çizelge 1’de, her boyuttaki maddeyle ilişkili ayırt edicilik değerleri görülmektedir. İlgili boyutta olmayan yetenek düzeyleri için ayırt edicilik değeri

sıfırdır. Bunun yanında her madde için tek bir güçlük (d) ve şans parametresi hesaplandığı görülmektedir.

Alan yazında, Bock, Gibbons ve Muraki'nin ogive modellere ve Reckase ve McKinley'in ise lojistik modellere katkıları olduğu görülmektedir. Bu araştırmada çok boyutlu MTK modellerinden tamamlayıcı 3PL modellere odaklanılmaktadır. Çünkü kısmi tamamlayıcı olan modeller eğitimde ve psikolojideki veri yapılarına nadiren uymaktadır.

Çok Boyutlu Tamamlayıcı 3 Parametrelili Lojistik Model

Çok boyutlu tamamlayıcı 3 parametrelili lojistik model (3PLM), Reckase (2009) tarafından tek bir skalar değerden çok, parametre vektörü olarak tanımlanan 3PLM'nin genişletilmiş hali olarak tanımlanabilir. Model uyumu iyi olduğunda, elde edilen model, k -boyutlu uzay için verilen $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$ koordinatlarında doğru yanıtların koşullu olasılığını kestirir. Burada k , modelde ele alınan boyut sayısıdır. Çok boyutlu tamamlayıcı 3PL model Eşitlik 2 ile açıklanabilir:

$$P(u_{ij} = 1 | \theta_j, \mathbf{a}_i, c_i, d_i) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{a_i \theta_j' + d_i}}{1 + e^{a_i \theta_j' + d_i}} \quad (2)$$

Burada;

$P(u_{ij} = 1 | \theta_j, \mathbf{a}_i, c_i, d_i)$, θ düzeyindeki bir bireyin i maddesini doğru cevaplama olasılığıdır.

$\mathbf{a}_i$, i maddesinin ayırıcılık gücü ile ilgili parametrelerin $1 \times k$ vektörüdür.

c_i , şans parametresidir.

d_i , tek boyutlu MTK'da güçlük parametresine karşılık gelmektedir.

θ ise, bireyin tüm boyutlarındaki yetenek puanlarının $1 \times k$ vektörüdür.

Madde ayırıcılık gücü, boyutların tüm kombinasyonlarından elde edilen ve maddenin maksimum ayırt ediciliğe ulaştığı noktadır. Burada madde ayırt ediciliği Eşitlik 3 ile açıklanabilir:

$$MDISC_i = \sqrt{\sum_{n=1}^k a_{in}^2} \quad (3)$$

$MDISC_i$ tüm yeteneklerin en iyi kombinasyonu için i maddesinin ayırt ediciliğidir. Madde vektörünün uzunluğu olan $MDISC_i$, maddenin maksimum ayırt ediciliği hakkında bilgi verir (Luecht ve Miller, 1992; Reckase, 2009). $MDISC_i$, çok boyutlu MTK’da tek boyutlu MTK’daki a parametresinin işlevini görür. Madde vektörünün uzunluğu arttıkça, maddenin ayırt edicilik gücü de artar.

Tek boyutlu MTK’da güçlük parametresi olarak yorumlanan b değeri çok boyutlu MTK’da Eşitlik 4 ile gösterilmektedir.

$$MDIFF_i = \frac{-d_i}{MDISC_i} \quad (4)$$

Burada d_i , i maddesi için belirlenen yer parametresidir.

Tek Boyutlu ve Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramında Madde ve Test Bilgi Fonksiyonları

Madde Tepki Kuramı bireyin maddeye verdiği yanıt ile bireyin yeteneği arasında bir ilişki kurmaktadır. Bu ilişki test geliştiricilere madde ve maddenin yer aldığı test hakkında bilgi sunmaktadır. Madde bilgi fonksiyonu ile maddenin ölçtüğü özellikle verdiği bilgi düzeyi saptanmaktadır.

Matematiksel olarak tek boyutlu MTK’da madde bilgisi Eşitlik 5 ile açıklanabilir:

$$I_i(\theta) = \frac{[P(\theta)]^2}{P_i(\theta)Q_i(\theta)} \quad (5)$$

Çok boyutlu MTK’da ise madde bilgisi tek boyutlu MTK’nın uzantısı niteliğindedir. Burada tüm yetenek boyutlarının eklendiği “bilginin yönü” vektörü ile matematiksel olarak gösterilmiştir.

$$I_\alpha(\theta) = \frac{[\nabla_\alpha P(\theta)]^2}{P(\theta)Q(\theta)}$$

Yukarıdaki eşitlikte görüldüğü gibi tek boyutlu MTK'dan farklı olarak yanıtlama olasılığının vektörel yönü belirtilmiştir. Formülde belirtilen α yeteneklerin koordinat düzlemi ile yaptığı açıdır. ∇_α ise α 'nın türevidir.

$$\nabla_\alpha P(\theta) = \frac{\partial P(\theta)}{\partial \theta_1} \cos \alpha_1 + \frac{\partial P(\theta)}{\partial \theta_2} \cos \alpha_2 + \dots + \frac{\partial P(\theta)}{\partial \theta_m} \cos \alpha_m$$

Yukarıdaki eşitlikte görüldüğü gibi, bireyin her yetenek düzeyinde maddeyi yanıtlama olasılığının türevi alınmaktadır. Örneğin 2 parametrelili model için denklem;

$$\nabla_\alpha P(\theta) = \alpha_1 P(\theta) Q(\theta) \cos \alpha_1 + \alpha_2 P(\theta) Q(\theta) \cos \alpha_2 + \dots + \alpha_m P(\theta) Q(\theta) \cos \alpha_m$$

Yukarıdaki formülde ayırıcılık parametre değerinin eklendiği görülmektedir. Buradan eşitliğin sağ tarafı sadeleştirildiğinde:

$$\nabla_\alpha P(\theta) = P(\theta) Q(\theta) \sum_{v=1}^m \alpha_v \cos \alpha_v$$

Tüm yetenek düzeyleri için hesaplanan yanıtlama olasılıklarının türevleri yerine konulduğunda Eşitlik 6 elde edilmektedir.

$$I_\alpha(\theta) = \frac{[P(\theta) Q(\theta) \sum_{v=1}^m \alpha_v \cos \alpha_v]^2}{P(\theta) Q(\theta)} = P(\theta) Q(\theta) \left(\sum_{v=1}^m \alpha_v \cos \alpha_v \right)^2 \quad (6)$$

Eşitlik 6'da sunulan madde bilgi eşitliği incelendiğinde, maddenin verdiği bilgi düzeyi, maddeye ilişkin hata varyansı ile test orantılıdır. Böylelikle madde bilgisi her θ düzeyinde farklı değerler almaktadır (Baker ve Kim, 2004; Hambleton, Swaminathan ve Rogers 1991; Reckase, 2009).

Araştırmanın bu bölümünde Türkiye'de ve yurt dışındaki çok boyutlu MTK ve tek boyutlu MTK ile ilgili yapılan araştırmalar hakkında kısa bilgiler verilmiştir.

İlgili Araştırmalar

Türkiye’de çok boyutlu Madde Tepki Kuramı ile ilgili yapılan araştırmalar aşağıda özetlenmiştir.

Köse (2010) Türkçe başarı testi verilerini tek ve çok boyutlu MTK kapsamında karşılaştırmıştır. Araştırmada çok boyutlu madde tepki kuramına dayalı kestirilen madde ve yetenek parametrelerinin, tek boyutlu madde tepki kuramına göre daha az hata içerdiği, model-veri uyumu değerlendirmesi sonucunda veri yapısının çok boyutlu modellere daha iyi uyum gösterdiği belirlenmiştir.

Sünbül (2011) yaptığı simülasyon çalışmasında çeşitli boyutluluk özelliklerine sahip yapılardaki madde parametrelerinin değişmezliğini KTK, tek boyutlu MTK ve çok boyutlu MTK çerçevesinde karşılaştırmıştır. KTK ile elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, parametre değişmezliğinin tüm parametreler ve koşullar için sağlandığı, MTK ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise, hem “a”, hem de “b” parametresi için parametre değişmezliğinin büyük oranda sağlandığı belirlenmiştir. Çok boyutlu MTK çerçevesinde yapılan değerlendirmeler sonucunda ise parametre değişmezliğinin bazı deneysel koşullar hariç, büyük oranda sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Özer-Özkan (2012) yaptığı araştırmada Öğrenci Başarısı Belirleme Sınavı alt testlerinin KTK, tek ve çok boyutlu MTK modellerine göre karşılaştırılmasını amaçlamıştır. ÖBBS testinde yer alan Türkçe ve matematik testi iki alt boyuttan oluşmaktadır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, çok boyutlu MTK modelleri kapsamında elde edilen birey parametrelerinin, KTK ve tek boyutlu MTK’ye göre daha az hatalı, daha hassas ölçümler ürettiği belirlenmiştir.

Yavuz (2014) tarafından yapılan araştırmada, ÇMTK’da parametre kestirimi yapan iki popüler program olan, BMIRT ve flexMIRT’nin madde parametre kestiriminde farklı test uzunluğu, madde sayısı, boyutlara arası korelasyon ve örneklem büyüklüklerinde nasıl kestirim yaptığını araştırmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, madde sayısının 60 ve örneklem büyüklüğünün 5000 olduğu test

koşulunda programlarla kestirilen madde parametreleri düşük hata ve sifıra yakın yanlılık değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Çakıcı-Eser (2015) yaptığı çalışmada farklı madde sayısı ve örneklem büyüklüğü koşullarına sahip farklı boyutluluk özelliklerindeki veriler üretip, madde ve birey parametrelerini çok boyutlu Madde Tepki Kuramı ile kestirmiş, kestirime ilişkin olarak elde edilen standart hata ortalamalarının karekökü (RMSE), yanlılık ve kestirilen parametreler ile gerçek parametreler arasındaki korelasyon değerlerini incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, boyut sayısı arttıkça madde parametresi kestirimlerinin iyileştirilmesi için madde ve birey; birey parametresi kestirimlerinin iyileştirilmesi için ise madde sayısının artırılmasını önerilmiştir.

Yurt içinde yapılan araştırmalarda hem gerçek veri, hem de simülatif veri üzerinde çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Bu araştırmalarda boyutlararası korelasyonun sabit tutulduğu, 2 parametrelili lojistik modelin kullanıldığı ve boyut sayısının üçü geçmediği belirtilebilir.

Yurt dışında çok boyutlu Madde Tepki Kuramı ile ilgili yapılan araştırmalar aşağıda özetlenmiştir.

Drasgow ve Parsons (1983) simülatif veri seti ile yaptıkları araştırmada boyutlararası korelasyonları değiştirerek çok boyutlu yapıya sahip bir testi, tek boyutlu modellerde analiz etmişlerdir. Araştırma sonucunda; a-) iki parametrelili modelin bir ve üç parametrelili modele göre daha iyi kestirimlerde bulunduğu, b-) tek boyutluluk varsayımının parametre kestiriminde önemli olduğu ve parametreleri etkilediği, c-) boyutlararası korelasyon 0.90 olduğu durumlarda, üç parametrelili modelin kullanılması gerektiği ve d-) boyutlararası korelasyon arttıkça, parametrelere ait hata miktarlarının arttığı sonuçlarına ulaşmışlardır.

Tek boyutlu madde tepki kuramı ile çok boyutlu veri yapılarının karşılaştırıldığı Ansley ve Forsyth (1985) tarafından yapılan araştırmada, ayırt edicilik parametreleri ortalamasının çok boyutlu model ile kestirilen parametre ortalamasına çok yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Way, Ansley ve Forsyth (1988) yaptıkları araştırmada, tamamlayıcı ve tamamlayıcı olmayan modellere göre üretilen çok boyutlu yapılar ile ilgili kestirimleri tek boyutlu MTK ile analiz etmişlerdir. Madde ayırt ediciliği için tek boyutlu MTK'dan elde edilen ayırıcılık parametre toplamı, a_1 ve a_2 değerlerinin toplamına yaklaşmıştır. Güçlük değerlerinin ise b_1 ve b_2 'nin ortalamasına yaklaştığı belirlenmiştir. Elde edilen yetenek parametre değerleri ise her iki yetenek düzeyinin ortalaması ile yüksek korelasyon göstermiştir.

Ackerman (1989) tamamlayıcı ve tamamlayıcı olmayan çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirimler yapmıştır. Tamamlayıcı ve tamamlayıcı olmayan modele göre boyutlararası korelasyonları 0.00 ile 0.90 arasında değiştirerek iki boyutlu veri setleri üretmiştir. Madde kestirimleri sonucunda karşılaştırma yapılan iki programdan LOGIST programının, BILOG'a göre veri yapısının boyutluluğundan daha çok etkilendiği belirtilmiştir.

Chang (1992) tarafından okuma becerisi ve matematik alt testlerinden oluşan Woodcock-Johnson Psycho-Educational Battery-Revised verileri kullanılarak hem gerçek veri seti hem de simülatif veri seti üzerinde yapılan araştırmada, tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı analizlerden kestirilen parametre değerleri incelenmiştir. Sonuç olarak, çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı yapılan yetenek kestirimlerinin daha az hata içerdiği ve ölçme kesinliklerinin daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. BILOG ve LOGIST programları karşılaştırıldığında, LOGIST programının madde güçlüğü ve boyut yapısından daha az etkilendiği belirlenmiştir.

Bolt ve Lall (2003), madde sayısı, boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştikçe, çok boyutlu iki parametrelili lojistik model ve çok boyutlu gizil özellik modelinin parametre kestirimlerini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Sonuç olarak madde sayısının ve örneklem büyüklüğünün RMSE değerlerinde azalmaya neden olduğu bulunmuştur. Bunun yanında, çok boyutlu iki parametrelili lojistik modelden elde edilen hata miktarının, çok boyutlu gizil özellik modeli ile elde edilenden daha az olduğu belirlenmiştir.

Luecht (2003), üç parametrelili tamamlayıcı modele göre üretilmiş veri yapılarını çok boyutlu MTK modellerini kullanarak öğrenciler hakkında geçti/kaldı kararları

verilen bir model üzerinde denemiştir. Madde parametreleri program ile ilgili yeterlikleri kapsayan sonuçlar üzerinden türetilmiştir. Bunun yanında boyutlararası korelasyon düzeyi sabit 0.50 olarak belirlenmiştir. Araştırmaya göre, alt testler bazında çok boyutlu MTK'nın daha doğru sonuçlar ürettiği ortaya çıkmıştır. Yetenek kestirimlerinden elde edilen hata miktarları karşılaştırıldığında alt testler düzeyinde tek boyutlu MTK'nın, tüm test düzeyinde ise çok boyutlu MTK'nın daha az hatalı sonuçlar ürettiği saptanmıştır.

Ackerman, Gierl ve Walker (2003) çok boyutlu madde tepki kuramının kullanılabilirliği üzerine yaptıkları araştırmada, modelin nasıl kullanılacağını, testlerin neyi ölçtüğünün daha iyi anlaşılmasını sağlayacak bir öneri sunmayı amaçlamışlardır. Bir matematik testi ile yürütülen araştırma sonucunda, çok boyutlu MTK'nın birey hakkında daha fazla bilgi verdiği, tek boyutlu MTK'nın ise veri yapısı çok boyutluluk gösterdiğinde, sınırlı bilgi verdiği ifade edilmiştir.

Walker ve Beretvas (2003) yaptıkları araştırmada çok boyutlu olduğu bilinen bir verinin, parametre kestirimlerini tek boyutlu MTK'ya göre yaparak, sonuçları karşılaştırmışlardır. Bu araştırmada başat olan boyutun her iki kurama göre de iyi düzeyde kestirildiği, ancak başat boyut dışındaki diğer boyutun tek boyutlu MTK ile belirlenebilmesinin zor olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında, araştırma ile çok boyutlu verinin tek boyutlu kuramla incelenmesinin, bireyin yeteneğinin ortaya konmasında doğru bir yaklaşım olmadığı belirtilmiştir.

Spencer (2004) yaptığı tez çalışmasında tek boyutlu 1 PLM ile çok boyutlu 1 PLM karşılaştırmıştır. Çalışmasının sonucunda, çok boyutlu MTK'nın birey parametrelerini belirlemede tek boyutlu MTK'ya göre daha doğru sonuçlar ürettiği belirlenmiştir.

de la Torre ve Patz (2005) boyut sayısı ve boyutlarda yer alan madde sayısının boyutlararası korelasyon ve yetenek kestirimine etkisini araştırmışlardır. Kestirimler, iki ve beş boyutlu; madde sayısı 10, 20 ve 30; boyutlararası korelasyon 0.00, 0.40, 0.70 ve 0.90 olarak değişimlenerek yapılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre kestirilen parametreler gerçek parametrelerle yüksek düzeyde ilişki göstermiş ve çok boyutlu model daha az hatalı sonuçlar üretmiştir.

Babcock (2009) çok boyutlu MTK modelleri ile ilgili yaptığı araştırmada tamamlayıcı olmayan modellerin uygulamasının sınırlı yanlarının olduğunu ortaya koymuştur. Tamamlayıcı olmayan 2-parametrelili çok boyutlu MTK modeli, kestirim algoritması olarak Metropolis-Hastings (MH) algoritması kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, madde parametre kestirimin iyileşmesi için örneklem büyüklüğünün en az 4000 ve her boyutu temsil eden en az 6 maddenin olması gerektiği vurgulanmıştır.

Wiberg (2012) araştırmasında çok boyutlu veri yapısına sahip beş alt testten oluşan bir üniversite giriş sınavını tek boyutlu MTK ile analiz etmiştir. Tek boyutlu ve çok boyutlu modelleri kullanarak madde ve yetenek parametre kestirimlerini simülasyon olarak yapmıştır. Sonuç olarak üniversite sınavı gibi çok boyutlu bir verinin, çok boyutlu MTK'ya göre analiz edilmesinin daha iyi sonuçlar ürettiği belirlenmiştir. Testin beş boyutlu olarak kabul edildiği ve çok boyutlu MTK'ya göre analizlerin yapıldığı durumda daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Fakat testi konu alanına göre iki boyutlu kabul edildiği ve tek boyutlu MTK ile analiz edildiği durumda hem hata miktarının yükseldiği hem de ölçme kesinliğinin düştüğü sonucuna ulaşılmıştır.

Eunike ve Benedikt (2014) yaptıkları araştırmada, genellikle tek boyutlu madde tepki kuramı ile analiz edilen “Mesleki İlgi Envanteri”ni çok boyutlu madde tepki kuramına göre incelenmişlerdir. Araştırma sonucunda, çok boyutlu yapısı olan mesleki ilgi envanterinin çok boyutlu MTK'ya göre yapılan kestirimlerinin daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Bashkov (2015) yaptığı araştırmada, Cai (2010) tarafından geliştirilen ve bu araştırmada da kullanılan MH-RM algoritmasının etkililiğini araştırmıştır. Diğer algoritmaların aksine, yüksek çok boyutlu (üç boyut ve üzeri) modellerde MH-RM algoritmasının daha iyi sonuçlar verdiğini ve analizlerin daha az zaman aldığını belirtmiştir.

Çok boyutlu MTK ile ilgili yapılan araştırmalarda da belirtildiği gibi, bu araştırmaların artması, eğitimde ve psikolojide ele alınan yapıların doğru tanımlanması ve ölçülmesi açısından önemlidir ve bireyler hakkında daha doğru kararların verilmesine olanak sağlayacaktır. Bu yapılar da çoğu zaman çok boyutlu bir özelliğe sahiptir. Klasik Test Kuramı ve Tek Boyutlu Madde Tepki Kuramına göre ölçülen

özelliğin tek boyutlu bir yapıya sahip olması gerekmektedir (Hambleton ve Swaminathan, 1989). Fakat psikolojik özelliklerin tek boyutla ifade edilmesinin sınırlı olduğu ve özellikle başarı testlerinde maddeye tepki verilirken birden çok bilişsel sürecin etkili olduğu, bu süreçlerin işlevlerinin bireyden bireye farklılık gösterdiği fikirleri ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu eleştiriler özellikle KTK ve MTK'nın tek boyutluluk varsayımına yönelik olmuştur (Kirisci, Hsu ve Yu, 2001). Ackerman (1996) eğitimde ve psikolojide kullanılan birçok testin farklı düzeylerde çok boyutlu özellikleri ve bu özelliklerin bir bileşimini ölçtüğünü belirtmiştir. Tek boyutlu MTK modellerinin tek boyutluluk varsayımı ile başarı veya tutum gibi karmaşık psikolojik yapıları basitleştirdiği ve bireyin gerçek performansı hakkında daha az bilgi verdiği öne sürülmektedir (Reckase, 2007).

Bir özelliği ölçmek için geliştirilen bir testin yalnızca o özelliği ölçmesi veya tek boyutlu olması görüşünün eğitimde ve psikolojideki yapılar için geçerli olması çok zordur. Farklı boyutluluk düzeylerinde geliştirilen testler, test ile ölçülen özelliğin dışında kalan özellikleri de ölçebilmektedir. Örneğin bir birey bir fen testi ile ilgili bir maddeyi yanıtlarken okuma becerisinin de maddeye doğru yanıt verme olasılığını etkilediği görülmektedir. Bu durumda fen başarısı ile okuma becerisi farklı boyutlar altında toplanabilecektir. Tek boyutlu modeller her iki boyutu yalnızca fen başarısı olarak değerlendirmektedir. Bireylerin okuma becerilerindeki farklılık onların fen başarılarını etkileyeceğinden, bu testin tek boyutlu bir yapıya sahip olduğunu iddia etmek ölçme işleminde geçerlik problemine neden olabilir. Tek boyutluluk varsayımının ihlali veya bu varsayımın bir derece sorunu olduğu iddiası ile yapılan kestirimlerde yalnızca başat boyut kestirilmekte, diğer boyut veya boyutlarla ilgili olarak ise sınırlı bilgiler elde edildiği vurgulanmaktadır (Kreiter, 1993).

Çok boyutlu MTK, maddenin güçlük ve ayırt ediciliği olarak tanımlanan bir parametre vektörü ve bilgi-beceri olarak tanımlanan bireyin çoklu yeteneğinin bir vektörünü içeren, matematiksel bir fonksiyon üzerine inşa edilmiştir (Reckase, 2009). Tek boyutlu MTK modelleri tek boyutluluk varsayımı sağlandığında güçlü kestirimler yapmasına rağmen, birey ve madde arasındaki karmaşık etkileşimleri incelemede yetersiz kalmakta ve bu nedenle daha gelişmiş modellere duyulan ihtiyaç açığa çıkmaktadır.

Ölçme ve değerlendirme uygulamalarında Klasik Test Kuramı'na dayalı olarak kestirilen parametrelerin sınırlılıklarının olması verilen kararların da sınırlı olmasına neden olmakta ve bu durum Madde Tepki Kuramı'nın önemini arttırmaktadır. KTK'da testten kestirilen madde ve yetenek parametrelerinin testin geliştirildiği gruba bağımlı olması, testlerin geçerlik ve güvenirliğinin uygulandıkları gruba bağlı olması sınırlılığını doğurmaktadır. Testi alan bireyin testte nasıl bir performans göstereceğinin bilinmemesi, KTK'nın bir diğer önemli sınırlılığıdır. Bunun yanında, tek boyutlu Madde Tepki Kuramı'nın psikolojik özelliklerin tek boyutlu olması gerekliliği, testler ile ilgili daha az bilgi sağlaması ve bu durumunda bireyler hakkında verilen kararları etkilemesi çok boyutlu kuramların geliştirilmesi gerekliliğini doğurmuştur.

Tek boyutlu MTK, KTK'dan daha iyi bir çerçeve sunmasına rağmen, araştırmalarda kullanılan veri yapılarının tek boyutluluk varsayımına tamamen uymadığı, tek boyutlu MTK'nın bunu bir derece sorunu olarak ifade ettiği ve bir gizil değişkeni ölçtüğünü varsayarak kestirimler yaptığı görülmektedir. Bunun yanında, çok boyutlu veri için tek bir özellik boyutunun olduğunu varsaymak, MTK'nın değişmezlik özelliğini de tehdit etmektedir (Ackerman, 1994). Tek bir örtük özelliği ölçmek için çok boyutlu maddeler kullanmak, testin yapı geçerliğine zarar vermektedir. Bunun yanı sıra test birden fazla boyutu ölçüyorsa, test alanları tek bir boyut altında sıralamak, alanyazınında da belirtildiği gibi, ölçme ile ilgili problemlere neden olmaktadır. Bu problemlerin ortadan kaldırılması çok boyutlu Madde Tepki Kuramı araştırmalarını gerekli kılmaktadır. Çünkü bahsedilen yapıların geçerli bir şekilde ölçülmesi alınan kararların doğruluğunu arttıracaktır.

Çok boyutlu veri yapılarının ve bu yapılar arasındaki ilişkilerin ortaya konduğu çalışmalar sınırlıdır. Yurt içinde yapılan araştırmalarda, genellikle gerçek veri veya boyutlararası ilişki düzeyinin sabit tutulduğu, boyut sayısının üçü geçmediği, algoritmalarından yalnızca BA-EM kullanıldığı görülmektedir. Ölçme ve değerlendirmeye ilişkin yeni gelişmeler ışığında çok boyutlu MTK'nın avantajları göz önünde bulundurularak yaygınlaştırılması gerekliliği oluşmaktadır. Bu nedenle çok boyutlu MTK uygulamalarının en iyi şekilde anlaşılması ve bu yönde çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, araştırmacıların üst düzey modelleri kullanarak yapılan ölçme ve değerlendirmelerin daha geçerli ve güvenilir olmasını sağlamaktadır. Alandaki gelişmeler doğrultusunda çok boyutlu MTK uygulamalarının değerlendirilmesi, güçlü ve sınırlı yanlarının ortaya çıkarılması, kuramsal ve uygulamalı araştırmaların artırılması bu araştırmanın problemini oluşturmaktadır.

Amaç

Bu araştırmanın amacı farklı boyutluluk özelliklerine sahip ikili puanlanan (1-0) veri yapılarının tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı olarak karşılaştırılmasıdır. Bu karşılaştırma, değişen koşullar altında simülatif olarak yapılmıştır. Bu koşullar; a-) testin ölçtüğü boyut sayısı, b-) boyutlararasındaki korelasyon, c-) örneklem büyüklüğüdür ve bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

1. İki boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon (0.10, 0.40 ve 0.70) ve örneklem büyüklüğü (500, 1000 ve 2000) değiştikçe, tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı olarak kestirilen;
 - a. Madde parametreleri arasında manidar bir ilişki var mıdır?
 - b. Madde parametrelerinin hata kestirim ortalamaları nasıldır?
 - c. Yetenek parametreleri arasında manidar bir ilişki var mıdır?
 - d. Yetenek parametrelerinin hata kestirim ortalamaları nasıldır?
 - e. Yetenek parametrelerinden elde edilen standart hatalar arasında manidar bir farklılık var mıdır?
 - f. Model-veri uyumu nasıldır?
2. Üç boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon (0.10, 0.40 ve 0.70) ve örneklem büyüklüğü (500, 1000 ve 2000) değiştikçe, tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı olarak kestirilen;
 - a. Madde parametreleri arasında manidar bir ilişki var mıdır?
 - b. Madde parametrelerinin hata kestirim ortalamaları nasıldır?
 - c. Yetenek parametreleri arasında manidar bir ilişki var mıdır?

- d. Yetenek parametrelerinin hata kestirim ortalamaları nasıldır?
 - e. Yetenek parametrelerinden elde edilen standart hatalar arasında manidar bir farklılık var mıdır?
 - f. Model-veri uyumu nasıldır?
3. Beş boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon (0.10, 0.40 ve 0.70) ve örneklem büyüklüğü (500, 1000 ve 2000) değiştikçe tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı olarak kestirilen;
- a. Madde parametreleri arasında manidar bir ilişki var mıdır?
 - b. Madde parametrelerinin hata kestirim ortalamaları nasıldır?
 - c. Yetenek parametreleri arasında manidar bir ilişki var mıdır?
 - d. Yetenek parametrelerinin hata kestirim ortalamaları nasıldır?
 - e. Yetenek parametrelerinden elde edilen standart hatalar arasında manidar bir farklılık var mıdır?
 - f. Model-veri uyumu nasıldır?
4. Tek boyutlu ve çok boyutlu veri yapılarından kestirilen yetenek parametrelerine ait standart hata miktarları arasında, farklı örneklem büyüklüğü, boyut sayısı ve boyutlararası korelasyon düzeylerine göre manidar bir farklılıklar var mıdır?

Önem

Bu araştırma, tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'nın tüm parametre (madde ve birey) kestirimlerinde nasıl performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Klasik Test Kuramı'nın sınırlıklarını ortadan kaldıran Madde Tepki Kuramı çerçevesinde yapılan bu araştırmanın kuramın gelişmesine ve anlaşılmasına katkı getireceği düşünülmektedir. Yurt içi ve yurt dışı alanyazında çok boyutlu MTK'ya ilişkin çok fazla çalışmanın bulunmaması, araştırmayı kuramsal açıdan ve uygulama açısından önemli kılmaktadır. Çok boyutlu MTK temel alınarak yapılan araştırmalarda boyutlararası korelasyon farklılaştığında, kestirimlerin nasıl değiştiğini açıklamaya çalışan bu araştırmayı alanyazındaki diğer araştırmalardan ayıran en önemli özellik, diğer çalışmalarda boyutlararası korelasyon sabit tutulurken bu araştırmada boyutlararası korelasyonun farklı düzeylerde hem tek boyutlu, hem de çok boyutlu MTK'ya dayalı olarak

incelenmiş olmasıdır. Bu araştırmada üç farklı korelasyon düzeyinin kullanılıyor olması araştırmanın önemini arttırmaktadır. Bu araştırmayı alanyazında yapılan çok boyutlu MTK çalışmalarından ayıran bir diğer özellik ise, diğer çalışmalardan farklı olarak basit yapılı, 1-0 puanlanan ve beş boyutlu veri yapısının çalışılmış olmasıdır.

Çok boyutlu veri yapıları, eğitimde ve psikolojide yıllardır kullanılmasına rağmen, bu veri yapılarının tek boyutluluk varsayımı altında çözümlenmesinin ne tür sıkıntılara neden olabileceği ortaya konamamaktadır. Alanyazın incelendiğinde tek boyutlu MTK'nın, tek boyutluluk varsayımının getirdiği sınırlılıkları çok boyutlu MTK'nın ortadan kaldırıp kaldırmadığına ilişkin araştırmaların sınırlı olduğu ve bu yönüyle araştırmanın çok boyutlu yapıların geliştirilmesine ve yorumlanmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bireyler hakkında önemli kararların verildiği geniş ölçekli ve çok boyutlu testlerden elde edilen sonuçların doğruluğu ve kesinliği, bireyler açısından çok önemlidir. Bu anlamda bu araştırma geniş ölçekli ve çok boyutlu test uygulamalarında hangi modellerin kullanılacağına dair bilgi vermesi açısından da önemlidir. Eğitimde ve psikolojide karşılaşılabilecek veri yapılarını simülatif olarak oluşturarak, kuramın sınırlı ve güçlü yanları uygulamaya geçilmeden ortaya konmaktadır. Bu araştırma, uygulamada karşılaşılabilecek olumsuz durumları simülatif veri setleri ile ortaya koyması bakımından da önemlidir.

Sınırlılıklar

Bu araştırmanın sınırlılıkları şunlardır:

- 1) Araştırma iki, üç ve beş boyutlu veri yapısıyla sınırlıdır.
- 2) Araştırma boyutlararasındaki korelasyonlar 0.10, 0.40 ve 0,70 ile sınırlıdır.
- 3) Araştırma testin çok boyutluluğu ile sınırlıdır.
- 4) Araştırmada kullanılan veriler tamamlayıcı modele uygun olarak üretilen verilerdir.
- 5) Kullanılan istatistik yazılım programı flexMIRT 'dir.

BÖLÜM II

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada tek boyutlu ve çok boyutlu MTK çerçevesinde, çok boyutlu veri yapıları, bu yapılarda yer alan boyutlar arası ilişkiler ve farklı örneklem büyüklükleri dikkate alınarak incelenmiştir. Farklı test koşullarına uygun veriler üretildiği için, bu araştırma bir simülasyon çalışmasıdır. Araştırmada simülasyon verileri ile yöntemleri etkileyecek değişkenler kontrol edilmekte ve yöntemlerin üstünlükleri ve sınırlılıkları incelenmektedir. Bu yönüyle de yöntemlerin geliştirilmesine katkı sağlayan temel bir araştırma olduğu ifade edilebilir (Karasar, 2010).

Simülasyon Verilerinin Üretilmesi ve Analizi

Alanyazında, simülasyon çalışmalarında farklı programlarının (R, MULTISIM vb) kullanıldığı görülmektedir. Bu araştırmada farklı özelliklerde ikili puanlanan (1-0) veri yapıları üretmek için, Luecht (2004) tarafında geliştirilen MIRTGEN 2.0 yazılımı kullanılmıştır. Veri üretimi iki, üç ve beş boyutlu, basit yapılı, iki kategorili (1-0) ve 3 parametrelili tamamlayıcı modele uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada incelenen koşullar alanyazında yer alan tartışmalar doğrultusunda oluşturulmuştur. Bu tartışmalar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

a) Boyut Sayısının Belirlenmesi

Eğitimde ve psikolojide kullanılan veri yapıları incelendiğinde genellikle iki, üç ve beş boyutlu yapıların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Örneğin, Finch ve Habing (2005) iki ve altı boyutlu veri yapıları ile çalıştığını, De Champlain ve Gessaroli'nin

(1998) ise bir ve iki boyutlu veri yapılarını simüle ederek araştırma yaptıkları görülmektedir. Reise ve diğ. (2000) maddelere verilen cevaplardan oluşan psikolojik yapının anlamını yitirmeyecek kadar küçük veya büyük olmaması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Yukarıda sözü edilen araştırmalarda, genellikle iki veya üç boyutlu yapılar incelendiğinden bu çalışmada da iki, üç ve beş boyutlu veri yapılarının incelenmesi kararlaştırılmıştır.

b) Boyutlararası Korelasyonun Belirlenmesi

Alanyazındaki araştırmalar incelendiğinde, boyutlararası korelasyonun 0.00 ile 0.90 aralığında değişen düzeylerde ele alındığı görülmektedir (De Champlain ve Gessaroli, 1998; Finch ve Habing, 2005; Jang ve Roussos, 2007). Ayrıca eğitimde ve psikolojide, 0.00 ile 0.90 arasında ilişki düzeylerine sahip yapılarla sıklıkla karşılaşmaktadır. Psikolojik yapıların birbirleriyle belirli düzeyde ilişkili olması gerektiğinden hareketle ve ilgili alan yazın da göz önünde bulundurularak bu çalışma için koşulların; 0.10 düşük korelasyon; 0.40 orta korelasyon ve 0.70 yüksek korelasyon olarak tanımlanmasına karar verilmiştir.

c) Madde Sayısının Belirlenmesi

Thurstone'a (1947) göre iki ya da daha fazla boyuttan oluşan m faktör için gerekli olan madde sayısı (n) Eşitlik 7 ile açıklamaktadır:

$$n \geq \frac{(2m + 1) + \sqrt{8m + 1}}{2} \quad (7)$$

Buna göre üç boyutlu veri yapısı için 6, beş boyutlu veri yapısı için 10 ve yedi boyutlu veri yapısı için en az 12 madde gerekmektedir. Bu durumun uygulamada karşılanması zordur. Bununla birlikte, bir boyuttaki madde sayısı üçten az olmamalıdır (Comrey, 1988). Bununla birlikte, güvenirlik düzeyinin yükselmesi için de madde sayısının arttırılması gerekmektedir. Babcock (2009) yaptığı araştırmada çok boyutlu yapılarda madde ve birey parametre kestirimi için gerekli olan madde sayısının her boyutta en az 6 olması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu araştırmada incelenmesine karar verilen en fazla boyut sayısı beştir. Dolayısıyla her boyutta en az 6 madde yer

aldığında toplam test uzunluğunun 30 maddeye sabitlenmesine karar verilmiştir. Bir diğer deyişle, iki boyutlu veri yapısı için, her boyutta 15 madde; üç boyutlu veri yapısı için her boyutta 10 madde ve beş boyutlu veri yapısı için ise her boyutta altı madde olacak şekilde tüm test uzunlukları 30 olarak belirlenmiştir. Veri üretimi kararlaştırılan tüm koşullar Çizelge 2’de tekrar özetlenmiştir.

Çizelge 2.

Veri Üretimi İçin Kararlaştırılan Simülasyon Koşulları

Koşullar	Düzeyler	Toplam
Boyut Sayısı	2 - 3 - 5	3
Boyutlararası Korelasyon	0.10 - 0.40 - 0,70	3
Örneklem Büyüklüğü	500 - 1000 - 2000	3
Toplam Koşul Sayısı		3x3x3=27

Çizelge 2’de özetlenen koşullar doğrultusunda madde ve birey parametre değerleri değiştirilerek veri üretimi yapılmıştır. Way ve diğ. (1988) simülasyon veri setlerinin test maddelerine verilecek yanıtları yansıtacak biçimde ele alınması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu nedenle, tüm boyutlarda yer alan maddelerin a (madde ayırıcılık) değerleri ortalaması 0.00 ve standart sapması 1.00 olan lognormal dağılımdan ve b (madde güclüğü) değerleri ise, minimum değeri -1.75, ile maksimum değeri +1.75 aralığında üretilmiştir (Reckase, 2009). Şans parametre değerleri $c=0.15$ ’e sabitlenmiştir. Yetenek parametreleri ise standart normal dağılıma göre üretilmiştir. Verilerin üretiminde MIRTGEN programı kullanılmış ve oluşturulan dosya komutu ve Ek 1’de sunulmuştur. Veri yapısında boyut sayısı, boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştirilerek 25 tekrar yapılmıştır. Harwell, Stone, Hsu, ve Kirisci (1996), tekrar sayısının üretilen hatalar üzerindeki etkisini araştırmış, 25 tekrardan sonra hataların azaldığı ve etkinin 1.0 düzeyine yaklaştığı rapor edilmiştir. Bu nedenle bu araştırmada da 25 tekrar kullanılması uygun görülmüştür. Böylelikle, $3 \times 3 \times 3 = 27$ farklı deneysel koşul için $27 \times 25 = 675$ farklı veri seti üretilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm deneysel koşullar Çizelge 3’te sunulmuştur.

Çizelge 3.

Araştırmada Kullanılan Koşullar

Örneklem büyüklüğü	Boyut Sayısı	Boyutlararası korelasyon	
500	2	0.10	Tek Boyutlu
			Çok Boyutlu
	3	0.40	Tek Boyutlu
			Çok Boyutlu
	5	0.70	Tek Boyutlu
			Çok Boyutlu
1000	2	0.10	Tek Boyutlu
			Çok Boyutlu
	3	0.40	Tek Boyutlu
			Çok Boyutlu
	5	0.70	Tek Boyutlu
			Çok Boyutlu
2000	2	0.10	Tek Boyutlu
			Çok Boyutlu
	3	0.40	Tek Boyutlu
			Çok Boyutlu
	5	0.70	Tek Boyutlu
			Çok Boyutlu

Çizelge 3 incelendiğinde, hem tek boyutlu MTK, hem de çok boyutlu MTK'ya göre analiz edilen 25 tekrarlı veri setine ait tüm araştırma koşullar için toplam 675 analiz yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Çalışmanın analizleri flexMIRT 2.0 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. flexMIRT çok düzeyli ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı ile tek boyutlu Madde Tepki Kuramı analizlerini yapan bir yazılımdır. flexMIRT 2.0 yazılımı kestirimleri yapmak için Bock-Aitkin Expectation-Maximization (BA-EM), Adaptive Quadrature ve Metropolis-Hastings Robbins-Monro (MH-RM) algoritmaları kullanmaktadır (Cai, 2013). Tek boyutlu analizler flexMIRT programında hızlı bir şekilde yapılmaktadır. Çok boyutlu analizlerin süresi, boyut sayısı ve örneklem büyüklüğü arttıkça uzamakta ve beş boyutlu ve 2000 örneklem büyüklüğüne sahip veri setinde maksimum süreye ulaşmaktadır. Bock-Aitkin Expectation-Maximization (BA-EM) algoritması, veri yapısının üç boyutu geçmediği durumlarda önerilmektedir. Fakat beş boyutlu yapıların incelenmesinde

Adaptive Quadrature ve Metropolis-Hastings Robbins-Monro (MH-RM) algoritmasının kullanılması önerilmektedir.

Çok boyutluluk, eğitimde ve psikolojide yer alan yapıların en önemli sorunlarından biri olarak görülmektedir. Bu nedenle Bellman (2003) boyutluluk problemini “boyutluluk laneti (curse of dimensionality)” olarak tanımlamıştır. Çünkü alanyazında veri yapısı çok boyutlu olduğunda, madde parametre kestirimi için quadrature nokta sayısının çok yüksek olması gerektiği vurgulanmaktadır (Cai, 2010). Örneğin beş boyutlu veri için, birçok analiz programında yer alan dokuz sabit quadrature nokta düşünüldüğünde, analizin bitmesi için $9^5=59040$ quadrature nokta gerekmektedir. Alanyazında bu problemin çözümü olarak, beş boyutlu analizlerde MH-RM algoritması kullanılması önerilmektedir.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen madde ve birey parametre değerleri Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tek boyutlu madde tepki kuramı ile çok boyutlu madde tepki kuramına dayalı yapılan analizler sonucunda elde edilen madde ve birey parametrelerine ait hata miktarı RMS (Root Mean Square) değerleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. RMS, sürekli olarak değişen bir fonksiyonun sürekli olmayan değer serisi için, hata kareleri ortalamasının karekökü alınarak hesaplanır (Toit, 2003). RMS hesaplamaları için Eşitlik 8 kullanılmıştır:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_1^n se^2}{n}} \quad (8)$$

se: Her bir parametre kestiriminden elde edilen standart hata miktarları

n: Kestirilen parametre sayısı

RMS: Root Mean Square

Yetenek kestirimlerinden elde edilen parametre değerlerine ilişkin standart hatalar arasında manidar bir farklılık olup olmadığına t-testi ile incelenmiştir.

Tek boyutlu Madde Tepki Kuramı ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı’na dayalı analizler için Uyum İyiliği İstatistikleri (Uİİ) de hesaplanmıştır. Model-veri uyumunun iyi düzeyde olması için Uİİ’lerinin karşılaştırılan modele göre daha düşük

değerlere sahip olması gerekmektedir. Bu araştırmada çok boyutlu ve tek boyutlu MTK'nın veri ile uyumu -2loglikelihood, Akaike Information Criterion (AIC) ve Bayesian Information Criterion (BIC) uyum iyiliği indeksleri ile değerlendirilmiştir. Tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı modellerinden elde edilen uyum iyiliği istatistikleri arasındaki fark χ^2 tablo değerleri ile karşılaştırılmış ve bu değer in kritik değeri aştığı durumlar, model-veri uyumunun, küçük olan UIİ lehine sağlandığı ölçüt olarak ele alınmıştır.

Tek boyutlu ve çok boyutlu veri yapılarından kestirilen yetenek parametrelerine ait standart hata miktarları arasında farklı örneklem büyüklüğü, boyut sayısı ve boyutlararası korelasyon düzeyleri için manidar bir farklılık olup olmadığı varyans analizi ile incelenmiştir. Varyans analizi sonuçlarının örneklem büyüklüğünden etkilenmemesi için etki büyüklüğü değerleri de hesaplanmış ve varyans analizi sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Etki büyüklüğü, örneklemde elde edilen sonuçların sıfır hipotezinde tanımlanan beklentilerden ne kadar saptığını göstermektedir (Cohen, 1994; Vacha-Haasse ve Thompson, 2004). Bir diğer anlatımla etki büyüklüğü, araştırma sonuçlarının pratikteki anlamlılığının bir göstergesidir (Özsoy ve Özsoy; 2013). Etki büyüklüğü için η^2 değeri Eşitlik 9 ile hesaplanmıştır:

$$\eta^2 = \frac{\text{Gruplar Arası Kareler Toplamı}}{\text{Toplam Kareler Toplamı}} \quad (9)$$

Eşitlik 9'da hesaplanan η^2 değerleri Cohen'e (1988) göre küçük ($\eta^2 = 0.01$) , orta ($\eta^2 = 0.09$) ve büyük ($\eta^2 = 0.25$) etki büyüklüğü olarak yorumlanır.

Araştırma bulgularının sunumunda bütünlük sağlanabilmesi için çok boyutlu MTK'da "a,d ve c" olarak tanımlanan parametreler, tek boyutlu MTK'ya uygun olarak "a, b ve c" olarak gösterilmiştir.

BÖLÜM III

BULGULAR ve YORUM

Araştırmanın bu bölümünde, alt amaçlara paralel olarak iki, üç ve beş boyutlu veri yapılarında tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirimlerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

İki Boyutlu Veri Yapısına İlişkin Bulgular

Araştırmanın alt amaçları doğrultusunda, iki boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon (0.10, 0.40 ve 0.70) ve örneklem büyüklüğü (500, 1000 ve 2000) değiştikçe, tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı olarak kestirilen; a-madde parametreleri ve RMS değerlerine, b- birey parametreleri ve RMS değerlerine c-birey parametrelerine ait hata ortalamalarına d-Model-veri uyumuna ilişkin bulgular sunulmuştur.

İki boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştikçe, tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirilen madde parametre değerleri arasında manidar bir ilişki olup olmadığı Pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiş Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 4.

Tek Boyutlu ve Çok Boyutlu MTK ile Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin Korelasyonlar

Örneklem Büyükliği	Boyutlararası Korelasyon		Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
500	0.10	$a_T^*a_C$	0.99**
		$b_T^*b_C$	0.99**
		$c_T^*c_C$	0.99**
	0.40	$a_T^*a_C$	0.98**
		$b_T^*b_C$	0.99**
		$c_T^*c_C$	0.97**
	0.70	$a_T^*a_C$	0.94**
		$b_T^*b_C$	0.99**
		$c_T^*c_C$	0.92**
1000	0.10	$a_T^*a_C$	0.99**
		$b_T^*b_C$	0.99**
		$c_T^*c_C$	0.99**
	0.40	$a_T^*a_C$	0.98**
		$b_T^*b_C$	0.99**
		$c_T^*c_C$	0.96**
	0.70	$a_T^*a_C$	0.89**
		$b_T^*b_C$	0.99**
		$c_T^*c_C$	0.94**
2000	0.10	$a_T^*a_C$	0.99**
		$b_T^*b_C$	0.99**
		$c_T^*c_C$	0.93**
	0.40	$a_T^*a_C$	0.95**
		$b_T^*b_C$	0.99**
		$c_T^*c_C$	0.92**
	0.70	$a_T^*a_C$	0.95**
		$b_T^*b_C$	0.99**
		$c_T^*c_C$	0.75*

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

Çizelge 4 incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0.75 ile 0.99 arasında değiştiği görülmektedir. Tüm araştırma koşullarında a, b ve c parametre değerlerine ait korelasyonlar yüksek ve manidardır. Örneklem büyüklüğü sabit tutulduğunda, boyutlararası korelasyonların artması veya sabit korelasyon düzeyinde örneklem büyüklüğünün artması, madde parametreleri arasındaki ilişkilerde herhangi bir örüntü ortaya çıkarmamıştır. Bu bulguya dayanarak her iki modele dayalı olarak kestirilen madde parametre değerlerinin birbirine yakın kestirildiği ifade edilebilir.

İki boyutlu veri yapısı için, tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya göre kestirilen madde parametre değerlerine ilişkin RMS'ler Çizelge 5'te sunulmuştur.

Çizelge 5.

İki Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

Örneklem Büyükliği	Boyutlararası Korelasyon		Madde Parametreleri Standart Hata Kareleri Ortalaması (RMS)		
			a	b	c
500	0.10	Tek Boyutlu	0.59	0.74	0.11
		Çok Boyutlu	0.64	0.79	0.15
	0.40	Tek Boyutlu	0.81	0.65	0.14
		Çok Boyutlu	0.84	0.67	0.13
	0.70	Tek Boyutlu	0.71	0.75	0.22
		Çok Boyutlu	0.60	0.60	0.20
1000	0.10	Tek Boyutlu	0.39	0.39	0.09
		Çok Boyutlu	0.37	0.37	0.10
	0.40	Tek Boyutlu	0.49	0.46	0.12
		Çok Boyutlu	0.48	0.46	0.09
	0.70	Tek Boyutlu	0.40	0.47	0.12
		Çok Boyutlu	0.38	0.44	0.11
2000	0.10	Tek Boyutlu	0.29	0.34	0.14
		Çok Boyutlu	0.29	0.35	0.13
	0.40	Tek Boyutlu	0.35	0.38	0.22
		Çok Boyutlu	0.30	0.32	0.20
	0.70	Tek Boyutlu	0.29	0.33	0.06
		Çok Boyutlu	0.28	0.32	0.06

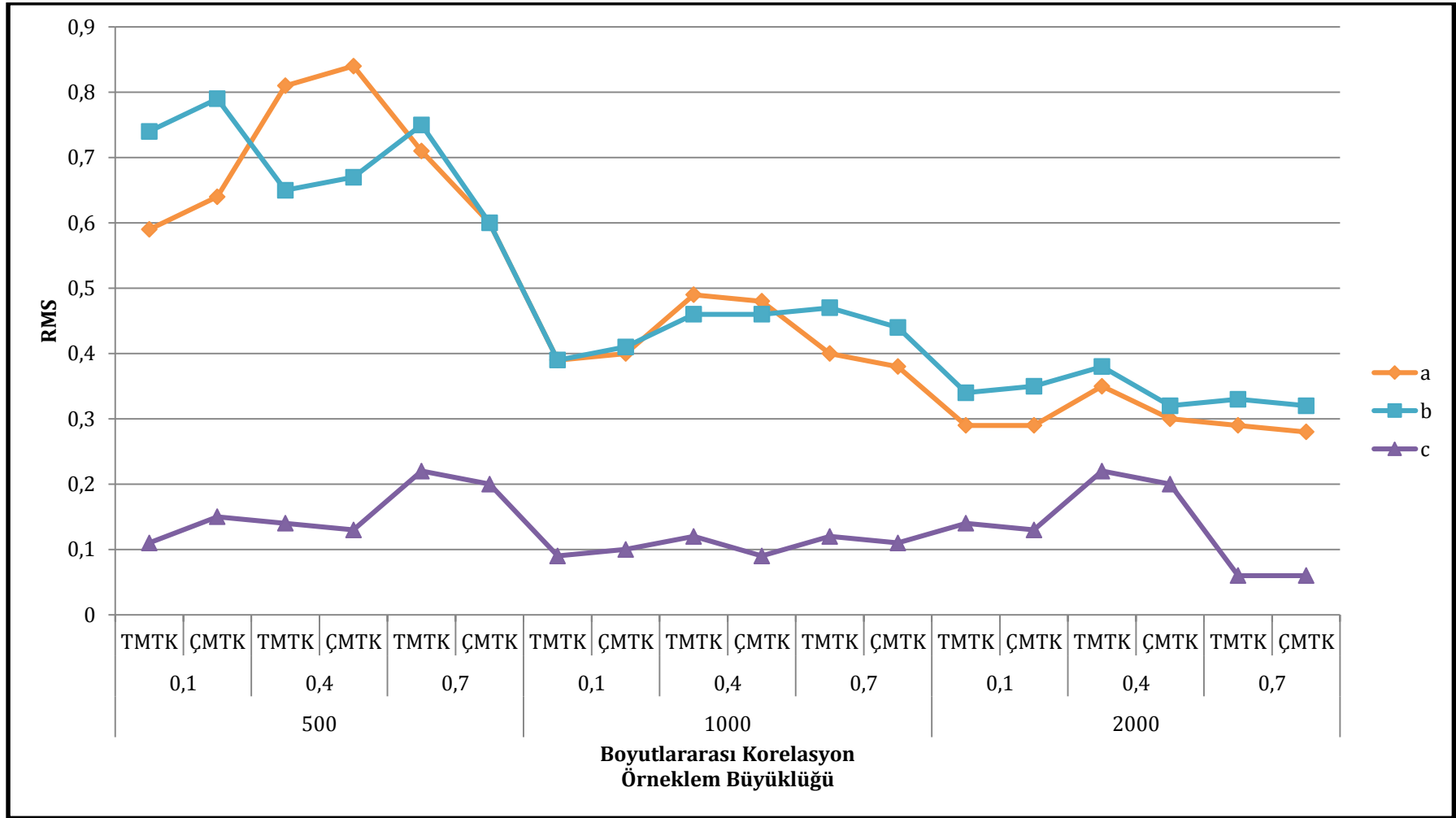
Çizelge 5 incelendiğinde, tek boyutlu MTK'ya göre kestirilen hata kareleri ortalaması (RMS) a parametresi için, 0.29 ile 0.81; b parametresi için, 0.33 ile 0.75 ve c parametresi için ise 0.06 ile 0.22 aralığında değişmektedir. Çok boyutlu MTK'ya göre kestirilen hata kareleri ortalamaları a parametresi için, 0.28 ile 0.84; b parametresi için, 0.32 ile 0.79 ve c parametresi ise, 0.06 ile 0.20 aralığında değişmektedir.

Araştırma koşulları dikkate alındığında, örneklem büyüklüğü arttıkça, hata miktarının hem tek boyutlu, hem de çok boyutlu MTK'da azaldığı görülmektedir. Bu bulgu, örneklem büyüklüğü arttıkça, RMS değerlerinin düştüğünü göstermektedir. Bu bulgular Zhang (2012), Bolt ve Lall (2003) ve Finch (2010) tarafından yapılan araştırmaların sonuçları ile benzerdir. RMS değerleri incelendiğinde, örneklem büyüklüğü 500 ve boyutlararası korelasyon 0.10 ve 0.40 iken tek boyutlu MTK'nın; örneklem büyüklüğü 1000 ve 2000 iken ise çok boyutlu MTK'nın daha az hatalı sonuçlar ürettiği belirlenmiştir. Bir diğer deyişle, örneklem büyüklüğü arttıkça, çok boyutlu modeller daha düşük hata ile madde parametresi kestirmektedirler. Babcock (2009) çok boyutlu MTK modelleri ile ilgili yaptığı araştırmada, örneklem büyüklüğünün 4000 olduğu durumda parametre kestirimlerinin iyileştiğini belirlemiştir.

Bu bulgu, büyük örneklerde daha düşük standart hata ile kestirim yapıldığını gösterdiğinden, bu araştırmanın bulgusu ile paralelik göstermektedir.

Çizelge 5'te sunulan hata kestirimlerine ilişkin değerler Şekil 6'da sunulmaktadır.

Şekil 6 incelendiğinde, her iki model için en yüksek hataların, 500 örneklem büyüklüğü için kestirildiği görülmektedir. Örneklem büyüklüğü arttıkça her iki modele göre kestirilen RMS değerleri düşmektedir. Bununla birlikte büyük örneklerde çok boyutlu MTK'nın daha düşük hatalarla kestirim yaptığı ifade edilebilir.



Şekil 6.İki Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

İki boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştiğinde, tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı olarak kestirilen birey (θ) parametreleri arasında manidar bir ilişki olup olmadığı Pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiş ve Çizelge 6'da sunulmuştur.

Çizelge 6.

Tek Boyutlu ve Çok Boyutlu MTK ile Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin Korelasyonlar

Örneklem Büyüklüğü	Boyutlararası Korelasyon	Boyutlar	Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
500	0.10	$\theta_{T1}-\theta_{\check{C}1}$	0.89**
		$\theta_{T2}-\theta_{\check{C}2}$	0.90**
	0.40	$\theta_{T1}-\theta_{\check{C}1}$	0.89**
		$\theta_{T2}-\theta_{\check{C}2}$	0.97**
	0.70	$\theta_{T1}-\theta_{\check{C}1}$	0.85*
		$\theta_{T2}-\theta_{\check{C}2}$	0.89**
1000	0.10	$\theta_{T1}-\theta_{\check{C}1}$	0.88**
		$\theta_{T2}-\theta_{\check{C}2}$	0.87**
	0.40	$\theta_{T1}-\theta_{\check{C}1}$	0.85*
		$\theta_{T2}-\theta_{\check{C}2}$	0.89**
	0.70	$\theta_{T1}-\theta_{\check{C}1}$	0.87**
		$\theta_{T2}-\theta_{\check{C}2}$	0.89**
2000	0.10	$\theta_{T1}-\theta_{\check{C}1}$	0.88**
		$\theta_{T2}-\theta_{\check{C}2}$	0.87**
	0.40	$\theta_{T1}-\theta_{\check{C}1}$	0.93**
		$\theta_{T2}-\theta_{\check{C}2}$	0.94**
	0.70	$\theta_{T1}-\theta_{\check{C}1}$	0.92**
		$\theta_{T2}-\theta_{\check{C}2}$	0.92**

*p<0.05 **p<0.01

Çizelge 6 incelendiğinde, ilk yetenek (θ) düzeyi için, korelasyon katsayılarının 0.85 ile 0.93 ve ikinci yetenek (θ) düzeyi için ise, 0.87 ile 0.97 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Her iki yetenek düzeyi için elde edilen korelasyonlar 0.05 ve 0.01 düzeyinde manidardır. Tüm araştırma koşulları ve boyutlar için hesaplanan korelasyon katsayılarının yüksek ve manidar olduğu görülmektedir. Bir diğer deyişle, her iki kurama modele göre kestirilen yetenekler birbirine paraleldir. Bu bulgu Lawson, (1991), Luecht (2003), MacDonald ve Paunonen (2002), Ndalichako ve Rogers (1997),

Rogers ve Ndalichako (2000), Tomkowicz ve Rogers (2005) ve Jimelo ve Silvestre-Tipay (2009) tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen bulgularla da desteklenmektedir.

Ayrıca, Way, Ansley ve Forsyth'nin (1988) tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'yı karşılaştırdıkları araştırmada elde edilen yetenek parametre değerleri, her iki yetenek düzeyinin ortalaması ile yüksek korelasyon göstermiştir. Ek olarak, de la Torre ve Patz (2005) boyut sayısı ve boyutlarda yer alan madde sayısının boyutlararası korelasyon ve yetenek kestirimine etkisini araştırdıkları çalışmaya göre kestirilen parametreler ile gerçek parametrelerin yüksek düzeyde ilişki gösterdiği bulguları ile benzerdir.

Tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı iki boyutlu veri yapısında kestirilen birey (θ) parametrelerine ilişkin standart hata kareleri ortalamaları Çizelge 7'de sunulmuştur.

Çizelge 7.

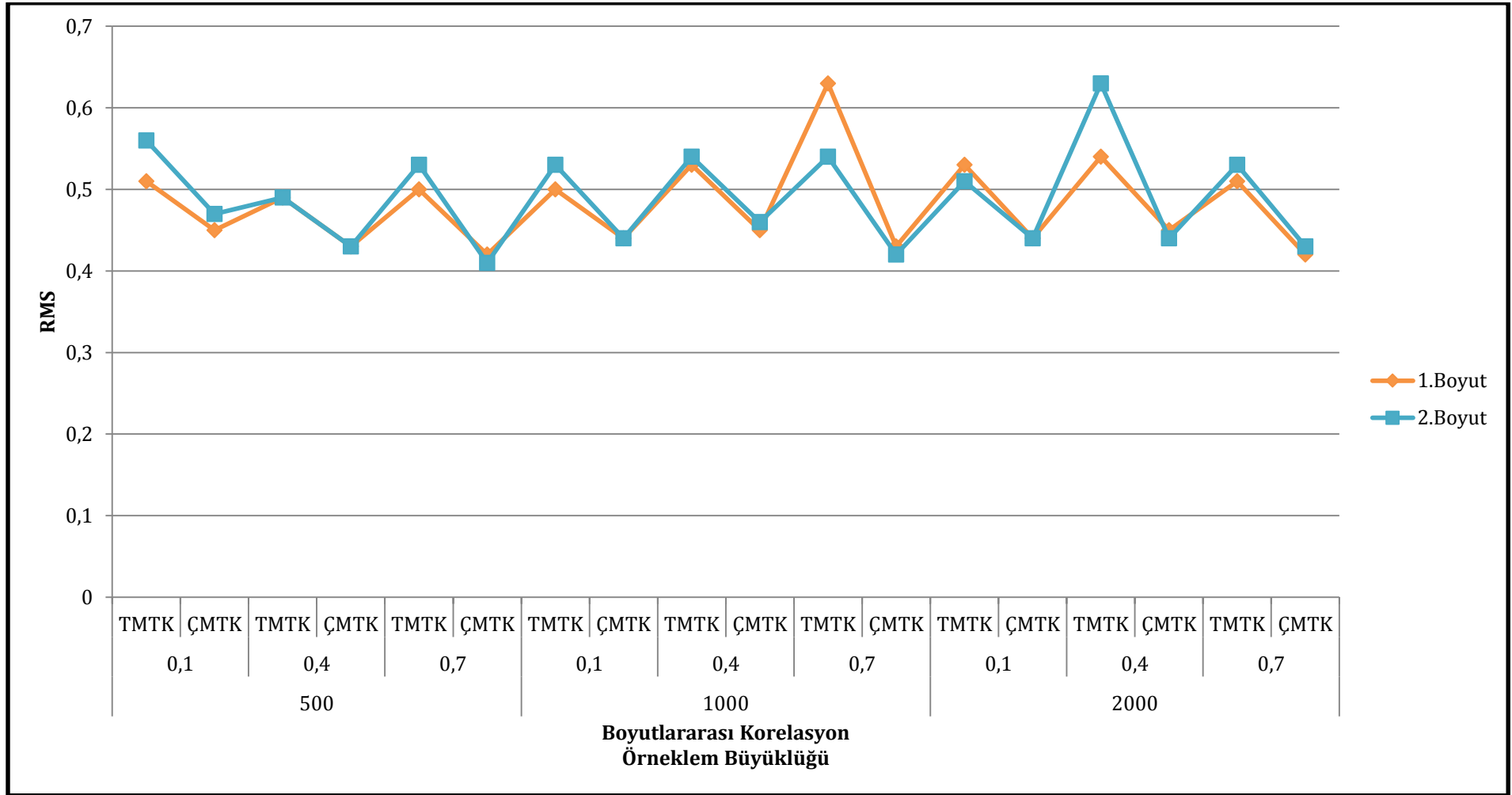
İki Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

Örneklem Büyüküğü	Boyutlararası Korelasyon		Birey Parametreleri Standart Hata Kareleri Ortalaması (RMS)	
			1.Boyut	2. Boyut
500	0.10	Tek Boyutlu	0.51	0.56
		Çok Boyutlu	0.45	0.47
	0.40	Tek Boyutlu	0.49	0.49
		Çok Boyutlu	0.43	0.43
	0.70	Tek Boyutlu	0.50	0.53
		Çok Boyutlu	0.42	0.41
1000	0.10	Tek Boyutlu	0.50	0.53
		Çok Boyutlu	0.44	0.44
	0.40	Tek Boyutlu	0.53	0.54
		Çok Boyutlu	0.45	0.46
	0.70	Tek Boyutlu	0.63	0.54
		Çok Boyutlu	0.43	0.42
2000	0.10	Tek Boyutlu	0.53	0.51
		Çok Boyutlu	0.44	0.44
	0.40	Tek Boyutlu	0.54	0.64
		Çok Boyutlu	0.45	0.44
	0.70	Tek Boyutlu	0.51	0.53
		Çok Boyutlu	0.42	0.43

Çizelge 7 incelendiğinde, tek boyutlu MTK'ya dayalı kestirilen yetenek parametrelerine ait hata kareleri ortalamasının 1.boyutta 0.49 ile 0.63; 2.boyutta ise, 0.49 ile 0.64 aralığında değiştiği görülmektedir. Çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirilen yetenek parametre değerlerine ilişkin hata kareleri ortalamasının, 1.boyutta 0.42 ile 0.45; 2. boyutta ise 0.41 ile 0.47 aralığında değiştiği görülmektedir. Çok boyutlu MTK'nın tek boyutlu MTK'ya göre daha dar ranjda hatalar ürettiği belirlenmiştir. Çizelge 7'ye göre çok boyutlu MTK, kestirilen tüm birey parametreleri ve tüm araştırma koşullarında daha düşük hatalar üretmiştir. Boyutlararası korelasyon düzeyinin artması veya azalması, elde edilen RMS değerlerinde herhangi bir örüntüye neden olmamıştır. Luecht (2003) tarafından yapılan çalışmada KTK ve farklı MTK modelleri ile yapılan yetenek kestirimlerinde, çok boyutlu MTK'nın diğer kuramlara göre daha az hatalı kestirimler yaptığı sonucuna ulaşmıştır. Bu araştırmadan elde edilen bulgu da Luecht (2003) tarafından yapılan çalışma ile paraleldir. Walker ve Bretvas (2003) tarafından yapılan çalışmada, veri yapısının tek boyutlu olduğunu varsayarak yapılan analizlerle, bireyin yeteneği ile ilgili yanlış kararlar verilebileceği belirtilmiştir. Ayrıca bu bulgu, Özer-Özkan'nın (2012) gerçek veriler üzerinde KTK, tek boyutlu ve çok boyutlu MTK modellerini kullanarak yaptığı araştırmada, çok boyutlu MTK'nın yetenek kestiriminde daha az hata ürettiği sonucu ile de tutarlıdır.

Walker ve Beretvas (2003), çok boyutlu olduğu bilinen bir verinin parametre kestirimlerini, tek boyutlu MTK'ya göre yaparak sonuçları incelemişler, çok boyutlu verinin tek boyutlu modelle incelenmesinin, bireyin yeteneğinin ortaya çıkartılmasında, yanlış sonuçlar doğurabileceğini belirtmişlerdir. Bu sonuç, bu araştırmanın bulgusunu destekler niteliktedir. Benzer olarak Wiberg (2012), çok boyutlu veri yapısına sahip beş alt testten oluşan bir üniversite giriş sınavını, tek boyutlu MTK ile analiz etmiştir. Tek boyutlu ve çok boyutlu modelleri kullanarak yapılan yetenek parametre kestirimlerinin sonucu olarak üniversite sınavı gibi çok boyutlu alt testlerden oluşan verinin, çok boyutlu MTK'ya göre analiz edilmesinin daha iyi ve daha az hatalı sonuçlar ürettiği saptanmıştır. Bu bulgu da bu araştırmadan elde edilen bulguyu destekler niteliktedir.

Çizelge 7'de sunulan hata kestirimlerine ilişkin değerler Şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 7. İki Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

Şekil 7’de de görüldüğü gibi, her iki yetenek (θ) düzeyinde elde edilen standart hatalar birbirine paralellik göstermektedir. Tüm araştırma koşullarında çok boyutlu MTK’nın, tek boyutlu MTK’ya göre daha az hatalı kestirimler yaptığı ifade edilebilir. Bunun yanında örneklem büyüklüğünün ve boyutlararası korelasyonun, yetenek kestiriminin standart hatasını değiştirmede herhangi bir farklılık yaratmadığı da belirlenmiştir.

Çok boyutlu MTK’da iki boyutlu veri yapısı için kestirilen birey parametre değerlerinin daha az hatalı olduğu görülmektedir. Bunun için iki hata kestirimi arasındaki farkın manidarlığı ilişkisiz t-testi ile incelenmiştir. Çok boyutlu MTK’dan elde edilen standart hata miktarlarının tek boyutlu MTK’dan elde edilen standart hata miktarlarından manidar bir şekilde farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin t-testi sonuçları Çizelge 8 de sunulmuştur.

Çizelge 8.

İki Boyutlu Veriden Elde Edilen Standart Hata Ortalamalarına Karşılaştırılması

Örneklem Büyükliği	Boyutlararası Korelasyon	t	sd	p	Fark
500	0.10	12.907	998	0.000*	ÇMTK
	0.40	0.138	998	0.890	-
	0.70	14.021	998	0.000*	ÇMTK
1000	0.10	13.146	1998	0.000*	ÇMTK
	0.40	17.869	1998	0.000*	ÇMTK
	0.70	15.485	1998	0.000*	ÇMTK
2000	0.10	22.086	3988	0.000*	ÇMTK
	0.40	18.899	3988	0.000*	ÇMTK
	0.70	30.504	3988	0.000*	ÇMTK

*p<0.01

Çizelge 8’de görüldüğü gibi, birey parametre değerleri için hesaplanan standart hata miktarları 500 örneklem ve 0.4 korelasyon koşulu hariç, diğer tüm koşullarda ÇMTK lehine manidar şekilde farklılaşmaktadır. Diğer bir deyişle, çok boyutlu MTK’dan elde edilen standart hatalar, tek boyutlu MTK’dan elde edilen standart hatalardan daha küçüktür ve bu farklılık istatistiksel olarak manidardır.

Tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı olarak yapılan analizlere ait Uyum İyiliği İstatistikleri (Uİİ) hesaplanmış ve değerler Çizelge 9'da gösterilmiştir. Model veri uyumunun iyi düzeyde olması için Uİİ'lerin düşük değerlere sahip olması gerekmektedir. Bu araştırmada -2loglikelihood, Akaike Information Criterion (AIC) ve Bayesian Information Criterion (BIC) uyum iyilikleri ile değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 9.

İki Boyutlu Veri Yapısı İçin Hesaplanan Uyum İyiliği İstatistikleri

Örneklem Büyükliği	Boyutlararası Korelasyon		Uİİ		
			-2loglikelihood	AIC	BIC
500	0.10	Tek Boyutlu	15684.68	15864.68	16243.76
		Çok Boyutlu	15682.23	15864.23	16247.76
	0.40*	Tek Boyutlu	15400.85	15580.85	15960.17
		Çok Boyutlu	15353.95	15535.95	15919.48
	0.70*	Tek Boyutlu	15484.22	15664.22	16043.54
		Çok Boyutlu	15310.60	15492.60	15876.13
1000	0.10	Tek Boyutlu	30929.26	31104.26	31545.96
		Çok Boyutlu	30921.24	31103.24	31549.84
	0.40*	Tek Boyutlu	31303.01	31481.01	31922.69
		Çok Boyutlu	31210.53	31292.53	31839.14
	0.70*	Tek Boyutlu	31588.96	31768.96	32210.66
		Çok Boyutlu	31250.02	31432.02	31878.63
2000	0.10	Tek Boyutlu	61737.55	62917.55	63421.63
		Çok Boyutlu	62724.38	62906.38	63416.06
	0.40*	Tek Boyutlu	62877.97	63057.97	63562.05
		Çok Boyutlu	62637.83	62819.83	63329.51
	0.70*	Tek Boyutlu	62673.48	62853.48	63357.56
		Çok Boyutlu	62058.21	62240.21	62749.89

*p<0.01

Çizelge 9'da görüldüğü gibi, tek boyutlu ve çok boyutlu madde tepki kuramı modellerinden elde edilen uyum iyiliği istatistikleri arasındaki fark χ^2 tablo değerleri ile karşılaştırılmış ve bu değer kritik değeri aştığı durumlarda, düşük olan uyum indeksi değerini veren modelin veri ile daha uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çizelge 9 incelendiğinde çok boyutlu MTK'nın, çok boyutlu yapılar için tek boyutlu MTK'dan daha iyi uyum istatistikleri verdiği görülmektedir. Örneklem büyüklüğü ve boyutlararası korelasyon arttıkça çok boyutlu modellerin veri ile daha uyumlu olduğu görülmektedir. Örneklem büyüklüğü arttıkça, çok boyutlu MTK lehine, -2loglikelihood, AIC ve BIC değerlerinin düştüğü görülmektedir. Bu bulgu, Spencer'ın (2004) yaptığı araştırmada elde ettiği çok boyutlu veri matrisine çok boyutlu MTK modellerinin daha iyi uyum gösterdiği bulgusu ile tutarlıdır.

Üç Boyutlu Veri Yapısına İlişkin Bulgular

Araştırmanın alt amaçları doğrultusunda, üç boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon (0.10, 0.40 ve 0.70) ve örneklem büyüklüğü (500, 1000 ve 2000) değiştikçe, tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı olarak kestirilen; a-madde parametreleri ve RMS değerlerine, b- birey parametreleri ve RMS değerlerine c-birey parametrelerine ait hata ortalamalarına d-Model-veri uyumuna ilişkin bulgular sunulmuştur.

Üç boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştikçe tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirilen madde parametreleri arasında manidar bir ilişki olup olmadığı Pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiş ve Çizelge 10'da sunulmuştur.

Çizelge 10.

Tek Boyutlu MTK ve Çok Boyutlu MTK ile Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin Korelasyonlar

Örneklem Büyüklüğü	Boyutlararası Korelasyon	Boyutlar	Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
500	0.10	a _T *a _Ç	0.86*
		b _T *b _Ç	0.96**
		c _T *c _Ç	0.99**
	0.40	a _T *a _Ç	0.97**
		b _T *b _Ç	0.99**
		c _T *c _Ç	0.92**
	0.70	a _T *a _Ç	0.78*
		b _T *b _Ç	0.99**
		c _T *c _Ç	0.89**
1000	0.10	a _T *a _Ç	0.98**
		b _T *b _Ç	0.99**
		c _T *c _Ç	0.99**
	0.40	a _T *a _Ç	0.97**
		b _T *b _Ç	0.99**
		c _T *c _Ç	0.91**
	0.70	a _T *a _Ç	0.77*
		b _T *b _Ç	0.99**
		c _T *c _Ç	0.59*
2000	0.10	a _T *a _Ç	0.98**
		b _T *b _Ç	0.99**
		c _T *c _Ç	0.99**
	0.40	a _T *a _Ç	0.79*
		b _T *b _Ç	0.99**
		c _T *c _Ç	0.77*
	0.70	a _T *a _Ç	0.72*
		b _T *b _Ç	0.99**
		c _T *c _Ç	0.76*

*p<0.05 **p<0.01

Çizelge 10 incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0.59 ile 0.99 arasında değiştiği görülmektedir. Korelasyonların orta ya da yüksek düzeyde ve manidar olduğu görülmektedir. Örneklem büyüklüğü ve boyut sayısı değiştikçe hesaplanan korelasyonların herhangi bir örüntü oluşturmadığı belirlenmiştir.

Tek boyutlu MTK ve çok boyutlu MTK'ya göre kestirilen madde parametre değerlerine ilişkin standart hata kareleri ortalamaları Çizelge 11'te sunulmuştur.

Çizelge 11.

Üç Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

Örneklem Büyüklüğü	Boyutlararası Korelasyon		Madde Parametreleri Standart Hata Ortalaması (RMS)		
			a	b	c
500	0.1	Tek Boyutlu	1.00	0.91	0.23
		Çok Boyutlu	1.01	0.99	0.15
	0.4	Tek Boyutlu	0.82	0.70	0.21
		Çok Boyutlu	0.91	0.69	0.29
	0.7	Tek Boyutlu	0.90	1.36	0.10
		Çok Boyutlu	0.85	0.88	0.12
1000	0.1	Tek Boyutlu	0.48	0.55	0.13
		Çok Boyutlu	0.51	0.60	0.13
	0.4	Tek Boyutlu	0.59	0.70	0.16
		Çok Boyutlu	0.62	0.77	0.17
	0.7	Tek Boyutlu	0.58	0.58	0.17
		Çok Boyutlu	0.48	0.51	0.12
2000	0.1	Tek Boyutlu	0.38	0.47	0.17
		Çok Boyutlu	0.36	0.45	0.08
	0.4	Tek Boyutlu	0.34	0.40	0.10
		Çok Boyutlu	0.32	0.39	0.11
	0.7	Tek Boyutlu	0.34	0.42	0.15
		Çok Boyutlu	0.27	0.33	0.11

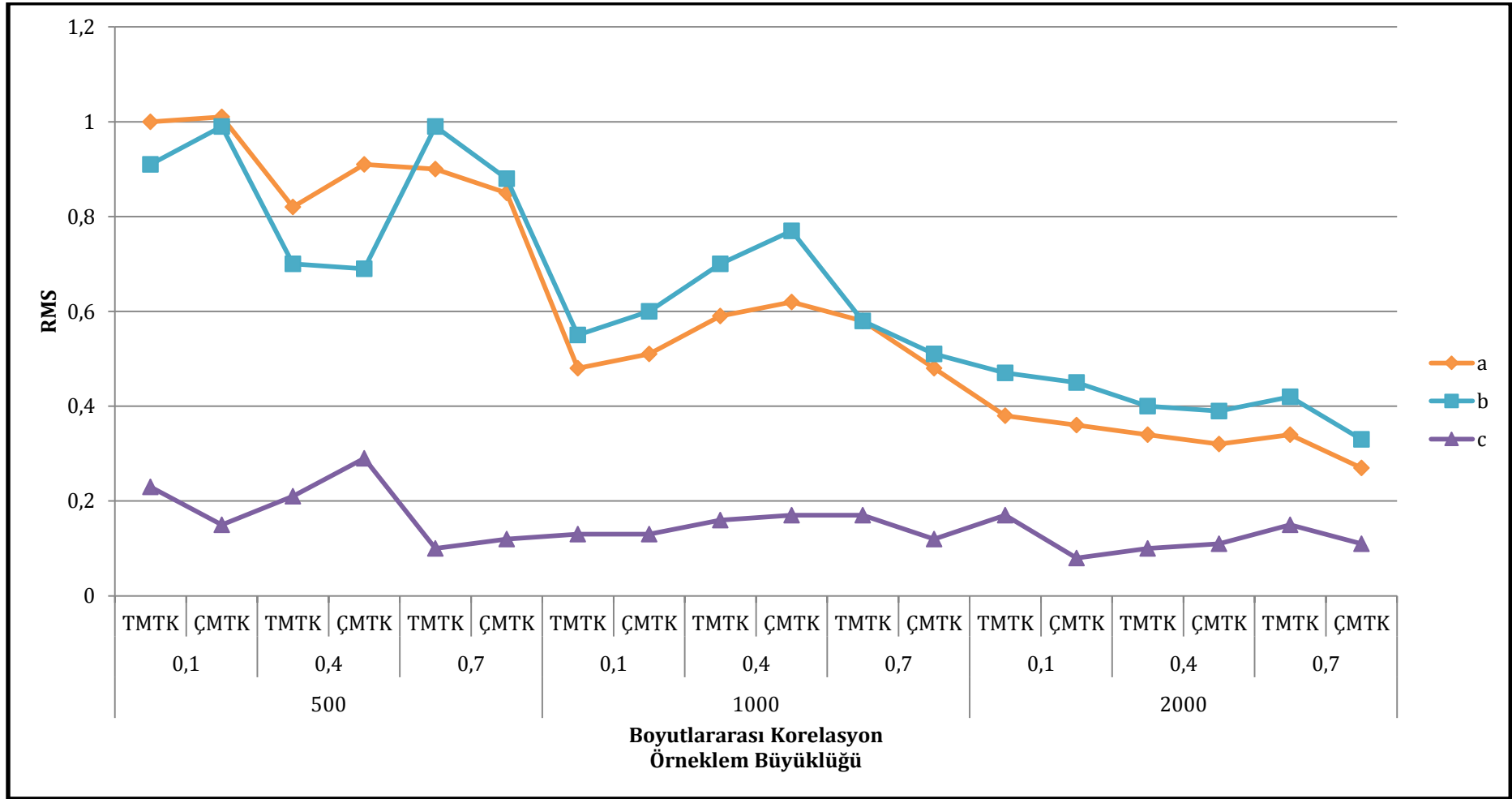
Çizelge 11 incelendiğinde, tek boyutlu MTK'ya göre kestirilen hata kareleri ortalaması değerlerinin a parametresi için 0.34 ile 1.00; b parametresi için, 0.40 ile 1.36 ve c parametresi için ise 0.10 ile 0.23 aralığında olduğu görülmektedir. Çok boyutlu MTK'ya göre kestirilen hata kareleri ortalaması a parametresi için, 0.27 ile 1.01; b parametresi için, 0.33 ile 0.99 ve c parametresi için ise, 0.08 ile 0.29 aralığında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 11'de her iki kurama dayalı yapılan analizlerde, örneklem büyüklüğü ve boyutlararası korelasyon yükseldikçe, hata miktarının azaldığı gözlenmektedir. Tek boyutlu ve çok boyutlu MTK ile elde edilen RMS değerleri incelendiğinde belirli bir

örüntü olmaksızın, örneklem büyüklüğünün 1000'i aştığı durumlarda çok boyutlu MTK'nın daha az hatalı sonuçlar ürettiği belirlenmiştir. Boyutlararası korelasyon sabit iken, örneklem büyüklüğünün artması, her iki kurama göre, kestirilen hata miktarlarının düşmesine neden olmaktadır. Araştırma bulgularına göre örneklem büyüklüğünün artması RMS değerlerinde düşüşe neden olmaktadır. Boyutlararası korelasyon katsayılarının değişmesi, RMS değerleri ile ilgili herhangi bir örüntü oluşturmamıştır. Bu bulgular, Ansley ve Forsyth'in (1985) yaptıkları araştırmadan elde ettikleri sonuçlarla uyumludur.

Hata kestirimlerine ilişkin Çizelge 11'de yeralan değerler Şekil 8'de sunulmaktadır.

Şekil 8'de de görüldüğü gibi, örneklem büyüklüğünün artması RMS değerlerinde düşüşe neden olmaktadır. Şans parametre değeri olan c parametresi, a ve b parametrelerine göre daha düşük hata ile kestirilmiştir. Örüntü, örneklem büyüklüğünün artması ile tüm parametrelerde azalma eğilimi gözlenmesi şeklinde iken, boyutlararası korelasyonun değişmesi herhangi bir örüntüye neden olmamıştır.



Şekil 8.Üç Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

Üç boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştiğinde, tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirilen birey (yetenek) parametreleri arasında manidar bir ilişki olup olmadığı Pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiş ve Çizelge 12'te sunulmuştur.

Çizelge 12.

Tek Boyutlu ve Çok Boyutlu MTK ile Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin Korelasyonlar

Örneklem Büyüklüğü	Boyutlararası Korelasyon	Boyutlar	Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
500	0.10	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.82*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.95**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.94**
	0.40	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.82*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.92**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.94**
	0.70	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.80*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.65*
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.90**
	0.1	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.85*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.80*
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.94**
1000	0.40	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.82*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.92**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.92**
	0.70	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.82*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.89**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.89**
	0.10	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.84*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.95**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.93**
	0.40	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.84*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.94**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.93**
2000	0.70	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.79*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.92**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.90**

*p<0.05 **p<0.01

Çizelge 12 incelendiğinde, birinci boyuttaki korelasyon katsayılarının 0.79 ile 0.85; ikinci boyuttakilerin 0.65 ile 0.95 ve üçüncü boyuttakilerin ise 0.89 ile 0.94 aralığında değiştiği görülmektedir. Her üç yetenek düzeyi için tüm korelasyonlar yüksek ve manidardır. Çizelge 12'ye göre örneklem büyüklüğü ve boyutlararası korelasyon

değiştikçe, korelasyon katsayıları arasında bir örüntü oluşmamıştır. Bu bulgular, Ndalichako ve Rogers (1997), Rogers ve Ndalichako (2000) ve Tomkowicz ve Rogers (2005) tarafında yapılan araştırmalarda tek boyutlu MTK’da boyutlararası korelasyonun artması ile kestirimlerin iyileştiği yönündeki bulgularla paralellik göstermektedir. Ayrıca, Way, Ansley ve Forsyth (1988) yaptıkları araştırmada tek boyutlu MTK’dan elde edilen yetenek parametre değerleri ile çok boyutlu MTK’da her iki yetenek düzeyinin ortalaması arasında yüksek korelasyon olduğu bulgusu ile paraleldir. de la Torre ve Patz’ın (2005), boyut sayısı ve boyutlarda yer alan madde sayısının yetenek kestirimine etkisini araştırdıkları araştırmadan elde edilen, kestirilen parametrelerin gerçek parametrelerle yüksek düzeyde ilişkili olduğu bulgusu ile benzerdir.

Tek boyutlu ve çok boyutlu MTK’ya dayalı kestirilen birey (yetenek) parametrelerine ait standart hata kareleri ortalamaları Çizelge 13’te verilmiştir.

Çizelge 13.

Üç Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

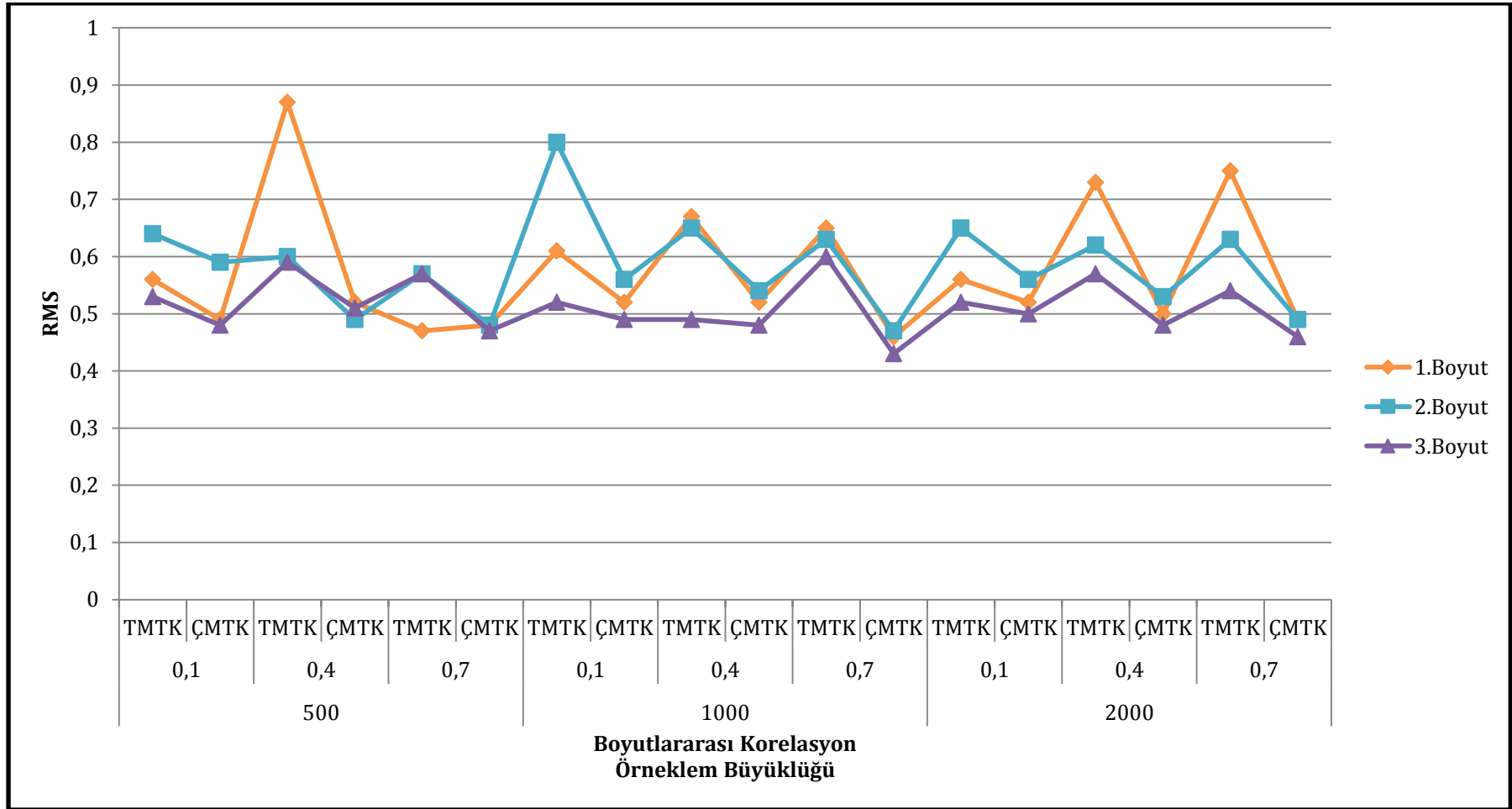
Örneklem Büyükliği	Boyutlararası Korelasyon		Birey Parametreleri Standart Hata Ortalaması (RMS)		
			1.Boyut	2. Boyut	3.Boyut
500	0.10	Tek Boyutlu	0.56	0.64	0.53
		Çok Boyutlu	0.49	0.59	0.48
	0.40	Tek Boyutlu	0.87	0.60	0.59
		Çok Boyutlu	0.52	0.49	0.51
	0.70	Tek Boyutlu	0.47	0.57	0.57
		Çok Boyutlu	0.48	0.48	0.47
1000	0.10	Tek Boyutlu	0.61	0.80	0.52
		Çok Boyutlu	0.52	0.56	0.49
	0.40	Tek Boyutlu	0.67	0.65	0.49
		Çok Boyutlu	0.52	0.54	0.48
	0.70	Tek Boyutlu	0.65	0.63	0.60
		Çok Boyutlu	0.46	0.47	0.43
2000	0.10	Tek Boyutlu	0.56	0.65	0.52
		Çok Boyutlu	0.52	0.56	0.50
	0.40	Tek Boyutlu	0.73	0.62	0.57
		Çok Boyutlu	0.50	0.53	0.48
	0.70	Tek Boyutlu	0.75	0.63	0.54
		Çok Boyutlu	0.49	0.49	0.46

Çizelge 13 incelendiğinde, tek boyutlu MTK'ya göre kestirilen yetenek parametrelerine ait hata kareleri ortalamasının 1.boyutta 0.47 ile 0.87; 2.boyutta, 0.57 ile 0.80 ve 3. boyutta 0.49 ile 0.60 aralığında değiştiği görülmektedir. Çok boyutlu MTK'ya göre kestirilen yetenek parametre değerlerine ilişkin hata kareleri ortalamasının, 1.boyutta 0.46 ile 0.52; 2. boyutta 0.47 ile 0.59 ve üçüncü boyutta, 0.43 ile 0.51 aralığında değiştiği görülmektedir. Bu değerlere göre çok boyutlu MTK'nın daha dar rajda standart hata kestimi yaptığını göstermektedir. Çok boyutlu MTK'ya göre kestirilen tüm birey parametreleri, tüm deneysel koşullarda daha düşük hatalar üretmiştir. Bunun yanında 2000 örneklem büyüklüğünde, boyutlararası ilişki düzeyi arttıkça tek boyutlu MTK ile çok boyutlu MTK'ya dayalı yapılan birey parametre kestirim hataları arasındaki fark artmaktadır. Bu bulgu Luecht'in (2013) ve Özer-Özkan'ın (2012) yaptıkları araştırmalardan elde ettikleri bulgular ile benzerdir.

Walker ve Beretvas (2003), çok boyutlu olduğu bilinen bir verinin, parametre kestirimlerini tek boyutlu MTK'ya göre yaptıkları araştırmada, çok boyutlu verinin tek boyutlu model ile incelenmesinin, bireyin yeteneğinin ortaya konmasında yanlış sonuçlar doğurabileceğini belirtmişlerdir. Bu sonuç, bu araştırmadan elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Ayrıca, Wiberg (2012) araştırmasında çok boyutlu veri yapısına sahip bir beş alt testten oluşan üniversite giriş sınavının tek boyutlu MTK ile analiz etmiştir. Tek boyutlu ve çok boyutlu modelleri kullanıldığı bu araştırmada, yetenek parametre kestirimlerinin sonucu olarak üniversite sınavı gibi çok boyutlu alt testlerden oluşan bu verinin çok boyutlu MTK'ya göre analiz edilmesinin daha iyi ve daha az hatalı sonuçlar ürettiği bulgusu da bu araştırmanın bulgusunu desteklemektedir.

Çizelge 13'te verilen değerler Şekil 9'da sunulmuştur.

Şekil 9'da görüldüğü gibi, örneklem büyüklüğünün artması iki kurama dayalı yapılan kestirimlerden elde edilen RMS değerlerinde çok boyutlu MTK modelleri lehine bir düşüşe sebep olurken, tüm koşullarda çok boyutlu MTK'nın daha düşük hatalarla parametre kestirimi yaptığı görülmektedir. Bunun yanında, örneklem büyüklüğünün artması her iki kurama göre yapılan hata kestirimlerinde bir miktar azalmaya neden olmaktadır.



Şekil 9. Üç Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

Tek boyutlu MTK'dan elde edilen standart hata miktarlarının çok boyutlu MTK'dan elde edilen standart hata miktarlarından farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin ilişkisiz t-testi sonuçları Çizelge 14'te verilmiştir.

Çizelge 14.

Üç Boyutlu Veri Yapısında Elde Edilen Standart Hata Ortalamalarının Karşılaştırılması

Örneklem Büüklüğü	Boyutlararası Korelasyon	t	sd	p	Fark
500	0.10	0.667	998	0.505	-
	0.40*	6.077	998	0.000*	ÇMTK
	0.70	0.053	998	0.998	-
1000	0.10	1.281	1998	0.200	-
	0.40*	4.888	1998	0.000*	ÇMTK
	0.70*	11.207	1998	0.000*	ÇMTK
2000	0.10*	2.84	3988	0.005*	ÇMTK
	0.40*	10.51	3988	0.000*	ÇMTK
	0.70*	22.275	3988	0.000*	ÇMTK

*p<0.01

Çizelge 14'te görüldüğü gibi birey parametre değerleri için hesaplanan standart hata miktarları 500 örneklem, 0.10 ve 0.70; 1000 örneklem ve 0.10 koşullarında manidar bir şekilde farklılaşmamıştır. Diğer tüm koşullarda farkın manidar ve çok boyutlu MTK lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya göre çok boyutlu MTK'da elde edilen düşük standart hatalar tek boyutlu MTK'ya göre istatistiksel olarak da farklılaşmaktadır. Büyük örneklemelerde çok boyutlu MTK'nın istatistiksel olarak daha az hatalı sonuçlar ürettiği ifade edilebilir.

Tek boyutlu madde tepki kuramı ve çok boyutlu madde tepki kuramına dayalı yapılan analizlere ait Uyum İyiliği İstatistikleri (Uİİ) hesaplanmış ve Çizelge 15'de sunulmuştur. Model veri uyumunun iyi düzeyde olması için Uİİ'lerin düşük değerlere sahip olması gerekmektedir. Bu araştırmada -2loglikelihood, Akaike Information Criterion (AIC) ve Bayesian Information Criterion (BIC) uyum iyilikleri ile değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 15.

Üç Boyutlu Veri Yapısı İçin Hesaplanan Uyum İyiliği İstatistikleri

Örneklem Büyükliği	Boyutlararası Korelasyon		Uİİ		
			-2loglikelihood	AIC	BIC
500	0.10	Tek Boyutlu	16038.98	16218.98	16598.30
		Çok Boyutlu	16030.98	16216.98	16608.94
	0.40*	Tek Boyutlu	15843.10	16023.10	16402.41
		Çok Boyutlu	15784.88	15968.88	16356.63
	0.70*	Tek Boyutlu	15901.63	16081.63	16460.94
		Çok Boyutlu	15545.27	15731.27	16123.23
1000	0.10	Tek Boyutlu	31722.77	31902.77	32344.46
		Çok Boyutlu	31716.01	31902.01	32358.43
	0.40*	Tek Boyutlu	31905.77	32805.77	32527.48
		Çok Boyutlu	31702.23	31888.23	32344.65
	0.70*	Tek Boyutlu	31523.23	31703.23	32144.92
		Çok Boyutlu	30799.09	30983.09	31439.51
2000	0.10	Tek Boyutlu	63686.14	63866.14	64370.22
		Çok Boyutlu	63629.73	63815.73	64336.61
	0.40*	Tek Boyutlu	63720.23	63900.23	64404.31
		Çok Boyutlu	63331.23	63517.23	64038.11
	0.70*	Tek Boyutlu	64344.59	64524.59	65028.68
		Çok Boyutlu	63109.68	63295.68	63816.57

*p<0.01

Çizelge 15'te görüldüğü gibi, tek boyutlu ve çok boyutlu madde tepki kuramı modellerinden elde edilen uyum iyiliği istatistikleri arasındaki fark χ^2 tablo değerleri ile karşılaştırılmış ve bu değerin kritik değeri aştığı durumlarda düşük olan uyum indeksi değerini veren modelin veri ile daha uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çizelge incelendiğinde çok boyutlu MTK'nın, çok boyutlu yapılar için tek boyutlu MTK'dan daha iyi düzeyde uyum gösterdiği görülmektedir. Örneklem büyüklüğü ve boyutlararası korelasyon arttıkça, çok boyutlu modellerin veri ile daha uyumlu olduğu görülmektedir. Boyutlararası korelasyon 0.10 iken elde edilen uyum iyiliği istatistikleri arasında manidar bir farklılık olmadığı ve tüm örneklem büyüklüklerinde bu korelasyon düzeyinde benzer uyum iyiliği değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Örneklem büyüklüğü arttıkça -2loglikelihood, AIC ve BIC değerleri arasındaki farkın arttığı gözlenmiştir. Ayrıca örneklem büyüklüğü sabit iken 0.40 ve 0.70 korelasyon

düzeylerinin tamamında, çok boyutlu MTK'nın veri yapısına daha iyi uyum gösterdiği belirlenmiştir. Bu bulgular Köse (2010), Seungho-Yang (2007), Spencer (2004) ve Zhang'ın (2008) bulguları ile paralellik göstermektedir.

Beş Boyutlu Veri Yapısına İlişkin Bulgular

Araştırmanın alt amaçları doğrultusunda, beş boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon (0.10, 0.40 ve 0.70) ve örneklem büyüklüğü (500, 1000 ve 2000) değiştikçe tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı olarak kestirilen; a-madde parametreleri ve RMS değerlerine, b- birey parametreleri ve RMS değerlerine c-birey parametrelerine ait hata ortalamalarına d-Model-veri uyumuna ilişkin bulgular sunulmuştur.

Beş boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştikçe tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirilen madde parametreleri arasında manidar bir ilişki olup olmadığı Pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiş ve Çizelge 16' da sunulmuştur.

Çizelge 16.

Tek Boyutlu MTK ve Çok Boyutlu MTK İle Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin Korelasyonlar

Örneklem Büyüklüğü	Boyutlararası Korelasyon		Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
500	0.10	a _T *a _Ç	0.82*
		b _T *b _Ç	0.83*
		c _T *c _Ç	0.42*
	0.40	a _T *a _Ç	0.86*
		b _T *b _Ç	0.96**
		c _T *c _Ç	0.46
	0.70	a _T *a _Ç	0.58
		b _T *b _Ç	0.91**
		c _T *c _Ç	0.75*
1000	0.10	a _T *a _Ç	0.73*
		b _T *b _Ç	0.95**
		c _T *c _Ç	0.60
	0.40	a _T *a _Ç	0.96**
		b _T *b _Ç	0.89**
		c _T *c _Ç	0.59
	0.70	a _T *a _Ç	0.42*
		b _T *b _Ç	0.83*
		c _T *c _Ç	0.69

*p<0.05 **p<0.01

Çizelge 16. (devam ediyor)

Tek Boyutlu MTK ve Çok Boyutlu MTK ile Kestirilen Madde Parametre değerlerine ilişkin Korelasyonlar

	Örneklem Büyüklüğü	Boyutlararası Korelasyon	Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
2000	0.10	a _T *a _Ç	0.72*
		b _T *b _Ç	0.97**
		c _T *c _Ç	0.82*
	0.40	a _T *a _Ç	0.90**
		b _T *b _Ç	0.98**
		c _T *c _Ç	0.88**
	0.70	a _T *a _Ç	0.55*
		b _T *b _Ç	0.98**
		c _T *c _Ç	0.71*
*p<0.05 **p<0.01			

Çizelge 16’da r değerlerinin 0.42 ile 0.98 arasında değiştiği görülmektedir. Tüm araştırma koşullarında a, b ve c parametre değerlerinin değişen koşullarda herhangi bir örüntü göstermediği bulunmuştur. Madde parametreleri arasındaki korelasyonlar düşük, orta ve yüksek düzeyde manidardır. Boyut sayısı arttıkça elde edilen korelasyonların değerlerinde düşüş gözlenmiştir. İki ve üç boyutlu veri yapılarında korelasyon yüksek düzeyde iken boyut sayısının artması korelasyonları düşürmüştür.

Tek boyutlu MTK ve çok boyutlu MTK’ ya göre kestirilen madde parametre değerlerine ilişkin RMS değerleri Çizelge 17’de sunulmuştur.

Çizelge 17.

Beş Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

Örneklem büyüklüğü	Boyutlararası korelasyon		Madde Parametreleri Standart Hata Ortalaması (RMS)		
			a	b	c
500	0.10	Tek Boyutlu	1.65	1.58	0.22
		Çok Boyutlu	1.35	0.96	0.11
	0.40	Tek Boyutlu	1.11	1.27	0.25
		Çok Boyutlu	0.59	0.63	0.12
	0.70	Tek Boyutlu	1.02	1.05	0.14
		Çok Boyutlu	0.58	0.50	0.06
1000	0.10	Tek Boyutlu	1.15	1.27	0.33
		Çok Boyutlu	0.83	0.65	0.20
	0.40	Tek Boyutlu	0.98	1.07	0.17
		Çok Boyutlu	0.63	0.83	0.06
	0.70	Tek Boyutlu	0.95	0.95	0.14
		Çok Boyutlu	0.41	0.49	0.10
2000	0.10	Tek Boyutlu	1.73	0.75	0.09
		Çok Boyutlu	0.69	0.56	0.08
	0.40	Tek Boyutlu	0.56	0.69	0.08
		Çok Boyutlu	0.26	0.30	0.05
	0.70	Tek Boyutlu	0.55	0.64	0.16
		Çok Boyutlu	0.25	0.31	0.07

Çizelge 17 incelendiğinde tek boyutlu MTK'ya göre kestirilen hata kareleri ortalaması değerlerinin a parametresi için, 0.56 ile 1.73; b parametresi için, 0.64 ile 1.58 ve c parametresi için ise 0.08 ile 0.33 aralığında olduğu görülmektedir. Çok boyutlu MTK'ya göre kestirilen hata kareleri ortalaması a parametresi için, 0.25 ile 1.35; b parametresi için, 0.30 ile 0.96 ve c parametresi ise, 0.06 ile 0.20 aralığında değiştiği görülmektedir.

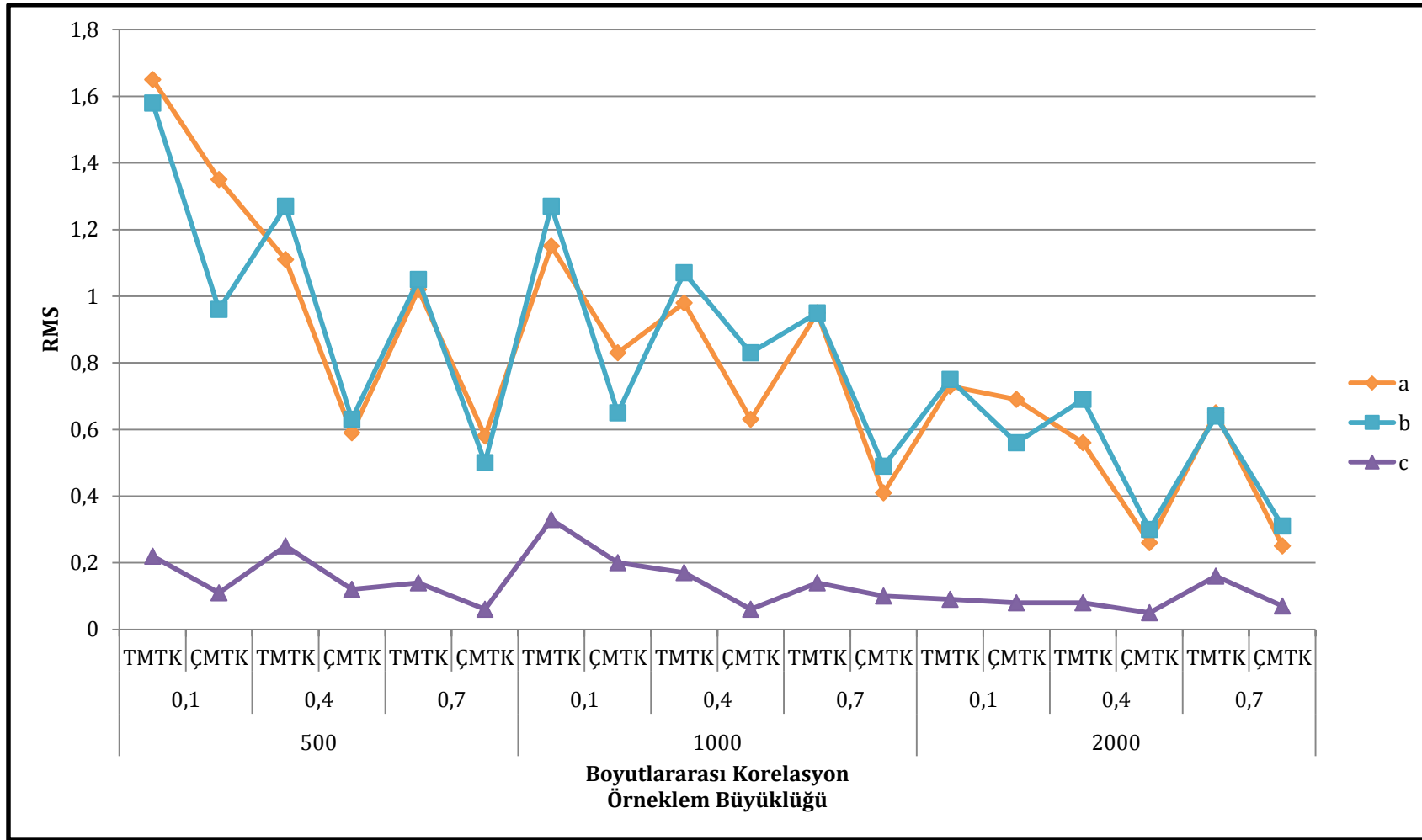
Çizelge 17'de araştırma koşullar dikkate alındığında örneklem büyüklüğü ve boyutlararası korelasyon yükseldikçe hata miktarının azaldığı gözlenmektedir. Tek boyutlu ile çok boyutlu MTK'dan elde edilen RMS değerlerine bakıldığında belirli bir örüntü olmaksızın, örneklem büyüklüğünün artması ile hem tek hem de çok boyutlu MTK'nın daha az hatalı sonuçlar ürettiği görülmektedir. Araştırma bulgularına göre örneklem büyüklüğünün artması RMS değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Örneklem büyüklüğü sabit tutulduğunda, boyutlararası korelasyon değerlerinin değişmesi hem tek boyutlu hem de tek boyutlu MTK'ya göre yapılan kestirim hatasında azalmaya neden olmuştur. Boyutlararası korelasyonun artması ile veri yapısının tek boyutluluğa yönelmesi

kestirilen hatanın düşmesine neden olmuştur. Ansley ve Forsyth (1985) yaptığı çalışmanın bulgularına paralellik göstermektedir.

Hata kestirimlerine ilişkin Çizelge 17’de verilen değerler Şekil 10’da özetlenmiştir.

Şekil 10 incelendiğinde a ve b parametre değerlerine ait hata miktarlarının c parametre değerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. Tüm araştırma koşullarında da çok boyutlu MTK’nın tek boyutlu MTK’ya göre daha az hatalı kestirimler yaptığı görülmektedir. Bunun yanında örneklem büyüklüğünün artması madde parametre kestiriminde önemli düzeyde bir düşüşe neden olmuştur. Yüksek boyutlarda ve düşük örneklemelerde çok boyutlu MTK’nın madde parametre kestiriminde daha iyi sonuçlar verdiği şeklinde yorumlanabilir.

Beş boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştikçe tek boyutlu ve çok boyutlu MTK’ya dayalı kestirilen birey (yetenek) parametreleri arasında manidar bir ilişki olup olmadığı Pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiş ve Çizelge 18’de sunulmuştur.



Şekil 10. Beş Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Madde Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

Çizelge 18.

Tek Boyutlu MTK ve Çok Boyutlu MTK ile Kestirilen Birey Parametre Değerlerine ilişkin Korelasyonlar

Örneklem büyüklüğü	Boyutlararası korelasyon		Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
500	0.10	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.98**
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.98**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.92**
		$\theta_{T4}-\theta_{Ç4}$	0.98**
		$\theta_{T5}-\theta_{Ç5}$	0.99**
	0.40	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.96**
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.98**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.88**
		$\theta_{T4}-\theta_{Ç4}$	0.96**
		$\theta_{T5}-\theta_{Ç5}$	0.96**
	0.70	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.84*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.94**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.87**
		$\theta_{T4}-\theta_{Ç4}$	0.89**
		$\theta_{T5}-\theta_{Ç5}$	0.92**
1000	0.10	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.97**
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.98**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.98**
		$\theta_{T4}-\theta_{Ç4}$	0.99**
		$\theta_{T5}-\theta_{Ç5}$	0.99**
	0.40	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.93**
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.97**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.92**
		$\theta_{T4}-\theta_{Ç4}$	0.95**
		$\theta_{T5}-\theta_{Ç5}$	0.95**
	0.70	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.75*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.92**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.86*
		$\theta_{T4}-\theta_{Ç4}$	0.71*
		$\theta_{T5}-\theta_{Ç5}$	0.90**
2000	0.10	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.98**
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.99**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.99**
		$\theta_{T4}-\theta_{Ç4}$	0.99**
		$\theta_{T5}-\theta_{Ç5}$	0.99**
	0.40	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.94**
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.97**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.93**
		$\theta_{T4}-\theta_{Ç4}$	0.96**
		$\theta_{T5}-\theta_{Ç5}$	0.96**
	0.70	$\theta_{T1}-\theta_{Ç1}$	0.85*
		$\theta_{T2}-\theta_{Ç2}$	0.93**
		$\theta_{T3}-\theta_{Ç3}$	0.90**
		$\theta_{T4}-\theta_{Ç4}$	0.92**
		$\theta_{T5}-\theta_{Ç5}$	0.90**

*p<0.05 **p<0.01

Çizelge 18 incelendiğinde, birinci boyutta (yetenek) korelasyon katsayılarının 0.75 ile 0.98; ikinci boyutta 0.93 ile 0.99; üçüncü boyutta 0.86 ile 0.99; dördüncü

boyutta 0.71 ile 0.99 ve beşinci boyutta ise 0.90 ile 0.99 aralığında değiştiği görülmektedir. Her beş yetenek düzeyi için tüm korelasyonlar yüksek ve manidardır. Çizelge 18'e göre örneklem büyüklüğü değiştikçe, korelasyon katsayıları arasında bir örüntü oluşmadığı görülmektedir. Bu bulgular Rogers ve Ndalichako (2000), Tomkowicz ve Rogers (2005) yaptıkları araştırmalar ile örtüşmektedir. Ayrıca, Way, Ansley ve Forsyth (1988) yaptıkları araştırmada tek boyutlu MTK'dan elde edilen yetenek parametre değerleri ile çok boyutlu MTK'da her iki yetenek düzeyinin ortalaması ile yüksek korelasyon gösterdiği bulgusu ve de la Torre ve Patz'ın (2005) boyut sayısı ve boyutlarda yer alan madde sayısının yetenek kestirimine etkisi araştırdıkları araştırmadan elde edilen, kestirilen parametreler gerçek parametrelerle yüksek düzeyde ilişki gösterdiği bulguları ile benzerdir.

Tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirilen birey parametrelerine ait standart hata kareleri ortalamaları Çizelge 19'da verilmiştir.

Çizelge 19.

Beş Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

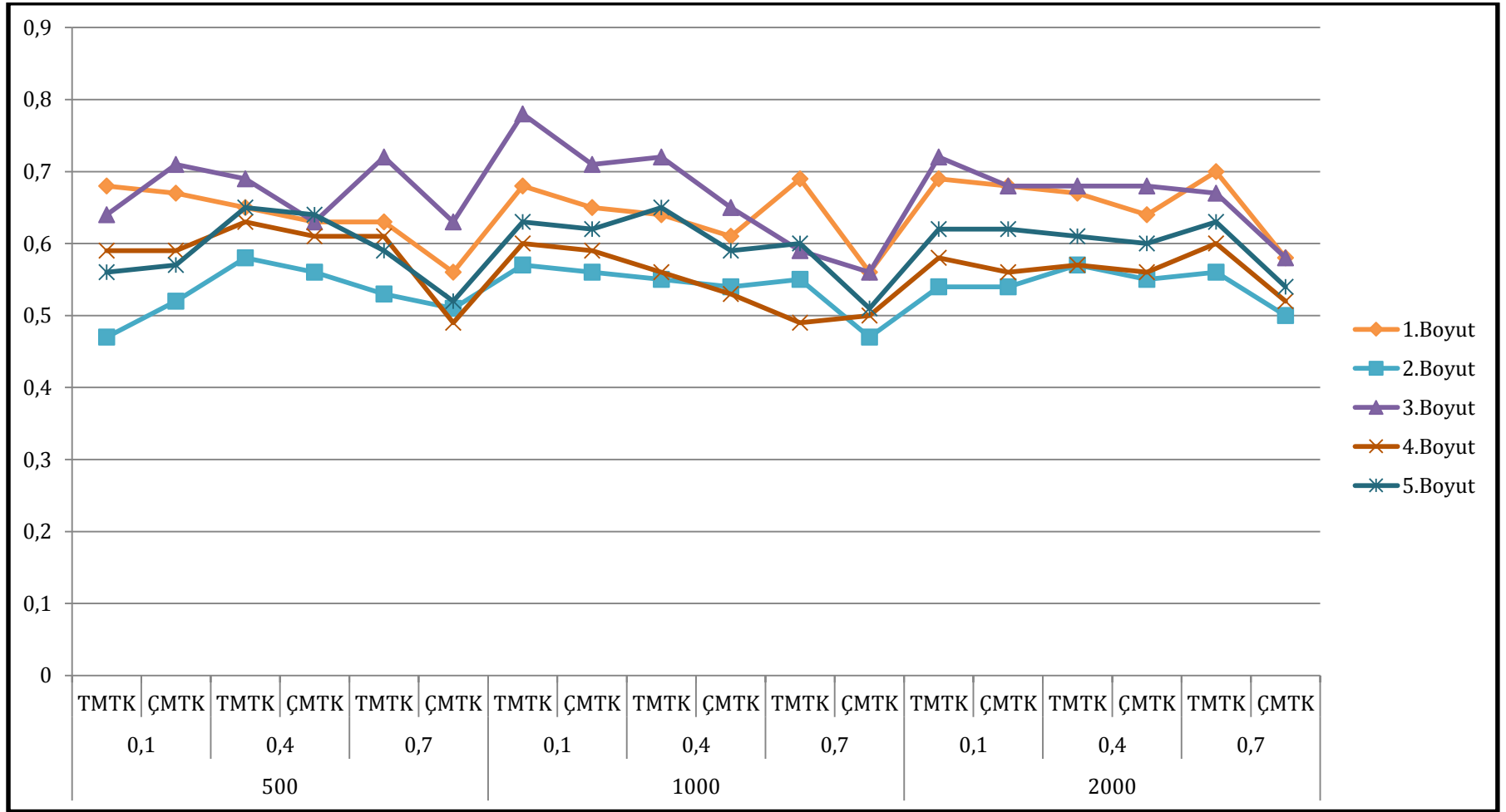
		Birey Parametreleri					
		Standart Hata Kareleri Ortalaması (RMS)					
Örneklem büyüklüğü	Boyutlararası korelasyon		1.Boyut	2. Boyut	3.Boyut	4.Boyut	5.Boyut
500	0.10	Tek Boyutlu	0.68	0.47	0.64	0.59	0.56
		Çok Boyutlu	0.67	0.52	0.71	0.59	0.57
	0.40	Tek Boyutlu	0.65	0.58	0.69	0.63	0.65
		Çok Boyutlu	0.63	0.56	0.63	0.61	0.64
	0.70	Tek Boyutlu	0.63	0.53	0.72	0.61	0.59
		Çok Boyutlu	0.56	0.51	0.63	0.49	0.52
1000	0.10	Tek Boyutlu	0.68	0.57	0.78	0.60	0.63
		Çok Boyutlu	0.65	0.56	0.71	0.59	0.62
	0.40	Tek Boyutlu	0.64	0.55	0.72	0.56	0.65
		Çok Boyutlu	0.61	0.54	0.65	0.53	0.59
	0.70	Tek Boyutlu	0.69	0.55	0.59	0.49	0.60
		Çok Boyutlu	0.56	0.47	0.56	0.50	0.51
2000	0.10	Tek Boyutlu	0.69	0.54	0.72	0.58	0.62
		Çok Boyutlu	0.68	0.54	0.68	0.56	0.62
	0.40	Tek Boyutlu	0.67	0.57	0.68	0.57	0.61
		Çok Boyutlu	0.64	0.55	0.68	0.56	0.60
	0.70	Tek Boyutlu	0.70	0.56	0.67	0.60	0.63
		Çok Boyutlu	0.58	0.50	0.58	0.52	0.54

Çizelge 19 incelendiğinde, tek boyutlu MTK'ya göre kestirilen yetenek parametrelerine ait hata kareleri ortalamasının 1.boyutta 0.63 ile 0.70; 2.boyutta ise,

0.47 ile 0.58; üçüncü boyutta 0.59 ile 0.78; dördüncü boyutta 0.49 ile 0.63 ve beşinci boyutta ise 0.56 ile 0.65 aralığında değiştiği görülmektedir. Çok boyutlu MTK'ya göre kestirilen yetenek parametre değerlerine ilişkin hata kareleri ortalamasının, 1.boyutta 0.56 ile 0.68; 2. boyutta ise 0.47 ile 0.56; üçüncü boyutta 0.56 ile 0.71; dördüncü boyutta 0.49 ile 0.61 ve beşinci boyutta ise 0.51 ile 0.64 aralığında değiştiği görülmektedir. Çizelge 19'da görüldüğü gibi çok boyutlu MTK'ya göre kestirilen tüm birey parametreleri için tüm deneysel koşullarda daha düşük hatalar üretmiştir. Bunun yanında boyutlararası ilişki düzeyi arttıkça tek boyutlu ile çok boyutlu MTK'ya dayalı yapılan birey parametre kestirim hataları arasındaki fark artmaktadır. Boyutlararası ilişki düzeyi sabit iken, örneklem büyüklüğünün artması, elde edilen standart hatalarda değişikliğe neden olmamaktadır. Bu bulgu Luecht (2013) ve Özer-Özkan (2012) yaptıkları araştırma bulguları ile örtüşmektedir.

Walker ve Beretvas (2003) çok boyutlu olduğu bilinen bir verinin, parametre kestirimlerini tek boyutlu MTK'ya göre yaptıklarında ne tür sonuçlar doğurduğu ile ilgili yaptıkları araştırmada, çok boyutlu verinin tek boyutlu kuramla incelenmesinin, bireyin yeteneğinin ortaya konmasında yanlış sonuçlar doğurabileceğini belirtmişlerdir. Bu sonuç, bu araştırmanın bulgusunu destekler niteliktedir. Wiberg (2012) araştırmasında çok boyutlu veri yapısına sahip bir beş alt testten oluşan üniversite giriş sınavının tek boyutlu MTK ile analiz etmiştir. Tek boyutlu ve çok boyutlu modelleri kullanarak yaptıkları yetenek parametre kestirimlerinin sonucu olarak üniversite sınavı gibi çok boyutlu alt testlerden oluşan bu verinin çok boyutlu MTK'ya göre analiz edilmesinin daha iyi sonuçlar verdiğini ve daha az hatalı sonuçlar ürettiği bulgusu da bu araştırmanın bulgusunu desteklemektedir.

Çizelge 19'da verilen değerler Şekil 11'de özetlenmiştir. Şekil 11'de açık bir biçimde görüldüğü gibi birey parametre değerlerine ait hata miktarlarının çok boyutlu MTK'da daha düşük olduğu görülmektedir. Tüm araştırma koşullarında da çok boyutlu MTK'nın tek boyutlu MTK'ya göre daha az hatalı kestirimler yaptığı bulunmuştur. Bunların yanında, örneklem büyüklüğünün artması tüm yetenek düzeylerinde hesaplanan hata miktarını değiştirmemiştir. Bu bulgu, Çakıcı-Eser (2015) yaptığı araştırmada elde ettiği bulgu ile paraleldir.



Şekil 11. Beş Boyutlu Veri Yapısında Kestirilen Birey Parametre Değerlerine İlişkin RMS Değerleri

Çok boyutlu MTK'dan elde edilen standart hata miktarlarının tek boyutlu MTK'dan elde edilen standart hata miktarlarından anlamlı bir şekilde farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin t-testi sonuçları Çizelge 20'de verilmiştir.

Çizelge 20.

Beş Boyutlu Veriden Elde Edilen Standart Hata Ortalamalarının Karşılaştırılması

Örneklem büyüklüğü	Boyutlararası korelasyon	t	sd	p	Fark
500	0.10	10.006	998	0.000*	TMTK
	0.40	6.303	998	0.000*	ÇMTK
	0.70	17.977	998	0.000*	ÇMTK
1000	0.10	4.708	1998	0.000*	ÇMTK
	0.40	14.661	1998	0.000*	ÇMTK
	0.70	11.755	1998	0.000*	ÇMTK
2000	0.10	2.826	3988	0.000*	ÇMTK
	0.40	2.633	3988	0.000*	ÇMTK
	0.70	70.83	3988	0.000*	ÇMTK

*p<0.01

Çizelge 20'de görüldüğü gibi birey parametre değerleri için hesaplanan standart hata miktarları tüm koşullar için manidar bir şekilde farklılaşmaktadır. Yalnızca örneklem büyüklüğü 500 ve korelasyon 0.10 olduğu durumda manidar bir farklılık tek boyutlu MTK lehine bulunmuştur. Boyutlararası korelasyonlarla ilgili herhangi bir örüntüye rastlanmamıştır. Veri yapısı beş boyutlu olduğunda çok boyutlu MTK'nın daha az hatalı sonuçlar ürettiği ve hata miktarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

Tek boyutlu madde tepki kuramı ve çok boyutlu madde tepki kuramına dayalı yapılan analizlere ait Uyum İyiliği İstatistikleri (Uİİ) de hesaplanmış Çizelge 21'de verilmiştir. Model veri uyumunun iyi düzeyde olması için Uİİ'lerin daha düşük değerlere sahip olması gerekmektedir. Bu araştırmada -2loglikelihood, Akaike

Information Criterion (AIC) ve Bayesian Information Criterion (BIC) uyum iyilikleri ile değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 21.

Beş Boyutlu Veri Yapısı İçin Hesaplanan Uyum İyiliği İstatistikleri

Örneklem büyüklüğü	Boyutlararası korelasyon		Uİİ		
			-2loglikelihood	AIC	BIC
500	0.10*	Tek Boyutlu	16156.22	16336.22	16715.54
		Çok Boyutlu	15827.31	16027.31	16448.77
	0.40*	Tek Boyutlu	16840.84	16320.85	17700.17
		Çok Boyutlu	16724.88	16224.88	17346.35
	0.70	Tek Boyutlu	16427.54	18507.54	19886.84
		Çok Boyutlu	16482.95	18682.95	19804.41
1000	0.10*	Tek Boyutlu	32500.52	32744.52	33122.21
		Çok Boyutlu	31764.39	31964.39	32455.17
	0.40*	Tek Boyutlu	34420.98	34600.98	35042.67
		Çok Boyutlu	34247.39	34447.39	34938.16
	0.70	Tek Boyutlu	38808.70	38988.70	39230.40
		Çok Boyutlu	38830.48	38730.48	39221.25
2000	0.10*	Tek Boyutlu	64967.25	65147.25	65651.34
		Çok Boyutlu	63195.56	63395.56	63955.65
	0.40*	Tek Boyutlu	67459.26	67639.26	65143.33
		Çok Boyutlu	67355.08	67655.08	64415.17
	0.70	Tek Boyutlu	75257.42	75337.42	76141.49
		Çok Boyutlu	75259.62	75459.62	76019.71

*p<0.05

Çizelge 21’de görüldüğü gibi, tek boyutlu ve çok boyutlu madde tepki kuramı modellerinden elde edilen uyum iyiliği istatistikleri arasındaki fark χ^2 tablo değerleri ile karşılaştırılmış ve bu değerin kritik değeri aştığı durumlarda düşük olan uyum indeksi değerini veren modelin veri ile daha uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çizelge 21 incelendiğinde, çok boyutlu MTK’nın, tüm koşullarda boyutlararası korelasyon değeri 0.70 haricinde, tek boyutlu MTK’ya göre veri ile daha uyumlu olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular Köse (2010), Seungho-Yang (2007), Spencer (2004) ve Zhang’ın (2008) bulguları ile paralellik göstermektedir.

Tek boyutlu ve çok boyutlu MTK’ya göre kestirilen yetenek parametre değerlerine ait standart hata miktarları arasında tüm koşullar için manidar bir farklılık olup olmadığına varyans analizi ile incelenmiştir. Bu doğrultuda, a- Tek boyutlu MTK’da kestirilen yetenek parametre değerlerine ait standart hatalara ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 22’de; b- Çok boyutlu MTK’da kestirilen yetenek parametre değerlerine ait standart hatalara ilişkin varyans analizi sonuçları ise Çizelge 23’te sunulmuştur.

Çizelge 22.

Tek Boyutlu MTK'da Kestirilen Yetenek Parametre Değerlerine Ait Standart Hatalara İlişkin Karşılaştırmalar

Örneklem	Boyut	Korelasyon	p	F	sd	St. Hata Miktarı	η^2
500	2	0.10x0.40	0.000	101.91	8	$\theta_{0.1}>\theta_{0.4}>\theta_{0.7}$	0.16
		0.10x0.70	0.071				
		0.40x0.70	0.000				
	3	0.10x0.40	0.000			$\theta_{0.4}>\theta_{0.1}>\theta_{0.7}$	
		0.10x0.70	0.999				
		0.40x0.70	0.000				
	5	0.10x0.40	0.000			$\theta_{0.4}>\theta_{0.1}>\theta_{0.7}$	
		0.10x0.70	0.000				
		0.40x0.70	0.082				
1000	2	0.10x0.40	0.000	96.392	8	$\theta_{0.4}>\theta_{0.7}>\theta_{0.1}$	0.09
		0.10x0.70	0.001				
		0.40x0.70	0.998				
	3	0.10x0.40	0.037			$\theta_{0.4}>\theta_{0.7}>\theta_{0.1}$	
		0.10x0.70	0.698				
		0.40x0.70	0.888				
	5	0.10x0.40	0.112			$\theta_{0.1}>\theta_{0.4}>\theta_{0.7}$	
		0.10x0.70	0.000				
		0.40x0.70	0.000				
2000	2	0.10x0.40	0.000	263.274	8	$\theta_{0.4}>\theta_{0.1}>\theta_{0.7}$	0.11
		0.10x0.70	0.951				
		0.40x0.70	0.000				
	3	0.10x0.40	0.002			$\theta_{0.7}>\theta_{0.4}>\theta_{0.1}$	
		0.10x0.70	0.000				
		0.40x0.70	0.001				
	5	0.10x0.40	0.081			$\theta_{0.1}>\theta_{0.4}>\theta_{0.7}$	
		0.10x0.70	0.824				
		0.40x0.70	0.000				

Çizelge 22 incelendiğinde, sabit örneklem büyüklüğünde boyutlararası korelasyon arttıkça hata miktarının azaldığı, tek boyutlu analizlerin en yüksek standart hatayı boyutlararası korelasyonun 0.10 ve 0.40 olduğu durumlarda kestirdiği görülmektedir. Boyutlararası korelasyon arttıkça veri yapısı tek boyutluluğa yaklaştığından, tek boyutlu modeller daha düşük standart hata ile kestirim yapmaktadırlar. Bununla birlikte, boyut sayısının ve boyutlararası korelasyonun değişmesi, yetenek parametre değerlerinin farklı standart hatalarla üretildiğini göstermektedir. 500 örneklem büyüklüğünde, boyut sayısının artması hesaplanan yetenek kestirimine ait standart hatanın yüksek boyutlararası korelasyonlarda daha düşük olduğu göstermektedir. Diğer durumlar için herhangi bir örüntü oluşmamasına rağmen, birçok koşulda boyutlararası korelasyonun 0.70 olduğu durumlarda daha düşük hatalarla kestirimler yapıldığı görülmektedir.

Varyans analizi sonuçlarının örneklem büyüklüğünden etkilenmemesi için hesaplanan eta kare değerleri açıklanan varyans oranlarının %9 ile %16 arasında değiştiğini göstermektedir. Eta kare için 0.01 küçük, .09 orta, .25 geniş kabul edilmektedir (Cohen, 1988). Buna göre tüm örneklem büyüklükleri için hesaplanan eta kare değerlerinin “orta” etki büyüklüğüne sahip oldukları ifade edilebilir. Bu bulgu, Yao ve Boughton’un (2007) yaptıkları araştırmada, elde ettikleri boyutlararası korelasyon düzeyinin arttmasının, sonuçların doğruluğunu olumlu yönde etkilediği bulgusu ile paralellik göstermektedir. Ek olarak bu bulgu, Sheng ve Wikle (2007) bulgusu ile de benzerdir.

Çok boyutlu MTK’ya göre kestirilen yetenek parametre değerlerine ait standart hatalar arasında farklılık olup olmadığı Çizelge 23’te görülmektedir.

Çizelge 23.

Çok Boyutlu MTK’da Kestirilen Yetenek Parametre Değerlerine Ait Standart Hatalara İlişkin Karşılaştırmalar

Örneklem	Boyut	Korelasyon	p	F	sd	St. Hata Miktarı	η^2
500	2	0.10x0.40	0.000	305.551	8	$\theta_{0.1}>\theta_{0.4}>\theta_{0.7}$	0.35
		0.10x0.70	0.000				
		0.40x0.70	0.897				
	3	0.10x0.40	0.999			$\theta_{0.7}>\theta_{0.4}>\theta_{0.1}$	
		0.10x0.70	0.996				
		0.40x0.70	0.999				
	5	0.10x0.40	0.999			$\theta_{0.4}>\theta_{0.7}>\theta_{0.1}$	
		0.10x0.70	0.000				
		0.40x0.70	0.000				
1000	2	0.10x0.40	0.000	2556.925	8	$\theta_{0.4}>\theta_{0.1}>\theta_{0.7}$	0.69
		0.10x0.70	0.000				
		0.40x0.70	0.000				
	3	0.10x0.40	0.000			$\theta_{0.1}>\theta_{0.4}>\theta_{0.7}$	
		0.10x0.70	0.000				
		0.40x0.70	0.000				
	5	0.10x0.40	0.000			$\theta_{0.1}>\theta_{0.7}>\theta_{0.4}$	
		0.10x0.70	0.000				
		0.40x0.70	0.000				
2000	2	0.10x0.40	0.999	8366.072	8	$\theta_{0.1}>\theta_{0.4}>\theta_{0.7}$	0.78
		0.10x0.70	0.000				
		0.40x0.70	0.000				
	3	0.10x0.40	0.000			$\theta_{0.1}>\theta_{0.4}>\theta_{0.7}$	
		0.10x0.70	0.000				
		0.40x0.70	0.000				
	5	0.10x0.40	0.000			$\theta_{0.1}>\theta_{0.4}>\theta_{0.7}$	
		0.10x0.70	0.000				
		0.40x0.70	0.000				

Çizelge 23 incelendiğinde, boyut sayısının ve boyutlararası korelasyonun değişmesi kestirimler arasında manidar farklılıklar oluşturmakta ve genel olarak boyutlararası korelasyonlar arttıkça, daha az hatalı kestirimler yapıldığı görülmektedir. Bu bulgu, Yao ve Boughton'ın (2007) yaptıkları araştırmadan elde ettikleri korelasyon düzeyinin artmasının bireyler hakkında verilecek kararları iyileştirdiği sonucu ile paraleldir. Tek boyutlu ve çok boyutlu MTK ile yapılan analizlerde boyutlar arasındaki ilişki düzeyinin yüksek olmasının her iki kurama dayalı yapılan kestirimleri iyileştirdiği, fakat çok boyutlu MTK'da daha az hatalı sonuçlar üretildiği görülmektedir.

Varyans analizi sonuçlarının örneklem büyüklüğünden etkilenmemesi için hesaplanan eta kare değerlerine göre açıklanan varyans oranlarının % 35 ile % 78 arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna göre 500, 1000 ve 2000 örneklem büyüklükleri için hesaplanan eta kare değerlerinin “geniş” etki büyüklüğüne sahip oldukları belirtilebilir.

BÖLÜM IV

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen sonuçlara ve bu sonuçlara dayalı önerilere yer verilmiştir.

Sonuçlar

Bu araştırmanın amacı farklı boyutluluk özelliklerine sahip ikili puanlanan (1-0) veri yapılarının tek boyutlu ve çok boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı olarak incelemektir. Bu karşılaştırmalar, değişen koşullar altında simülatif olarak gerçekleştirilmiştir. Bu koşullar, testin ölçtüğü boyut sayısı, boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğüdür. Bu koşullar altında yapılan araştırmanın sonuçları şunlardır:

1. İki boyutlu veri yapısı için çok boyutlu ve tek boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı olarak yapılan analizler sonucunda madde parametre kestirimlerinin her iki model için yüksek düzeyde ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tüm araştırma koşulları için tüm korelasyonlar yüksek ve manidardır. Bu durum madde parametre kestirimi için iki modelin de benzer sonuçlar ürettiği sonucuna ulaşılmasını sağlamıştır.
2. İki boyutlu veri yapısında madde parametre değerlerinin kestiriminden elde edilen standart hata kareleri ortalamaları (RMS) karşılaştırıldığında, çok boyutlu MTK'nın tek boyutlu MTK'ya göre daha düşük hatalarla kestirim yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. İki boyutlu veri yapısı için örneklem büyüklüğü ve boyutlararası korelasyon arttıkça elde edilen hata miktarının azaldığı saptanmıştır. Tek boyutlu MTK, çok boyutlu MTK'ya göre en düşük kestirimini 500 örneklem büyüklüğü ve 0.10 korelasyon değerinde; Çok

boyutlu MTK, tek boyutlu MTK'ya göre en düşük kestirimini 1000 ve 2000 örneklem büyüklüklerinde sağlamaktadır. Çok boyutlu MTK'nın örneklem büyüklüğü arttıkça daha düşük standart hata ürettiği belirlenmiştir.

3. İki boyutlu verilerde boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştikçe tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirilen yetenek parametre değerleri arasında yüksek ve manidar ilişkiler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bireylerin yetenek düzeylerinin her iki kurama göre benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
4. İki boyutlu verilerle yapılan tek boyutlu ve çok boyutlu MTK analizleri sonucunda elde edilen yetenek kestirimlerine ait hata kareleri ortalamalarına (RMS) göre, çok boyutlu MTK'nın tek boyutlu MTK'dan daha düşük düzeyde hatalar ürettiği sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre çok boyutlu yapılarda birey parametre değeri kestirmede çok boyutlu MTK'nın daha güvenilir sonuçlar ürettiği bulunmuştur.
5. Yetenek kestirimi için çok boyutlu MTK'nın, tek boyutlu MTK'dan, daha az hatalı sonuçlar ürettiği sonucuna ulaşılmıştır. Yetenek parametre kestirimlerinden elde edilen standart hata miktarlarının birbirinden manidar bir şekilde farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. İki boyutlu yapıda birey parametreleri, örneklem büyüklüğünün değişmesinden etkilenmemiş ancak çok boyutlu MTK daha az hatalı kestirimler yapmıştır.
6. İki boyutlu veri yapısı için elde edilen Uyum İyiği İstatistiklerine (UIİ) göre tüm araştırma koşullarında çok boyutlu MTK daha iyi düzeyde model-veri uyumu sağlamıştır.
7. Üç boyutlu veri yapısı için çok boyutlu ve tek boyutlu Madde Tepki Kuramı'na dayalı olarak yapılan analizler sonucunda madde parametre (a, b ve c) kestirimlerinin her iki model için de orta ve yüksek düzeyde ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tüm araştırma koşullarında herhangi bir örüntü

oluşmamıştır. Sonuç olarak, tüm madde parametre değerleri her iki kurama dayalı olarak da benzer değerler almıştır.

8. Üç boyutlu veri yapısında madde parametre değerlerinin kestiriminden elde edilen standart hata kareleri ortalamaları (RMS) karşılaştırıldığında çok boyutlu MTK'nın, tek boyutlu MTK'ya göre daha düşük hatalarla kestirim yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Üç boyutlu veri yapısı için örneklem büyüklüğü ve boyutlararası korelasyon arttıkça, elde edilen hata miktarının azaldığı görülmüştür. Tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'dan elde edilen RMS değerleri incelendiğinde, belirli bir örüntü olmaksızın, örneklem büyüklüğünün 500'ü aştığı durumlarda çok boyutlu MTK'nın daha az hatalı sonuçlar ürettiği bulunmuştur. Araştırma bulgularına göre örneklem büyüklüğünün artması RMS değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Boyutlararası korelasyon değerlerinin değişmesi RMS değerleri ile ilgili herhangi bir örüntü oluşturmamıştır.
9. Üç boyutlu verilerde boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştikçe, tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirilen yetenek parametre değerleri arasında yüksek ve manidar ilişkiler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Örneklem büyüklüğü değiştikçe korelasyon katsayıları arasında bir örüntü oluşmadığı, ancak boyutlararası korelasyon arttıkça yetenek düzeyleri arasındaki korelasyonların görece düştüğü saptanmıştır.
10. Üç boyutlu verilerle yapılan tek boyutlu ve çok boyutlu MTK analizleri sonucunda elde edilen yetenek kestirimlerine ait hata kareleri ortalamalarına (RMS) göre çok boyutlu MTK'nın, tek boyutlu MTK'dan daha düşük düzeyde hatalar ürettiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, boyutlararası ilişki düzeyi arttıkça, tek boyutlu MTK ile çok boyutlu MTK'ya dayalı yapılan birey parametre kestirim hataları arasındaki fark, 500 örneklem büyüklüğü hariç, çok boyutlu modeller lehine artmaktadır.
11. Üç boyutlu veride yetenek parametre kestirimlerinin standart hataları arasında istatistiksel olarak manidar farklılık bulunmuştur. Yetenek kestiriminde çok boyutlu MTK'nın daha az hatalı sonuçlar ürettiği sonucuna ulaşılmıştır.

12. Üç boyutlu veri yapısı için elde edilen Uyum İyiliği İstatistiklerine (UIİ) göre tüm araştırma koşullarında çok boyutlu MTK daha iyi düzeyde model-veri uyumu sağlamıştır. Çok boyutlu MTK'nın, çok boyutlu yapılar için tek boyutlu MTK'dan daha iyi düzeyde uyum gösterdiği görülmektedir. Örneklem büyüklüğü ve boyutlararası korelasyon arttıkça, çok boyutlu modellerin veri ile daha uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Örneklem büyüklüğü arttıkça 2loglikelihood, AIC ve BIC değerlerinin çok boyutlu MTK lehine düştüğü görülmektedir.
13. Beş boyutlu veri yapısı için çok boyutlu ve tek boyutlu madde tepki kuramına dayalı olarak yapılan analizler sonucunda a, b ve c parametreleri için yüksek, orta ve düşük düzeylerde ilişkili olduğu ve değişen koşullarda herhangi bir örüntüye rastlanmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
14. Beş boyutlu veri yapısında madde parametre değerlerinin kestiriminden elde edilen standart hata kareleri ortalamaları (RMS) karşılaştırıldığında, çok boyutlu MTK'nın tek boyutlu MTK'ya göre daha düşük hatalarla kestirim yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Beş boyutlu veri yapısı için örneklem büyüklüğü ve boyutlararası korelasyon arttıkça, elde edilen hata miktarının azaldığı görülmüştür. Çok boyutlu MTK, tek boyutlu MTK'ya göre tüm koşullarda en düşük hata kestirimine sahiptir. Araştırma koşulları dikkate alındığında örneklem büyüklüğü ve boyutlararası korelasyon yükseldikçe, hata miktarının azaldığı gözlenmektedir. Tek boyutlu ve çok boyutlu MTK ile elde edilen RMS değerlerine bakıldığında belirli bir örüntü olmaksızın örneklem büyüklüğünün artması ile çok boyutlu MTK'nın daha az hatalı sonuçlar ürettiği belirlenmiştir. Araştırma bulgularına göre örneklem büyüklüğünün artması RMS değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Boyutlararası korelasyon değerlerinin değişmesi RMS değerleri ile ilgili herhangi bir örüntü oluşturmamıştır.
15. Beş boyutlu verilerde boyutlararası korelasyon ve örneklem büyüklüğü değiştikçe, tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirilen yetenek

parametre değerleri arasında yüksek ve manidar ilişkiler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

16. Beş boyutlu verilerle yapılan tek boyutlu ve çok boyutlu MTK analizleri sonucunda elde edilen yetenek kestirimlerine ait hata kareleri ortalamalarına (RMS) göre çok boyutlu MTK'nın, tek boyutlu MTK'dan daha düşük düzeyde hatalar ürettiği sonucuna ulaşılmıştır. Tüm deneysel koşullarda, çok boyutlu MTK'ya göre kestirilen tüm birey parametreleri daha düşük hatalarla üretilmiştir. Bunun yanında boyutlararası ilişki düzeyi 0.70 olduğunda tek boyutlu MTK ile çok boyutlu MTK'ya dayalı yapılan birey parametre kestirim hataları arasındaki fark çok boyutlu modeller lehine artmaktadır.
17. Beş boyutlu veride yetenek parametre kestirimlerinin standart hataları arasında manidar farklılık bulunmuştur. Bu fark yalnızca 500 örneklem büyüklüğü ve 0.10 korelasyon koşulunda tek boyutlu MTK lehinedir. Yetenek kestiriminde çok boyutlu MTK'nın daha az hatalı sonuçlar ürettiği sonucuna ulaşılmıştır.
18. Beş boyutlu verilerde çok boyutlu modellerin, boyutlararası korelasyon dşke model-veri uyumunu daha iyi sağladığı belirlenmiştir.
19. Yetenek parametre değerlerinden elde edilen standart hatalar karşılaştırıldığında boyutlararası korelasyonun artmasının kestirimleri olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.
20. Tek boyutlu MTK'nın boyut sayısının az ve örneklem büyüklüğünün yüksek olduğu durumlarda daha iyi birey parametre değeri kestirdiği, çok boyutlu modellerde ise boyut sayısının ikiden fazla ve örneklem büyüklüğünün 1000'den fazla olmasının kestirimleri olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.
21. Tek boyutlu MTK ve çok boyutlu MTK ile yapılan analizlerde boyutların ilişki düzeyinin (boyutlararası korelasyonun) yüksek olması her iki kurama dayalı yapılan kestirimleri iyileştirmektedir. Ancak, çok boyutlu MTK'da daha az hatalı sonuçlar üretildiği sonucuna ulaşılmıştır.

22. Yetenek kestirimlerine ilişkin yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, sabit örneklem büyüklüğünde boyutlararası korelasyon arttıkça hata miktarının azaldığı, tek boyutlu analizlerin en yüksek standart hatayı boyutlararası korelasyonun 0.10 ve 0.40 olduğu durumlarda ürettiği sonucuna ulaşılmıştır. Boyutlararası korelasyon arttıkça veri yapısı tek boyutluluğa yaklaştığından, tek boyutlu modeller daha düşük standart hata ile kestirim yapmaktadır. Bunun yanında boyut sayısının ve boyutlararası korelasyonun değişmesi yetenek parametre değerlerinin farklı standart hatalarla üretildiğini göstermektedir.

23. Yetenek kestirimlerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, boyut sayısının ve boyutlararası korelasyonun değişmesi, çok boyutlu MTK'ya göre yapılan kestirimler arasında manidar farklılıklar oluşturmuştur ve genel olarak boyutlararası korelasyonlar arttıkça, daha az hatalı kestirimler yapıldığı belirlenmiştir. Tek boyutlu MTK ve çok boyutlu MTK ile yapılan analizlerde boyutların ilişki düzeyinin (boyutlararası korelasyonun) yüksek olması her iki kurama dayalı yapılan kestirimleri iyileştirmektedir. Ancak, çok boyutlu MTK'da daha az hatalı sonuçlar üretildiği görülmektedir.

Öneriler

Bu araştırmada elde edilen bulgular ve sonuçlar çerçevesinde araştırmacılara yönelik olarak aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

1. Araştırılan veri yapısı çok boyutlu olduğunda örneklem büyüklüğünün kestirimlerden çok etkilendiği görülmektedir. Bu nedenle araştırmacıların, çok boyutlu veri yapılarında çok boyutlu MTK ile kestirimler yapması ve yüksek örneklem büyüklüğü ile çalışmaları önerilebilir.
2. Çok boyutlu veri yapısında boyutlararası korelasyon değerlerinin farklılaşması tek boyutlu ve çok boyutlu kestirimleri etkilediğinden uygun yöntemin belirlenmesi için yalnızca boyutluluk analizinin değil, boyutlararası ilişkilerin de incelenmesi önerilebilir.

3. İki boyutlu veri yapıları ve boyutlararası korelasyon değerinin yüksek olduğu durumlarda tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'dan elde edilen madde parametre değerlerine ait hatalar yüksek oranda farklılaşmadığından analizler her iki kurama dayalı olarak da yapılabilir.
4. Veri yapısının üç ve beş boyutlu olduğu durumda tek boyutlu MTK'dan elde edilen madde parametre değerlerine ait hata miktarları artmaktadır. Bu nedenle bu tür veri yapılarında çok boyutlu modellere göre kestirim yapılması önerilebilir.
5. Bu araştırmanın bulgularına göre, birey parametre değerleri tüm boyutlar için çok boyutlu yapılan analizler sonucunda daha düşük hata ürettiğinden, bireyler hakkına karar verilirken çok boyutlu modellerin kullanılması önerilebilir.
6. Test geliştiricilerin alt boyutlar ve alt boyutlar arasındaki ilişkileri dikkate alarak kestirimler yapmaları önerilebilir.
7. Çok boyutlu modeller bu çalışmada ele alınan tüm koşullarda birey parametre değeri kestirmede daha az hatalı sonuçlar üretmiştir. Ulusal ve uluslararası düzeyde uygulanan geniş ölçekli sınavlar, birçok alt boyuttan oluştuğundan, bu sınavlarda bireylerin yetenek kestirimleri için çok boyutlu modellerin kullanılması önerilebilir.
8. Bu çalışmada iki, üç ve beş boyutlu veri yapıları kullanılarak tek boyutlu ve çok boyutlu MTK'ya dayalı kestirimler karşılaştırılmıştır. Bundan sonra yapılacak araştırmalar boyut sayısı değiştirilerek yapılabilir.
9. Bu çalışmada, örneklem büyüklüğü olarak 500 (küçük), 1000 (orta) ve 2000 (büyük) olarak belirlenmiştir. Gelecek araştırmalarda daha küçük veya daha büyük örneklemlemlerle kestirimler yapılarak karşılaştırılabilir.

10. Bu çalışmada, boyutlararası korelasyon 0.10 (düşük), 0.40 (orta) ve 0.70 (yüksek) korelasyon olarak belirlenmiştir. Gelecek araştırmalarda korelasyon katsayılarını ranji genişleterek (örneğin 0.00-0.90) incelemeler yapılabilir.
11. Çok boyutlu MTK ile ilgili yapılan araştırmaların çoğu simülatif olmasına karşın gerçek verilerle modelin uygulanabilirliği denenebilir.
12. Bu araştırmada tamamlayıcı 3PL model ile çalışılmıştır. Tamamlayıcı olmayan veri yapılarında, farklı çok boyutlu ve tek boyutlu MTK modelleri kullanılarak araştırılabilir.
13. Bu araştırmada BA-EM ve MH-RM algoritmaları ile kestirim yapan flexMIRT yazılımından yararlanılmıştır. Farklı yazılımlar (R, IRTPro vb) kullanılarak kestirimler yapılabilir.
14. Gelecek araştırmalarda yüksek boyutlu modeller için kullanılan algoritmaların (BA-EM, MH-RM vb) etkililiği araştırılabilir.

Kaynaklar

- Ackerman, T. (1989). Unidimensional IRT calibration of compensatory and noncompensatory multidimensional items. *Applied Psychological Measurement*, 13(2), 113-127.
- Ackerman, T. (1994). Using multidimensional item response theory to understand what items and tests are measuring. *Applied Measurement in Education*, 7(4), 255-278.
- Ackerman, T. (1996). Graphical representation of multidimensional item response theory analyses. *Applied Psychological Measurement*, 20, 311-329.
- Ackerman, T.A., Gierl, M.J., Walker, C.M. (2003). Using multidimensional item response theory to evaluate educational and psychological tests. *Educational Measurement: Issues and Practice*: MIRT Instructional Module.
- Ansley, T. M., ve Forsyth, R. A. (1985). An examination of the characteristics of unidimensional IRT parameter estimates derived from two-dimensional data. *Applied Psychological Measurement*, 9(1), 39–48.
- Babcock, B. (2009). *Estimating a Noncompensatory IRT Model Using a Modified Metropolis Algorithm*, Unpublished Doctoral Dissertation, University Of Minnesota
- Baker, F. (2001). *The basics of item response theory*. ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, University of Maryland College Park, MD.
- Baker, F. B. ve Kim, S. H. (2004). *Item response theory:Parameter estimation techniques* (2nd ed.). New York, Marcel Dekker.

- Bashkov, B. M. (2015). *Examining the Performance of the Metropolis-Hastings Robbins-Monro Algorithm in the Estimation of Multilevel Multidimensional IRT Models*, Unpublished Doctoral Dissertation, University of James Madison
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme: Klasik Test teorisi ve Uygulaması*. Ankara: ÖSYM Yayınları
- Bellman, R. (2003). *Dynamic programming*. Mineola, NY: Dover Publications.
- Bolt, D. M. ve Lall, V. F. (2003). Estimation of compensatory and non-compensatory multidimensional item response models using markov chain monte carlo. *Applied Psychological Measurement*, 27, 395. <http://apm.sagepub.com> adresinden 8 Haziran 2015'te alınmıştır.
- Cai, L. (2013). *flexMIRT R version 2: Flexible multilevel multidimensional item analysis and test scoring [Computer software]*. Chapel Hill, NC: Vector Psychometric Group.
- Chang, Y. W. (1992). *A comparison of unidimensional and multidimensional IRT approaches to test information in a test battery*. Unpublished Doctoral Dissertation. University of Minnesota.
- Comrey, A. L. (1988). Factor-analytic methods of scale development in personality and clinical psychology. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56, 754-761
- Courville, T. G. (2005). *An empirical comparison of item response theory and classical test theory item/person statistics*. Unpublished doctoral dissertation, Texas A&M University.
- Crocker L. ve Algina J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. New York : CBS Collage Publishing,

- Cronbach, L. J. (1990). *Essentials of psychological testing*. (fifth edition). New York: Harper Collins.
- Çakıcı-Eser, D. (2015). *Çok boyutlu madde tepki kuramının farklı modellerinden çeşitli koşullar altında kestirilen parametrelerin incelenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- De Champlain, A. F. (1996). The effect of multidimensionality on IRT true-score equating for subgroups of examinees. *Journal of Educational Measurement*, 33, 181-201.
- de la Torre, J., ve Patz, R. L. (2005). Making the most of what we have: A practical application of multidimensional item response theory in test scoring. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 30(3), 295-311.
- Drasgow, F., ve Parsons, C. K. (1983). Application of unidimensional item response theory models to multidimensional data. *Applied Psychological Measurement*, 7(2), 189–199.
- Embretson, S. E. (1999). Generating items during testing: Psychometric issues and models. *Psychometrika*, 64, 407-433.
- Embretson, S. E. ve Reise, S. P. (2000). *Item response theory for psychologists*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Erkuş, A. (2003). Psikometri Üzerine Yazılar.(1. Basım). Ankara: *Türk Psikologlar Derneği Yayınları*, 24
- Eunike, W. ve Benedikt, H. (2014). Multidimensional item response theory models in vocational interest measurement an illustration using the AIST-R. *Journal of Psychoeducational Assessment*, v32 n4 p342-355

- Fan, X. (1998). Item response theory and classical test theory: an empirical comparison of their item/person statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 58, 357–381.
- Finch, H. (2010) Item parameter estimation for MIRT model: Bias and precision of confirmatory factor analysis based models. *Applied Psychological Measurement*, 34(1), 10-26.
- Finch, H., ve Habing, B. (2007). Performance of DIMTEST- and NOHARM- based statistics for testing unidimensionality. *Applied Psychological Measurement*, 31, 292-307.
- Gibbons, R. D., Immekus, J., ve Bock, R. D. (2007). Didactic workbook: The added value of multidimensional IRT models. National Cancer Institute Technical Report.
- Hambleton, R. K., Swaminathan, H., ve Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of item response theory*. California: Sage Publications Inc.
- Hambleton, R. K., ve Jones, R. W. (1993). Comparison of classical test theory and item response theory and their applications to test development. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 12 (2), 38–47.
- Hambleton, R.K., ve Swaminathan, H. (1989). *Item response teory: Principles and applications*. USA: Kluwer Nijhoff Publishing
- Harwell, M., Stone, C.A., Hsu, T.C., ve Kirisci L. (1996). Monte Carlo studies in item response theory. *Applied Psychological Measurement*, 20(2), 101-125.
- Jacoby, W. G. (1991). *Data theory and dimensional analysis*. London: Sage Publications.

- Jang, E. E., ve Roussos, L. (2007). An investigation into the dimensionality of TOEFL using conditional covariance-based nonparametric approach. *Journal of Educational Measurement*, 44, 1-22.
- Jimelo L. ve Silvestre T., (2009). Item response theory and classical test theory: an empirical comparison of item/person statistics in a biological science test. *The International Journal of Educational and Psychological Assessment*, 1(1), 19-31.
- Karasar, N. (2010). Bilimsel araştırma yöntemleri. Ankara: Nobel Yayıncılık
- Kelecioğlu, H. (2001). Örtük özellikler teorisindeki b ve a parametreleri ile klasik test teorisindeki p ve r istatistikleri arasındaki ilişki. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 104 – 110.
- Kirisci, L., Hsu, T. ve Yu, L. (2001). Robustness of Item Parameter Estimation Programs to Assumptions of Unidimensionality and Normality. *Applied Psychological Measurement*, 25(2), 146.
- Kirisci, L., Hsu, T., ve Yu, L. (2001). Robustness of item parameter estimation programs to assumptions of unidimensionality and normality. *Applied Psychological Measurement*, 25(2), 146-162.
- Köse, İ. A. (2010). *Madde tepki kuramına dayalı tek boyutlu ve çok boyutlu modellerin test uzunluğu ve örneklem büyüklüğü açısından karşılaştırılması*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kreiter, C. D. (1993). *An empirical investigation of compensatory and noncompensatory test items in simulated and real data*. Unpublished Doctoral Dissertation. The University of Iowa.

- Lawson, S. (1991). one parameter latent trait measurement: do the results justify the effort?. In B. Thompson (Ed.), *Advances in Educational Research: Substantive Findings, Methodological Developments*, Greenwich, CT: JAI Press, 1, 159–168.
- Lord, F. (1980). *Applications of item response theory to practical testing problems*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Lord, F. M., ve Novick, M. R. (1968). *Statistical theories of mental test scores*. Reading MA: Addison- Wesley.
- Luecht, R. (2004) MIRTGEN 2.0 [Bilgisayar Yazılımı]. Yazardan alınmıştır.
- Luecht, R. M. ve Miller, T. R. (1992). Unidimensional calibrations and interpretations of composite traits for multidimensional tests. *Applied Psychological Measurement*, 16, 279-292.
- MacDonald, P. and Paunonen, S. (2002). A monte carlo comparison of item and person statistics based on item response theory versus classical test theory. *Educational and Psychological Measurement*, 62, 921–943.
- McDonald, R. P. (1999). *Test theory: A unified treatment*. Mahwah, New Yersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ndalichako, J. L. and Rogers, W. T. (1997). Comparison of finite state score theory, classical test theory, and item response theory in scoring multiple-choice items. *Educational and Psychological Measurement*, 57, 580–589.
- Osterlind, S. J. (1989). *Constructing test items*. Boston: Kluwer Academic Publisher.
- Özer-Özkan, Y. (2012). *Öğrenci başarılarının belirlenmesi sınavından (ÖBBS) klasik test kuramı, tek boyutlu ve çok boyutlu madde tepki kuramı modelleri ile kestirilen başarı puanlarının karşılaştırılması*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Progar, S. ve Sočan, G. (2008). An empirical comparison of item response theory and classical test theory, *Horizons of Psychology*, 17 (3), 5–24.
- Reckase, M. D. (1979). Unidimensional latent trait models applied to multifactor tests: Results and implications. *Journal of Educational Statistics*, 4(3), 207–230.
- Reckase, M. D. (2007). *Multidimensional item response theory*. C. R. Rao, S. Sinharay, (Ed), *Handbook of statistics 26: psychometrics içinde* (607-642). North Holland: Elsevier B. V.
- Reckase, M. D. (2009). *Multidimensional item response theory*. New York, NY: Springer.
- Reeve, B.B. (2002). *An introduction to modern measurement theory*. Outcomes Research Branch Applied Research Program
- Reise, S. P., Waller, N. G., ve Comrey, A. L. (2000). Factor analysis and scale revision. *Psychological Assessment*, 12(3), 287-297.
- Rogers, W.T. and Ndlichako, J. (2000). Number-Right, item-response, and finite-state scoring: robustness with respect to lack of equally classifiable options and item option dependence, *Educational and Psychological Measurement*, 60(1), 5–19.
- Sheng Y. and Winkle C. K. (2007). Comparing multiunidimensional and unidimensional item response theory models. *Educational and Psychological Measurement*, 68(3), 413- 430.
- Smith, J. (2009). *Some issues in item response theory: dimension- ality assessment and models for guessing*. Unpublished Doctoral Dissertation. University of South California.

- Spencer, G.S. (2004). *The Strength of multidimensional item response theory in exporing consrtuct space that is multidimensional and corralated*. Unpublished doctoral dissertation, Brigam Young University.
- Sünbül, Ö. (2011). *Çeşitli boyutluluk özelliklerine sahip yapılarda madde parametrelerinin değişmezliğinin Klasik test teorisi, tek boyutlu madde tepki kuramı, çok boyutlu madde tepki kuramı çerçevesinde incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi
- Thurstone, L. L. (1947). *Multiple-factor analysis; a development and expansion of The Vectors of Mind*: Chicago, IL, US: University of Chicago Press.
- Toit, M. (2003). IRT from SSI. BILOG-MG MULTILOG PARSCALE TESTFACT. Scientific Software International Inc.
- Tomkowicz, J.ve Rogers, W.T. (2005). The use of one-, two-, and three- parameter and nominal item response scoring in place of number right scoring in the Presence of Test-Wiseness, *The Alberta Journal of Educational Research*, 51(3),200–215.
- Turgut, F. (1995) *Eğitimde ölçme ve değerlendirme metotları*. Ankara: Saydam Matbaacılık
- Wainer, H., ve Thiisen, D. (2001) *True score theory: The traditional method*. Thissen, D., and Wainer, H. (Ed.). Test scoring. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Walker, C. M. ve Beretvas, S. N. (2003). Comparing multidimensional and unidimensional proficiency classifications: multidimensional irt as a diagnostic aid. *Journal of Educational Measurement*, 40 (3), 255- 275.

- Wang, W. C., Chen, P. H., ve Cheng, Y. Y. (2004). Improving measurement precision of test batteries using multidimensional item response models. *Psychological Methods*, 9(1), 116–136.
- Wang, W. C., Wilson, M. R., ve Adams, R. J. (1997). *Rasch models for multidimensionality between items and within items*. In M. R. Wilson, G. Way, W. D., Ansley, T. N., ve Forsyth, R. A. (1988). The comparative effects of compensatory and non-compensatory two dimensional data on unidimensional IRT estimates. *Applied Psychological Measurement*, 12(3), 239–252.
- Weiss, D. J. (1982). Improving measurement quality and efficiency with adaptive testing. *Applied Psychological Measurement*, 6(4), 473–492.
- Wiberg, M. (2012). Can a multidimensional test be evaluated with unidimensional item response theory? *Educational Research and Evaluation*, 18(4): 307-320
- Wilson, M. (2005). *Constructing measures: An item response modeling approach*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Yao, L., ve Boughton, K. A. (2007). A multidimensional item response modeling approach for improving subscale proficiency estimation and classification. *Applied Psychological Measurement*, 31(2), 83-105.
- Yavuz, G. (2014). *Çok boyutlu madde tepki kuramı modelleri ve paket programları için karşılaştırmalı analizler*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldırım, C. (1973). *Bilim Felsefesi*. İstanbul: Remzi Kitabevi
- Yoo, H. (2011). *Evaluating several multidimensional adaptive testing procedures for diagnostic assessment*. Unpublished Doctoral Dissertation. University of Massachusetts Amherst.

Zhang, J. (2012). Calibration of response data using MIRT models with simple and mixed structures. *Applied Psychological Measurement*, 36(5), 375-398.

EKLER

VERİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN DOSYA VE SYNTAKSLAR

EK: A.1: 500 Örneklem 2 Boyut 0.10 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 521.csv (2 boyutlu, 0.1 korelasyon ve 500 örneklem büyüklüğü)

```
500
2
0.0,0.0
1.0,1.0
1.0
0.1,1.0
30
521.csv
521
```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 500	Ability
No, of Variables (Dimensions)= 2	00001: -0.494 -1.366
	00002: -0.279 0.127
Variables Mean SD	00003: -1.391 0.117
-----	00004: -0.522 0.579
1 0,0083 1,0373	00005: 2.086 -0.376
2 -0,0944 1,0007	00006: 0.165 -1.142
	00007: 1.145 -0.124
Correlation Matrix	00008: 0.403 -2.077
-----	00009: 0.751 -0.946
1,000	00010: 0.219 0.853
0,072 1,000	00011: 0.564 -1.258
	00012: 0.118 0.600
-----	00013: -0.473 -1.374
Item Summary	00014: -0.562 -0.967
-----	00015: 1.378 1.358
Item Parameter File = 2.csv	00016: -0.437 1.056
Count=30	00017: 0.512 -0.227
Item parameters: a1,,,a2,d,c	.
0001 1,01 0, -1,75 0,15	.
0002 1,00 0, -1,5 0,15	.
0003 0,97 0, -1,25 0,15	.
0004 0,56 0, -1, 0,15	.
0005 0,34 0, -0,75 0,15	.
0006 0,99 0, -0,5 0,15	.
0007 0,45 0, -0,25 0,15	.
0008 1, 01 0, 0, 0,15	.
0009 1,12 0, 0,25 0,15	.
0010 0,64 0, 0,5 0,15	.
0011 1,00 0, 0,75 0,15	.

0012	0,79	0,	1,	0,15	.
0013	1,11	0,	1,25	0,15	.
0014	1,23	0,	1,5	0,15	.
0015	0.88	0,	1,75	0,15	.
0016	0,	1,01	-1,75	0,15	.
0017	0,	1,15	-1,5	0,15	.
0018	0,	0,99	-1,25	0,15	00493: -0.306 0.578
0019	0,	0,75	-1,	0,15	00494: -0.842 -0.119
0020	0,	0,95	-0,75	0,15	00495: 1.151 -0.886
0021	0,	0,59	-0,5	0,15	00496: 1.222 -1.204
0022	0,	0,25	-0,25	0,15	00497: -3.427 -0.416
0023	0,	0,43	0,	0,15	00498: -0.145 0.455
0024	0,	1,01	0,25	0,15	00499: 0.884 -0.047
0025	0,	1,00	0,5	0,15	00500: -0.987 -0.178
0026	0,	0,66	0,75	0,15	
0027	0,	0,34	1,	0,15	
0028	0,	0,46	1,25	0,15	
0029	0,	1,00	1,5	0,15	
0030	0,	1,07	1,75	0,15	

Response Generation					

Raw Scores: Mean = 17,046 SD = 4,524					
Abilities written to 521,THT Format: (A5,1X,2F9,3)					
Responses written to 521,DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)					

EK: A.2: 500 Örneklem 2 Boyut 0.40 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 524.csv (2 boyutlu, 0.4 korelasyon ve 500 örneklem büyüklüğü)

```

500
2
0.0,0.0
1.0,1.0
1.0
0.4,1.0
30
524.csv
524

```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 500	Ability
No. of Variables (Dimensions)= 2	00001: -0.719 -1.091
	00002: 2.249 0.627
Variables Mean SD	00003: 0.175 1.366

-----	00004: 2.454 1.165
1 0.0476 1.0077	00005: 0.045 0.759
2 0.0281 1.0649	00006: 1.559 0.482
	00007: 1.432 -0.293
Correlation Matrix	00008: -0.310 -0.481
-----	00009: -0.193 -0.913
1.000	00010: -0.593 0.328
0.428 1.000	00011: -0.439 -0.779
	00012: -1.051 0.300
-----	00013: 1.123 -0.067
Item Summary	00014: 1.025 1.488
-----	00015: -0.420 1.176
Item Parameter File = 2.csv	00016: 0.892 1.577
Count=30	00017: 2.200 0.832
Item parameters: a1...a2,d,c	.
0001 1,01 0, -1,75 0,15	.
0002 1,00 0, -1,5 0,15	.
0003 0,97 0, -1,25 0,15	.
0004 0,56 0, -1, 0,15	.
0005 0,34 0, -0,75 0,15	.
0006 0,99 0, -0,5 0,15	.
0007 0,45 0, -0,25 0,15	.
0008 1, 01 0, 0, 0,15	.
0009 1,12 0, 0,25 0,15	.
0010 0,64 0, 0,5 0,15	.
0011 1,00 0, 0,75 0,15	.
0012 0,79 0, 1, 0,15	.
0013 1,11 0, 1,25 0,15	.
0014 1,23 0, 1,5 0,15	.
0015 0,88 0, 1,75 0,15	.
0016 0, 1,01 -1,75 0,15	.
0017 0, 1,15 -1,5 0,15	.
0018 0, 0,99 -1,25 0,15	00493: 1.455 -0.038
0019 0, 0,75 -1, 0,15	00494: -1.035 0.993
0020 0, 0,95 -0,75 0,15	00495: 1.507 1.002
0021 0, 0,59 -0,5 0,15	00496: 1.320 -0.492
0022 0, 0,25 -0,25 0,15	00497: -1.188 -0.252
0023 0, 0,43 0, 0,15	00498: -0.268 1.115
0024 0, 1,01 0,25 0,15	00499: 1.674 2.544
0025 0, 1,00 0,5 0,15	00500: -0.225 -0.108
0026 0, 0,66 0,75 0,15	
0027 0, 0,34 1, 0,15	
0028 0, 0,46 1,25 0,15	
0029 0, 1,00 1,5 0,15	
0030 0, 1,07 1,75 0,15	

Response Generation	

Raw Scores: Mean = 17.606 SD = 5.201	
Abilities written to 524.THT Format: (A5,1X,2F9.3)	
Responses written to 524.DAT Format:	

(A5,3X,I3,30A1)	
-----------------	--

EK: A.3: 500 Örneklem 2 Boyut 0.70 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 527.csv (2 boyutlu, 0.7 korelasyon ve 500 örneklem büyüklüğü)

500
2
0.0,0.0
1.0,1.0
1.0
0.7,1.0
30
524.csv
524

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 500	Ability
No. of Variables (Dimensions)= 2	00001: 0.454 0.182
	00002: -0.336 -1.291
Variables Mean SD	00003: -1.304 -0.087
-----	00004: -1.200 -0.830
1 -0.0488 1.0439	00005: -0.994 0.394
2 -0.0007 0.9897	00006: 0.404 -0.322
	00007: 0.340 1.179
Correlation Matrix	00008: 0.693 -0.982
-----	00009: -2.016 -0.966
1.000	00010: 0.105 -0.376
0.717 1.000	00011: -0.219 0.483
	00012: -0.417 -1.124
-----	00013: 1.287 2.038
Item Summary	00014: 0.237 0.016
-----	00015: 0.296 -0.475
Item Parameter File = 2.csv	00016: 0.375 1.087
Count=30	00017: 0.638 0.966
Item parameters: a1...a2,d,c	.
0001 1,01 0, -1,75 0,15	.
0002 1,00 0, -1,5 0,15	.
0003 0,97 0, -1,25 0,15	.
0004 0,56 0, -1, 0,15	.
0005 0,34 0, -0,75 0,15	.
0006 0,99 0, -0,5 0,15	.
0007 0,45 0, -0,25 0,15	.
0008 1, 01 0, 0, 0,15	.
0009 1,12 0, 0,25 0,15	.
0010 0,64 0, 0,5 0,15	.

0011	1,00	0,	0,75	0,15	.
0012	0,79	0,	1,	0,15	.
0013	1,11	0,	1,25	0,15	.
0014	1,23	0,	1,5	0,15	.
0015	0,88	0,	1,75	0,15	.
0016	0,	1,01	-1,75	0,15	.
0017	0,	1,15	-1,5	0,15	.
0018	0,	0,99	-1,25	0,15	00493: 2.831 3.492
0019	0,	0,75	-1,	0,15	00494: -0.950 0.174
0020	0,	0,95	-0,75	0,15	00495: -0.992 -0.853
0021	0,	0,59	-0,5	0,15	00496: 1.072 1.386
0022	0,	0,25	-0,25	0,15	00497: -0.812 -0.910
0023	0,	0,43	0,	0,15	00498: -1.844 -1.092
0024	0,	1,01	0,25	0,15	00499: -0.757 0.013
0025	0,	1,00	0,5	0,15	00500: -0.901 0.048
0026	0,	0,66	0,75	0,15	
0027	0,	0,34	1,	0,15	
0028	0,	0,46	1,25	0,15	
0029	0,	1,00	1,5	0,15	
0030	0,	1,07	1,75	0,15	

Response Generation					

Raw Scores: Mean = 16.98 SD = 5.623					
Abilities written to 527.THT Format: (A5,1X,2F9.3)					
Responses written to 527.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)					

EK: A.4: 500 Örneklem 3 Boyut 0.10 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 531.csv (3 boyutlu, 0.1 korelasyon ve 500 örneklem büyüklüğü)

```

500
3
0.0,0.0,0.0
1.0,1.0,0.0
1.0
0.1,1.0
0.1,0.1,1.0
30
531.csv
531

```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 500	Ability
-------------------	---------

No. of Variables (Dimensions)= 3	00001: 0.156 -0.760 -0.667
	00002: 0.103 -0.502 1.213
Variables Mean SD	00003: -0.130 -0.167 -0.767
-----	00004: -0.110 0.609 -0.123
1 0.0602 0.9737	00005: -0.062 -0.980 0.464
2 -0.0161 1.0118	00006: 0.126 -0.198 0.388
3 -0.0091 0.9858	00007: 0.932 1.204 -1.252
	00008: -0.100 -1.300 -0.848
Correlation Matrix	00009: 1.364 1.201 0.317
-----	00010: 0.313 -0.670 -1.651
1.000	00011: 1.728 2.181 -0.430
0.093 1.000	00012: 0.947 -0.774 -0.808
0.084 0.043 1.000	00013: -2.012 0.259 -0.699
	00014: 0.262 0.353 0.082
-----	00015: 0.069 1.828 -2.625
Item Summary	00016: 0.129 0.492 0.345
-----	00017: -1.028 -0.906 -0.074
Item Parameter File = 3.csv	.
Count=30	.
Item parameters: a1...a3,d,c	.
0001 1.01 0. 0. -1.75 0.15	.
0002 1. 0. 0. -1.5 0.15	.
0003 0.97 0. 0. -1.25 0.15	.
0004 0.56 0. 0. -1. 0.15	.
0005 0.34 0. 0. -0.75 0.15	.
0006 0.99 0. 0. -0.5 0.15	.
0007 0.45 0. 0. -0.25 0.15	.
0008 1.01 0. 0. 0. 0.15	.
0009 1.12 0. 0. 0.25 0.15	.
0010 0.64 0. 0. 0.5 0.15	.
0011 0. 1. 0. 0.75 0.15	.
0012 0. 0.79 0. 1. 0.15	.
0013 0. 1.11 0. 1.25 0.15	.
0014 0. 1.23 0. 1.5 0.15	.
0015 0. 0.88 0. 1.75 0.15	.
0016 0. 1.01 0. -1.75 0.15	00493: 0.943 -0.732 -0.776
0017 0. 1.11 0. -1.5 0.15	00494: -0.786 -0.704 0.065
0018 0. 0.99 0. -1.25 0.15	00495: 0.045 -0.503 0.423
0019 0. 0.75 0. -1. 0.15	00496: -0.160 -0.538 -1.387
0020 0. 0.95 0. -0.75 0.15	00497: -0.368 -0.359 0.725
0021 0. 0. 0.59 -0.5 0.15	00498: -0.551 -0.509 -0.813
0022 0. 0. 0.25 -0.25 0.15	00499: 0.456 -0.193 -0.812
0023 0. 0. 0.43 0. 0.15	00500: -1.910 2.233 -1.049
0024 0. 0. 1.01 0.25 0.15	
0025 0. 0. 1. 0.5 0.15	
0026 0. 0. 0.66 0.75 0.15	
0027 0. 0. 0.34 1. 0.15	
0028 0. 0. 0.46 1.25 0.15	
0029 0. 0. 1. 1.5 0.15	
0030 0. 0. 1.07 1.75 0.15	

Response Generation	

Raw Scores: Mean = 17.35 SD = 4.073	
Abilities written to 531.THT Format: (A5,1X,3F9.3)	
Responses written to 531.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)	

EK: A.5: 500 Örneklem 3 Boyut 0.40 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 534.csv (3 boyutlu, 0.4 korelasyon ve 500 örneklem büyüklüğü)

```
500
3
0.0,0.0,0.0
1.0,1.0,0.0
1.0
0.4,1.0
0.4,0.4,1.0
30
534.csv
534
```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 500	Ability
No. of Variables (Dimensions)= 3	00001: -1.223 -1.935 -1.368
	00002: 0.622 0.362 0.814
Variables Mean SD	00003: -0.506 -1.079 -1.141
-----	00004: 0.649 2.303 -0.774
1 -0.0629 1.0158	00005: -2.310 -0.193 0.332
2 -0.0161 0.9756	00006: 0.399 0.106 0.072
3 -0.0618 1.0056	00007: 0.942 -0.046 1.418
	00008: -1.524 -1.597 -2.050
Correlation Matrix	00009: -0.394 0.471 -0.357
-----	00010: 0.318 0.938 1.276
1.000	00011: 1.866 2.034 1.254
0.407 1.000	00012: 0.150 -1.282 -1.213
0.381 0.408 1.000	00013: 0.175 -0.270 -0.843
	00014: 0.501 0.261 -0.843
-----	00015: -2.335 0.166 -1.953
Item Summary	00016: -1.679 -0.364 0.224
-----	00017: -0.348 -0.558 -0.240
Item Parameter File = 3.csv	.
Count=30	.
Item parameters: a1...a3,d,c	.
0001 1.01 0. 0. -1.75 0.15	.

0002	1.	0.	0.	-1.5	0.15	.
0003	0.97	0.	0.	-1.25	0.15	.
0004	0.56	0.	0.	-1.	0.15	.
0005	0.34	0.	0.	-0.75	0.15	.
0006	0.99	0.	0.	-0.5	0.15	.
0007	0.45	0.	0.	-0.25	0.15	.
0008	1.01	0.	0.	0.	0.15	.
0009	1.12	0.	0.	0.25	0.15	.
0010	0.64	0.	0.	0.5	0.15	.
0011	0.	1.	0.	0.75	0.15	.
0012	0.	0.79	0.	1.	0.15	.
0013	0.	1.11	0.	1.25	0.15	.
0014	0.	1.23	0.	1.5	0.15	.
0015	0.	0.88	0.	1.75	0.15	.
0016	0.	1.01	0.	-1.75	0.15	00493: -1.423 1.015 -1.495
0017	0.	1.11	0.	-1.5	0.15	00494: 2.479 2.350 0.403
0018	0.	0.99	0.	-1.25	0.15	00495: -1.213 -0.108 -0.060
0019	0.	0.75	0.	-1.	0.15	00496: -0.015 -0.267 -1.213
0020	0.	0.95	0.	-0.75	0.15	00497: -0.301 -0.580 -0.061
0021	0.	0.	0.59	-0.5	0.15	00498: -0.282 0.090 -0.287
0022	0.	0.	0.25	-0.25	0.15	00499: 0.941 0.527 1.302
0023	0.	0.	0.43	0.	0.15	00500: 1.168 1.452 0.569
0024	0.	0.	1.01	0.25	0.15	
0025	0.	0.	1.	0.5	0.15	
0026	0.	0.	0.66	0.75	0.15	
0027	0.	0.	0.34	1.	0.15	
0028	0.	0.	0.46	1.25	0.15	
0029	0.	0.	1.	1.5	0.15	
0030	0.	0.	1.07	1.75	0.15	

Response Generation						

Raw Scores: Mean = 16.9 SD = 4.74						
Abilities written to 534.THT Format: (A5,1X,3F9.3)						
Responses written to 534.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)						

EK: A.6: 500 Örneklem 3 Boyut 0.70 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 537.csv (3 boyutlu, 0.7 korelasyon ve 500 örneklem büyüklüğü)

```
500
3
0.0,0.0,0.0
1.0,1.0,0.0
1.0
0.7,1.0
0.7,0.7,1.0
30
537.csv
537
```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 500						Ability			
No. of Variables (Dimensions)= 3						00001: 0.025 -0.703 -0.422			
						00002: -1.030 -0.546 0.545			
Variables	Mean	SD				00003: -0.180 -0.488 0.244			
-----						00004: -0.382 -0.808 -0.470			
1	-0.0413	1.0025				00005: 0.450 -0.147 0.279			
2	-0.0166	1.0018				00006: 2.023 2.960 2.846			
3	-0.0032	0.9889				00007: 0.642 0.590 -0.156			
						00008: -0.084 -0.028 -0.010			
Correlation Matrix						00009: 0.450 -0.712 -0.646			
-----						00010: -0.351 -0.586 -1.871			
1.000						00011: -0.903 -1.299 -0.938			
0.703 1.000						00012: -0.308 1.282 0.753			
0.702 0.711 1.000						00013: 0.217 -0.082 0.707			
						00014: 1.038 0.268 0.815			
-----						00015: 0.201 -1.185 -0.435			
Item Summary						00016: 2.842 1.898 2.958			
-----						00017: 1.828 1.730 0.828			
Item Parameter File = 3.csv						.			
Count=30						.			
Item parameters: a1...a3,d,c						.			
0001	1.01	0.	0.	-1.75	0.15	.			
0002	1.	0.	0.	-1.5	0.15	.			
0003	0.97	0.	0.	-1.25	0.15	.			
0004	0.56	0.	0.	-1.	0.15	.			
0005	0.34	0.	0.	-0.75	0.15	.			
0006	0.99	0.	0.	-0.5	0.15	.			
0007	0.45	0.	0.	-0.25	0.15	.			
0008	1.01	0.	0.	0.	0.15	.			
0009	1.12	0.	0.	0.25	0.15	.			
0010	0.64	0.	0.	0.5	0.15	.			
0011	0.	1.	0.	0.75	0.15	.			
0012	0.	0.79	0.	1.	0.15	.			
0013	0.	1.11	0.	1.25	0.15	.			
0014	0.	1.23	0.	1.5	0.15	.			
0015	0.	0.88	0.	1.75	0.15	.			
0016	0.	1.01	0.	-1.75	0.15	00493:	-0.113	0.117	-0.653
0017	0.	1.11	0.	-1.5	0.15	00494:	-0.590	-0.530	0.614
0018	0.	0.99	0.	-1.25	0.15	00495:	0.271	-0.475	0.687
0019	0.	0.75	0.	-1.	0.15	00496:	0.994	-0.606	-0.345
0020	0.	0.95	0.	-0.75	0.15	00497:	-0.984	-1.073	0.196
0021	0.	0.	0.59	-0.5	0.15	00498:	-1.683	-1.502	-0.756
0022	0.	0.	0.25	-0.25	0.15	00499:	0.507	-0.149	-0.537
0023	0.	0.	0.43	0.	0.15	00500:	-0.058	-0.431	-0.676
0024	0.	0.	1.01	0.25	0.15				
0025	0.	0.	1.	0.5	0.15				
0026	0.	0.	0.66	0.75	0.15				
0027	0.	0.	0.34	1.	0.15				
0028	0.	0.	0.46	1.25	0.15				
0029	0.	0.	1.	1.5	0.15				
0030	0.	0.	1.07	1.75	0.15				

Response Generation	

Raw Scores: Mean = 17.108 SD = 5.407	
Abilities written to 537.THT Format: (A5,1X,3F9.3)	
Responses written to 537.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)	

EK: A.7: 1000 Örneklem 2 Boyut 0.10 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 1021.csv (2 boyutlu, 0.1 korelasyon ve 1000 örneklem büyüklüğü)

```

1000
2
0.0,0.0
1.0,1.0
1.0
0.1,1.0
30
1021.csv
1021

```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 1000	Ability
No. of Variables (Dimensions)= 2	00001: -1.075 0.553
	00002: 1.128 0.973
Variables Mean SD	00003: 0.083 -2.004
-----	00004: 0.981 0.125
1 0.0847 1.0436	00005: 0.995 1.713
2 0.0035 1.0215	00006: -0.685 -0.026
	00007: 1.159 0.556
Correlation Matrix	00008: 1.233 0.105
-----	00009: 0.178 0.034
1.000	00010: 1.569 -0.379
0.105 1.000	00011: -1.214 -1.206
	00012: -2.995 -1.134
-----	00013: -0.780 -1.401
Item Summary	00014: -0.494 1.873
-----	00015: -0.860 0.686
Item Parameter File = 2.csv	00016: 1.424 -0.897
Count=30	00017: 0.549 0.112
Item parameters: a1...a2,d,c	.
0001 1,01 0, -1,75 0,15	.
0002 1,00 0, -1,5 0,15	.
0003 0,97 0, -1,25 0,15	.
0004 0,56 0, -1, 0,15	.

0005	0,34	0,	-0,75	0,15	.
0006	0,99	0,	-0,5	0,15	.
0007	0,45	0,	-0,25	0,15	.
0008	1, 01	0,	0,	0,15	.
0009	1,12	0,	0,25	0,15	.
0010	0,64	0,	0,5	0,15	.
0011	1,00	0,	0,75	0,15	.
0012	0,79	0,	1,	0,15	.
0013	1,11	0,	1,25	0,15	.
0014	1,23	0,	1,5	0,15	.
0015	0,88	0,	1,75	0,15	.
0016	0,	1,01	-1,75	0,15	.
0017	0,	1,15	-1,5	0,15	00984: -0.272 0.132
0018	0,	0,99	-1,25	0,15	00985: -0.114 -1.627
0019	0,	0,75	-1,	0,15	00986: -1.141 -0.145
0020	0,	0,95	-0,75	0,15	00987: 0.559 1.532
0021	0,	0,59	-0,5	0,15	00988: 0.538 -1.462
0022	0,	0,25	-0,25	0,15	00989: -0.443 1.320
0023	0,	0,43	0,	0,15	00990: 0.814 -1.229
0024	0,	1,01	0,25	0,15	00991: -0.520 0.624
0025	0,	1,00	0,5	0,15	00992: 0.845 1.682
0026	0,	0,66	0,75	0,15	00993: 0.712 -2.620
0027	0,	0,34	1,	0,15	00994: 1.423 0.957
0028	0,	0,46	1,25	0,15	00995: 0.897 -1.128
0029	0,	1,00	1,5	0,15	00996: 0.707 0.281
0030	0,	1,07	1,75	0,15	00997: 0.420 -0.231
					00998: -1.079 0.291
					00999: 0.313 -2.099
Response Generation					01000: 0.551 0.121

Raw Scores: Mean = 17.547 SD = 4.717					
Abilities written to 1021.THT Format: (A5,1X,2F9.3)					
Responses written to 1021.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)					

EK: A.8: 1000 Örneklem 2 Boyut 0.40 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 1024.csv (2 boyutlu, 0.4 korelasyon ve 1000 örneklem büyüklüğü)

```
1000
2
0.0,0.0
1.0,1.0
1.0
0.4,1.0
30
1024.csv
1024
```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 1000			Ability	
No. of Variables (Dimensions)= 2			00001:	0.160 -1.235
			00002:	-0.578 0.959
Variables	Mean	SD	00003:	0.792 -1.048
-----	-----	-----	00004:	-0.745 0.055
1	0.0217	0.9916	00005:	2.226 1.356
2	-0.0123	0.9621	00006:	-0.825 -0.757
			00007:	-0.606 -0.308
Correlation Matrix			00008:	0.282 -1.104
-----			00009:	0.828 -0.953
1.000			00010:	-0.948 -0.499
0.383 1.000			00011:	-0.645 -0.343
			00012:	0.532 0.686
-----			00013:	-0.521 -0.082
Item Summary			00014:	0.349 1.524
-----			00015:	1.435 1.278
Item Parameter File = 2.csv			00016:	0.782 1.588
Count=30			00017:	0.732 0.819
Item parameters: a1...a2,d,c			.	
0001	1,01	0, -1,75 0,15	.	
0002	1,00	0, -1,5 0,15	.	
0003	0,97	0, -1,25 0,15	.	
0004	0,56	0, -1, 0,15	.	
0005	0,34	0, -0,75 0,15	.	
0006	0,99	0, -0,5 0,15	.	
0007	0,45	0, -0,25 0,15	.	
0008	1, 01	0, 0, 0,15	.	
0009	1,12	0, 0,25 0,15	.	
0010	0,64	0, 0,5 0,15	.	
0011	1,00	0, 0,75 0,15	.	
0012	0,79	0, 1, 0,15	.	
0013	1,11	0, 1,25 0,15	.	
0014	1,23	0, 1,5 0,15	.	
0015	0,88	0, 1,75 0,15	.	
0016	0, 1,01	-1,75 0,15	.	
0017	0, 1,15	-1,5 0,15	00986:	0.370 -0.449
0018	0, 0,99	-1,25 0,15	00987:	0.103 1.790
0019	0, 0,75	-1, 0,15	00988:	0.330 0.492
0020	0, 0,95	-0,75 0,15	00989:	0.290 0.208
0021	0, 0,59	-0,5 0,15	00990:	-0.287 0.791
0022	0, 0,25	-0,25 0,15	00991:	-0.239 -1.780
0023	0, 0,43	0, 0,15	00992:	0.495 0.457
0024	0, 1,01	0,25 0,15	00993:	-0.434 -0.256
0025	0, 1,00	0,5 0,15	00994:	-0.423 -0.110
0026	0, 0,66	0,75 0,15	00995:	0.745 -0.224
0027	0, 0,34	1, 0,15	00996:	-1.353 0.185
0028	0, 0,46	1,25 0,15	00997:	0.682 -0.195
0029	0, 1,00	1,5 0,15	00998:	1.108 0.108
0030	0, 1,07	1,75 0,15	00999:	-1.071 -0.276
-----			01000:	-0.858 -0.168

Response Generation	

Raw Scores: Mean = 17.337 SD = 4.931	
Abilities written to 1024.THT Format: (A5,1X,2F9.3)	
Responses written to 1024.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)	

EK: A.9: 1000 Örneklem 2 Boyut 0.70 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 1027.csv (2 boyutlu, 0.7 korelasyon ve 1000 örneklem büyüklüğü)

```

1000
2
0.0,0.0
1.0,1.0
1.0
0.7,1.0
30
1027.csv
1027

```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 1000	Ability
No. of Variables (Dimensions)= 2	00001: -1.006 -1.264
	00002: 1.002 1.744
Variables Mean SD	00003: 0.044 -0.056
-----	00004: -1.123 -0.793
1 -0.0039 1.0081	00005: -1.190 -0.412
2 -0.0238 1.0055	00006: -0.462 -0.216
	00007: 0.840 0.001
Correlation Matrix	00008: 0.353 -0.202
-----	00009: -1.752 -1.011
1.000	00010: 2.551 2.130
0.707 1.000	00011: -0.427 -2.034
	00012: -0.738 0.037
-----	00013: 1.200 1.831
Item Summary	00014: 0.420 0.413
-----	00015: 0.648 -1.009
Item Parameter File = 2.csv	00016: 0.815 -0.582
Count=30	00017: -0.951 -1.447
Item parameters: a1...a2,d,c	.
0001 1,01 0, -1,75 0,15	.
0002 1,00 0, -1,5 0,15	.
0003 0,97 0, -1,25 0,15	.
0004 0,56 0, -1, 0,15	.
0005 0,34 0, -0,75 0,15	.

0006	0,99	0,	-0,5	0,15	.
0007	0,45	0,	-0,25	0,15	.
0008	1,01	0,	0,	0,15	.
0009	1,12	0,	0,25	0,15	.
0010	0,64	0,	0,5	0,15	.
0011	1,00	0,	0,75	0,15	.
0012	0,79	0,	1,	0,15	.
0013	1,11	0,	1,25	0,15	.
0014	1,23	0,	1,5	0,15	.
0015	0,88	0,	1,75	0,15	.
0016	0,	1,01	-1,75	0,15	.
0017	0,	1,15	-1,5	0,15	00986: 1.426 1.295
0018	0,	0,99	-1,25	0,15	00987: -0.874 -0.383
0019	0,	0,75	-1,	0,15	00988: 0.684 2.056
0020	0,	0,95	-0,75	0,15	00989: 1.307 0.884
0021	0,	0,59	-0,5	0,15	00990: 0.644 0.227
0022	0,	0,25	-0,25	0,15	00991: 0.106 -0.365
0023	0,	0,43	0,	0,15	00992: 1.286 1.198
0024	0,	1,01	0,25	0,15	00993: 1.241 1.473
0025	0,	1,00	0,5	0,15	00994: -1.007 0.370
0026	0,	0,66	0,75	0,15	00995: 0.052 0.462
0027	0,	0,34	1,	0,15	00996: -0.052 0.233
0028	0,	0,46	1,25	0,15	00997: 1.778 1.066
0029	0,	1,00	1,5	0,15	00998: -0.362 -0.509
0030	0,	1,07	1,75	0,15	00999: -0.276 -1.010
					01000: 1.781 0.466

Response Generation					

Raw Scores: Mean = 17.143 SD = 5.524					
Abilities written to 1027.THT Format: (A5,1X,2F9.3)					
Responses written to 1027.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)					

EK: A.10: 1000 Örneklem 3 Boyut 0.10 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 1031.csv (3 boyutlu, 0.1 korelasyon ve 1000 örneklem büyüklüğü)

```

1000
3
0.0,0.0,0.0
1.0,1.0,0.0
1.0
0.1,1.0
0.1,0.1,1.0
30
1031.csv
1031

```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 1000	Ability
No. of Variables (Dimensions)= 3	00001: -0.254 -0.647 -1.560
	00002: -0.665 0.927 0.348
Variables Mean SD	00003: 0.206 -0.197 -0.657
-----	00004: -2.703 1.102 -0.393
1 -0.0719 1.007	00005: -0.995 -0.610 -1.626
2 0.0271 0.9742	00006: 0.326 -2.855 -0.892
3 -0.0107 1.014	00007: 0.925 1.456 -1.803
	00008: 1.737 -2.171 1.198
Correlation Matrix	00009: 0.404 -2.886 -1.165
-----	00010: 0.709 0.448 0.120
1.000	00011: 0.141 -1.165 1.596
0.089 1.000	00012: -0.272 1.287 0.075
0.105 0.056 1.000	00013: -0.845 1.369 -1.345
	00014: -0.406 -0.817 0.012
-----	00015: -1.606 1.506 -0.438
Item Summary	00016: 0.495 -1.601 0.018
-----	00017: 0.400 0.391 1.316
Item Parameter File = 3.csv	.
Count=30	.
Item parameters: a1...a3,d,c	.
0001 1.01 0. 0. -1.75 0.15	.
0002 1. 0. 0. -1.5 0.15	.
0003 0.97 0. 0. -1.25 0.15	.
0004 0.56 0. 0. -1. 0.15	.
0005 0.34 0. 0. -0.75 0.15	.
0006 0.99 0. 0. -0.5 0.15	.
0007 0.45 0. 0. -0.25 0.15	.
0008 1.01 0. 0. 0. 0.15	.
0009 1.12 0. 0. 0.25 0.15	.
0010 0.64 0. 0. 0.5 0.15	.
0011 0. 1. 0. 0.75 0.15	.
0012 0. 0.79 0. 1. 0.15	.
0013 0. 1.11 0. 1.25 0.15	.
0014 0. 1.23 0. 1.5 0.15	.
0015 0. 0.88 0. 1.75 0.15	.
0016 0. 1.01 0. -1.75 0.15	00986: 1.467 0.923 0.401
0017 0. 1.11 0. -1.5 0.15	00987: 1.601 0.403 -1.032
0018 0. 0.99 0. -1.25 0.15	00988: 0.101 0.788 -0.142
0019 0. 0.75 0. -1. 0.15	00989: -0.771 0.520 1.838
0020 0. 0.95 0. -0.75 0.15	00990: -1.744 -0.778 -1.527
0021 0. 0. 0.59 -0.5 0.15	00991: -0.813 0.288 1.359
0022 0. 0. 0.25 -0.25 0.15	00992: -1.670 0.179 0.900
0023 0. 0. 0.43 0. 0.15	00993: -0.242 0.725 -0.319
0024 0. 0. 1.01 0.25 0.15	00994: 0.567 0.761 -0.594
0025 0. 0. 1. 0.5 0.15	00995: 0.857 0.817 1.747
0026 0. 0. 0.66 0.75 0.15	00996: -0.882 1.140 1.235
0027 0. 0. 0.34 1. 0.15	00997: -0.555 -0.011 -0.610
0028 0. 0. 0.46 1.25 0.15	00998: 1.707 0.213 0.602

0029 0. 0. 1. 1.5 0.15	00999: 0.263 -1.187 -0.155
0030 0. 0. 1.07 1.75 0.15	01000: 0.983 -0.547 0.230

Response Generation	

Raw Scores: Mean = 17.189 SD = 4.058	
Abilities written to 1031.THT Format: (A5,1X,3F9.3)	
Responses written to 1031.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)	

EK: A.11: 1000 Örneklem 3 Boyut 0.40 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 1034.csv (3 boyutlu, 0.4 korelasyon ve 1000 örneklem büyüklüğü)

```

1000
3
0.0,0.0,0.0
1.0,1.0,0.0
1.0
0.4,1.0
0.4,0.4,1.0
30
1034.csv
1034

```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 1000	Ability
No. of Variables (Dimensions)= 3	00001: -1.457 -0.499 -0.372
	00002: 0.148 -0.703 -1.214
Variables Mean SD	00003: 0.595 -0.392 -0.111
-----	00004: -0.026 0.770 0.869
1 -0.028 0.9957	00005: 2.900 0.425 1.602
2 0.0132 0.9818	00006: -1.212 -0.187 -1.216
3 0.0177 1.0354	00007: -0.088 -1.275 -1.457
	00008: 2.748 1.669 0.491
Correlation Matrix	00009: -0.330 0.706 1.615
-----	00010: -0.367 -0.216 0.802
1.000	00011: 0.749 2.347 0.904
0.382 1.000	00012: 1.940 -1.063 -0.142
0.395 0.430 1.000	00013: -1.511 -0.559 -1.035
	00014: 0.250 0.448 0.069
-----	00015: -1.124 -1.496 0.525
Item Summary	00016: 0.888 0.663 1.754
-----	00017: 0.379 -1.634 0.163
Item Parameter File = 3.csv	.
Count=30	.

Item parameters: a1...a3,d,c						.
0001	1.01	0.	0.	-1.75	0.15	.
0002	1.	0.	0.	-1.5	0.15	.
0003	0.97	0.	0.	-1.25	0.15	.
0004	0.56	0.	0.	-1.	0.15	.
0005	0.34	0.	0.	-0.75	0.15	.
0006	0.99	0.	0.	-0.5	0.15	.
0007	0.45	0.	0.	-0.25	0.15	.
0008	1.01	0.	0.	0.	0.15	.
0009	1.12	0.	0.	0.25	0.15	.
0010	0.64	0.	0.	0.5	0.15	.
0011	0.	1.	0.	0.75	0.15	.
0012	0.	0.79	0.	1.	0.15	.
0013	0.	1.11	0.	1.25	0.15	.
0014	0.	1.23	0.	1.5	0.15	.
0015	0.	0.88	0.	1.75	0.15	.
0016	0.	1.01	0.	-1.75	0.15	00986: 1.099 -0.812 -0.414
0017	0.	1.11	0.	-1.5	0.15	00987: 0.966 -1.218 -0.786
0018	0.	0.99	0.	-1.25	0.15	00988: -0.854 0.791 0.872
0019	0.	0.75	0.	-1.	0.15	00989: 1.656 0.772 1.402
0020	0.	0.95	0.	-0.75	0.15	00990: -0.562 -1.070 -0.788
0021	0.	0.	0.59	-0.5	0.15	00991: 0.835 0.230 0.153
0022	0.	0.	0.25	-0.25	0.15	00992: -0.065 0.602 0.902
0023	0.	0.	0.43	0.	0.15	00993: 0.064 2.005 0.714
0024	0.	0.	1.01	0.25	0.15	00994: -0.090 0.379 -0.715
0025	0.	0.	1.	0.5	0.15	00995: 0.491 0.261 -0.350
0026	0.	0.	0.66	0.75	0.15	00996: -0.870 -0.432 -0.653
0027	0.	0.	0.34	1.	0.15	00997: 1.103 0.598 -0.336
0028	0.	0.	0.46	1.25	0.15	00998: 0.447 -1.589 1.442
0029	0.	0.	1.	1.5	0.15	00999: -1.313 -2.228 -1.108
0030	0.	0.	1.07	1.75	0.15	01000: -0.475 -0.468 0.688

Response Generation						

Raw Scores: Mean = 17.257 SD = 4.773						
Abilities written to 1034.THT Format:						
(A5,1X,3F9.3)						
Responses written to 1034.DAT Format:						
(A5,3X,I3,30A1)						

EK: A.12: 1000 Örneklem 3 Boyut 0.70 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 1037.csv (3 boyutlu, 0.7 korelasyon ve 1000 örneklem büyüklüğü)

```
1000
3
0.0,0.0,0.0
1.0,1.0,0.0
1.0
0.7,1.0
0.7,0.7,1.0
30
1034.csv
1034
```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 1000	Ability
No. of Variables (Dimensions)= 3	00001: -0.219 0.207 0.805
	00002: -0.833 0.320 -0.530
Variables Mean SD	00003: 0.201 -0.050 0.473
-----	00004: -0.425 0.902 -0.111
1 -0.0022 0.9834	00005: 0.282 -0.006 0.188
2 -0.0056 0.9958	00006: 0.882 0.061 -0.559
3 0.0081 1.0399	00007: 0.466 0.175 0.978
	00008: -0.540 -0.047 0.571
Correlation Matrix	00009: 2.097 2.157 2.159
-----	00010: -0.083 1.620 0.314
1.000	00011: 2.121 1.356 0.474
0.703 1.000	00012: -0.643 -1.072 -1.042
0.690 0.718 1.000	00013: -1.224 -0.036 -0.354
	00014: 0.127 1.511 1.047
-----	00015: -1.219 -0.492 -2.029
Item Summary	00016: -1.366 -0.565 -0.705
-----	00017: 0.258 0.081 -0.104
Item Parameter File = 3.csv	.
Count=30	.
Item parameters: a1...a3,d,c	.
0001 1.01 0. 0. -1.75 0.15	.
0002 1. 0. 0. -1.5 0.15	.
0003 0.97 0. 0. -1.25 0.15	.
0004 0.56 0. 0. -1. 0.15	.
0005 0.34 0. 0. -0.75 0.15	.
0006 0.99 0. 0. -0.5 0.15	.
0007 0.45 0. 0. -0.25 0.15	.
0008 1.01 0. 0. 0. 0.15	.
0009 1.12 0. 0. 0.25 0.15	.
0010 0.64 0. 0. 0.5 0.15	.
0011 0. 1. 0. 0.75 0.15	.
0012 0. 0.79 0. 1. 0.15	.
0013 0. 1.11 0. 1.25 0.15	.

0014	0.	1.23	0.	1.5	0.15	.
0015	0.	0.88	0.	1.75	0.15	.
0016	0.	1.01	0.	-1.75	0.15	00986: -0.237 -0.228 -0.710
0017	0.	1.11	0.	-1.5	0.15	00987: -0.229 0.660 1.522
0018	0.	0.99	0.	-1.25	0.15	00988: -0.637 -0.400 0.293
0019	0.	0.75	0.	-1.	0.15	00989: 0.822 -0.793 -0.544
0020	0.	0.95	0.	-0.75	0.15	00990: -0.174 0.461 -0.835
0021	0.	0.	0.59	-0.5	0.15	00991: 0.033 0.694 0.326
0022	0.	0.	0.25	-0.25	0.15	00992: -1.808 -1.387 -0.454
0023	0.	0.	0.43	0.	0.15	00993: -0.283 0.061 -0.365
0024	0.	0.	1.01	0.25	0.15	00994: -0.555 0.081 -0.230
0025	0.	0.	1.	0.5	0.15	00995: 0.462 0.814 -0.118
0026	0.	0.	0.66	0.75	0.15	00996: 1.283 1.376 0.892
0027	0.	0.	0.34	1.	0.15	00997: 0.375 0.759 0.777
0028	0.	0.	0.46	1.25	0.15	00998: -1.537 -2.055 -1.185
0029	0.	0.	1.	1.5	0.15	00999: 1.141 0.510 -0.770
0030	0.	0.	1.07	1.75	0.15	01000: -0.990 0.554 -0.058

Response Generation						

Raw Scores: Mean = 17.217 SD = 5.496						
Abilities written to 1037.THT Format: (A5,1X,3F9.3)						
Responses written to 1037.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)						

EK: A.13: 1000 Örneklem 5 Boyut 0.10 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 1051.csv (5 boyutlu, 0.1 korelasyon ve 1000 örneklem büyüklüğü)

```

1000
5
0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
1.0,1.0,1.0,1.0,1.0
1.0
0.1,1.0
0.1,0.1,1.0
0.1,0.1,0.1,1.0
0.1,0.1,0.1,0.1,1.0
30
1051.csv
1051

```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 1000	Ability
--------------------	---------

No. of Variables (Dimensions)= 5								00001:	1.466	-0.793	0.676	-0.134	-0.478	
								00002:	-1.039	-0.693	0.571	-0.877	1.349	
Variables	Mean	SD						00003:	-0.500	-0.699	0.885	-0.547	0.413	
-----	-----	-----						00004:	0.124	0.917	-1.247	-0.035	0.177	
1	0.026	0.9962						00005:	0.374	0.174	0.234	-0.829	0.041	
2	0.0049	0.9832						00006:	-0.147	0.055	1.144	-0.618	-0.120	
3	0.048	1.038						00007:	-1.372	-1.151	2.204	0.490	-0.410	
4	-0.019	0.9544						00008:	0.615	-2.051	-0.485	-1.599	-0.770	
5	0.0096	1.0375						00009:	0.847	1.061	0.149	-1.219	-0.346	
								00010:	2.506	-1.702	1.711	0.070	-0.897	
Correlation Matrix								00011:	0.464	-1.731	-0.781	-0.551	0.716	
-----								00012:	-0.566	-0.882	-1.967	-0.994	-0.956	
1.000								00013:	0.302	0.931	0.923	-0.426	0.459	
0.071 1.000								00014:	1.354	0.965	0.234	0.418	-0.962	
0.117 0.049 1.000								00015:	-0.119	0.748	-1.331	0.371	1.200	
0.099 0.097 0.113 1.000								00016:	0.691	0.774	0.190	0.168	-0.312	
0.108 0.107 0.048 0.104 1.000								00017:	-2.268	-1.941	-0.093	0.736	0.38	
								.						
-----								.						
Item Summary								.						
-----								.						
Item Parameter File = 5.csv								.						
Count=30								.						
Item parameters: a1...a5,d,c								.						
0001	1.01	0.	0.	0.	0.	0.	-1.75	0.15	.					
0002	1.	0.	0.	0.	0.	0.	-1.5	0.15	.					
0003	0.97	0.	0.	0.	0.	0.	-1.25	0.15	.					
0004	0.56	0.	0.	0.	0.	0.	-1.	0.15	.					
0005	0.34	0.	0.	0.	0.	0.	-0.75	0.15	.					
0006	0.99	0.	0.	0.	0.	0.	-0.5	0.15	.					
0007	0.	0.45	0.	0.	0.	0.	-0.25	0.15	.					
0008	0.	1.01	0.	0.	0.	0.	0.	0.15	.					
0009	0.	1.12	0.	0.	0.	0.	0.25	0.15	.					
0010	0.	0.64	0.	0.	0.	0.	0.5	0.15	.					
0011	0.	1.	0.	0.	0.	0.	0.75	0.15	.					
0012	0.	0.79	0.	0.	0.	0.	1.	0.15	00986:	-0.168	-0.502	0.059	-1.435	-0.397
0013	0.	0.	1.11	0.	0.	0.	1.25	0.15	00987:	-0.210	-2.506	0.109	1.462	-0.264
0014	0.	0.	1.23	0.	0.	0.	1.5	0.15	00988:	0.421	0.981	0.565	-0.678	-0.610
0015	0.	0.	0.88	0.	0.	0.	1.75	0.15	00989:	1.164	0.937	1.540	1.251	2.233
0016	0.	0.	1.01	0.	0.	0.	-1.75	0.15	00990:	-0.137	-1.262	1.486	-0.902	-2.507
0017	0.	0.	1.15	0.	0.	0.	-1.5	0.15	00991:	-0.902	0.643	0.610	-1.777	-1.027
0018	0.	0.	0.99	0.	0.	0.	-1.25	0.15	00992:	2.481	-1.479	-0.580	0.802	-0.183
0019	0.	0.	0.	0.75	0.	0.	-1.	0.15	00993:	0.621	0.951	0.007	0.108	0.695
0020	0.	0.	0.	0.95	0.	0.	-0.75	0.15	00994:	-0.575	0.546	-0.454	-0.183	0.581
0021	0.	0.	0.	0.59	0.	0.	-0.5	0.15	00995:	1.434	-0.443	-0.259	-0.678	-0.007
0022	0.	0.	0.	0.25	0.	0.	-0.25	0.15	00996:	0.075	-0.280	0.029	0.373	3.537
0023	0.	0.	0.	0.43	0.	0.	0.	0.15	00997:	-0.146	0.177	-0.250	-1.433	1.520
0024	0.	0.	0.	1.01	0.	0.	0.25	0.15	00998:	1.162	-0.934	-1.296	-0.523	0.364
0025	0.	0.	0.	0.	1.	0.	0.5	0.15	00999:	0.234	-1.145	0.482	-0.959	-0.925
0026	0.	0.	0.	0.	0.66	0.	0.75	0.15	01000:	1.252	-0.749	-0.447	-0.289	0.562
0027	0.	0.	0.	0.	0.34	0.	1.	0.15						
0028	0.	0.	0.	0.	0.46	0.	1.25	0.15						
0029	0.	0.	0.	0.	1.	0.	1.5	0.15						

0030 0. 0. 0. 0. 1.07 1.75 0.15	

Response Generation	

Raw Scores: Mean = 17.246 SD = 3.81	
Abilities written to 1051.THT Format: (A5,1X,5F9.3)	
Responses written to 1051.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)	

EK: A.14: 1000 Örneklem 5 Boyut 0.40 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 1054.csv (5 boyutlu, 0.4 korelasyon ve 1000 örneklem büyüklüğü)

```

1000
5
0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
1.0,1.0,1.0,1.0,1.0
1.0
0.4,1.0
0.4,0.4,1.0
0.4,0.4,0.4,1.0
0.4,0.4,0.4,0.4,1.0
30
1054.csv
1054

```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 1000	Ability
No. of Variables (Dimensions)= 5	00001: -1.099 0.264 -1.560 -1.356 0.792
	00002: -0.348 -0.719 1.813 0.430 2.012
Variables Mean SD	00003: 0.588 -0.190 0.264 0.482 0.621
-----	00004: -0.903 0.333 -2.003 -0.380 -1.892
1 0.0194 1.0151	00005: 1.670 1.407 0.857 0.263 0.886
2 0.0224 1.0042	00006: -0.569 0.730 -0.227 0.386 0.626
3 -0.0463 0.9908	00007: -1.214 0.285 -0.667 0.240 -1.010
4 -0.0034 1.044	00008: 0.963 0.634 0.534 -0.051 0.183
5 0.0156 1.0083	00009: -0.488 0.551 -1.144 -0.883 -0.625
	00010: -1.084 -1.366 0.668 -0.904 -1.250
Correlation Matrix	00011: 1.023 -1.876 -1.642 -1.308 -1.383
-----	00012: 0.085 1.471 3.453 2.413 -0.145
1.000	00013: 2.749 2.415 2.020 3.023 2.490
0.387 1.000	00014: 0.259 0.879 0.278 -1.708 0.304
0.388 0.373 1.000	00015: -1.654 -0.036 -0.945 -1.771 -0.080
0.408 0.425 0.421 1.000	00016: -1.759 -1.004 0.389 -1.422 -1.064
0.412 0.385 0.412 0.402 1.000	00017: -0.884 -0.266 -0.230 -0.718 -0.752

	.
-----	.
Item Summary	.
-----	.
Item Parameter File = 5.csv	.
Count=30	.
Item parameters: a1...a5,d,c	.
0001 1.01 0. 0. 0. 0. -1.75 0.15	.
0002 1. 0. 0. 0. 0. -1.5 0.15	.
0003 0.97 0. 0. 0. 0. -1.25 0.15	.
0004 0.56 0. 0. 0. 0. -1. 0.15	.
0005 0.34 0. 0. 0. 0. -0.75 0.15	.
0006 0.99 0. 0. 0. 0. -0.5 0.15	.
0007 0. 0.45 0. 0. 0. -0.25 0.15	.
0008 0. 1.01 0. 0. 0. 0. 0.15	.
0009 0. 1.12 0. 0. 0. 0.25 0.15	.
0010 0. 0.64 0. 0. 0. 0.5 0.15	.
0011 0. 1. 0. 0. 0. 0.75 0.15	.
0012 0. 0.79 0. 0. 0. 1. 0.15	00986: 0.924 0.009 0.122 -1.167 0.452
0013 0. 0. 1.11 0. 0. 1.25 0.15	00987: -0.605 -0.291 -0.296 -0.237 -0.777
0014 0. 0. 1.23 0. 0. 1.5 0.15	00988: -0.232 -0.403 -0.342 -0.077 0.208
0015 0. 0. 0.88 0. 0. 1.75 0.15	00989: 1.095 -1.915 0.565 0.815 -0.035
0016 0. 0. 1.01 0. 0. -1.75 0.15	00990: 1.876 1.227 0.564 2.766 1.622
0017 0. 0. 1.15 0. 0. -1.5 0.15	00991: -1.620 -0.353 -1.176 -0.836 -1.328
0018 0. 0. 0.99 0. 0. -1.25 0.15	00992: -0.616 -0.917 -1.193 0.356 -1.048
0019 0. 0. 0. 0.75 0. -1. 0.15	00993: 0.398 0.645 1.526 0.349 0.340
0020 0. 0. 0. 0.95 0. -0.75 0.15	00994: -1.226 0.542 -0.633 0.207 -0.056
0021 0. 0. 0. 0.59 0. -0.5 0.15	00995: 0.679 -0.502 0.073 1.608 -0.609
0022 0. 0. 0. 0.25 0. -0.25 0.15	00996: -0.815 0.260 -0.220 0.206 0.054
0023 0. 0. 0. 0.43 0. 0. 0.15	00997: -0.511 -0.626 0.724 -0.773 0.082
0024 0. 0. 0. 1.01 0. 0.25 0.15	00998: -0.944 -1.435 -0.323 0.134 -0.904
0025 0. 0. 0. 0. 1. 0.5 0.15	00999: 0.319 0.176 0.520 0.308 0.293
0026 0. 0. 0. 0. 0.66 0.75 0.15	01000: 1.043 -0.772 1.802 1.593 2.137
0027 0. 0. 0. 0. 0.34 1. 0.15	
0028 0. 0. 0. 0. 0.46 1.25 0.15	
0029 0. 0. 0. 0. 1. 1.5 0.15	
0030 0. 0. 0. 0. 1.07 1.75 0.15	

Response Generation	

Raw Scores: Mean = 17.253 SD = 4.73	
Abilities written to 1054.THT Format: (A5,1X,5F9.3)	
Responses written to 1054.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)	

EK: A.15: 1000 Örneklem 5 Boyut 0.70 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 1054.csv (5 boyutlu, 0.4 korelasyon ve 1000 örneklem büyüklüğü)

```
1000
5
0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
1.0,1.0,1.0,1.0,1.0
1.0
0.7,1.0
0.7,0.7,1.0
0.7,0.7,0.7,1.0
0.7,0.7,0.7,0.7,1.0
30
1057.csv
1057
```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 1000	Ability
No. of Variables (Dimensions)= 5	00001: 0.031 -0.101 -0.240 -0.414 0.115
	00002: -1.170 -0.736 -0.091 -0.693 -0.615
Variables Mean SD	00003: 0.341 0.271 1.665 0.432 0.557
-----	00004: -0.083 0.535 0.316 0.846 0.771
1 -0.0108 1.0045	00005: 0.872 0.721 0.826 0.322 -0.060
2 -0.0245 1.0324	00006: -1.539 -1.518 -0.515 -1.827 -0.811
3 -0.0238 1.0082	00007: 1.075 1.299 -0.352 0.180 0.097
4 -0.046 1.0484	00008: -0.221 -1.108 -0.227 -0.446 -1.419
5 -0.0734 1.0064	00009: 0.981 0.137 0.594 1.272 1.026
	00010: -0.661 -0.265 0.252 -1.215 -0.654
Correlation Matrix	00011: 1.606 0.196 1.220 1.982 1.492
-----	00012: -0.414 -0.279 -0.746 -0.151 0.439
1.000	00013: 0.664 0.657 -0.711 0.040 0.645
0.726 1.000	00014: 0.714 -0.425 -0.541 -1.492 -0.824
0.710 0.702 1.000	00015: 2.449 1.770 0.515 1.905 2.477
0.697 0.721 0.708 1.000	00016: 0.031 0.770 0.100 2.122 1.506
0.718 0.727 0.722 0.708 1.000	00017: 0.951 -0.149 -0.521 0.193 0.589
	.
-----	.
Item Summary	.
-----	.
Item Parameter File = 5.csv	.
Count=30	.
Item parameters: a1...a5,d,c	.
0001 1.01 0. 0. 0. 0. -1.75 0.15	.
0002 1. 0. 0. 0. 0. -1.5 0.15	.
0003 0.97 0. 0. 0. 0. -1.25 0.15	.
0004 0.56 0. 0. 0. 0. -1. 0.15	.
0005 0.34 0. 0. 0. 0. -0.75 0.15	.

0006	0.99	0.	0.	0.	0.	-0.5	0.15	.
0007	0.	0.45	0.	0.	0.	-0.25	0.15	.
0008	0.	1.01	0.	0.	0.	0.	0.15	.
0009	0.	1.12	0.	0.	0.	0.25	0.15	.
0010	0.	0.64	0.	0.	0.	0.5	0.15	.
0011	0.	1.	0.	0.	0.	0.75	0.15	.
0012	0.	0.79	0.	0.	0.	1.	0.15	00986: -0.125 -0.876 -0.601 -1.089 0.836
0013	0.	0.	1.11	0.	0.	1.25	0.15	00987: 0.288 -0.189 -0.441 -0.547 0.581
0014	0.	0.	1.23	0.	0.	1.5	0.15	00988: -1.208 -2.025 -1.982 -0.454 -2.268
0015	0.	0.	0.88	0.	0.	1.75	0.15	00989: 0.187 1.220 1.059 -0.272 0.209
0016	0.	0.	1.01	0.	0.	-1.75	0.15	00990: 0.053 0.344 -0.837 -0.253 -1.491
0017	0.	0.	1.15	0.	0.	-1.5	0.15	00991: -0.188 -0.876 -0.366 0.595 0.146
0018	0.	0.	0.99	0.	0.	-1.25	0.15	00992: -0.747 -1.278 -0.814 -2.134 -1.284
0019	0.	0.	0.	0.75	0.	-1.	0.15	00993: -1.490 -0.847 -1.007 -0.684 -0.096
0020	0.	0.	0.	0.95	0.	-0.75	0.15	00994: -0.409 -0.361 -0.452 0.373 0.021
0021	0.	0.	0.	0.59	0.	-0.5	0.15	00995: 0.686 -0.927 0.599 -0.291 0.260
0022	0.	0.	0.	0.25	0.	-0.25	0.15	00996: 1.082 0.698 1.065 1.106 1.600
0023	0.	0.	0.	0.43	0.	0.	0.15	00997: -0.151 -0.059 -0.730 -0.272 -1.042
0024	0.	0.	0.	1.01	0.	0.25	0.15	00998: 0.615 0.233 0.358 -0.426 -0.547
0025	0.	0.	0.	0.	1.	0.5	0.15	00999: 0.730 0.165 0.195 1.349 0.975
0026	0.	0.	0.	0.	0.66	0.75	0.15	01000: 0.088 -0.716 -0.533 -0.069 0.188
0027	0.	0.	0.	0.	0.34	1.	0.15	
0028	0.	0.	0.	0.	0.46	1.25	0.15	
0029	0.	0.	0.	0.	1.	1.5	0.15	
0030	0.	0.	0.	0.	1.07	1.75	0.15	

Response Generation								

Raw Scores: Mean = 17.06 SD = 5.516								
Abilities written to 1057.THT Format: (A5,1X,5F9.3)								
Responses written to 1057.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)								

EK: A.16: 2000 Örneklem 2 Boyut 0.10 Korelasyon

Veri Üretimi için kullanılan madde parametre değerlerini gösteren MIRTGEN Dosya Kodları: 2021.csv (2 boyutlu, 0.1 korelasyon ve 1000 örneklem büyüklüğü)

```

2000
5
0.0,0.0
1.0,1.0
1.0
0.7,1.0
30
2021.csv
2021

```

Elde Edilen Veri Setinin Psikometrik Özellikleri

Sample Size = 2000	Ability
No. of Variables (Dimensions)= 2	00001: 1.217 -0.827
	00002: -1.434 -1.195
Variables Mean SD	00003: 1.271 0.519
-----	00004: 0.673 1.156
1 -0.0288 0.9892	00005: -0.316 -3.147
2 -0.0104 0.9892	00006: -0.923 -0.524
	00007: -0.952 -1.083
Correlation Matrix	00008: -2.058 -1.023
-----	00009: -1.326 -0.902
1.000	00010: 0.361 1.337
0.104 1.000	00011: 0.856 0.229
	00012: 1.772 -2.018
-----	00013: -0.522 -0.246
Item Summary	00014: -0.511 -0.485
-----	00015: 0.220 -0.009
Item Parameter File = 2.csv	00016: 0.500 -1.263
Count=30	00017: -0.585 -1.536
Item parameters: a1...a2,d,c	.
0001 1,01 0, -1,75 0,15	.
0002 1,00 0, -1,5 0,15	.
0003 0,97 0, -1,25 0,15	.
0004 0,56 0, -1, 0,15	.
0005 0,34 0, -0,75 0,15	.
0006 0,99 0, -0,5 0,15	.
0007 0,45 0, -0,25 0,15	.
0008 1, 01 0, 0, 0,15	.
0009 1,12 0, 0,25 0,15	.
0010 0,64 0, 0,5 0,15	.
0011 1,00 0, 0,75 0,15	.
0012 0,79 0, 1, 0,15	.
0013 1,11 0, 1,25 0,15	.
0014 1,23 0, 1,5 0,15	.
0015 0,88 0, 1,75 0,15	.
0016 0, 1,01 -1,75 0,15	.
0017 0, 1,15 -1,5 0,15	.
0018 0, 0,99 -1,25 0,15	01986: 1.069 1.717
0019 0, 0,75 -1, 0,15	01987: 0.330 1.121
0020 0, 0,95 -0,75 0,15	01988: -0.378 1.014
0021 0, 0,59 -0,5 0,15	01989: -0.407 -0.245
0022 0, 0,25 -0,25 0,15	01990: 2.471 1.015
0023 0, 0,43 0, 0,15	01991: 0.544 0.057
0024 0, 1,01 0,25 0,15	01992: -0.280 -0.186
0025 0, 1,00 0,5 0,15	01993: -1.223 -0.492
0026 0, 0,66 0,75 0,15	01994: -1.073 1.579
0027 0, 0,34 1, 0,15	01995: 0.333 -1.224
0028 0, 0,46 1,25 0,15	01996: 0.764 1.150
0029 0, 1,00 1,5 0,15	01997: 1.382 -0.855
0030 0, 1,07 1,75 0,15	01998: 0.013 -0.877
	01999: 1.249 0.447
-----	02000: 2.346 2.150

Response Generation	

Raw Scores: Mean = 17.125 SD = 4.663	
Abilities written to 2021.THT Format: (A5,1X,2F9.3)	
Responses written to 2021.DAT Format: (A5,3X,I3,30A1)	

Verilerin Analizinde Kullanılan flexMIRT Analiz Syntaksları

Tek Boyutlu Madde Tepki Kuramına Dayalı Yapılan Madde Kestirimlerine Ait Syntaks

```
<Project>
Title = "3PL, 2 Dimension ";
Description = "Group Calibration,
saving parameter estimates";
<Options>
Mode = Calibration;
GOF = Extended;
savePRM = Yes;
<Groups>
%Group1%
File = "C:\Users\Emrah\Desktop\5 BOYUTLU\5D\2057\2057_5.DAT";
Varnames = v1-v6;
N = 2000;
Ncats(v1-v6) = 2;
Model(v1-v6) = ThreePL;
<Constraints>
```

Tek Boyutlu Madde Tepki Kuramına Dayalı Yapılan Birey Kestirimlerine Ait
Syntaks

```
<Project>
Title = "3PL ML Scoring Example";
Description = "Group Scoring";
<Options>
Mode = scoring;
ReadPRMFile = "C:\Users\Emrah\Desktop\5 BOYUTLU\5D\2057\2057_5-
prm.txt";
Score= MAP;
MaxMLscore = 5.0;
MinMLscore = -5.0;
saveSCO = YES;
<Groups>
%Group1%
File = "C:\Users\Emrah\Desktop\5 BOYUTLU\5D\2057\2057_5.DAT";
Varnames = v1-v6;
N = 2000;
<Constraints>
```

Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramına Dayalı Yapılan Madde ve Birey Kestirimlerine Ait Syntaks (2000, 5 Boyut ve 0.1 Korelasyon için)

```

<Project>
Title = "521 Data";
Description = "2000 Örneklem 5 Boyutlu Korelasyon 0.1";
<Options>
Mode = Calibration;
Algorithm=MHRM;
RndSeed = 432;
ProposalStd = 0.1;
SaveSCO = YES;
Score = MAP;
SavePRM = Yes;
Processor = 4;
FactorLoadings = Yes;
<Groups>
%Group1%
File = "C:\Users\Emrah\Desktop\5 BOYUTLU\5D\2051\2051.DAT";
Varnames = v1-v30;
Select = v1-v30;
N = 2000;
Dimensions = 5;
Ncats(v1-v30) = 2;
Model(v1-v30) = ThreePL;
<Constraints>
Fix (v1-v30),Slope;
Free (v1-v6),Slope(1);
Free (v7-v12),Slope(2);
Free (v13-v18),Slope(3);
Free (v19-v24),Slope(4);
Free (v25-v30),Slope(5);
Free Cov(2,1);
Free Cov(3,1);
Free Cov(4,1);
Free Cov(5,1);
Free Cov(2,3);
Free Cov(2,4);
Free Cov(2,5);
Free Cov(3,4);
Free Cov(3,5);
Free Cov(4,5);

```

ÖZGEÇMİŞ

Ad- Soyadı : Emrah GÜL

Doğum Tarihi : 31.01.1987

İletişim Bilgileri : Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi

E-posta Adresi : egul@ankara.edu.tr

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Fırat	2009
Yüksek Lisans	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Fırat	2011
Doktora	Ölçme ve Değerlendirme	Ankara	2011-...

İş Deneyimi :

Unvan	Görev Yeri	Yıl
Araştırma Görevlisi	Hakkâri Üniversitesi, Eğitim Fakültesi	2010-2011
Araştırma Görevlisi	Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi	2011-2015