

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ANABİLİM DALI
EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME PROGRAMI**

**DINA MODELDE Q MATRİSİNİN HATALI BELİRLENMESİNİN FARKLI
ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜKLERİNDE PARAMETRE KESTİRİMİNE
VE BİREYLERİN SINIFLANDIRILMASINA ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

GİZEM UYUMAZ

Ankara, Aralık, 2016

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ANABİLİM DALI
EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME PROGRAMI**

**DINA MODELDE Q MATRİSİNİN HATALI BELİRLENMESİNİN FARKLI
ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜKLERİNDE PARAMETRE KESTİRİMİNE
VE BİREYLERİN SINIFLANDIRILMASINA ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

GİZEM UYUMAZ

DOÇ. DR. ÖMAY ÇOKLUK BÖKEOĞLU

Ankara, Aralık, 2016

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼ę¼'ne

Gizem UYUMAZ'ın hazırladığı "DINA Modelde Q Matrisinin Hatalı Belirlenmesinin Farklı rneklem B¼y¼kl¼klerinde Parametre Kestirimine ve Bireylerin Sınıflandırılmasına Etkisi" başlıklı bu çalışma, j¼rimiz tarafından Eğitimde lme ve Değerlendirme Anabilim Dalı'nda Eğitimde lme ve Değerlendirme Doktora Programı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan (Tez Danışmanı): Doç. Dr. Ömay ÇOKLUK BÖKEOĞLU.....

¼ye: Yrd. Doç. Dr. G¼l¼ şEKERCİOĞLU

¼ye: Yrd. Doç. Dr. Celal Deha DOĞAN

¼ye: Prof. Dr. Nuri DOĞAN

¼ye: Yrd. Doç. Dr. Deniz G¼LLEROĐLU

ONAY

Bu tez Ankara ¼niversitesi Lisans¼st¼ Eğitim-ğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri ¼yeleri tarafından 20/12/2016 tarihinde uygun gr¼lm¼ř ve Enstit¼ Yönetim Kurulunca/...../20..... tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail G¼VEN

Eğitim Bilimleri Enstit¼s¼ M¼d¼r¼

Bildirim

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.



Gizem UYUMAZ

Özet

DINA MODELDE Q MATRİSİNİN HATALI BELİRLENMESİNİN FARKLI ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜKLERİNDE PARAMETRE KESTİRİMİNE VE BİREYLERİN SINIFLANDIRILMASINA ETKİSİ

Uyumaz, Gizem

Doktora, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ömay Çokluk Bökeoğlu

Aralık 2016, xv + 166 sayfa

Bireylerin ölçülen beceri ya da beceriler bakımından sınıflandırılmasının geçerliği, ölçme aracındaki her maddenin, ölçtüğü becerilere göre sınıflandırmada farklı etkiye sahip olmasıyla sağlanır. Bunu temel alan Bilişsel Tanı Modellerinde çıkarımların kalitesi ve sınıflamaların doğruluğu, ölçme aracındaki madde-beceri ilişkilerinin hatasız kurulmasına diğer bir deyişle Q matrisinin hatasızlığına bağlıdır. Q matrisinin hatalı belirlenmesi bireyler hakkında verilen kararların hatalı olmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle, temel araştırma niteliğindeki bu çalışmada, DINA modele uygun simülatif olarak oluşturulan farklı örneklem büyüklüklerindeki (250, 500, 1000) veri setlerinde, 30 madde ile 4 beceri ölçülecek biçimde yapılandırılan Q matrisinin farklı biçimlerde hatalı belirlenmesinin (düzen, oran, madde blokları, bağımlılık ilişkisi), madde parametrelerine ve bireylerin sınıflandırılmalarına etkisi incelenmiştir. Üç farklı örneklem büyüklüğü için, 20 farklı koşulda hatalı belirlenen Q matrislerine ilişkin kestirimler, veri setine uygun hatasız Q matrisine ilişkin madde parametreleri ve sınıflamalarla karşılaştırılmıştır. Parametre kestirimleri Bayes kestirimine dayanan Markov Zinciri Monte Carlo yöntemi ile yapılmıştır. Gibbs örnekleyicisinde zincir uzunluğu 5000, yakma periyodu ise 1000 olarak belirlenmiştir ve parametre kestirimleri 4000 iterasyona göre yapılmıştır. Q matrisinde eksik belirleme yapılan koşullarda, eksik belirleme yapılan maddelere ilişkin kaydırma parametreleri ve bunlara ilişkin standart hata değerleri, fazla belirleme yapılan koşullarda ise fazla belirleme yapılan maddelere ilişkin tahmin parametreleri ve bunlara ilişkin standart hata değerleri gerçek değerinden yüksek değerde kestirilmiştir. Ele alınan koşulların tümünde, parametre kestirimleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir. Fakat bireylerin hatalı Q matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q

matrisi ile elde edilen sınıflama oranları farklılaşmamaktadır. Q matrisi hatalı belirlendiğinde, incelenen tüm örneklem büyüklüğü koşullarında, parametre kestirimleri hatalı olmaktadır ancak kestirimlerdeki hata miktarı örneklem büyüklüğüne göre düzenli bir farklılaşma göstermemektedir.

Anahtar Kelimeler: Q matrisi, hatalı belirleme, DINA model



Summary

THE EFFECT OF THE Q-MATRIX MISSPECIFICATION ON PARAMETER ESTIMATION AND CLASSIFICATION OF INDIVIDUALS IN DIFFERING SAMPLE SIZES FOR THE DINA MODEL

Uyumaz, Gizem

Ph.D., Measurement and Evaluation in Education Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ömay Çokluk Bökeoğlu

January 2017, xv + 166 pages

The validity of the classification of individuals with respect to the attribute or attributes that are tested, is provided when each item in the scale has a different effect on the classification according to the tested attributes. In CDMs, based on this condition, the quality of implications and the accuracy of classification depend on developing proper item-attribute relationships, in other words, the correctness of Q-matrix. Misspecification of the Q-matrix leads to the incorrect decisions about the individuals. Therefore, the present study, serving as a fundamental research, investigates the effect of the Q-matrix misspecification to be constructed to assess 30 items and 4 attributes in different ways (array, percentage, item blocks, dependency relationship) in the data sets having differing sample sizes (250, 500, 1000), which are designed as a simulation in accordance with the DINA model, on item parameters and classification of individuals. It compares estimation for Q matrix that is misspecified in 20 different conditions, item parameters and classifications with respect to the correctly estimated Q-matrix appropriate to data set for three different sample sizes. Parameter estimations were made using Markov Chain Monte Carlo method based on Bayesian estimation. The chain length was 5000 and the burn-in was 1000 in Gibbs sampling and parameter estimation was made according to 4000 iteration. In case of under-specification in Q-matrix, slipping parameters for under-specified items and their standard error values related to these; in case of over-specification, guessing parameters related to over-specified items and their standard error values related to these were overestimated. Parameter estimation is affected by the Q-matrix misspecification in all of the conditions discussed. However, the rate of placing individuals to the different latent

classes by using the misspecified Q-matrix, and the classification ratios obtained through the correctly estimated Q-matrix do not become distinct. When the Q-matrix is misspecified, parameter estimation is expected to be faulty under all observed sample size conditions. Nevertheless, the amount of error in estimation does not show a regular variation in accordance with the sample size.

Keywords: Q-matrix, Misspecification, DINA model



Önsöz ve Teşekkür

Bu çalışmada DINA modelde Q matrisinin hatalı belirlenmesinin farklı örneklem büyüklüklerinde parametre kestirimine ve bireylerin sınıflandırılmasına etkisi incelenmiştir.

Çalışmam süresince pek çok konuda fazlaca destek aldım. Bu doğrultuda öncelikle lisansüstü eğitimime başladığım ilk günden beri her an yanımda olan ve hem yüksek lisans hem de doktora tez çalışmalarımın planlanması, araştırılması, yürütülmesi ve oluşumunda, ilgisini ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmalarımı bilimsel temeller ışığında şekillendiren, aynı zamanda eğitim hayatım dışında sosyal hayatımda da beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, attığım her adımda desteğini hissettiğim, deneyimleriyle yolumu aydınlatan Sayın Danışman Hocam Doç. Dr. Ömay ÇOKLUK BÖKEOĞLU'na,

Başta Sayın Hocam Prof. Dr. Nizamettin KOÇ olmak üzere, beş yıl boyunca büyük bir mutluluk ve huzur ile birlikte çalıştığım, kişisel ve akademik gelişimimde önemli katkıları bulunan, akademisyenliği en iyi örnekleri olan onlardan öğrendiğim, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Ölçme ve Değerlendirme bölümünün değerli öğretim üyelerine,

Tanımdan büyük onur duyduğum, engin tecrübeleri ve yönlendirmeleriyle akademik gelişimimde önemli katkıları bulunan, en zor zamanlarımda benimle benden çok ilgilenip aileden biri gibi destek olan, süreçte çok yordduğum Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Güçlü ŞEKERCİOĞLU'na,

Benden destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, yapıcı yaklaşımı ve önerileriyle yol haritası oluşturan Sayın Hocam Doç. Dr. Bayram BIÇAK'a,

Birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Hakan KOĞAR'a,

Lisansüstü eğitimim boyunca önemli katkıları olan, doktora tez önerimin yapılandırılmasından savunmama kadarki süreçte düzeltmeleri ve tavsiyeleriyle çalışmamın niteliğini arttıran, ancak yurt dışında olması nedeniyle tez savunmamda bulunamayan Sayın Hocam Prof. Dr. Nükhet ÇIKRIKÇI DEMİRTAŞLI'ya,

Katkı ve yönlendirmeleri için Sayın Prof. Dr. Lou DiBello'ya,

Çalışmamın niteliğinin artmasında önemli katkıları olan değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Nuri DOĞAN, Yrd. Doç. Dr. Deniz GÜLLEROĞLU ve Yrd. Doç. Dr. C.Deha DOĞAN'a,

Lisansüstü öğrenimim boyunca burs aldığım, desteğiyle akademik gelişimimde önemli katkıları olan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK),

Hayatımın bu en yorucu ama en keyifli zamanlarında hep yanımda olup hayatıma renk katan, psikolojik ve akademik desteğiyle işimi kolaylaştıran, vazgeçilmezim Gözde UYUMAZ'a,

Her konuda bana destek olan, verdiğim her kararda destekçim, başarılarımdaki en büyük payın sahibi anne ve babam Havva-Ömer UYUMAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gizem UYUMAZ

İçindekiler

Kabul/Onay	ii
Bildirim	iii
Özet	iv
Summary	vii
Önsöz ve Teşekkür	viii
İçindekiler	x
Çizelgeler Dizini	xii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ	1
Problem Durumu	1
Amaç	4
Önem	5
Sınırlılıklar	6
Kısaltmalar	6
BÖLÜM II	8
KURAMSAL ÇERÇEVE	8
Bilişsel Tanı Modelleri	8
DINA Model	13
Q Matrisi	14
Madde Parametrelerinin Kestirimi	21
Örtük Sınıflar ve Bireylerin Sınıflandırılması	26
İlgili Araştırmalar	30
BÖLÜM III	42
YÖNTEM	42
Araştırma Modeli	42
Verilerin Üretilmesi	42
Yanıt Örüntüsüne İlişkin Özellikler	42
Hatalı Q Matrislerine İlişkin Özellikler	44
Verilerin Analizi	49

BÖLÜM IV	52
BULGULAR VE YORUMLAR	52
Hatasız Q Matrisine İlişkin Bulgular	52
Q Matrisinin Farklı Oranlarda Hatalı Belirlendiği Durumlara İlişkin Bulgular	55
Q Matrisinin Farklı Oranlarda Eksik Belirlendiği Durumlara İlişkin Bulgular	55
Q Matrisinin Farklı Oranlarda Fazla Belirlendiği Durumlara İlişkin Bulgular	68
Q Matrisinin Farklı Oranlarda Dengeli Hatalı Belirlendiği Durumlara İlişkin Bulgular	81
Farklı Madde Bloklarında Q Matrisinin Hatalı Belirlenmesine İlişkin Bulgular	92
Farklı Madde Bloklarında Eksik Belirlenme Durumuna İlişkin Bulgular	92
Farklı Madde Bloklarında Fazla Belirlenme Durumuna İlişkin Bulgular	100
Q Matrisinde Hatalı Bağımlılık İlişkisi Belirlenmesi Durumuna İlişkin Bulgular	108
Q Matrisinde Baskılama İlişkisi Belirlenmesi Durumuna İlişkin Bulgular	108
Q Matrisinde Bağlayıcı İlişki Belirlenmesi Durumuna İlişkin Bulgular	114
BÖLÜM V	123
SONUÇ VE ÖNERİLER	123
Sonuçlar	123
Öneriler	127
KAYNAKLAR	129
EKLER	133

Çizelgeler Dizini

Çizelge 1	
<i>Bilişsel Tanı Modellerinin Sınıflandırılması</i>	11
Çizelge 2	
<i>Dört Becerinin Ölçüldüğü 15 Maddelik Başarı Testi İçin Oluşturulan Örnek Q Matrisi</i>	16
Çizelge 3	
<i>Hatalı Belirlenen Q Matrisleri ve Kodları</i>	48
Çizelge 4	
<i>Q Matrisinin Hatalı Belirlenme Durumlarına İlişkin Bilgiler</i>	49
Çizelge 5	
<i>Hatasız Q Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	53
Çizelge 6	
<i>Hatasız Q Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	55
Çizelge 7	
<i>Hatalı Q1 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	56
Çizelge 8	
<i>Hatalı Q1 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	59
Çizelge 9	
<i>Hatalı Q2 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	60
Çizelge 10	
<i>Hatalı Q2 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	63
Çizelge 11	
<i>Hatalı Q3 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	64
Çizelge 12	
<i>Hatalı Q3 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	67
Çizelge 13	
<i>Hatalı Q4 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	69
Çizelge 14	
<i>Hatalı Q4 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	72
Çizelge 15	
<i>Hatalı Q5 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	73
Çizelge 16	
<i>Hatalı Q5 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	75

Çizelge 17	
<i>Hatalı Q6 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	76
Çizelge 18	
<i>Hatalı Q6 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	80
Çizelge 19	
<i>Hatalı Q7 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	82
Çizelge 20	
<i>Hatalı Q7 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	84
Çizelge 21	
<i>Hatalı Q8 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	85
Çizelge 22	
<i>Hatalı Q8 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	87
Çizelge 23	
<i>Hatalı Q9 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	88
Çizelge 24	
<i>Hatalı Q9 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	91
Çizelge 25	
<i>Hatalı Q10 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	93
Çizelge 26	
<i>Hatalı Q10 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	94
Çizelge 27	
<i>Hatalı Q11 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	95
Çizelge 28	
<i>Hatalı Q11 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	96
Çizelge 29	
<i>Hatalı Q12 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	98
Çizelge 30	
<i>Hatalı Q12 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	99
Çizelge 31	
<i>Hatalı Q13 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	101

Çizelge 32	
<i>Hatalı Q13 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	102
Çizelge 33	
<i>Hatalı Q14 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	104
Çizelge 34	
<i>Hatalı Q14 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	105
Çizelge 35	
<i>Hatalı Q15 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	106
Çizelge 36	
<i>Hatalı Q15 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	108
Çizelge 37	
<i>Hatalı Q16 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	109
Çizelge 38	
<i>Hatalı Q16 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	110
Çizelge 39	
<i>Hatalı Q17 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	112
Çizelge 40	
<i>Hatalı Q17 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	113
Çizelge 41	
<i>Hatalı Q18 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	115
Çizelge 42	
<i>Hatalı Q18 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	116
Çizelge 43	
<i>Hatalı Q19 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	117
Çizelge 44	
<i>Hatalı Q19 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	118
Çizelge 45	
<i>Hatalı Q20 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	119
Çizelge 46	
<i>Hatalı Q20 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	121

Çizelge 47	
<i>Hatasız Q_y Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	146
Çizelge 48	
<i>Hatasız Q_y Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	147
Çizelge 49	
<i>Hatalı Q_{1y} Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	148
Çizelge 50	
<i>Hatalı Q_{1y} Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	149
Çizelge 51	
<i>Hatalı Q_{4y} Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	150
Çizelge 52	
<i>Hatalı Q_{4y} Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	151
Çizelge 53	
<i>Hatalı Q_{1y} ve Q_{4y} Matrisleri Kullanılarak 50 Kişi İçin Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	152
Çizelge 54	
<i>Hatalı Q_{1y} ve Q_{4y} Matrisleri Kullanılarak 50 Kişi İçin Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	153
Çizelge 55	
<i>Hatalı Q_{1y} ve Q_{4y} Matrisleri Kullanılarak 100 Kişi İçin Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	154
Çizelge 56	
<i>Hatalı Q_{1y} ve Q_{4y} Matrisleri Kullanılarak 100 Kişi İçin Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	155
Çizelge 57	
<i>Hatalı Q_1 ve Q_4 Matrisleri Kullanılarak 100 Kişi İçin Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	156
Çizelge 58	
<i>Hatalı Q_1 ve Q_4 Matrisleri Kullanılarak 100 Kişi İçin Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	157
Çizelge 59	
<i>Hatalı Q_1 ve Q_4 Matrisleri Kullanılarak 50 Kişi İçin Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları</i>	158
Çizelge 60	
<i>Hatalı Q_1 ve Q_4 Matrisleri Kullanılarak 50 Kişi İçin Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları</i>	159

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde çalışmanın problem durumuna, amacına, önemine, sınırlılıklarına ve kısaltmalarına yer verilmiştir.

Problem Durumu

Eğitimde ve psikolojide kullanılan her bir ölçme aracı ya da bu araçlarda yer alan her bir madde, bireylerin belli bir beceriye sahip olup olmadığını ya da sahip oluş derecesini belirlemek amacıyla oluşturulur. Bu durum da beraberinde bireylerin her bir maddedeki ve aracın bütünündeki performansı için bir sınıflama yapılmasını gerektirir. Bireyin bir maddeye verdiği yanıtı göre, o madde ile ölçülen beceriye sahip bireyler sınıfında mı yoksa sahip olmayan bireyler sınıfında mı ya da hangi düzeyde sahip bireyler sınıfında yer alacağını, benzer biçimde ölçme aracıyla ölçülen beceriler bakımından hangi düzeydeki bireylerle aynı sınıfta yer alacağını belirlenmesi amaçlanır.

Bir ölçme aracı tek bir beceriyi ölçmeye yönelik olmayabileceği gibi, bir maddenin doğru yanıtlanması için de yalnızca bir beceriye sahip olmak yeterli olmayabilir. Bu tür durumlarda, bireylerin sınıflandırılmasında, araçtaki her bir maddenin aynı etkiye sahip olması, sınıflandırmaların geçerliği ve verilecek kararların doğruluğu açısından uygun değildir. Özellikle maksimum performansın ölçüldüğü başarı testlerinde, bireylerin maddedeki ve testin bütünündeki performanslarının doğru biçimde sınıflandırılması, her bir maddeyi doğru yanıtlamak için hangi becerilerin gerekli olduğunun işin içerisine katılması ile mümkündür. Bunu sağlayabilmek Bilişsel Tanı Modelleri (BTM) olarak adlandırılan modellerin kullanılmasıyla olanaklı olabilmektedir (Rupp ve Templin, 2008b; Rupp ve diğerleri, 2010; De la Torre, 2009a).

Bilişsel tanı modellerinde, ölçme aracında yer alan her bir maddenin doğru yanıtlanabilmesi için gerekli olan beceriler doğru belirlendiğinde ve doğru tanımlandığında, bireylerin maddelere verdikleri yanıtlardan hareketle, sahip oldukları ya da olmadıkları beceriler belirlenir ve böylelikle daha doğru (geçerli) sınıflamaların

yapılması sağlanır. BTM sayesinde bir öğrenci için yalnızca test ya da alt test puanı üzerinden belirleme yapmak değil, öğrencinin her bir maddedeki ve ölçülen yapıya ilişkin her bir becerideki profili çıkarılarak, hem madde düzeyinde hem de beceriler düzeyinde belirlemeler yapmak ve geribildirim vermek mümkündür. Böylece sadece sınıflamaya dayalı bir değerlendirme yapmanın ötesinde öğrencinin eğitim ihtiyaçları belirlenebilir ve bu sayede eğitim sürecine yön verilebilir (Rupp ve diğerleri, 2010; De la Torre, 2009a).

Türkiye’de hemen hemen eğitimin her düzeyinde okul uygulamalarıyla ya da ulusal çaptaki geniş ölçekli test uygulamalarıyla yapılan durum belirleme ve değerlendirmelerde öğrencilere ilişkin yalnızca toplam puan (test ya da alt test puanı, göreve ilişkin puan) üzerinden belirlemeler yapılmaktadır. Öğrencilere uygulanan ölçme araçlarında yer alan her bir maddeye ya da ölçülen yapıyla bağlantılı her bir beceriye ilişkin bir profil çıkarılarak, hem madde düzeyinde hem de beceriler düzeyinde belirlemeler yapılmamakta, buna bağlı olarak da öğrencilere nitelikli geribildirim verilememekte ve sınıflamaya dayalı bir değerlendirmenin ötesine geçilememektedir. Bu da öğrencilerin mevcut durumlarının tam olarak belirlenememesine, sonraki eğitim düzeyine, bu düzeye ilişkin ön öğrenmeler tam olarak sağlanamadan geçilmesine ve eğitim ihtiyaçları tam olarak belirlenemediğinden eğitim sürecine yön verirken hatalar yapılmasına sebep olmaktadır. Bu sorunların çözüm yollarından biri “Bilişsel Tanılama Yoluyla Durum Belirleme” uygulamalarından geçmektedir ve bu amaçla “Bilişsel Tanı Modelleri” kullanılır.

Bilişsel tanı modelleri ile geliştirilen testlerde, maddeler ile bu maddeyle ölçülen beceriler arasındaki ilişkilerin kullanılarak, bireyin sahip olduğu ya da olmadığı beceriler belirlenir ve bireyin ölçme aracının kapsamına yönelik güçlü ve zayıf olduğu yönler ortaya çıkarılır. Bireyin ölçülen konu alanlarında hangi düzeyde olduğu belirlenerek eğitim ortamındaki öğrenmeleri teşhis edilir. Bu sayede bireyin eksik olduğu yönler ve bir sonraki eğitim seviyesi için hazırbulunuşluk düzeyi belirlenir. Bu verilere bağlı olarak da eğitim sürecine doğru bir biçimde yön verilebilir (De la Torre, 2009a; Rupp ve Templin, 2008b; Rupp ve diğerleri, 2010).

Bilişsel tanı modellerinde elde edilen bilginin kalitesi, yapılacak çıkarımların ve alınacak kararların doğruluğu, maddenin kalitesinin yanı sıra, geliştirilen ölçme aracıyla ölçülen yapıyla bağlantılı beceriler ile ölçme aracındaki maddeler arasındaki ilişkilerin doğru kurulmasına ve bireylerin becerilerle ilişkili örtük sınıflara yerleştirilmesinin (sınıflandırmanın) geçerliğine bağlıdır. BTM’lerde sınıflandırmanın geçerliği ise

doğrudan Q matrisinin hatasız belirlenmesiyle ilişkilidir. Q matrisinin hatalı belirlendiği durumlar, analizler sonucunda oluşturulacak birey profilinin yanlış olmasına, yanlış belirlenmeler yapıp, yanlış kararlar verilmesine ve buna bağlı olarak da yanlış yönlendirmeler yapılmasına neden olabilecektir (De la Torre, 2009a; Rupp ve Templin, 2008b; Rupp ve diğerleri, 2010).

Bilişsel tanı modelleri kullanılarak geliştirilen başarı testlerinde temel problem madde parametrelerinin, hatasızlığın bir göstergesi olarak sifıra yakın değerler alması gerekirken (De la Torre ve Douglas, 2004; Li, 2008; Rupp ve Templin, 2008a), çalışmalar kapsamında yapılan analizler sonucunda yüksek değerlerde elde ediliyor olmasıdır. Bu durumun nedeni Q matrisinin belirlenmesinde hata yapılmış olmasıdır. Q matrisinin hatalı belirlenmesi madde parametresi kestirimlerini ve buna bağlı olarak da bireylerin sınıflandırılmasını etkilemektedir. Bireyler, ölçme aracıyla ölçülen beceriler bakımından hatalı şekilde sınıflandırıldığında, alınacak kararlar ve yapılacak yönlendirmeler hatalı olacaktır. Bu nedenle Q matrisinin hatasız belirlenmesi oldukça önemlidir.

Alyazın incelendiğinde, Q matrisinin belirlenmesinde diğer bir deyişle maddeler ile bu maddelerle ölçülen yapı kapsamında ele alınan beceriler arasındaki ilişkilerin tanımlanmasında yapılması olası pek çok hatalı belirleme durumunun olduğu tespit edilmiştir (Baker, 1993; Im ve Corter, 2011; De la Torre, 2008; Kunina-Habenicht, Rupp ve Wilhelm, 2012; MacDonald ve Kromrey, 2012; Rupp ve Templin, 2008a; MacDonald, 2013). Olası farklı hatalı belirleme durumlarının parametre kestirimlerini ve bireylerin sınıflandırılmasını nasıl etkilediğinin belirlenmesi ve bu belirlemelere dayalı olarak uygulayıcılara yol gösterilmesi, yapılan uygulamalar sonucunda alınacak kararların doğruluğu açısından önemlidir.

Bu çalışmada, DINA modelde Q matrisinin hatalı belirlenmesinin farklı örneklem büyüklüklerinde kestirilen madde parametrelerine ve bireylerin sınıflandırılmasına etkisi incelenmiştir. Hatalı Q matrislerinin kullanıldığı durumlarda yapılan kestirimler, veri setine uygun hatasız Q matrisi kullanılarak kestirilen parametrelerle ve elde edilen sınıflandırmalarla karşılaştırılmıştır.

Çalışma kapsamında Q matrisinin hatalı belirlenmesine ilişkin ele alınan değişkenler ve koşulları; hatalı belirleme düzeni (eksik, fazla ve dengeli), hatalı belirleme oranı (%5, %7.5 ve %10), madde ile ölçülen beceri sayısına dayalı olarak oluşturulan madde blokları (4, 3, 2 ve 1 beceri ölçen maddelerden oluşan madde grupları) ve beceriler arasındaki bağımlılık ilişkisinin hatalı belirlenmesi (baskılama

ilişkisi ve bağlayıcı ilişki) biçiminde seçilmiştir. Çalışma kapsamında incelenmek üzere bu koşulların seçilme nedeni uygulamada gerçek durumlarda daha çok karşılaşılan ya da yapılması daha olası hatalı belirlenmeleri kapsamaktadır.

Madde sayısı, ölçülen beceri sayısı, örneklem büyüklüğü, beceriler arasındaki ilişki hiyerarşisi gibi koşullar da bireylerin olası örtük sınıflara göre sınıflanmasını etkilemektedir (Baker, 1993; De la Torre ve Douglas, 2004; Im ve Corter, 2011; Kunina-Habenicht, Rupp ve Wilhelm, 2012; MacDonald, 2013; Qin, Zhang, Qiu, Huang, Geng, Jiang, Ren ve Zhou, 2015; Romero, Ordoñez, Ponsoda ve Revuelta, 2014; Rupp ve Templin, 2008a). Bu durum dikkate alınarak çalışma kapsamında incelemelerin yapılacağı Q matrisinde yer alan madde ve beceri sayısı belirlenmiş, farklı örneklem büyüklükleri (250, 500, 1000) için incelemeler yapılmış ve beceriler arasındaki ilişki hiyerarşisi de incelenen koşullar arasına eklenmiştir.

Çalışma kapsamında Q matrisinin farklı koşullarda hatalı belirlenmesine ilişkin incelemeleri yapmak üzere DINA modelin seçilme nedenleri; istatistiksel olarak en az karmaşık olan BTM'lerden biri olması, yorumlanmasının kolaylığı, basitliğine rağmen yüksek düzeyde model-veri uyumu sağlaması, bazı modifikasyonlarla modelin farklı BTM stratejilerine kolaylıkla uyum sağlaması, daha yeni ve daha karmaşık olan modeller kullanılarak elde edilen bulgular ile DINA model kullanılarak elde edilen bulgular arasında yüksek uyum olması ve bu modellerin DINA modeli temel almasıdır (De la Torre, 2011, 2009b; De la Torre ve Douglas, 2004, 2008; De la Torre ve Liu, 2008; Doignon ve Falmagne, 1999; Haertel, 1989; Tatsuoka, 2002).

Amaç

Bu çalışmanın amacı, DINA modelde Q matrisinin hatalı belirlenmesinin, farklı örneklem büyüklüklerinde parametre kestirimine ve bireylerin sınıflanmasına etkisinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

DINA modele uyum sağlayacak biçimde, farklı örneklem büyüklüklerine (250, 500 ve 1000 kişilik) sahip ve hatasız Q matrisine uygun, simülatif olarak üretilen yanıt örüntüleri için;

1. Q matrisinin hatasız olduğu durumda,
2. Q matrisinin seçkisiz olarak %5, %7.5 ve %10 oranında sırasıyla eksik, dengeli ve fazla belirlendiği durumlarda,

3. Q matrisinde yer alan; dört becerinin, üç becerinin, iki becerinin ve bir becerinin ölçüldüğü madde bloklarında, sırasıyla bir becerinin seçkisiz olarak eksik belirlendiği ve fazla belirlendiği durumlarda,
4. Matriste yer alan beceriler arasında baskılama ilişkisi ve bağlayıcı ilişki biçiminde hatalı bağımlılık ilişkisi tanımlandığı durumlarda,
 - a. parametre kestirimleri nasıldır?
 - b. bireyler nasıl sınıflanmaktadır?

Önem

Ölçmede amaç, bireylerin ölçülen özelliğe ilişkin mevcut durumunun doğru bir biçimde belirlenmesidir. Ancak bu sayede ölçme aracıyla elde edilen sonuçlar kullanılabilir, bu sonuçlara bağlı olarak alınan kararlar ise geçerli olacaktır. Ölçme sonuçlarına dayalı olarak verilen kararlarda, bireylerin bir ölçüte dayanarak sınıflanması söz konusudur. Bu sınıflamalar ölçme aracı düzeyinde ya da madde düzeyinde yapılabilir. Madde düzeyinde sınıflama yapılırken ölçme aracında yer alan her bir maddenin ölçülen becerilerle ilişkilerinin belirlenip, bu ilişkilerin ölçme sonuçlarına yansıtılması gerekir. Bunu sağlayabilmek bilişsel tanı modellerinin kullanılması ile mümkündür.

Bilişsel tanı modelleri ile geliştirilen testlerde, testte yer alan maddeler ile bu maddelerle ölçülen yapı kapsamında ele alınan beceriler arasındaki ilişkilerin kullanılması yoluyla, bireyin sahip olduğu ya da olmadığı beceriler belirlenerek, bireyin ölçme aracının kapsamına yönelik güçlü ve zayıf olduğu yönler ortaya çıkarılır. Bireyin ölçülen beceriler bazında hangi düzeyde olduğu belirlenerek eğitim ortamındaki öğrenmelerinin teşhisi ile eksik olduğu yönler ve bir sonraki eğitim seviyesi için hazırbulunuşluk düzeyi belirlenebilir, bunlara bağlı olarak da eğitim sürecine yön verilebilir. Bu avantajlarına rağmen özellikle ulusal alanyazında BTM temelli geliştirilen ölçme araçlarına (Başokçu, 2011; Demir, 2013) çok az rastlanmaktadır.

Bilişsel tanı modelleri kapsamında yapılan ölçmeler sonucunda elde edilen bilginin kalitesi, yapılacak çıkarımların ve alınan kararların doğruluğu Q matrisinin hatasız tanımlanmasına bağlıdır. Q matrisinin hatalı belirlenmesi, oluşturulacak birey profilinin hatalı olmasına, yanlış belirlemeler ve yönlendirmeler yapılmasına ve yanlış kararlar alınmasına neden olabilmektedir. Bu çalışmada Q matrisinin tanımlanmasında yapılabilecek olası hataların madde parametresi kestirimlerine ve bireylerin sınıflandırılmasına etkileri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında incelenen farklı

faktörlerin ve bunların alt koşullarının, model parametrelerine ve bireylerin sınıflanmasına etkisindeki teorik belirlemeler uygulamaya yansıtıldığında, elde edilen sonuçların ve bunlara bağlı olarak alınan kararların doğruluğuna katkı sağlayacaktır.

Türkiye’de bilişsel tanı modellerinin ele alındığı çalışmalar (Başokçu, 2010; 2011; 2012; 2014; Demir, 2013; Kaplan, 2016; Sünbül ve Kan, 2015; Şen ve Arıcan, 2015) yapılmış olmasına rağmen, bilişsel tanı modellerinde Q matrisinin ele alındığı bir çalışmaya yapılan taramalar kapsamında rastlanmamıştır. Uluslararası alanyazında bilişsel tanı modelleri kapsamında yer alan farklı modellerde Q matrisinin hatalı belirlenmesi üzerinde yapılan çalışmalar (Baker, 1993; De la Torre ve Douglas, 2004; Im ve Corter, 2011; Kunina-Habenicht, Rupp ve Wilhelm, 2012; MacDonald, 2013; MacDonald ve Kromrey, 2012; Qin, Zhang, Qiu, Huang, Geng, Jiang, Ren ve Zhou, 2015; Romero, Ordoñez, Ponsoda ve Revuelta, 2014; Rupp ve Templin, 2008a) bulunmakla birlikte, DINA modelde Q matrisinin hatalı belirlenmesi üzerine yapılan az sayıda araştırmaya (DeCarlo, 2012; De la Torre, 2008; Rupp ve Templin, 2008a) ulaşılmıştır. Bu araştırma kapsamında ele alınan Q matrisinin hatalı belirlenmesine ilişkin faktörlerin ve bunların farklı koşullarının, farklı örneklem büyüklüklerinde kestirimleri gerçek durumdan ne kadar farklılaştırdığının incelenmesinin alanyazına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Sınırlılıklar

1. Çalışma bilişsel tanı modellerinden DINA model ile sınırlandırılmıştır.
2. Çalışma kapsamında oluşturulan simülatif veri setleri dört beceri ve 30 madde içeren 250, 500 ve 1000 kişilik örneklem büyüklükleri ile sınırlandırılmıştır.

Kısaltmalar

AHM: Beceri Hiyerarşi Modeli (Attribute Hierarchy Method)

AIC: Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criterion)

AMP: Birey Nitelik Yeterlik Olasılığı (Attribute Mastery Probability)

BIC: Bayesci Bilgi Kriteri (Bayesian Information Criterion)

BIN: Bayesci Sonuç Çıkarımı Ağı (Bayesian Inference Network)

BTM: Bilişsel Tanı Modelleri (Cognitive Diagnostic Models)

C-RUM: Tamamlayıcı RUM (Compensatory-RUM)

DINA: Deterministic Inputs Noisy “And” Gate

DINO: Deterministic Inputs, Noisy ‘Or’ Gate

EAP: Sonsal Beklenen Kestirim (Expected A Posteriori)

E-M: Beklenti Maksimizasyonu (Expectation- Maximization)

G- DINA: Genelleştirilmiş DINA (generalized DINA)

GDM: Genel Tanısal Model (General Diagnostic Model)

H-GDM = hiyerarşik GDM (hierarchical GDM)

HO-DINA: Yüksek düzeyli DINA Model (High Order DINA)

HO-LLM: Yüksek Düzeyli LLM (High Order LLM)

LCDM: Log-Doğrusal Bilişsel Tanı Modeli (Log-Linear Cognitive Diagnosis Model)

LLM: Doğrusal Lojistik Model (Linear Logistik Model)

LLTM: Doğrusal Lojistik Test Modeli (Linear Logistik Test Model)

LLTSM: Log-Doğrusal Tanı Sınıflama Modeli

LSD: Least Squares Distance (En Küçük Kareler Uzaklığı)

MAD: Mean Absolute Difference (Ortalama Mutlak Fark)

MAP: Sonsal En Çok Kestirim (Maximum A Posteriori)

MCLCM: Çoklu Sınıflamalı Gizil Sınıf Modelleri /Çok Kategorili Örtük Sınıf Modeli (multiple classification latent class model)

MCMZ: Monte Carlo Markov Zinciri (Markov Chain Monte Carlo)

MLE: En Çok Olabilirlik Kestirimi (Maximum Likelihood Estimation)

MS-DINA: Çoklu Stratejili DINA (Multistrategy DINA)

MTK: Madde Tepki Kuramı (Item Response Theory)

NAEP: The National Assessment of Educational Progress

NC-RUM: Tamamlayıcı olmayan RUM (Noncompensatory RUM)

NIDO: Noisy inputs, deterministic ‘or’ gate

NIDA: Noisy inputs, deterministic ‘and’ gate

RERUM: Rasgele Etki RUM (Random-Effects RUM)

RSM: Rule Space modeli (Rule Space Method)

RUM: Yeniden Parametrelendirilmiş Birleşik Model (Reparametrised Unified Model/Fusion Model)

SMO: Sıra dışı Maksimum Olasılık

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde bilişsel tanı modellerine ilişkin kuramsal bilgilere ve çalışma ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

Bilişsel Tanı Modelleri

Bilişsel tanı modelleri yaygın olarak, uygulamalı bilimler uzmanları tarafından tanılama yoluyla karar oluşturma sürecinde, beceriler hakkında tanısal geribildirim sağlamak amacıyla kullanılır. Buna ek olarak, ilköğretim matematik, yetişkin okuma anlama ya da psikolojik rahatsızlıklar gibi belirli uzmanlık alanlarında çalışan araştırmacılar, alanındaki teorik modelleri doğrulamak için de bilişsel tanı modellerini kullanabilmektedir. Yöntem bilim uzmanları ise yeni bir model geliştirmek ya da mevcut modelleri düzeltmek için Bilişsel Tanı Modellerinin teorik potansiyellerini ve sınırlılıklarını incelemek ya da tahmini algoritmalarını araştırmak için simülasyon çalışmalarını ve gerçek veri analizlerini kullanabilmektedir (Rupp, 2007).

Bilişsel tanı modellerini özellikle doğrulayıcı faktör analizi ve yapısal eşitlik modeli gibi gizil değişkenli diğer psikometrik modellerden ayıran en önemli özellik, yanıtlayıcılar için kesikli nitelik profillerinin hesaplanması için oluşturulmuş olmasıdır. Sürekli gizil değişkenlerin puanları, faktör analizi ve yapısal eşitlik modelleme yapısıyla elde edilebilmesine rağmen, bu durum uygulamada çok yaygın olarak görülmemektedir. Bu analizlerin asıl odak noktası, kovaryans analizi aracılığıyla yapıya ilişkin bir model bağlamında görgül kanıtlar elde etmek ve diğer yapılarla olan ilişkisini incelemektir. Buna ek olarak, BTM'ler geleneksel çok boyutlu madde tepki kuramı ve faktör analiz modellerinden amaç bakımından farklılık gösterse de, bileşenli madde yanıt kuramı (componential item response theory) ve kısıtsız gizil sınıf modellerin yanı sıra bu modellerle de birçok yapısal benzerlik taşımaktadır. BTM'ler kategorik gizil değişken yapılı, doğrulayıcı çok boyutlu gizil değişken modelleridir. BTM'lerin amacı gizil değişkenler yardımıyla tanımlanan nitelik profillerine göre yanıtlayıcıları sınıflandırmaktır. Beklenen gizil sınıflarının toplam sayısındaki kısıtlılık nedeniyle

BTM'ler kısıtlı gizil sınıf modelleri olarak da adlandırılmaktadır. Bu karakteristiklere odaklanması, BTM'lerin madde tepki kuramı, doğrulayıcı faktör analizi, çok bileşenli ve kısıtsız gizil sınıf modelleriyle çeşitli ortak yönlere sahip olduğu söylenebilir. BTM'leri bu modellerden ayırmak için gizil sınıf değişkenlerinin bu modellerde ne belirttiğini ve istatistiksel temelleri göz önünde bulundurmak gerekir (Rupp ve diğerleri, 2010; Henson ve Templin, 2006).

Bilişsel tanı modellerinde gizil değişken olarak adlandırılan gizil karakteristik terimi, teorik olarak birbiriyle ilgili doğrudan gözlenemeyen zihinsel bileşenleri ifade eder. BTM'deki gizil değişkenler, ölçme aracında yer alan maddelerle ölçülen becerilerdir. Beceri ve nitelik terimleri belki de en sık ölçme alanyazınında tanısallık durum belirlemede kullanılır. Beceri profili terimi de, belirli bir yanıtlayıcı için belirli gizil değişken değerlerinin gruplaşmasını simgelemektedir. Gizil değişkenlerin doğru yorumlanmaları ve bu yorumların gizil değişkenlerin dayalı oldukları teori ve yanıtlayıcılar hakkında alınacak kararlar ile tutarlı olmaları çok önemlidir. Tanısallık durum belirlemelerde bilişsel tanı modelleri kullanılarak verilerin gizil karakter yapısı hakkındaki bir hipotez deneysel olarak dört uygulama koşulunun sağlanması ile test edilir. Bunlar; (1) özel bir yapı seçilir, (2) performans ve ölçülen beceriler arasındaki ilişki teorik olarak ortaya konulur, (3) yanıt sürecine ilişkin tahminleri bir BTM ile mümkün kılan sınırlı sayıda beceri belirlenir ve (4) beceriler ile maddeler arasındaki ilişkiler güvenilir bir şekilde kodlanır (Rupp ve diğerleri, 2010).

Bilişsel tanı modelleri, bireyin ölçme aracında yer alan bir maddeye doğru yanıt verebilmesi için gerekli olan örtük beceri ya da becerilere sahip olup olmadığını ortaya çıkarıp, buna dayanarak yeteneğini kategorik olarak belirleyen modellerdir (De la Torre, 2009a; Rupp ve Templin, 2008a).

Bilişsel tanı modelleri, testi alan bir bireyin performansı ile testi alan diğer bireylerin performansı arasındaki ilişki yerine, bireyin performansı ile test maddesiyle ölçülen beceriler arasındaki ilişkiyi dikkate alır. Bu anlamda, sınıflandırmadaki özne (birey) ile gerçek anlamda sınıflama nesnesi (test maddesi) arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Bu yolla, bilişsel tanı modelleri bireyin performansının altında yatan bilginin yapısını ve maddeyi yanıtlarken kullandığı bilişsel süreçleri de dikkate alarak yanıt örüntüsünü, bireyin çok boyutlu beceri profilini ortaya çıkartmak amacıyla kullanmaktadır (Başokçu, 2011; 2014).

Bilişsel tanı modelleri kapsamında çok sayıda model bulunmaktadır. Farklı türden BTM'ler çeşitli kriterlere göre kıyaslanabilir. Modeller, araştırma alanyazınına

ilk katılanlardan güncel olanlara doğru tarihsel olarak kıyaslayabileceği gibi buna alternatif olarak, bu model parametrelerini kestirmek için kullanılacak yazılım paketlerinin ulaşılabilirliğiyle yakından bağlantılı olan kullanım sıklığı açısından da kıyaslanabilir. Bu gerçek yaşam uygulamalarında yaygın olarak kullanılan modelleri aydınlatacak ve onları farklı modellerle kıyaslamayı sağlayacaktır. Ancak, alandaki hızlı gelişmeler sayesinde her gün yeni bir BTM'nin ortaya çıkması mümkün olduğundan hem tarihsel yaklaşım hem de kullanım sıklığına ilişkin sınıflandırmalar tartışmaya açıktır. Bu nedenle, tarafsız bir yaklaşım benimsemek, kullanım sıklığından bağımsız olarak, hem yeni geliştirilmiş modellerin hem de iyi bilinen modellerin eşit biçimde ele alınabildiği, gözlemlenebilir BTM özelliklerine odaklanan sınıflamalar tercih edilmelidir (Rupp, Templin ve Henson, 2010).

Bilişsel tanı modellerinin, Rupp ve Templin (2008b) tarafından yapılan sınıflandırılması Çizelge 1'de verilmiştir.

Rupp ve Templin (2008b)'in sınıflamasında modeller temelde, “tamamlayıcı/telafi edici (compensatory)” ve “tamamlayıcı olmayan/telafi edici olmayan (noncompensatory)” modeller olarak ikiye ayrılmaktadır. Çünkü hangi kısaltma kuralının uygulandığına bağlı olarak, gizil değişkenler telafi edici ya da telafi edici olmayan bir biçimde BTM'de yer alabilir. Bu modeller de kendi içerisinde değişkenlerin puanlanmasına bağlı olarak “ikili puanlanan modeller” ve “çoklu puanlanan modeller” olarak ikiye ayrılmıştır. BTM sınıflandırması yapılırken üç karakteristik dikkate alınmıştır: 1. Gözlenen (yanıt) değişkenlerin ölçek türü, 2. Gizil (beceri) değişkenlerin ölçek türü, 3. Gizil değişkenlerin tamamlayıcı ve tamamlayıcı olmayan kombinasyonları. Çizelge 1'de 20 farklı model listelense de, bütün modeller aynı amaca (yanıtlayıcıları önceden tayin edilen gizil sınıflara göre sınıflandırmak, onları önceden belirlenmiş birtakım beceri profillerine atamak) hizmet etmektedir. Tüm bilişsel tanı modelleri, bütün ikili (1-0) puanlanan yanıtlar için uygundur ve ikili puanlanan gizil değişkenlerden faydalanmaktadır. Bu nedenle bütün modeller, maddelerin ikili puanlandığı (“doğru” veya “yanlış”) ve her beceri için oldukça yalın üstünlük ifadelerinin (“başarılı” veya “başarısız”) yapılandırıldığı başarı testleri için doğal bir uyum göstermektedir (De la Torre, 2009b; Rupp ve Templin, 2008b; Rupp ve diğerleri, 2010; Henson ve Templin, 2006).

Çizelge 1

Bilişsel Tanı Modellerinin Sınıflandırılması¹

		Örtük Yordayıcı Değişkenler		Model Tipi
		İkili Puanlanan	Çoklu Puanlanan	
Gözlenen Tepki Değişkenleri	İkili Puanlanan	RSM		Tamamlayıcı Olmayan Model
		AHM		
		DINA		
		HO-DINA		
		MS-DINA		
		NIDA		
		RERUM		
	BIN	BIN	Tamamlayıcı Model	
	MCLCM	MCLCM		
	Full NC-RUM	Full NC-RUM		
	Reduced NC-RUM	Reduced NC-RUM		
	DINO			
	NIDO			
	BIN	BIN		
MCLCM	MCLCM			
C-RUM	C-RUM			
GDM	GDM			
H-GDM	H-GDM			
LCDM	LCDM			
G-DINA	G-DINA			
Çoklu Puanlanan	İkili Puanlanan	RSM		Tamamlayıcı Olmayan Model
		AHM		
		BIN	BIN	
		MCLCM	MCLCM	
		Full NC-RUM	Full NC-RUM	
		Reduced NC-RUM	Reduced NC-RUM	
		BIN	BIN	
	MCLCM	MCLCM		
	C-RUM	C-RUM		
	GDM	GDM		
	H-GDM	H-GDM		
	LCDM	LCDM		
	G-DINA	G-DINA		

RSM, Rule-space method (Rule-space modeli). AHM, attribute hierarchy method (beceri hiyerarşi modeli). BIN, Bayesian inference network (Bayeşçi çıkarım ağı modeli). DINA, Deterministic inputs, noisy 'and' gate. G- DINA, generalized DINA (genelleştirilmiş DINA). HO-DINA, higher order DINA (yüksek düzeyli DINA). MS-DINA, multistrategy DINA (çoklu stratejili DINA). DINO, Deterministic inputs, noisy 'or' gate. NIDA=Noisy inputs, deterministic 'and' gate. NIDO = Noisy inputs, deterministic 'or' gate. RUM = reparametrised unified model/fusion model (Yeniden parametrelendirilmiş birleşik model). RERUM, random effect RUM (rasgele etki RUM). C-RUM, compensatory RUM (Tamamlayıcı RUM). NC-RUM, noncompensatory RUM (Tamamlayıcı olmayan RUM). Full NC-RUM = Tam NC-RUM. Reduced NC-RUM = İndirgenmiş NC-RUM. GDM = Genel tanısal model. H-GDM = hierarchical GDM (hijerarşik GDM). LCDM = Log-Doğrusal bilişsel tanı modeli (Log-Linear Cognitive Diagnosis Model). MCLCM= Çoklu sınıflama örtük sınıf modeli (multiple classification latent class model).

¹ Kısaltmaların Türkçe halleri anlamlı olmayacağından ve literatürde Türkçe kaynaklarda da modellerin İngilizce kısaltmaları kullanıldığından tablodaki kısaltmalar Türkçeleştirilmemiş ve orijinal kaynağındaki şekliyle sunulmuştur. Tablonun altında kısaltmaların İngilizce ve Türkçe karşılıkları sunulmuştur.

Bazı modeller bu çizelgenin farklı hücrelerinde yer alırken, bazı modeller ise her hücrede yer almaktadır. Örneğin MCLCM (Çoklu Sınıflamalı Gizil Sınıf Modelleri) ve BIN (Bayesci Sonuç Çıkarımı Ağı) çizelgenin her hücresinde görülmektedir. RUM (Yeniden Düzenlenmiş Birleşik Model) çizelgenin tamamlayıcı olmayan yapıdaki bütün hücrelerinde yer almaktadır. Buna benzer olarak, GDM (Genel Tanısal Model), hiyerarşik GDM, geliştirilmiş DINA modeli ve log-doğrusal bilişsel tanı modeli (LCDM) tamamlayıcı modellerin bütün hücrelerinde görülmektedir. BIN (Bayesci Sonuç Çıkarımı Ağı) ve MCLCM (Çoklu Sınıflamalı Gizil Sınıf Modelleri) belirli bir modelden ziyade farklı bir modelleme yapısını belirtmektedir. Log-doğrusal modelleme yaklaşımı log-doğrusal bilişsel tanısal model ile aynı amaca hizmet etmektedir. Modeller kıyaslanacak olunursa BIN, RUM, GDM, D-DINA ve LCDM gibi modeller, DINA, NIDA, DINO ve NIDO gibi modellere oranla daha az kısıtlıdır. DINA model indirgenmiş NC-RUM modelinin özel durumudur. Ancak uygun hesaplama koşullu bir yazılım programınca çoklu grup hesaplama yaklaşımı uygulandığında MS-DINA modeli indirgenmiş NC-RUM modelinin özel durumu olarak görülebilir. Log-doğrusal bilişsel tanısal modeli gibi ortak yapıya sahip birçok model için takip edilen hesaplama yaklaşımının birleştirilmesi sürecinin son zamanlarda daha basit bir yapıya sahip olmasına rağmen, daha karmaşık yapıya sahip bir modeli ya da daha basit olanı seçme işinin kolay olmadığı aşikârdır. Modellerin daha karmaşık bir yapıda olması, parametreler kısıtlanmadığından potansiyel olarak daha fazla yanıtlayıcı ve madde parametresi hesaplanmasını gerektirir. Daha karmaşık bir model kullanılması, hesaplamanın daha kapsamlı olacağını, çıktıların yorumlanmasının daha zor olacağını, basit modellere kıyasla hesaplama rutinlerinde başarıya ulaşılmasının güç olacağını işaret etmektedir. Aynı zamanda, yapısal olarak daha basit modellerin kullanımı hesaplama ve yorumlama açısından ilgi çekici olmasına rağmen, onların bu sadeliği aynı zamanda gerçek veri setlerine uygunluğu açısından engel teşkil etmektedir. Belirli bir uygulama için hangi model seçilirse seçilsin, yazılım programlarına erişilememesi nedeniyle bu gibi seçeneklerin yönlendirilmemesi gerektiği unutulmamalıdır. Günümüzde, hesaplama kodları ve yazılım paketleri ücretsizdir (De la Torre, 2009b; Rupp ve Templin, 2008b; Rupp ve diğerleri, 2010; Henson ve Templin, 2006).

Çizelge 1’de yer alan BTM’lerden hangisinin ya da hangilerinin kullanılacağına karar verirken model tipi (tamamlayıcı model ya da tamamlayıcı olmayan model) ile gizil yordayıcı değişkenlerin (beceri) ve gözlenen tepki değişkenlerinin (yanıtlar) puanlanma şeklinin (ikili ya da çoklu) belirlenmesi gerekmektedir (Rupp ve Templin,

2008b; Rupp ve diğeri, 2010). Gizil yordayıcı değişkenlerin ve gözlenen tepki değişkenlerinin ikili puanlandığı durumlarda kullanılabilir, tamamlayıcı olmayan bilişsel tanı modellerinden biri DINA modelidir.

DINA Model

Haertel (1989) tarafından geliştirilen DINA model (The Deterministic Inputs, Noisy "And" Gate), bir örtük sınıf analizidir. Madde Tepki Kuramı (MTK) modellerinin bir uzantısı olmakla birlikte MTK'da olduğu gibi bireylerin yeteneklerinin farklı düzeylerde sürekli bir dağılıma sahip olduğunu varsaymaz. Bunun yerine bireyleri kesin olarak belirlenmiş birbirinden farklı, az sayıda örtük sınıfa ayırır. Bireyin maddelere verdiği yanıtlar ait olduğu bu örtük sınıfın bir vektörüdür. Amaç bireyin bir maddeye doğru yanıt verebilmesi için gereken becerilere sahip olup olmadığının belirlenmesidir. Burada beceri olarak belirtilen gizil değişken; yetkinlik/yeterlik, yetenek, nitelik/özellik, boyut, konu alanı, bilginin sunumu, bilişsel süreç, vasıf, görev ya da alt görev olabilir. Bunların her biri, uzmanların BTM'leri uygulayarak ne öğrenmeyi beklediği hakkında önemli görüşleri yansıtan belirli çağrışımları taşımaktadır (Haertel, 1989; Rupp ve Templin, 2008a; Rupp ve diğeri, 2010; Tatsuoka, 1995a).

DINA model, tamamlayıcı olmayan BTM'lerden biridir. Tamamlayıcı olmayan modeller, bireyin bir beceriye sahip olma düzeyindeki eksikliğin, başka bir beceriye sahip olma düzeyindeki fazlalık ile telafi edilemediği modellerdir. Tamamlayıcı olmayan modellerde bireyin testteki bir maddeye doğru yanıt vermesi, maddenin doğru yanıtlanabilmesi için gerekli olan bütün becerilere sahip olmasını gerektirir. Bu doğrultuda model bireyleri her bir madde için iki sınıfa ayırır. İlki, maddeyle ölçülen beceriye/tüm becerilere sahip olan ve maddeden 1 puan alan yanıtlayıcılar sınıfı, diğeri ise madde ile ölçülen en az bir beceriye sahip olmadığı için maddeden 0 puan alan yanıtlayıcılar sınıfıdır (Rupp ve Templin, 2008a).

DINA model kapsamında yapılacak analizlerde öncelikle maddeler ve ölçülecek beceriler arasında ilişki kuran Q matrisi tanımlanır daha sonra madde parametreleri kestirilir ve bireyler belirlenen yeteneklerine göre olası örtük sınıflara atanarak sınıflandırılırlar.

Bu bölümde başlıklar halinde DINA modelde Q matrisi, madde parametreleri ve bunların kestirilmesi, örtük sınıflar ve yetenek kestirimi ile bireylerin sınıflandırılmasına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

Q Matrisi

Tanısal durum belirleme modelini oluşturan destekleyici teorinin işlemselleştirmesini temsil ettiği için, Q matrisi Bilişsel Tanı Modellerindeki asıl bileşendir. Test edilebilir beceri yapısı hakkında deneysel hipotezi temsil eder. Becerilerin nasıl tanımlanacağı, etiketleneceği ve kodlanacağı, BTM tahmininin karmaşıklığını azaltmak için beceriler arası koşullu ilişkilerinin nasıl düzenleneceği, ortaya çıkan beceri profillerinin nasıl raporlaştırılacağı ve beceri tanımlamalarını destekleyen teorik modellerin bilişsel süreç açısından nasıl geliştirilebileceği önemli konulardır (Rupp ve diğerleri, 2010). Q matrisi, bilişsel tanı modellerinde beceri örüntüleri ile cevaplar arasındaki aracıdır, bu nedenle Q matrisi değerlendirmede çok önemli bir rol oynamaktadır (Qin, Zhang, Qiu, Huang, Geng, Jiang, Ren ve Zhou, 2015).

Bilişsel tanı modelleri, bireylerin test maddelerindeki başarısı altında yatan becerilere hakim olma derecesi hakkında bilgi vermek amacıyla kullanılır. Q matrisi BTM'nin uygulanmasında önemli bir unsurdur. Çünkü maddelere doğru yanıt verebilmek için gereken becerileri temsil eden bağlantıları içermektedir. Bu nedenle de Q matrisinin doğru tanımlanması BTM uygulaması sonucunda doğru kararlar elde edilebilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Q matrisinin hatalı belirlenmesinin sonuçlar üzerinde etkileri olmaktadır (Im ve Corter, 2011; Romero, Ordoñez, Ponsoda ve Revuelta, 2014).

Q matrisi, ölçme aracında yer alan maddeler ile bu maddelerle ölçülecek beceriler arasında ilişki kurar. Bir maddenin doğru yanıtlanabilmesi için, ölçme aracıyla yoklanmak istenen becerilerden hangilerine sahip olunması gerektiğini gösterir (De la Torre, 2009a; Rupp ve Templin, 2008a).

Yanıtlayıcılar için sağlanabilecek BTM temelli geribildirimlerin yapısı, BTM'deki gizil değişkenlerin diğer bir deyişle maddeler ile ölçülen becerilerin belirli bir uygulama bağlamında nasıl tanımlandığına bağlıdır. Ölçülecek becerilerin tanımlanmasında üç adım söz konusudur: 1) Becerinin etiketi, 2) Becerinin tanımı, 3) Becerinin Q matriste kodlanması. Beceri etiketi, becerinin asıl anlamını yansıtan bir kelime, sözcük grubu ya da cümlelerdir. Beceri tanımı, becerilerin özelliklerini farklı yönlerden daha ayrıntılı bir biçimde ifade eden bir paragraf ya da kısa bir metindir. Becerinin Q matriste kodlanması ise alan uzmanlarınca becerinin belirli bir madde tarafından ölçülüp ölçülmediğinin belirlenmesi ve buna göre madde-beceri ilişkilerinin Q matriste tanımlanması sürecidir (Rupp ve diğerleri, 2010).

Bilişsel tanı modelleri ile yapılan tanısal durum belirleme uygulamalarındaki zorluk, belirsiz becerilere ilişkin tanımlamaların yapılması ve Q matriste kodlanmasıdır. En az iki alan uzmanının (ölçme aracının ölçtüğü konuda uzman) bütün maddeler hakkında mükemmel bir kodlama uzlaşmasına ulaşması gerekmektedir. Bu durumda, beceriler hakkındaki belirsizlik ortadan kalkacaktır. Buna ek olarak uzmanların, becerilere tanınan bağıl ağırlıklar ve beceriler tarafından gösterilen yapının tanımı konusunda da uyuşmaları gerekmektedir. Bu aynı zamanda, yapıların sergilenmesinin sonraki değerlendirme aşamalarına uyarlanması da yardım etmektedir (Gierl ve diğerleri, 2007; Rupp ve diğerleri, 2010).

Ölçme aracında yer alan maddelerle ölçülecek becerilerin seçimi, tanısal durum belirlemelerin tasarımını meydana getiren teorinin belirli bir temsilini yansıtmaktadır. BTM'lerin arkasında yatan bu teori, belirli bir maddeyle karşı karşıya kaldıklarında bireylerin dahil oldukları yanıt süreçleri hakkındaki muhakemelerini destekleyen bilişsel bilgi işleme teorisidir. Bu nedenle, BTM uygulamalarındaki başlıca zorluklardan birisi, sabit beceri için değişken yanıtlama süreçlerinin uygun bir haritalamasını belirlemektir. Bu haritalama, birkaç amaca hizmet etmelidir. İlk olarak, ölçülen beceri sayısı, becerinin tanımsal genişliği ve bu ikisinin birbirleriyle ilişkisi bakımından tanısal durum belirlemelerin tasarımının önemine vurgu yapan bilişsel teoriyle uyumlu olması gerekmektedir. İkinci olarak, bu haritalama öğrenenler hakkında yapılmak istenilen yorumları ve alınacak kararları destekleyen, diğer bir deyişle öğrenenlerin düzeyine uygun tanımsal genişlikte olmalıdır. Üçüncü olarak, bu haritalama madde parametrelerinin ve beceri profillerinin hesaplanmasına imkan veren düzeyde olmalıdır. Bu nedenle, uygulama bağlamı için bu tür bir haritanın belirlenmesi sadece temel teoriye bağlı değildir, bu süreç tanısal durum belirleme sürecinin uygulanabilir kaynak kısıtlılığı ve teori arasındaki uyuma bağlıdır (Rupp ve diğerleri, 2010).

Becerinin Q matriste kodlanması diğer bir deyişle üçüncü adım, her maddenin hangi becerileri ölçtüğünün Q matrisi diye adlandırılan bir çizelgede kodlanması sayısal olarak yapılmaktadır (Tatsuoka, 1983). Matriste satırlar maddeleri, sütunlar ise ölçülen becerileri ifade eder ve eğer bir maddenin doğru yanıtlanabilmesi için bir beceriye sahip olunması gerekiyorsa, matriste o maddenin satırı ile ilgili becerinin sütununun kesiştiği hücreye "1", gerekmiyorsa "0" yazılır. Q matrisinin girdileri becerinin madde tarafından ölçülüp ölçülmediği gösteren 1 ve 0 değerlerinden oluşmaktadır. Diğer bir deyişle Q matrisi 0 ve 1'lerden oluşan $J \times K$ matrisidir. Matristeki bir q_{jk} hücresi (j 'nci satır ve

k 'nci sütunun kesiştiği hücre) j maddesini doğru yanıtlamak için k becerisine sahip olmanın gerekip gerekmediğini gösterir. Dört becerinin ölçüldüğü bir ölçme aracında, j 'nci sıradaki madde sadece ikinci ve üçüncü becerileri ölçüyorsa, bu maddeye ait q vektörü $q_j=(0, 1, 1, 0)$ biçiminde gösterilir. Q matrisi ölçme aracının yapısını yansıtır ve bu ölçme aracı kullanılarak yapılan değerlendirmeler yoluyla verilecek geribildirim kalitesinin belirlenmesinde temel yapıtaşdır (De la Torre, 2009a; Rupp ve Templin, 2008a; Rupp ve diğerleri, 2010; Tatsuoaka, 1983). Buna ek olarak, Q matrisinde ölçülen beceriler ile maddeler arasındaki ilişkiler, 0, 1, 2 gibi çoklu (polytomus) ya da hangi becerinin hangi madde tarafından ne derece ölçüldüğünü gösteren sürekli girdileri de içerebilir (Karelitz, 2004). Bu tip maddeler çalışma kapsamı dışında olduğundan daha ayrıntılı açıklamalara yer verilmemiştir.

Başarı testlerinde Q matrisindeki girdiler, yanıtlayıcılar maddeyi yanıtlarken gerçekleşen bilişsel yanıt sürecinde herhangi bir becerinin yer alıp almadığı göstermektedir. İstatiksel olarak, Q matrisi hangi maddenin hangi gizil değişken ile ilişkilendirildiğini gösteren yükleme matrisi ya da model matristir. Q matrisi, doğrulayıcı faktör analizi ve doğrulayıcı madde tepki kuramının da içinde bulunduğu bütün doğrulayıcı istatistiksel modellerde kullanılmaktadır (Rupp ve diğerleri, 2010).

Çizelge 2'de dört becerinin ölçüldüğü 15 maddelik bir başarı testi için oluşturulan örnek Q matrisi verilmiştir.

Çizelge 2

Dört Becerinin Ölçüldüğü 15 Maddelik Başarı Testi İçin Oluşturulan Örnek Q Matrisi

Madde	Beceri				Madde	Beceri			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	1	0	0	0	9	0	1	0	1
2	0	1	0	0	10	0	0	1	1
3	0	0	1	0	11	1	1	1	0
4	0	0	0	1	12	1	1	0	1
5	1	1	0	0	13	1	0	1	1
6	1	0	1	0	14	0	1	1	1
7	1	0	0	1	15	1	1	1	1
8	0	1	1	0					

Çizelge 2'de sunulan Q matrisi incelendiğinde, ilk maddeyi doğru yanıtlamak için yalnızca ilk beceriye sahip olunması gerektiği görülmektedir. Madde 12'nin doğru yanıtlanabilmesi için ise yanıtlayıcının, ölçme aracıyla ölçülen birinci, ikinci ve dördüncü becerilere sahip olması gerekmektedir. Bir madde sadece bir beceri ile ilişkili olabileceği gibi birden fazla beceri ile de ilişkilendirilebilir. Diğer bir deyişle bir

maddenin doğru yanıtlanabilmesi için yalnız bir beceriye sahip olmak yeterli olabileceği gibi, birden fazla beceriye sahip olunması da gerekebilir. Buna ek olarak Q matrisi bir becerinin hangi maddeler tarafından ölçüldüğüne, her bir beceri ile kaç maddenin ilişkili olduğuna dair bilgi de vermektedir.

Bilişsel tanı modellerinde bir diğer önemli nokta ölçme aracı ile kaç becerinin ölçüleceği ve bu becerilerin kapsamının ne kadar olacağıdır. Farklı disiplinlerde ele alınacak becerilerin kapsamı da farklılaşabilir. Bu durum literatürde becerinin tanımsal tane boyutu (definitional grain size) olarak tanımlanmaktadır ve becerinin tanımsal özgünlük derecesini ifade eder. Becerilerin tanımsal tane boyutu, ölçme işlemi sonucunda yanıtlayıcılar hakkında yorum yapılabilen kapsamdır. Tanımsal durum belirlemelerde, bir becerinin tane boyutu özellikle kavramsal açıdan, bir araştırmacının maddeye verdiği yanıtın tüm bilişsel sürecinin her bir bileşenini kapsam açısından betimlemelidir. Tanımsal tane boyutu ölçülecek yapının karmaşıklığı ile artar. Örneğin kesir çıkarma da birinci ve ikinci dereceden denklem çözme de temel aritmetik işlem becerisi gerektiren süreçlerdir. Ancak ikinci dereceden denklem çözme, temel aritmetik işlem becerisini geniş kapsamlı içeren daha karmaşık bir süreç olduğundan, kesir çıkarma kısıtlanmış bir görevdir. Böylece, ikinci dereceden denklem çözme sürecinde ölçülecek becerilerin tanımsal tane boyutunda bir artış olacaktır. Daha karışık görevler için becerileri ayrıştırmak elbette mümkündür ancak bu ölçülecek beceri sayısını arttıracaktır. Bu sayı arttıkça BTM'deki gizil değişkenlerin sayısı da artacaktır ve beceri profillerinin yanı sıra madde parametrelerinin tahmin edilmesi de imkansız olabilecektir. Yani, belirli bir tanımsal durum belirleme ve yanıtlayıcı örneklem büyüklüğü için becerilerin sayısını istatistiksel olarak kullanışlı bir sayıda tutmak önemlidir. Sonuç olarak, karmaşık bir bilişsel sürecin ayrıştırılması kapsamında daha geniş olan görevler için daha kabaca tanımlanmış becerilere ve tahmin kısıtlamalarının bir sonucu olarak kapsamda daha sınırlı olan görevler için daha iyi bir biçimde tanımlanmış becerilere yol açacaktır. Tanımsal tane boyutunun her durum için uygun bir büyüklüğü yoktur. Uygunluğu tanımsal durum belirlemenin amaçlarına bağlıdır ve her tane büyüklüğü, hem işlevsel hem de teorik avantajları ve zorluklarını beraberinde getirir. Buna ek olarak bir yapı kapsamında ölçülecek becerilerin tanımsal tane boyutu, farklı yetenek düzeylerine sahip farklı gruplar için tanımlandığında farklılaşmaktadır. Örneğin, birinci dereceden denklemleri çözmek sekizinci sınıflar için çok zorlu ve kavramsal açıdan karışık olabilirken, kesirlerde çıkarmaya ilişkin maddeler de üçüncü sınıflar için çok çetrefilli ve bilişsel olarak karışık olabilir. Tersine, birinci dereceden

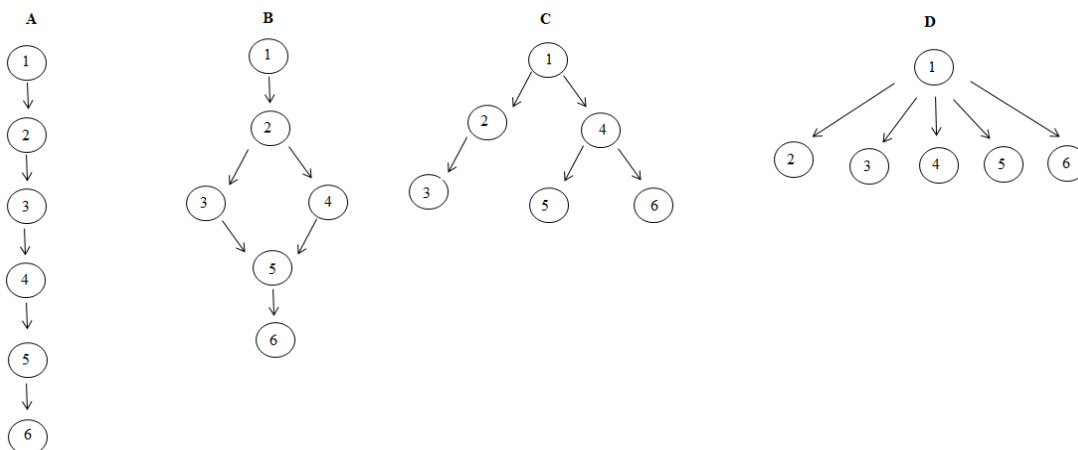
denklemler çözmek üçüncü sınıflar için imkansız ve bilişsel açıdan aşırı karışıkken, kesir çıkarma sekizinci sınıflar için oldukça kolay ve kavramsal olarak basit olabilecektir. Böylece, kavramsal karmaşıklık ve becerilerin tanımsal tane boyutu, tanımsal durum belirlemenin yapılandırıldığı popülasyona bağlıdır. Çok sayıda beceriyi tek bir ölçme aracıyla ölçüp güvenilir bir şekilde ayırt etmek mümkün olmayacağından, tanımsal tane boyutu daha büyük olacak şekilde tanımlanan daha az sayıda beceriyi ölçmek teori ve uygulama arasındaki etkileşimi sağlayacak ve daha pratik olacaktır. Yani daha kapsamlı üst düzey beceriler oluşturmak için becerileri bir araya toplamak (kümelemek) uygulamada daha kullanışlı olacaktır (Rupp ve diğerleri, 2010).

Ölçülen becerinin tanımsal tane boyutunun önemine ek olarak beceriler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi de bilişsel tanı modelleri için oldukça önemlidir. Bir ölçme aracıyla ölçülen beceriler arasında belirli bir hiyerarşi olabilir. Beceri hiyerarşisi, yanıtlayıcı kitlesindeki beceri bağılıklarının özelliklerini ifade eder ve bir maddenin doğru yanıtlanabilmesi için hangi beceri profillerinin gözlemlenmesi gerektiği hakkındaki hipotezleri belirtir. Bir beceri hiyerarşisinde, birinci beceriye sahip olmak ikinci becerinin bir ön koşulu ise, birinci beceri ikinci beceriden daha önce edinilir. Bu durum, arasında belirli bir hiyerarşi olan becerilerin kombinasyonlarını ölçen test maddelerinin kullanılamayacağı anlamını taşımamaktadır. Aksine, tanılamaya dayalı durum belirlemelerdeki bu tür maddeler, bireylerin bu becerilere hakimiyeti hakkında fazladan deliller elde edinmesine yardımcı olmaktadır ve kapsam geçerliği açısından da gereklidir (Rupp ve diğerleri, 2010). Bilişsel tanı modellerinde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler hiyerarşik bir yapıya sahip olduğunda, bu yapı gözardı edilmemelidir. Beceriler arasındaki hiyerarşinin gözardı edilmesi BTM'nin uygun ve kullanışlı olmamasına neden olur (Templin ve Bradshaw, 2014).

Bilişsel tanı modellerinde maddeler ile ölçülen becerilerin birbirlerine nasıl bağlı olabileceğini gösteren dört farklı hiyerarşi yapısı tanımlanmıştır (Rupp ve diğerleri, 2010). Bu dört farklı hiyerarşi yapısı (Gierl ve diğerleri, 2007) Şekil 1'de gösterilmiştir.

Bilişsel tanı modellerinde karşılaşılan dört farklı hiyerarşi yapısı sırasıyla açıklanacak olursa (Gierl ve diğerleri, 2007; Rupp ve diğerleri, 2010);

- A. Doğrusal beceri hiyerarşisinde, bütün beceriler tek bir dizide sıralı bir biçimde sıralanır. Dizinin sonundaki bir beceriye sahip olan bir yanıtlayıcı bunun önündeki bütün becerilere sahiptir. Diğer bir ifadeyle Şekil 1'de yer alan A tipi hiyerarşide, eğer bir yanıtlayıcı 6 numaralı beceriye sahipse, bu yanıtlayıcının aynı zamanda 1, 2, 3, 4 ve 5 numaralı becerilere de sahip olduğunu göstermektedir. Doğrusal beceri



Şekil 1. Bilişsel tanı modellerinde karşılaşılan dört farklı hiyerarşi yapısı

hiyerarşisinin gerçek yaşamdan bir örneği, farklı aritmetik becerilerden oluşan bir dizi olan doğrusal eşitlik çözümü (5) ve ikinci dereceden denklemlerin çözümünden (6) önce edinilen, çarpma (3) ve bölme (4) becerileri ve bunlardan da önce edinilen toplama (1) ve çıkarma (2) becerileridir.

- B. Yakınsayan beceri hiyerarşilerinde, tekli nitelikler tek bir dizideki çoklu ön koşul nitelikleri olabilir. Bu nedenle, dizinin daha ileri bir noktasındaki bir niteliği edinen bir yanıtlayıcı, bu nitelikten önce en az bir niteliği, ya da bütün nitelikleri edinmiş anlamına gelir. Örneğin Şekil 1’de yer alan B tipi beceri hiyerarşisinde gösterildiği gibi, eğer bir yanıtlayıcı 5 numaralı niteliği edindiyse, 1 ve 2 numaralı niteliğin yanı sıra 3 veya 4 numaralı niteliği ya da her ikisini de edinmiş demektir. Yakınsayan nitelik hiyerarşisi için gerçek yaşam örneği; Temel cebirsel işlem yapmak (1) ve doğrusal denklemleri çözmek (2), bir bağlamdaki denklemleri çözme (5) ve denklemlerin alternatif gösterimlerini kıyaslama(6) becerilerinden önce edinilen cebirsel denklemleri çözme (3) ve çoklu denklemleri çözme (4) niteliklerinden önce edinilir.
- C. Ayrılan beceri hiyerarşisinde, aynı beceriden çoklu bağımsız gruplar meydana gelmektedir. Şekil 1’de yer alan C tipi beceri hiyerarşisinde gösterildiği gibi, 1 numaralı beceriden ortaya çıkan iki farklı grup bulunmaktadır. 2 ve 3 numaralı beceriyi içeren grup doğrusal bir dizi oluşturup, bir diğer dizi olan ve 4-5 ve 6 numaralı becerileri içinde bulunduran gruptan ayrılmaktadır. Bu nedenle, herhangi bir gruptaki herhangi bir beceriye sahip olan belirli bir yanıtlayıcı, bütün gruplarda ortak olan ilk beceriye de sahiptir. Diğer bir deyişle 5-6 numaralı becerilerin ya da

her ikisinin yanı sıra 4 numaralı beceriye de sahip olan bir yanıtlayıcı, aynı zamanda 1 numaralı beceriye de sahiptir. Bu nedenle, ayrılan beceri hiyerarşisi farklı beceri gruplarının edinimine yönelik farklı yolları göstermektedir. Ayrılan beceri hiyerarşisine gerçek yaşamdan bir örnek olarak, noktaların üç boyutlu vektör gösterimi (2) ve noktaların yüksek boyutlu vektör gösterimi (3) (buna paralel bir biçimde, vektörlerin toplama çıkarımı (4) becerisinden sonra, bir birey vektör sonuçlarını (5) ve vektörlerin matrislere karışımını (6) edinmek zorundadır.) becerilerinden önce noktaların iki boyutlu vektör gösterimi (1) becerisini edinmek isteyen bir bireyin olduğu doğrusal cebir verilebilir.

D. Yapılandırılmamış beceri hiyerarşisinde, bir beceri birkaç farklı becerinin ön koşuludur. Bu hiyerarşi için gerçek yaşamdan bir örnek olarak, doğrusal denklemlerin nasıl çalıştığının kavranması (1) için doğrusal denklemlerin farklı formlarda gösterilmesi, bunun için de onları sembollerle gösterme (2), grafiksel olarak (3) ya da çizelge biçiminde (4) açıklama ve onların genel oluşumunu açıklayabilme (5) ya da belirli bir uygulama bağlamında (6) açıklama gibi becerileri edinmesi gösterilebilir.

Ölçme aracıyla ölçülecek 6 becerinin olduğu durumda, ölçülecek beceriler birbirinden bağımsız ise yazılabilecek olası $6^6 - 1$ farklı madde vardır. Ancak ölçülecek beceriler arasında Şekil 1’de gösterilen doğrusal hiyerarşi varsa yazılabilecek olası farklı 6 madde, yakınsayan hiyerarşi varsa olası farklı 9 madde, ayrılan hiyerarşi varsa yazılabilecek olası farklı 15 madde, yapılandırılmamış hiyerarşi varsa yazılabilecek olası farklı 32 madde vardır. Beceri hiyerarşisindeki beceri bağılıklarının belirlenmesi ve bunun matematiksel olarak gösterilmesi tanısal durum belirlemelerin tasarımı aşamasında yapılırsa, bu deneysel olarak ayırt edilmesi gereken beceri profillerinin sayısını indirgemeye (azaltmaya) yardım edecek, bunun karşılığında da verilerin analiz edildiği modelin karmaşıklığının azaltılmasına yardımcı olacaktır. Bu temel beceri bağılılık yapıları daha karmaşık beceri ilişki özellikleri oluşturmak için kullanılabilir. Belirlenen beceri hiyerarşisine bağlı olarak, yapılacak her değerlendirme için en etkili ve en uygun sayı değişmektedir (Rupp ve diğerleri, 2010).

Q matrisinin doğru belirlenmesi ve model veri uyumunun sağlanması, ölçme aracıyla elde edilen tanısal bilginin kalitesini belirleyen temel unsurdur ve elde edilen sonuçların geçerliği açısından büyük önem taşımaktadır. Q matrisi ve bireylerin yanıt örüntüleri kullanılarak, her bir bireyin beceri profili kestirilebilmektedir. Birey

profilinin doğruluğunda da Q matrisinin kalitesi büyük önem taşımaktadır (De la Torre ve Douglas, 2004; Dogan ve Tatsuoka, 2008; Henson, 2004; Rupp ve Templin, 2008a; Tatsuoka, 1983).

Q matrisinin doğru tanımlanmasının öneminin bir örnekle açıklanması konuyu somutlaştıracaktır. Bir programa öğrenci almak amacıyla 20 temel becerinin ölçüldüğü bir sınav yapılmaktadır. Programa alınma kriteri de bireylerin 15 temel beceriye sahip olması olarak belirlenmiştir. A bireyi gerçekte 14 beceriye sahip, ancak Q matrisi belirlenirken X becerisinde bir yanlış tanımlama yapılmıştır. Doğru yanıtlanabilmesi için X becerisine sahip olmayı gerektiren üç madde olmasına rağmen maddelerden ikisi yanlış tanımlanmış ve X becerisiyle ilişkilendirilmemiştir. Birey X becerisini ölçtüğü tanımlanan maddeyi şansa doğru yanıtlamış, ölçülen beceriyle ilişkilendirilememiş iki maddeyi ise yanlış yanıtlamış olsun. Yanlış yanıtlanan iki madde X becerisiyle ilişkilendirilmemiş olduğundan, aslında birey bu iki maddeyi X becerisine sahip olmamasından dolayı yanlış yanıtlamış olabilir. Fakat yapılan ölçme kapsamında bu beceri yalnızca bir maddeyle ilişkilendirilmiştir ve birey de o maddeyi şansa da olsa doğru yanıtlamışsa ölçme sonucunda oluşturulan profilde bu beceriye sahip görünecektir. Bu durum, aslında 14 beceriye sahip olduğu için programa kabul edilmemesi gereken bireyin, Q matrisinin tanımlanmasında yapılan hata nedeniyle programa yerleşme hakkı kazanmasına yol açacaktır.

Görüldüğü üzere, DINA modelde Q matrisinin doğru tanımlanması alınan kararların ve yapılacak yönlendirmelerin doğruluğu açısından çok önemlidir.

Madde Parametrelerinin Kestirimi

Bilişsel tanı modellerinde maddeye ilişkin raporlamalar, ölçme aracını alan bireylerin yanıtları üzerinden yapılır. Bunun için de yanıt örüntüsünde tipik olmayan hangi yanıtların modellendiğinin belirlenmesi gerekmektedir. İki tür tipik olmayan yanıt vardır. DINA modelde bunlar, her bir madde için “kaydırma (slip/s)” ve “tahmin (guess/g)” parametreleri olarak ele alınır. Modeldeki kaydırma parametresi, bireyin ilgili madde ile ölçülen bütün becerilere sahip olduğu halde maddeye yanlış yanıt verme olasılığını diğer bir deyişle düşük doğru yanıt oranı sağladığı durumları belirtir. Tahmin parametresi ise ölçülen becerilerden en az birine sahip olmadığı halde maddeye doğru yanıt verme olasılığını diğer bir deyişle yüksek doğru yanıt oranı sağladığı durumları ifade eder. Kaydırma ve tahmin parametreleri yoluyla tipik olmayan yanıtların

olasılıkları tahmin edilmektedir (Rupp ve Templin, 2008a; Rupp ve diğerleri, 2010). Kaydırma ve tahmin parametrelerine ilişkin formüller Eşitlik 1 ve 2'deki gibi gösterilir.

$$s_j = P(X_{ij} = 0 | \eta_{ij} = 1) \quad (1)$$

$$g_j = P(X_{ij} = 1 | \eta_{ij} = 0) \quad (2)$$

s_j : Ölçülen örtük beceriye/becerilere sahip bireyin j maddesine yanlış yanıt verme olasılığı (yanlış pozitif olasılık),

g_j : Ölçülen örtük beceriye/becerilere sahip olmayan bireyin j maddesine doğru yanıt verme olasılığı (doğru pozitif olasılık)

X_{ij} : i bireyinin j maddesinden aldığı puan (0,1), ($i= 1, \dots, I$ ve $j= 1, \dots, J$).

η_{ij} : Belirleyici örtük yanıt/gizil değişken

| : Sembolün sol tarafındaki ifadelerin sembolün sağ tarafındaki değişken değerlerine bağlı olduğunu gösterir.

DINA modelde örtük yanıt Eşitlik 3'teki gibi gösterilir.

$$\eta_{ij} = \prod_{k=1}^K \alpha_{ik}^{q_{jk}} \quad (3)$$

$\alpha_i = \{ \alpha_{ik} \}$: Yanıtlayıcının ikili beceri vektörü ($k= 1, \dots, K$) / i bireyinin k becerisine sahip olup olmadığı

q_{jk} : j maddesinin doğru yanıtlanması için k becerisine sahip olunmasının gerekip gerekmediği / Q matrisindeki ikili puanlanan girdi (1,0)

Bilişsel tanı modellerinde parametre tahminlerinin doğruluğu Q matrisinin hatasızlığına bağlıdır (Baker, 1993). Test maddelerinin bireylerin becerilerinin göstergesi olduğunu varsayan bilişsel tanı modellerinde Q matrisi genellikle bir uzman yargısı ile belirlendiğinden bazı elemanları hatalı olarak tanımlanabilir (DeCarlo, 2012). Veri seti için model iyi tanımlanmış ve maddeler veriye iyi uyum gösteriyorsa kaydırma ve tahmin parametrelerinin küçük olması beklenir. Eğer bu parametrelerden biri yüksekse bu durum, model uyumsuzluğunun maddeye özgü göstergesidir (Rupp ve Templin, 2008a). Madde parametrelerinin sıfır olması, veri ile model arasındaki uyumun mükemmel olduğuna diğer bir deyişle belirlenen Q matrisin hatasız olduğuna işaret etmektedir (Li, 2008). Başka bir ifade ile kaydırma ve tahmin parametresinin sıfır olması, tüm becerilerin belirlendiği, Q matrisinin doğru tanımlandığı, rasgele olmayan (belirleyici) yanıtların olduğu ideal durumu temsil eder. Tahmin ve kaydırma parametrelerin küçük olduğunda, model rasgele yanıtlar içerir. Fakat parametreler çok

yüksek olduğunda, ya beceriler doğru olarak belirlenmemiştir ya da Q matrisinin tanımlanmasında hata yapılmıştır. Yüksek tahmin ve kaydırma parametreleri düşük model uyumunun göstergesidir. Belirlenen beceriler katılımcıların yanıt örüntüsünü açıklamada yetersiz kalmaktadır, maddelerin yanıtlanması farklı bir strateji içermektedir (De la Torre ve Douglas, 2004).

DINA modelde kaydırma parametresi ne kadar düşük olursa ilgili becerilere sahip bireylerin maddeye doğru yanıt verme olasılığı da o kadar artmaktadır (De la Torre, 2009a). Tahmin parametresinin yüksek olması ise maddenin söz konusu beceriye sahip olmayan bireyler tarafından da doğru yanıtlanma oranının yüksek olduğunu göstermektedir (Başokçu, 2010).

DINA modelde tahmin parametresi MTK'daki şans parametresinden farklı bir yapıdadır ve iki farklı anlama gelmektedir: 1) Maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli olan beceriye sahip olmayan bireyin maddeyi doğru yanıtlaması, 2) Yanıtlayıcının maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli olduğu düşünülen beceriler dışında başka becerileri kullanarak maddeyi doğru yanıtlaması. Bir başka ifadeyle bu durum Q matrisinde tanımlananlardan farklı becerilerin de, bir maddenin doğru yanıtlanması için yeterli olabileceğini göstermektedir. Bir madde için 1'e yakın çıkan tahmin parametresi, o maddeyi yalnızca ilgili becerilere sahip olmayan bireylerin doğru yanıtladığı anlamına gelmez, aynı zamanda maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli olan bazı becerilerin belirlenemediği biçiminde de yorumlanabilir (Başokçu, 2011; 2014).

DINA modelde madde parametrelerinin kestiriminde iki farklı yöntem kullanılabilir. Biri madde parametrelerinin En Çok Olabilirlik Kestirimi'nin (Maximum Likelihood Estimation, MLE) başlangıç değerinin belirlenmesini gerektiren Beklenti Maksimizasyonu (Expectation Maximization, E-M) yöntemi, diğeri ise madde parametrelerinin sonsal dağılımlarının elde edilebilmesi için Bayes kestirimine dayanan Monte Carlo Markov Zinciri (Markov Chain Monte Carlo, MCMZ) yöntemidir. Her iki yöntem de bazı avantajları ve dezavantajları beraberinde getirmektedir. Beklenti maksimizasyonu algoritması gizil değişkenlerin modellenmesinde daha yaygın olarak kullanılır ve MCMZ hesaplamasına oranla daha az zaman gerektirir. Diğer bir deyişle MCMZ yönteminin dezavantajı her iki yöntemin uygulanabildiği durumlarda, E-M algoritmasına göre daha yavaş çalışmasıdır. Ancak, MCMZ hesaplamasının önemli bir alternatif olarak geliştirilmesinde de etkisi olan model karışıklığından dolayı E-M yöntemini BTM bağlamında uygulamak zordur. MCMZ yöntemi, E-M yönteminin uygulanamadığı durumlara alternatif olarak geliştirilmiş tutarlı bir yöntemdir. E-M

yönteminin dezavantajı farklı başlangıç değerlerinin seçilmesinin madde parametre değerlerinde küçük değişikliklere neden olabilmesi ve örtük sınıf sayısı arttıkça hesaplanmasının sayısal yoğunluk gerektirmesidir (Rupp ve diğerleri, 2010). MCMZ'nin avantajı küçük örneklem büyüklüklerinde güvenilir sonuçlar vermesidir (Congdon, 2001; Palomo, Dunson ve Bollen, 2007; Lee ve Song, 2004; Yang ve Dunson, 2010).

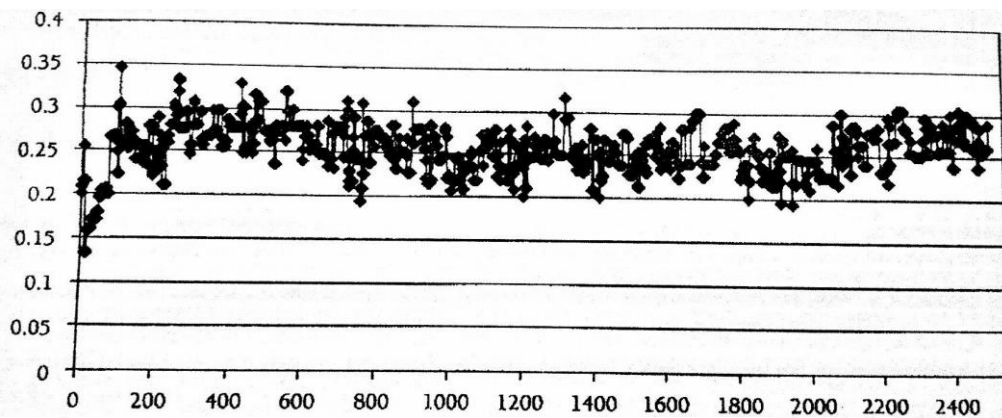
Bayesci yöntemler, parametrelere ilişkin olasılıksal çözümler sunan, koşullu ve toplam olasılık formüllerine dayanır. Parametrelerin koşullu dağılımı, sonsal dağılımdır. Sonsal dağılım, örneklemeden elde edilen bilgi ile parametreye ilişkin önsel bilginin birleşimidir. Bayesci uygulamalarda parametrelere ilişkin önsel bilgiler, uygun dağılımlarla modelleme sürecine dahil edilirler. Diğer bir deyişle verilerden elde edilen bilgiler önsel bilgi olarak kullanılarak yeni bilgi elde edilir, yeni bilgi kullanılarak ise var olan bilgiler güncellenir. Böylece önsel bilgilerden önsel dağılımlara, sonsal dağılımlardan ise sonsal bilgilere ulaşılır (Congdon; 2001; Gill, 2002; Hagan, 1988).

Bayesci yöntemler, sonsal dağılımların elde edilmesinde, çözümlemesi zor ve karmaşık çok boyutlu integrallerin kullanılması yerine, Monte Carlo Markov Zinciri (MCMZ) yöntemlerini kullanılarak, simülatif teknikler yoluyla koşullu dağılımlardan örneklem çekerek, parametre değerlerini kestirmek için sonsal dağılıma yakınsayan bir dağılım elde eder. MCMZ yöntemleri, olasılıksal bir süreç olan Markov Zinciri ile olabilirlik fonksiyonlarının sonsal dağılımlarını elde etmede kullanılan Monte Carlo iterasyonunu kullanır. MCMZ yöntemleri ile sonsal dağılımlardan örneklem çekilir ve sonsal momentler hesaplanır (Brooks, 1998; Gelman ve Rubin, 1996; Gill, 2002; Gilks, Richardson ve Spiegelhalter, 1996; Gamerman, 1997; Muthén ve Asparouhov, 2011). Markov zincirine dayalı Monte Carlo integrasyonlarından biri olan Gibbs örnekleyicisinde tek değişkenli koşullu dağılımlar ele alınır ve her parametre için örneklem biribirinden bağımsız olarak çekilir (Gelfand, Smith ve Lee, 1992; Gelfand, 2000; Gill, 2002).

Monte Carlo Markov Zinciri yöntemlerinde, sonsal dağılıma yakınsanıp yakınsanmadığının diğer bir deyişle zincirin ne zaman durdurulması gerektiğinin belirlenmesi önemlidir. Zincirin ilk adımlarında önsel bilgilerin etkileri görülürken, ilerleyen adımlarda zincir önsel bilgilerin etkilerinden kurtularak gerçek değere yakınsamaya başlar. Yakınsama gerçekleşene kadar, parametre değerleri tekrar tekrar kestirilir, yakınsama sağlandığında döngü tamamlanır. Teorik olarak sonsuz iterasyon yapılırsa, önsel dağılımın etkisi ortadan kalkar ve zincir denge durumuna ulaşır. Ancak

uygulamada, sonsuz iterasyon yapılamayacağından, kestirimlerin sonsal dağılımlarını etkileyen ve önsel dağılımın etkisinde olan kısmı, zincirden çıkarılır. Önsel dağılımın etkisi nedeniyle zincirden çıkarılan kısım yakma/dengeleme periyodu (burn-in period) olarak adlandırılır. Sonsal değerler belirlenirken yakma periyodu çıkarıldıktan sonra kalan kestirimler kullanılır (Brooks, 1998; Congdon, 2003; Gelfand ve diğerleri, 1992; Gelfand, 2000; Gill, 2002).

DINA modelde MCMZ hesaplama yöntemi kullanılarak bir maddenin kaydırma parametresi için 2500 adımlık Markov dizisi Şekil 2’de gösterilmiştir. Kaydırma parametresi için başlangıç değeri MCMZ adım şablonunun sol tarafında yer almakta olan 0.20’dir. Markov dizisi başlangıçta yukarıya doğru bir tırmanış göstermektedir. Diğer bir deyişle kaydırma parametresi değerleri ilk başlarda artmaktadır. Bu durum, çizgilerin bu noktada sonsal dağılım göstergesi olmadığı bilgisi için kanıt sağlayan sistematik bir eğilimi işaret etmektedir. Fakat rastlantısal dağılımlar 1000 nolu noktadan sonra ortak bir değerde birikim göstermektedir. Bu da çalışmaya hazırlama sürecinin 1000 nolu adımdan itibaren olması doğrultusunda ipucu vermektedir. Başka bir ifadeyle, MCMZ algoritmalarının kaydırma parametresinin sonsal dağılımına yönelik bir noktada birleşme süreci 1000 nolu noktadan sonra başlamaktadır. Bu durumda ilk 1000 değer kestirim dışı bırakılması gerekir. Dağılımın ortalaması olan 0.25 değeri aynı zamanda bu madde için kaydırma parametresinin sonsal beklenen kestirim (Expected A Posteriori, EAP) tahminidir. Farklı uygulamalarda Markov dizinin bir noktada birleşmesi için daha çok nokta gerekebilir. Bu da MCMZ ile Bayeşçi hesaplamaların aslında yavaş olabileceğini göstermektedir (Rupp ve diğerleri, 2010).



Şekil 2. Kaydırma Parametresi İçin MCMZ İle Belirlenen Markov Dizisi

Zincir uzunluğunun ve yakma periyodunun ne kadar olacağı konusunda farklı çalışmalar vardır (Gelman ve Rubin, 1996; Lee, 2007). Zincirin dengeye ulaştığı ve başlangıç değerlerinin etkisinden kaynaklanan sapma olasılığının azaldığı noktanın belirlenmesi gerekir. Amaç, sonsal dağılıma yakınsayan bir Markov zinciri belirlemektir. Sonuçların doğruluğu, büyük ölçüde tekrar sayısına bağlıdır. Zincirin uzunluğu arttıkça, Monte Carlo tahmininin örneklem varyansı küçülür ve tahminlerin standart hataları azalır. Dolayısıyla daha iyi tahminler elde edilir. Ancak çok karmaşık modellerde zincir uzunluğu zaman ve bilgisayarda hafıza sorununa yol açabilir (Gelfand ve Smith, 1990; Gelman, 1996; Gelman ve Rubin, 1992; Geyer, 1992; Raftery ve Lewis, 1992).

Örtük Sınıflar ve Bireylerin Sınıflandırılması

BTM'nin amacı, her yanıtlayıcıya belirli bir beceri profili tayin etmek olduğundan, bu sürecin sonucunda eş beceri profilli farklı yanıtlayıcı grupları oluşturmaktır. Başka bir deyişle BTM'ler, özel bir gizil sınıf modeli türü olan ve daha önce gözlemlenmemiş yanıtlayıcı sınıfları oluşturan modellerdir. Bir Gizil Sınıf Modeli uygulamasında amaç, kategorik gizil değişkenlerle ilişkili birtakım kategorik yanıtların ortak dağılımını özetlemektir. Ancak, bu tür bir analizde, kategorik gizil değişkenlerin ve ortaya çıkan gizil sınıfların sayısı önceden belirlenmemiştir. Bu nedenle, bu modeller teknik olarak kısıtsız gizil sınıf modelleri olarak adlandırılmaktadır. Buna karşın, BTM'ler kısıtlı gizil sınıf modelleridir. Çünkü muhtemel gizil sınıflarının toplam sayısı, ölçme aracıyla ölçülen becerilerin ve onların bağımlılıklarının toplam sayısı tarafından belirlenmektedir (Haertel, 1989; Rupp ve diğerleri, 2010; Henson ve Templin, 2006).

Örneğin eğer ortada birbirinden bağımsız 1-0 olarak kodlanmış dört tane beceri varsa 16 gizil sınıfı ($2^4 = 16$) temsil eden 16 beklenen beceri sınıfı vardır. Genelde, toplam beceri sayısına A denildiğinde, birbirinden bağımsız ve 1-0 olarak kodlanmış becerilere ilişkin gizil sınıf sayısı 2^A , bu becerileri ölçebilen belirgin maddelerin sayısı $2^A - 1$ 'dir. Hiçbir niteliğe sahip olmayan yanıtlayıcılar sınıfı olmasına rağmen, herhangi bir niteliği ölçmeyen madde anlamsız olduğu için maddelerin toplam sayısı beklenen beceri profillerinin sayısından bir eksiktir. Diğer bir deyişle, $2^A - 1$ tane farklı beceri örüntüsüne sahip madde yazılabilir. Modelde ölçülmek istenen A sayıda beceri için 2^A sayıda olası örtük sınıf oluşacağından, bir testle üç beceri ölçülüyorsa yanıtlayıcıların sınıflanabileceği olası sekiz farklı (2^3 tane) örtük sınıf olabilir. Bu olası örtük sınıflar; "000", "100", "010", "001", "110", "011", "101" ve "111" biçiminde ifade edilir. Olası

farklı beceri örüntülerine ilişkin yazılabilecek maddeler ise “100”, “010”, “001”, “110”, “011”, “101” ve “111” biçimindedir. Kullanılan ölçme aracı, $2^A - 1$ formülünden daha fazla madde içerebilir, ancak Q matrisinde aynı becerileri ölçüyor olacağı için bazı maddeler yapı yükleri bakımından birbirinin aynısı olacaktır. Buna rağmen, parametre kestirimleri aynı yüklü maddelerde değişiklik gösterebilir. Bununla birlikte, ölçme aracında mutlaka olası tüm beceri örüntülerini içerecek maddeler bulunmak zorunda da değildir (Rupp ve diğerleri, 2010).

DINA modelde yetenek kestirimi ölçülen beceriyi temsil eden maddelerin güçlükleriyle ilgilidir. DINA modelin bir yanıtlayıcının belirli bir beceriye sahip olup olmadığını belirleme aşaması, temelde bireyin ölçülen beceri bakımından 0 sınıfında mı, 1 sınıfında mı olacağına dair bir olasılık değeri belirleme sürecidir. Bu olasılık değerinin belirlenmesindeki temel ölçüt ise analiz sırasında iterasyonlarla belirlenen kaydırma ve tahmin parametreleridir. DINA model, grubun yanıt örüntüsünü kullanarak maddelere ilişkin kestirdiği kaydırma ve tahmin parametreleriyle maddelerin, bireyin ölçülen beceriye sahip olma olasılığını belirleme etkilerini farklı düzeylerde belirler. Bireyin kaç maddeyi doğru yanıtladığıyla değil, daha çok hangi maddeleri nasıl yanıtladığıyla ilgilenir ve bireyi tek bir beceri düzeyinde sınıflamaz, maddenin ilişkilendirildiği bütün becerileri birlikte değerlendirir (Başokçu, 2010).

Bir maddenin doğru yanıtlanması için gerekli bütün becerilere sahip olan bireyin maddeyi doğru yanıtlama olasılığını gösteren fonksiyon Eşitlik 4’te verilmiştir (De la Torre, 2009a).

$$P_j(\alpha_i) = P(X_{ij} = 1 | \eta_{ij}) = (1 - s_j)^{\eta_{ij}} g_j^{1-\eta_{ij}} \quad (4)$$

$P_j(\alpha_i)$: α_i beceriler vektörüne sahip i bireyin j maddesini doğru yanıtlama olasılığı

DINA modelde bir maddeye doğru yanıt verme olasılığı daha açık bir biçimde gösterilecek olunursa bütün gözlenen madde yanıtlarının ikili puanlandığı (“doğru” ya da “yanlış” biçiminde puanlanan) ve bütün becerilerin de iki değerli olduğu (“yeterli”/“yeterli değil” ya da “var”/“yok”) durumlar için;

$$P(X_1 = 1 | \alpha_1 \alpha_2) = \frac{\exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,(1)}\alpha_1 + \lambda_{1,1,(2)}\alpha_2 + \lambda_{1,2,(1,2)}\alpha_1\alpha_2)}{1 + \exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,1,(1)}\alpha_1 + \lambda_{1,1,(2)}\alpha_2 + \lambda_{1,2,(1,2)}\alpha_1\alpha_2)} \quad (5)$$

biçiminde ifade edilir (Rupp ve diğerleri, 2010).

DINA modeli madde için verilen doğru yanıtın olasılığını iki parametre açısından tanımlamaktadır; kaydırma parametresi (s_i) ve tahmin parametresidir (g_i). Ölçülen becerilerden en az birine sahip olmayan herhangi bir yanıtlayıcı için doğru yanıt verme olasılığı doğru yanıtı “tahmin” olasılığı ile eşittir ve bütün becerilere sahip herhangi bir yanıtlayıcı için doğru yanıt verme olasılığı “kaydırmama” ($1 - s_i$) olasılığı ile eşittir. Dört becerinin ölçüldüğü bir ölçme aracında ilk iki beceriyi ölçen bir madde için sadece bu iki beceriye sahip bir yanıtlayıcının bu maddeye doğru yanıt vermesi beklenir. Bunun hesaplanması ise

$$\begin{aligned}
 P(X_{ic} = 1 | \alpha_{c1} \alpha_{c2}) &= \frac{\exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,1,(1)}\alpha_{c1} + \lambda_{1,1,(2)}\alpha_{c2} + \lambda_{1,2,(1,2)}\alpha_{c1}\alpha_{c2})}{1 + \exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,1,(1)}\alpha_{c1} + \lambda_{1,1,(2)}\alpha_{c2} + \lambda_{1,2,(1,2)}\alpha_{c1}\alpha_{c2})} \quad (6) \\
 &= \frac{\exp(\lambda_{1,0} + (0)\alpha_{c1} + (0)\alpha_{c2} + \lambda_{1,2,(1,2)}\alpha_{c1}\alpha_{c2})}{1 + \exp(\lambda_{1,0} + (0)\alpha_{c1} + (0)\alpha_{c2} + \lambda_{1,2,(1,2)}\alpha_{c1}\alpha_{c2})} \\
 &= \frac{\exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)}\alpha_{c1}\alpha_{c2})}{1 + \exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)}\alpha_{c1}\alpha_{c2})}
 \end{aligned}$$

α_{c1} : İlk beceri için gizil değişken,

α_{c2} : 2. beceri için gizil değişken

$\lambda_{1,1,(1)}$: İlk beceri ile ilişkilendirilen temel etki parametresi,

$\lambda_{1,0}$: kesişim parametresi,

$\lambda_{1,1,(2)}$: ikinci beceri ile ilişkilendirilen temel etki parametresi,

$\lambda_{1,2,(1,2)}$: birinci ve ikinci beceri ile ilişkilendirilen iki yönlü etkileşim etkisi parametresi

X_{ic} : gizil sınıftaki 1. madde için gözlenen yanıt

biçimindedir. Her iki beceriye sahip olma durumu için doğru yanıt olasılığının artırılması gerektiğinden, DINA modelinde bir kısıt olan etkileşim terimi pozitif olmalıdır. Bu nedenle, DINA model formülündeki kaydırma ve tahmin parametreleriyle bağlantılı olan bu modelde iki etki ($\lambda_{1,0}$ ve $\lambda_{1,2,(1,2)}$) hesaplanacaktır. Madde tarafından ölçülmeyen becerilerin, maddeye doğru cevap verme olasılığı üzerine bir etkisi yoktur. Diğer bir deyişle eş parametreler sıfırdır, model denkleminde çıkarılır. İlgili hesaplamaların ayrıntıları

Örtük sınıf	Beceri profili	Doğru yanıt olasılığı
1	[0,0,*,*]	$P(X_{ic} = 1 \alpha_{c1}\alpha_{c2}) = \frac{\exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)}(0)(0))}{1 + \exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)}(0)(0))} = \frac{\exp(\lambda_{1,0})}{1 + \exp(\lambda_{1,0})} = g_1$
2	[0,1,*,*]	$P(X_{ic} = 1 \alpha_{c1}\alpha_{c2}) = \frac{\exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)}(0)(1))}{1 + \exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)}(0)(1))} = \frac{\exp(\lambda_{1,0})}{1 + \exp(\lambda_{1,0})} = g_1$
3	[1,0,*,*]	$P(X_{ic} = 1 \alpha_{c1}\alpha_{c2}) = \frac{\exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)}(1)(0))}{1 + \exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)}(1)(0))} = \frac{\exp(\lambda_{1,0})}{1 + \exp(\lambda_{1,0})} = g_1$
4	[1,1,*,*]	$P(X_{ic} = 1 \alpha_{c1}\alpha_{c2}) = \frac{\exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)}(1)(1))}{1 + \exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)}(1)(1))}$ $= \frac{\exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)})}{1 + \exp(\lambda_{1,0} + \lambda_{1,2,(1,2)})} = (1 - s_1)$

* : beceri madde tarafından ölçülmemektedir ve doğru cevap verme olasılığı üzerine bir etkisi yoktur.

şeklinde ifade edilebilir (Rupp ve diğerleri, 2010).

Beceri profilleri hesaplanırken ise önce yanıtlayıcı parametreleri hesaplanır. Madde ve yapısal parametrelerin de hesaplandığı analizler için, Sıra dışı Maksimum Olasılık (SMO) yaklaşımı kullanılır. Gizil sınıfların ayrışımı için ön bir ayırımı hesaplanması gerekir. Sonra bu ayırım madde parametrelerini hesaplamak için kullanılır ve son olarak bunlar bilinen madde parametreleri gibi davranılarak sonsal gizil sınıf ayrımı hesaplanır. Madde ve yapısal parametreler için hesaplama algoritması madde parametre hesaplamalarının sıra ile güncellendiği yinelemeli bir süreç takip etmektedir. Bu iyileştirme sürecindeki her adımda, hesaplama algoritması uygun bir cevap hakkında “yakınsama” olduğu söylendiği farklılıkların oldukça küçük olduğu noktaya kadar önceki adımlardaki hesaplamalarla güncel hesaplamaları karşılaştırılmaya devam eder. Yakınsallık sonucunda, son yinelemede madde ve yapısal parametreler sabit olduğu görülür ve veri kaydedilir (De la Torre, 2009a; Rupp ve diğerleri, 2010).

Ölçme araçlarıyla elde edilen sonuçlara dayanarak verilen kararlarda, ölçek düzeyi ne olursa olsun, bir ölçüt dayanak alınarak veriler sınıflama düzeyine indirgenir. Bu durum bireylerin hatalı sınıflanma olasılığını da ortaya çıkartır. Ölçme aracından elde edilen sonuçlara dayalı olarak verilen sınıflama kararının doğruluk derecesi sınıflamanın geçerliğine bağlıdır (Erkuş, 2003). Bilişsel tanı modellerinde sınıflama tutarlılığının hesaplanmasında kullanılacak kriterler: 1) Her bir beceri için marjinal

doğru sınıflama oranları, 2) Her bir replikasyon için, $N \times K$ sayıda sınıflanan bireysel beceri için toplam doğru sınıflama oranı, 3) Bütün K becerileri için doğru sınıflanan bireylerin oranı, 4) En az $K-1$ beceri için doğru sınıflanan bireylerin oranı, 5) K ya da $K-1$ beceri için yanlış sınıflanan bireylerin oranı olarak belirtilebilir (Huebner ve Wang, 2011). Katılımcıların sınıflandırılma oranlarının doğru belirlenmesi, bu sınıflandırmalar dikkate alınarak katılımcılar hakkında bazı kararlar alındığından son derece önemlidir (Kunina-Habenicht, Rupp ve Wilhelm, 2012).

İlgili Araştırmalar

Bu çalışma kapsamında, DINA modelde Q matrisinin hatalı belirlenmesinin farklı örneklem büyüklüklerinde kestirilecek madde parametrelerine ve bireylerin sınıflandırılmasına etkisi incelenmiştir. Bu bölümde alanyazında yer alan, bilişsel tanı modelleri kapsamındaki farklı modellerde, Q matrisinin hatalı belirlenmesinin parametre kestirimlerine etkisine ilişkin çalışmalardan ulaşılabilenler ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Baker (1993) Q matrisinin hatalı belirlendiği durumlarda LLTM (Doğrusal lojistik test modeli) ile yapılan kestirimlerin duyarlılığına ilişkin yaptığı çalışmada, 21 madde ile ölçülen sekiz bilişsel bileşenin yer aldığı veri seti kullanmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan Q matrisinin hatalı belirlenmesine ilişkin değişkenler; farklı hatalı belirleme oranı (%1, %2, %3, %5, %7.5 ve %10), hatalı belirleme yoğunluğu: sık (%57; 168 hücrenin 96 hücresinde hatalı belirleme yapılmıştır) ve seyrek (%20; 168 hücrenin 34 hücresinde hatalı belirleme yapılmıştır) hatalı belirlemedir. Bu değişkenlerin LLTM parametrelerindeki etkisi farklı örneklem büyüklükleri (20, 50, 100 ve 1000) durumları için ele alınmıştır. Q matrisindeki küçük derecede hatalı belirleme, parametre kestirimlerinde büyük etki yapmıştır. Düşük hatalı belirleme oranlarında (%1, %2 ve %3), seyrek Q matrisi, nispeten az sayıda hücrede (168 hücrede 2-5 arasında) hatalı belirleme yapılmış olmasına rağmen RMS değeri 0.20'dir. Daha yüksek hatalı belirleme oranlarında (%5, %7.5 ve %10) ortalama RMS'ler sırasıyla seyrek ve yoğun Q matris koşulları için 0.70 ve 0.30 bulunmuştur. Seyrek matris koşullarında elde edilen RMS değerleri, yoğun matris koşulunda elde edilenlerin yaklaşık 1.5 katıdır. Q matrisinin hatalı belirlenmesinin yoğunluğu, parametre tahminlerini etkileyen önemli bir faktördür. Yoğun matris sonuçlarında örneklem büyüklüğü 20'den 50'ye yükseltildiğinde kestirimlerin ortalama RMS (Root Mean Square)'lerinde büyük bir azalma olmuştur. Ancak örneklem büyüklüğündeki daha fazla

artış, RMS'lerin daha düşük bir ortalama değeri ile hafif bir dalgalanmayla sonuçlanmıştır. Doğru parametre tahminleri elde edebilmek için, her beceriyi içeren maddelere doğru cevap veren kişiler olmalı ve beceri yeterli sayıda madde ile ilişkili olmalıdır. Seyrek bir matriste, aynı beceriyi ölçen yalnızca birkaç madde vardır ve her bir beceri ile ilgili yeterli veri elde etmek için birçok yanıtlayıcıya ihtiyaç duyulacaktır. Bununla birlikte, yoğun bir matriste birçok madde aynı beceriler ile ilişkilidir ve daha küçük bir örneklem büyüklüğü her beceri için yeterli veri üretecektir. Yoğun matris durumunda, minimum örneklem büyüklüğüne erişildiğinde, daha fazla boyut artışı, parametre tahminleri üzerinde çok az ek etkiye sahiptir. Seyrek Q matrisi kullanan testlerdeki toplam madde sayısının artırılması, parametre tahmin düzeyini arttıracaktır. Ama test uzunluğu üzerindeki olağan kısıtlamalar nedeniyle uygulamada bu pek mümkün değildir. Q matrisinin hatalı belirlenmesinin etkisi yalnızca hatalı belirlenmiş elemanları içeren maddelerde meydana gelir. Sonuç olarak, Q matrisinde düşük oranda hatalı tanımlama yapılması bile parametre tahminlerinin değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Hatalı tanımlama daha büyük oranlarda yapıldığında parametre tahminlerini ciddi olarak etkilemektedir. Örneklem büyüklüğü ile parametre tahminlerinin hata miktarı arasında herhangi bir etkileşim bulunmamaktadır. Seyrek Q matrislerine dayalı tahminler, yoğun Q matrisleri kullananlara kıyasla temel tahminlerden daha farklı olacaktır. Matristeki herhangi bir hatalı tanımlama parametre tahminlerinin sapma değerlerine ve dolayısıyla bunların yorumlanmasına yansır. Q matrisinin belirlenmesi büyük özenle yapılmalıdır.

De la Torre ve Douglas (2004)'ün Ox programı kullanarak, HO-DINA (High Order DINA) model ile HO-LLM model (High Order Linear Lojistik Model) parametrelerinin doğruluğunun karşılaştırılmasına ilişkin yaptıkları çalışma üç aşamadan oluşmaktadır. Araştırmada öncelikle iki model için bir simülasyon çalışması yapılmış ve model veri uyumu test edilmiştir. Simülasyon yoluyla 30 madde ile 5 farklı niteliğin ölçüldüğü 1000 kişilik 25 veri seti üretilmiştir. Yapılan 25 replikasyonda kaydırma ve tahmin parametreleri sabit tutulmuştur. DINA ve LLM model için parametre kestirimlerinde Bayesçi yöntemler kullanılmıştır. MCMZ kestirimleri için zincir uzunluğu 5000 yakma periyodu 1000 olarak belirlenmiştir ve parametre kestirimleri kalan 4000 iterasyona göre yapılmıştır. HO-DINA modele uygun olarak üretilmiş verilerle HO-LLM analizleri yapıldığında ya da HO-LLM modele uygun olarak üretilmiş verilerle HO-DINA analizleri yapıldığında, bireylerin olası örtük beceri sınıflarına göre sınıflanma oranlarının ciddi olarak farklılaştığı bulunmuştur. Veriye

uygun model kullanıldığında ise yüksek sınıflanma doğruluğu (0.88-0.97 aralığında) elde edilmiştir. Araştırmada daha sonra Tatsuoka (1990; 2002) tarafından geliştirilip uygulanmış bir teste ilişkin verilere (8 niteliğin ölçüldüğü 20 maddeye 2144 yanıtlayıcının verdiği yanıtlar), HO-DINA model ve bağımsız DINA model analizleri uygulanmış ve modellerin örtük yeteneği kestirme düzeyleri karşılaştırılmıştır. MCMZ kestirimleri için zincir uzunluğu 20000 yakma periyodu 1000 olarak belirlenmiştir. Araştırma bulguları, maddeler ile ölçülen beceriler arasındaki ilişkilerin doğru kurulduğu diğer bir deyişle Q matrisinin hatasız belirlendiği durumda iki modelin birbirine yakın ve başarılı kestirimlerde bulunduğunu göstermektedir. Ancak Q matrisi hatalı belirlendiğinde HO-DINA model, örtük yeteneği belirlemede bağımsız DINA modele göre çok yetersiz kalmaktadır. HO-DINA model, Q matrisinin hatasızlığından diğer modellere göre daha fazla etkilenmektedir. Son aşamada ise 25 replikasyon ile, ikinci aşamadaki gerçek veri setine uygun veri seti üretilmiş ve kestirilen parametreler ilk aşamadaki simülasyon sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Madde parametrelerinin kestirim doğruluğu benzerken, yetenek kestirimleri beceri sayısı arttığında daha doğrudur. Gerçek ve kestirilen değerler arasında 0.83 korelasyon vardır.

De la Torre (2008) Ox programı kullanarak yaptığı çalışmasında, DINA model için Q matris geçerliğini test etmek amacıyla kullanılacak, “delta yöntemi” adını verdiği görgül temelli bir yöntem geliştirmiştir. Delta yönteminin uygunluğunu test etmek için bir simülasyon çalışması yapmıştır. Simülasyon veri seti 5000 yanıtlayıcının, 5 niteliğin ölçüldüğü 30 maddeye ilişkin yanıtlarından oluşmaktadır. Her madde en fazla 3 niteliği ölçmektedir. Bütün maddelerin kaydırma ve tahmin parametreleri 0.20 olacak biçimde üretilmiştir. Q matrisinin hatalı belirlenmesinin etkisinin incelenmesi amacıyla hatasız belirlenen Q matrisine ek olarak, 1 maddede hatalı tanımlama yapılan 10 farklı Q matrisi ve 3 maddede hatalı tanımlama yapılan bir Q matrisi olmak üzere 11 farklı hatalı belirleme durumu oluşturulmuştur. Parametre kestirimleri yakınsama kriteri 0.001 olacak biçimde belirlenen E-M algoritmasına göre yapılmıştır. Araştırma bulguları incelendiğinde, hatasız Q matrisi kullanılarak yapılan parametre kestirimlerinin yanlılığının çok küçük ve ortalama ayırt edicilik indeksinin $\delta = 0.61$ olduğu görülmektedir. Q matrisinin hatalı belirlendiği durumda ise parametre kestirimlerinin çok yanlı olduğu ve δ 'nın küçüldüğü bulunmuştur. Buna ek olarak, hatalı belirleme yapılmayan bazı maddelerin de Q matrisinde yapılan hatalı belirlemelerden az da olsa etkilendiği raporlanmıştır. Bu çalışmada, E-M temelli delta yönteminin Q matrisi hakkında istatistiksel bilgi sağladığı ve Q matrisinin

uygunluğunun kontrolünde kullanabileceği belirtilmiştir. Çalışmada, ilki Tatsuoka (1990; 2002) tarafından geliştirilip uygulanmış teste ilişkin veriler (5 niteliğin ölçüldüğü 15 maddeye 2144 yanıtlayıcının verdiği yanıtlar), diğeri ise 2003 yılı 8. sınıf NAEP (The National Assessment of Educational Progress) matematik verileri (9 niteliğin ölçüldüğü 90 maddeye 3823 yanıtlayıcının verdiği yanıtlar) olmak üzere iki farklı veri setine ilişkin gerçek uygulama sonuçları ile de bulgular doğrulanmıştır.

Rupp ve Templin (2008a) Mplus programı kullanarak yaptıkları simülasyon çalışmasında, Q matrisinin hatalı belirlenmesinin DINA model parametre kestirimine ve bireylerin sınıflanmasına etkisini araştırmışlardır. Hatalı belirlenen Q matrisleri ile kestirilen parametreler ve elde edilen sınıflamalar ile hatasız Q matrisi kullanılarak kestirilen parametreler ve sınıflamalar karşılaştırılmıştır. Q matrisinin hatalı belirlenmesinde iki değişken ele alınmıştır: ilki farklı madde bloklarında hatalı belirleme düzeni (eksik, fazla ve dengeli belirleme), ikincisi ise beceriler arasındaki hatalı bağımlılık ilişkisi (baskılama ilişkisi ve bağlayıcı ilişki). Yapılan karşılaştırmalarda kullanılan hatasız Q matrisi dört niteliğin ölçüldüğü olası tüm farklı beceri örüntülerini içeren 15 maddeden oluşmaktadır. Veriler üretilirken s parametreleri 0.00-0.25 aralığında, g parametreleri 0.00-0.15 aralığında olacak biçimde belirlenmiştir ve 10000 kişilik veri seti ile çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, Q matrisinin hatalı belirlenmesinin, kaydırma ve tahmin parametrelerini genel olarak yalnız hatalı belirleme yapılan maddede farklılaştırdığı bulunmuştur. Q matrisi eksik tanımlandığında kaydırma parametresinin, fazla tanımlandığında tahmin parametresinin, dengeli hatalı tanımlandığında ise hem tahmin hem de kaydırma parametresinin yükseldiği belirtilmiştir. Ayrıca, Q matrisinin hatalı belirlenmesi, bireylerin olası örtük sınıflara göre sınıflandırılmalarında da hataya yol açtığı raporlanmıştır.

Im ve Corter (2011) Rule Space modelinde (RSM) Q matrisinde nitelikleri hatalı belirlemenin istatistiksel sonuçlarını inceledikleri çalışmalarında, Q matrisinde yer alması gereken (problem çözme performansını etkileyen) becerinin çıkarıldığı ve gereksiz yere (problem çözme performansını etkilemeyen) bir becerinin dahil edildiği hatalı belirleme durumlarını ele almıştır. Simülasyon çalışmasının sonuçları, Q matrisinde bir maddede yer alması gereken beceriyi dahil etmemenin, kalan beceriler için sınava girenlerin doğru yanıt olasılıklarını küçümsemelerine (küçük tahminler yapmaya) neden olurken, gereksiz beceriyi dahil etme genellikle, diğer beceriler için, sınava girenlerin doğru yanıt olasılıklarını gözlerinde büyütmelerine (gereğinden fazla tahmin yapmaya) neden olmaktadır. Buna ek olarak, üstküme/altküme ilişkileri olan

beceriler arası sıralama bağıntılarının hatalı belirlenmesi de parametre değerlerini etkilemektedir. Çalışma kapsamında, Q matrisinde nitelikleri hatalı belirlemenin sonuçları sadece olası örtük sınıfların birinde sınıflandırılan bireyler için başarılı bir biçimde incelenebilmiştir çünkü herhangi bir örtük sınıfa atanmayanlar RSM ile analiz edilememektedir. Matriste yer alan bir maddede, gereksiz bir beceri dahil edildiğinde, hangi becerinin eklendiğinin önemi olmaksızın, sınıflandırma oranları değişmemektedir. Tersine, olması gereken bir beceri çıkarıldığında, başarılı bir biçimde sınıflandırılmış sınava girenlerin oranı düşmektedir. Başarılı bir biçimde sınıflandırılmış sınava girenlerin yüzdesi, hangi özel niteliğin çıkarıldığına bağlı olarak %90.75- %99.97 arasında değişen oranlara sahiptir. Q matrisinde bir becerinin hatalı belirlenmesinin farklı koşullar altındaki sınıflama tutarlılıkları genellikle yüksektir. Nitelik çıkarma için sınıflama tutarlılıkları, nitelik dahil etme için olan değerlerden daha düşüktür. Matriste yer alması gereken bir nitelik çıkarıldığı zaman, bireylerin nitelik yeterlik olasılığının (attribute mastery probability-AMP) hataların yönlü sapması genellikle negatif olmaktadır diğer bir deyişle tahmin edilen AMP küçümsenme eğilimindedir. Gereksiz nitelik eklendiğinde ise AMP genellikle diğer nitelikler için değerinden fazla değer verilmiş ve pozitif sapma göstermiştir. Q-matristeki sıralama bağıntısına sahip niteliklerin hatalı belirlenmesi durumunda; esas altküme nitelik çıkarıldığı zaman, üst küme nitelik çıkarıldığı zamankine oranla, üst küme niteliklerin RMSE'si, alt küme niteliklerin RMSE'sinden yüksektir. Çıkarılan nitelik bazı kalan niteliklerin üst küme veya alt kümesi ise sapmalarda uyumlu bir yönlülük vardır. Alt küme nitelik çıkarıldığında, tüm sınava girenlerin üst küme niteliklerinin AMP'si küçük tahmin edilmiş ya da aynı kalmıştır. Tersine, çıkarılan nitelik, bazı kalan niteliklerin üst kümesi olduğu zaman, tüm sınava girenlerin tahmin edilen alt küme nitelikleri değerinden fazla tahmin edilmiştir ya da aynı kalmıştır. Gereksiz alt küme nitelik dahil edildiği zaman, kalan üst küme niteliklerin RMSE'si, üstküme nitelik dahil edildiği zamankine oranla kalan altküme nitelik RMSE'sinden daha yüksektir. Altküme nitelik dahil edildiği zaman, kalan üst küme niteliklerde tüm tahmin edilen AMP'nin değerinden fazla tahmin edilmekte veya aynı kalmaktadır. Tersine, dahil edilen nitelik bazı kalan niteliklerin üst kümesi olduğunda, alt küme niteliklerinde tüm tahmin edilen AMP küçük tahmin edilmiştir ya da aynı kalmıştır. Sonuçlar, hatalı belirleme ve hatasız belirleme durumları arasında, sapmanın miktarı pratik olarak büyük olmadığını tahmin edilen sınıflamalar arasındaki tutarlılığın yüksek olduğunu göstermektedir.

DeCarlo (2012) yaptığı çalışmada, DINA modelde Q matrisindeki belirsizliklerin Bayesci yöntemler aracılığı ile belirlenmesi ve açıklanmasına odaklanmıştır. Q matrisindeki belirsizliği tanımlamak için bir yaklaşım sunulmuştur. Bu yaklaşım Q matrisinin bazı elemanlarını rastgele seçerek belirlemek için kullanılmıştır. Bu yaklaşımda, Q matrisinin tüm elemanlarını 1 veya 0 olarak belirtmek yerine, bazı elemanlar rastgele değişkenler olarak belirlenir. Rastgele elemanların olasılık parametreleri beta dağılımı gibi bir önsel dağılım olarak belirlenebilir. Q elemanının sonsalı ya da p olasılığı Q matrisinin elemanlarının 0 veya 1 olup olmadığını belirlemek için kullanılabilir. Bu yaklaşımın faydası çeşitli simülasyonlar ile incelenmiştir. İlk iki koşulda, Q matrisinin bazı elemanları belirsizken (60 elemandan 4 ya da 12'si) diğerleri doğru olarak tanımlanmıştır. Üçüncü koşulda yine Q matrisinin 12 hücresi belirsizken 6 eleman da yanlış tanımlanmıştır. Q matrisinin elemanları hakkında bilgi edinebilmek için sonsal dağılımlar kullanılmıştır. Simülasyon çalışmaları sonucunda bu yaklaşım Q matrisinin belirsiz olan bazı elemanları için doğru Q matrisi elde etmede bir iyileşmeye yardımcı olmuştur. Çalışmada, Q matrisinin daha uyumlu olması için Tatsuoka'nın kesir çıkarma uygulaması modifikasyonunun yapılması önerilmektedir. Sonuçlar Bayes yaklaşımının Q matrisinde yer alan her maddenin hangi becerileri ölçüp hangi becerileri ölçmediğini belirlemede yararlı sonuçlar elde edildiğini göstermektedir. En doğru bulgular, Q matrisinin tamamı ya da çoğu için becerilerin doğru tanımlandığı koşulda elde edilmektedir. Bu durum yanlış tanımlamanın bazı elemanlar için düşük oranda iyileşmeye neden olmasına rağmen Q matrisinin diğer bölümlerinin yanlış tanımlanmasında bir dereceye kadar dirençlidir. İyileşme oranları düşük olan bazı elemanların dışında, Q matrisinin diğer elemanları yanlış tanımlandığında benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu yaklaşım, yanlış tanımlanan Q matrisinin diğer elemanları ile bir beceri tamamen belirsiz olduğu zaman çalışmamaktadır. Kısaca, Bayes yaklaşımı Q matrisi ve beceri sayısı en azından genel olarak doğru tanımlandığında maddelerin hangi becerileri barındırdığını belirlemede yararlı görülmektedir. Ancak Q matrisinin elemanlarının çoğu ya da tamamının belirsiz olduğu ve bir becerinin tamamen belirsiz olduğu durumlar yeni çalışmalar ile incelenmelidir.

Kunina-Habenicht, Rupp ve Wilhelm (2012) yaptıkları simülasyon çalışmasında, Q matrisinin hatalı belirlenmesinin Log-Doğrusal Tanı Sınıflama Modeli (LLTSM) ile yapılan parametre kestirimlerine ve bireylerin sınıflandırılmalarına etkilerini incelemiştir. LLTSM'de madde uyum istatistiklerini ve sınıflama doğruluğunu incelemek üzere ele aldıkları değişkenler, testi alan birey sayısı/örneklem büyüklüğü

(1000 ve 10.000), test ile ölçülen beceri sayısını (3 ve 5), test uzunluğu/testte yer alan madde sayısı (25 ve 50), test ile ölçülen beceriler arasındaki korelasyon (0.50 ve 0.80), marjinal beceri güçlükleri (aynı ve farklı) değişkenleri ve bunlara ilişkin belirtilen koşullardır. Çalışmada, hatasız tanımlanan Q matrisi ile elde edilen parametreler, iki farklı biçimde hatalı tanımlama yapılan (eksik ve fazla belirleme yapılarak) Q matrisleri ile elde edilen parametre kestirimleri karşılaştırılmıştır. Öncelikle doğru tanımlanmış model için farklı örneklem büyüklüğü koşullarında parametre tahminleri ve bunların standart hataları belirlenmiştir. Bu parametreler hatalı belirlenen durumlardan elde edilenler ile karşılaştırılmıştır. Model tahminleri küçük örneklem koşulları altındaki keşif noktaları ve ana parametreler ile uyumludur ancak 2 ve 3 yönlü etkileşim parametreleri için uyumlu değildir. Benzer biçimde bu kestirimlerin hassasiyeti, parametrenin ilişkili olduğu etkinin karmaşıklığı ile azalır. Büyük örneklem büyüklükleri için nokta tahminleri aslında tüm parametreler için hedef üzerindedir ama 3 özellik ölçen maddeler için 2 ve 3 yönlü etkileşim etkilerinin kestiriminde hata bulunmaktadır. Üst düzey etkileşimleri ihmal edilen modeller için nispeten küçük bir sınıflandırma yanlışlığı vardır. Doğru sınıflandırma oranları madde sayısının 50 olduğu koşulda (0.97), madde sayısının 25 olduğu koşuldaki (0.87) daha yüksektir. Çünkü sınıflandırmanın temel alınabileceği daha fazla istatistiksel bilgi vardır. Ayrıca, doğru sınıflandırma oranı, 3 özneliği olan maddelerde (0.97) 5 özneliği olan maddelerden (0.87) daha yüksektir. Sınıflandırma oranı doğruluğu 5 becerinin ölçüldüğü 25 maddeli koşulda, 3 becerinin ölçüldüğü 50 maddeli koşuldaki %14 daha düşüktür. Farklı örneklem büyüklüklerinin, marjinal nitelik ortalamalarının ve nitelikler arası korelasyonlarının sınıflandırma doğruluğu üzerinde belirgin bir etkisi yoktur. Etkileşim etkilerinin yanlış tanımlanmasının, sınıflandırma oranları üzerinde güçlü bir etkisi yoktur. Katılımcı sayısının artması, modelin hatalı belirlenmesini belirlemede madde uyum indekslerinin gücünü arttırmaktadır. RMSEA, hatalı belirlemeye ilişkin kanıt bulmada MAD indeksine göre biraz daha yüksek bir güce sahiptir. Q matrisinin hatalı belirlenmesi kararsız parametre tahminine yol açmasına rağmen, madde yanıt olasılıkları genel olarak oldukça doğru üretilmiştir. Dolayısıyla, 3 ve 2 yönlü etkileşim olmayan modeller, gizil sınıf dağılımlarının hemen hemen aynı tahminlerine ve 3 yönlü etkileşimlerle gerçek model olarak aynı sınıflandırma oranlarına yol açmıştır. Analizler yapılırken hatalı tanımlama yapılan Q matrisi kullanıldığında, sınıflama doğruluğunun büyük ölçüde azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Buna ek olarak, AIC (Akaike information criterion/Akaike Bilgi Kriteri) ve BIC (Bayesian information criterion/Bayesci Bilgi

Kriteri) uyum indeksleri kestirimleri de, Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir.

MacDonald (2013) SAS (9.3) programı kullanarak yaptığı simülasyon çalışmasında, Q matrisinin hatalı belirlenmesinin LLTM (Doğrusal lojistik test modeli) modelinde bilişsel bileşen, madde gücüğü, yetenek parametresi, ortalama yanlılık ve RMSE üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma kapsamında, Q matrisindeki hatalı tanımlama oranı (seçkisiz olarak %1, %5, %10, %15), hatalı tanımlama düzeni (eksik, dengeli, fazla), hatalı tanımlama yoğunluğu (sık, seyrek) ile test uzunluğu/madde sayısı (20, 40, 60), örneklem büyüklüğü (20, 40, 80, 160, 320, 640, 1280) ve yetenek dağılımı (-0.5, 0, 0.5) değişkenleri incelenmiştir. Bilişsel bileşenler için marjinal maksimum olasılık kestirimi, bireylerin yetenek kestirimleri için ise Bayesçi yaklaşım kullanılmıştır. Çalışmada veri üretimi ve analizler 215 gün sürecekken South Florida Üniversitesi'nde bulunan, yüksek performanslı bilgisayarlar yer alan bir laboratuvar sayesinde 6 günde tamamlanmıştır. Çalışma bulguları incelendiğinde, parametre kestirimleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir. Eksik belirleme, fazla belirlemeye göre, benzer biçimde seyrek hatalı belirleme sık hatalı belirlemeye göre daha az hatalı sonuçlar vermektedir. Q matrisinin hatalı belirlenmesi durumlarında, LLTM parametre kestirimleri farklı örneklem büyüklüklerinde artış ya da azalış göstermemektedir. Örneklem büyüklüğü 80'in üstünde olduğunda, madde ile ölçülen beceriler hatasız tanımlandığında RMSE değerleri tolere edilebilir miktarda hata içermektedir. Madde sayısı 40 ve üzerinde olduğunda LLTM çok iyi sonuçlar vermektedir. LLTM, hafif çarpık yetenek dağılımı durumuna ve Q matris hatalı tanımlama yoğunluğuna karşı dayanıklı kestirimler yapmaktadır. Ancak hatalı belirleme oranı %5'i aştığında LLTM modelde madde gücüğü ve yetenek parametresi kestirimleri tolere edilebilir hata miktarının üzerinde hatalı kestirilmektedir. Hatalı belirleme oranı arttıkça kestirim yanlılığı daha da yükselmektedir.

Romero, Ordoñez, Ponsoda ve Revuelta (2014) yaptıkları simülasyon çalışmasında, bilişsel tanı modellerinde bilişsel yapıların geçerliğine ilişkin iki kriter (MAD-Mean Absolute Difference ve LSD-Least Squares Distance) kullanılarak hatalı Q matrisinin belirlenmesi üzerine incelemeler yapmıştır. Araştırmalarının amacı, LSD ve MAD değerlerinin deneysel dağılımı hakkında bilgi edinmek ve doğrulama sürecini sadeleştirmeye izin veren doğru tanımlanmış maddeler için kesme değerlerini tanımlamaktır. Çalışma kapsamında manipüle edilen değişkenler ve faktörleri; katılımcıların sayısı (300, 500, 1000), beceriler (1, 2, 3, 4) ve modelin türü (tamamlayıcı

ve tamamlayıcı olmayan) olarak belirlenmiştir. Bu faktörlerin, gerçek veri uygulamasında doğru tanımlanmış Q matrisi ile hatalı Q matrisinin belirlenmesine etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak hatalı Q matrisinin daha duyarlı belirlenmesi için bu iki model indekslerinin kesme noktalarının kullanılması gerektiği raporlanmıştır. Yetenek düzeyi arttıkça LSD değerleri düşmektedir. Ancak düşük ve orta yetenek düzeylerinde LSD değerlerinde artış olmuştur. Bu durum tüm örneklem büyüklüklerinde meydana gelmektedir. Orijinal eğri ve doğru Q matrisi eğrisi arasındaki tutarsızlıklar LSD endekslerinin madde tepki kuramına dayalı ayarlama sürecinden etkilendiğini göstermiştir. Örneklem büyüklüğü arttıkça LSD değerlerindeki azalmaktadır. Örneğin N=500 iken LSD ortalaması 0,14 iken N=1000 olduğunda LSD ortalaması 0,12 bulunmuştur. Özellikle tamamlayıcı olmayan model türünde LSD değerleri yetenek arttıkça artar buna karşılık tamamlayıcı model türünde yetenek arttıkça LSD değerlerinde düşüş meydana gelir. Sonuçlara göre bağımsız modelde LSD değerlerinin ortalamaları örneklem büyüklüğü arttıkça düşüş göstermektedir. Araştırmacılar burada verilen kesme noktalarını kullanarak Q matrisinin geçerliliğini inceleyebilir. Buradaki sonuçlar, uygulayıcılar için Q matrisinin geçerliliği ve yeniden belirlenmesi sürecinde yararlı olabilir, çünkü her 2 indeks (LSD ve MAD) tamamlayıcıdır ve değerlendirmelerde iki biçimde kullanılabilir; LSD değerleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinde beceri seviyesinde bir gösterge olarak, MAD değerleri yeniden belirlenmesi gereken maddelerin göstergeleri olarak kullanılabilir. MAD değerlerinin, maddenin gerektirdiği becerilerin sayısından etkilendiği bulunmuştur. Q matrisinin geçerliliğini değerlendirmek için doğru bir kesme noktası bulmak zordur. İlgili beceri sayısına göre birkaç kesme noktası önermek daha mantıklıdır. Simülasyon sonuçlarına ve gerçek veri uygulamasına göre MAD'ın hatalı tanımlanan maddeleri tespit etmek için kullanışlı bir istatistik olduğu söylenebilir. Önerilen görgül kesme noktaları maddenin gerektirdiği beceri sayısına bağlı olarak farklılaşmaktadır. LSD ile ilgili olarak, Q matrisi doğru tanımlandığında ve yanlış tanımlandığında madde karakteristik eğrileri arasında bir istatistiksel uyum indeksi geliştirmek doğru olabilir. LSD, madde tepki kuramına dayalı kalibrasyonun yol açtığı eğriler arasındaki tutarsızlığı en aza indirmek ve beceri seviyelerinde model uygunluğunu değerlendirmek için kullanılabilir.

Qin, Zhang, Qiu, Huang, Geng, Jiang, Ren ve Zhou (2015)'nin yaptıkları çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Çalışma kapsamında yapılan simülasyon çalışmasında, üç farklı algoritmanın (ortak tahmin algoritması, artımlı ortak tahmin

algoritması ve modifiye artımlı ortak tahmin algoritması) uygulanabilirliği sistematik olarak değerlendirilmiş ve önerilen algoritmaların farklı koşullardaki performansı araştırılmıştır. Veriler, farklı koşullar altında DINA modele dayalı olarak üretilmiştir ve tahmini Q matrisi ile hatasız Q matrisi arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Kaydırma ve tahmin parametreleri uniform dağılımdan (0.05, 0.25) üretilen dört farklı (sırasıyla 3, 4, 5 ve 6 beceri ölçülen) 20 maddelik Q matrisi oluşturulmuştur. Örneklem büyüklükleri 500, 1000, 2000 ve 4000 olacak biçimde 100'er veri seti üretilmiştir. Simülasyon çalışmasına göre, örneklem büyüklüğü 500, özellik sayısı 3 ve hatalı belirlenen madde sayısı 3 olduğunda, tahmini Q matrisi, hatasız Q matrisi ile 100 durumda da aynıdır. Örneklem büyüklüğü 1000 olan durumda tahmini Q matrisi, 6 becerinin ölçüldüğü Q matrisi hariç tüm durumlarda gerçek Q matrisi ile uyumludur. Tahmini Q matrisini her zaman doğru tahmin etmek için, özellik sayısı 5 olduğunda ortak tahmin algoritmasında örneklem büyüklüğünün 500'den büyük olması gerekir, örneklem büyüklüğünün artırılması etkilidir. Hem artımlı ortak tahmin algoritması hem de modifiye artımlı ortak tahmin algoritması, ortak tahmin algoritmasından daha iyi/uyumlu sonuçlar vermektedir. Katılımcı sayısının 500, temel madde sayısının 15 olduğu durumlarda artımlı ortak tahmin ve modifiye artımlı ortak tahmin algoritmaları 3, 4 ve 5 beceri ölçülen hatasız Q matrisleri ile %100 uyumludur. Ayrıca, özellikle temel madde sayısı veya örneklem büyüklüğü küçük veya orta düzeyde olduğunda genel bir tahmin yapmak önemlidir. Bunun nedeni, aşamalı ortak algoritmaya dayanan tahmini Q matrisinin, hatasız Q matrisinden biraz farklı olabilmesidir. Üç temel madde ve 500 katılımcı olan durumda ortak tahmin algoritmasının uyumu düşüktür. Modifiye artımlı ortak tahmin algoritması ise, özellikle katılımcı sayısı ve temel madde sayısı küçük veya orta olduğunda farklı avantajlar göstermektedir. Temel madde sayısı 3 olmasına rağmen, katılımcı sayısı 1000 veya daha fazla olduğu sürece doğru Q matrisine uyum yüksek bir olasılığa (% 90'ın üstünde) sahiptir. Katılımcı sayısı 500 ise, temel madde sayısı 4 veya daha fazla olduğu sürece uyum % 90'ın üzerine çıkabilir. Temel madde sayısı 5 veya daha fazla iken katılımcı sayısının 500 olmasının Q matrisinin doğru tahmini için yeterli olduğu bulunmuştur. Temel madde sayısı 8 ya da daha fazla olduğunda, örneklem sayısına bakılmaksızın, Q matrisini doğru tahmin etme olasılığı %100 olmaktadır. Ölçülen beceri sayısı 4 veya 5, temel madde sayısı 5 olduğunda, 4000 katılımcıya ulaşılsa dahi uyum %90'dan daha azdır. Ölçülen beceri sayısı 4 ya da 5 ise, örneklem büyüklüğüne kıyasla temel madde sayısı daha önemli bir rol oynamaktadır. Analizin aldığı süre açısından algoritmalar karşılaştırıldığında, ortak tahmin algoritması, artımlı

ortak tahmin ve modifiye artımlı ortak tahmin algoritmalarına göre daha az sürede tamamlanmaktadır diğer bir deyişle zamansal açıdan en verimli yöntemdir. Modifiye artımlı ortak tahmin algoritması, diğer ikisinin kombinasyonu olduğundan diğer iki algoritmadan daha fazla zamana ihtiyacı vardır. Daha fazla beceri, daha fazla hata ögesi veya daha az temel öge süreyi uzatmaktadır. Çalışmanın ikinci basamağında, Tatsuoka (1990) ve De la Torre (2011) tarafından kullanılan verilerin bir alt kümesi kullanılmıştır. Veriler 536 ortaokul öğrencisinin 4 beceriyi ölçen 11 kesirlerde çıkarma işlemine verilen cevaplarından oluşmaktadır. Algoritmaların kullanılmasıyla elde edilen bulgulara dayanarak, madde 1 ve madde 11'in değiştirilmesi önerilmiştir. Madde 1'in orijinal ve önerilen vektörü arasındaki fark dördüncü becerinin ölçülmesi durumudur. Madde 11'in orijinal ve önerilen vektörü arasındaki fark ise ikinci becerinin ölçülmesi durumudur. Örneklem büyüklüğü küçük olsa bile, ortak tahmin algoritması doğru Q matrisini üretmek için yüksek bir uyuma (%95) sahiptir. Beceri sayısı 5 veya 6 ise, ortak tahmin algoritması, doğru Q matrisine uyumda yüksek bir olasılık elde etmek için 1000 katılımcı veya daha fazlasını gerektirir. Maddelerin çoğu hatalı belirlendiğinde ortak tahmin algoritması düşük uyum vermektedir. Artımlı ortak tahmin algoritması, artımlı bir tahmini benimsemektedir ve bir maddeyi her zaman temel maddeler temelinde tahmin eder ve bu mevcut olan bilgilerin tam olarak kullanılmasını sağlar. Doğru belirtilen sadece birkaç madde varsa ve örneklem sayısı küçük veya orta büyüklükteyse, düşük uyum verecektir çünkü tahmini Q matrisi daima doğru Q matrisinden biraz farklı olacaktır. Modifiye artımlı ortak tahmin algoritması, önce tüm ham maddeleri tahmin etmek için artımlı ortak tahmin algoritmasını kullanır, daha sonra başlangıç noktası olarak bu çıktıyı seçip, Q matrisini tahmin etmek için ortak tahmin algoritmasını kullanır. Bu, özellikle, katılımcıların ve temel maddelerin sayısı küçük veya orta düzeyde olduğunda, uyumu büyük ölçüde artıracaktır. Çalışma sonucunda, gerçek koşullarda, katılımcıların testte benimsediği problem çözme stratejisine daha fazla dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Alanyazında bilişsel tanı modellerinde Q matrisinin hatalı belirlenmesine odaklanan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu konuda ulaşılan çalışmalar incelendiğinde, farklı bilişsel tanı modellerinde (LLTM, LLTSM, LLM, HO-LLM, DINA, HO-DINA, Rule Space model vb), farklı istatistik programları (Ox, R, SAS, Mplus vb.) kullanılarak yapılan bu araştırmalarda, Q matrisinin hatalı tanımlandığı durumların belirlenmesi ve Q matrisinin farklı değişkenlere ilişkin farklı koşullar

altında hatalı tanımlanmasının parametre kestirimlerine, sınıflamalara ve kestirim hatalarına etkisi incelenmiştir. İncelemeler yapılırken madde sayısı, ölçülen beceri sayısı, örneklem büyüklüğü gibi model parametresine etkisi olan değişkenler de çalışmalara farklı biçimlerde dahil edilmiştir.

Bu çalışmada bilişsel tanı modellerinden DINA modelde Q matrisinin hatalı belirlenmesinin, farklı örneklem büyüklüklerinde parametre kestirimine ve bireylerin sınıflanmasına etkisinin belirlenmesine odaklanılmıştır. Benzer çalışmalarda ele alınan koşullar incelenmiş, parametre kestirimlerinde etkisi olan koşullardan gerçek yaşam uygulamalarında karşılaştırılması en olası olanların seçilmesine özen gösterilmiştir.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeline, araştırmada kullanılacak verilerin üretilmesi ve analizi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Araştırma Modeli

Bu çalışma kapsamında, tamamlayıcı olmayan bilişsel tanı modellerinden DINA modelde, Q matrisinin hatalı belirlenmesinin parametre kestirimlerine ve bireylerin olası örtük sınıflara göre sınıflandırılmasına etkisi incelenerek, parametre kestirimlerinin ve sınıflama oranlarının hangi durumlarda nasıl farklılaştığı belirlenmiştir. Bu çerçevede çalışma temel araştırma niteliğindedir.

Verilerin Üretilmesi

Bu bölümde çalışma kapsamında incelemelerin yapılacağı verilerin hangi özelliklere sahip olacak biçimde üretildiğine ve analizlerde kullanılan Q matrislerinin hangi koşulları ele alacak biçimde oluşturulduğuna ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

Yanıt Örüntüsüne İlişkin Özellikler

Araştırmada kullanılacak yanıt örüntüsü, R (3.3.1. versiyonu) programı kullanılarak Ek 1’de verilen hatasız Q matrisine ve DINA modele uygun olarak üretilmiştir.

Veriler üretilirken tahmin ve kaydırma parametreleri “0.00” değerine sabitlenmiştir. Madde parametrelerinin sıfır olması veri ile model arasındaki uyumun mükemmel olduğuna ve belirlenen Q matrisin hatasız olduğuna işaret etmektedir (Li, 2008). Hatasız olan bu Q matrisinden elde edilen kestirimler de hatasız kabul edilerek, çalışmanın sonraki adımlarında gerekli karşılaştırmalar ve çıkarımlar bu temelde yapılmıştır.

Çalışmanın amacı doğrultusunda öncelikle ilgili programda DINA modele ve Ek 1’de sunulan hatasız belirlenen Q matrisine (4 becerinin farklı kombinasyonlarla ölçüldüğü 30 madde içeren) uygun 250, 500 ve 1000 kişilik yanıtlayıcı beceri profili oluşturulmuştur. Yanıtlayıcı beceri profili, söz konusu ölçme aracını yanıtlamış olduğu

kabul edilen bireylerin, ölçme aracında yer alan her bir becerideki yeterlik düzeylerinden (0-1) oluşan veri setidir. Örneklem büyüklüğünün 250 kişi olduğu durum için oluşturulan yanıtlayıcı beceri profiline ilişkin örnek bir çıktı dosyası Ek XI'de sunulmuştur. Ardından ölçme aracıyla ölçülen becerilerdeki yeterliklerine diğer bir deyişle yanıtlayıcı beceri profiline uygun olarak 250, 500 ve 1000 kişi için yanıt örüntüleri oluşturulmuş ve her bir durum için 100 yineleme (replikasyon) yapılmıştır. Örneklem büyüklüğünün 250 kişi olduğu durum için oluşturulan yanıt örüntülerine ilişkin örnek bir çıktı dosyası Ek XII'de sunulmuştur.

Oluşturulan yanıt örüntüsünün özellikleri (örneklem büyüklüğü, beceri sayısı, madde sayısı vb.) belirlenirken farklı çalışmalarda (Baker, 1993; Cassuto, 1996; De la Torre, 2009b; De la Torre ve Douglas, 2004; De la Torre, Hong ve Deng, 2010; Henson ve Douglas, 2005; Henson ve Templin, 2006; Huebner ve Wang, 2011; Kunina-Habenicht ve diğerleri, 2012; MacDonald ve Kromrey, 2011; MacDonald, 2013; Ömür-Sünbül ve Kan, 2015; Tatsuoka, 1990; Rupp ve Templin, 2008a; Templin ve diğerleri, 2009) ele alınan koşullar incelenmiş ve kullanılacak programda veri üretimi ve analizinin yapılması için harcanacak zaman da dikkate alınarak çalışmada incelenecek değişkenler için uygun koşullara karar verilmiştir.

Örneklem büyüklüğü parametre kestirimini etkileyen önemli bir faktördür. İncelenen farklı çalışmalarda; Baker (1993) 20, 100, 500 ve 1000 kişilik; Cassuto (1996) 50, 250 ve 1000 kişilik; MacDonald ve Kromrey (2011) 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1280 ve 2560 kişilik; De la Torre, Hong ve Deng (2010) 1000, 2000 ve 5000 kişilik; Kunina-Habenicht ve diğerleri (2012) 1000 ve 10000 kişilik; Ömür-Sünbül ve Kan (2015) 200, 500, 1000 ve 5000 kişilik örneklem büyüklüğü ile çalışmıştır. Doğru parametre tahminleri için Orlando ve Marshall (2002) en az 200, Tsutakawa ve Johnson (1990) ise 500 ve üzeri örneklem büyüklüğü önermişlerdir. Bu çalışmalar ve literatürde örneklem büyüklüğünün ele alındığı çalışmaların (McKinley ve Mills, 1985; Yao ve Boughton, 2007; 2009) bulguları değerlendirilerek, çalışma kapsamında 250 (küçük), 500 (orta) ve 1000 (büyük) kişilik örneklem büyüklüklerine ilişkin incelemeler yapılmasına karar verilmiştir.

Beceri sayısı sınıflama tutarlılığı açısından önemli bir faktördür. Yapılan çalışmalar incelendiğinde; Henson ve Douglas (2005) beceri sayısını 4 ve 8; Rupp ve Templin (2008a) 4; Kunina-Habenicht ve diğerleri (2012) 3 ve 5; Ömür-Sünbül ve Kan (2015) 3 ve 4 olarak belirlemiştir. Çalışmalarda ele alınan beceri sayıları 3-8 aralığında değişmektedir. Bu sayılar, gerçek durumlar ve veri setleri açısından az bulunabilir fakat

analizlerin alacağı zaman göz önünde bulundurulduğunda, çalışma kapsamında yapılacak karşılaştırmaların amacı ve sağlayacağı katkılar düşünüldüğünde az sayıda beceri ile çalışılması kabul edilebilirdir. Bu çalışma kapsamında incelemelerin dört niteliğin ölçüldüğü durum için yapılmasına karar verilmiştir.

Test uzunluğu parametre kestirimini etkileyen önemli bir diğer faktördür. Çalışmalarda ele alınan test uzunlukları, Tatsuoka (1990) 20 madde, Cassuto (1996) 20 ve 60 madde, Henson ve Templin (2006) 40 madde, Kunina-Habenicht ve diğerleri (2012) 25 ve 50 madde, Templin ve diğerleri (2009) 20 madde, Ömür-Sünbül ve Kan (2015) 15, 30 ve 45 madde, MacDonald (2013) 20, 40 ve 60 maddedir. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar incelendiğinde, madde sayısının artması, parametre kestirimlerinin kesinliğini ve sınıflama tutarlılığını arttıran bir durumdur. Bu çalışmada madde sayısı belirlenirken, hipotetik ölçme aracı ile ölçülen beceri sayısı temelli karar verilmiştir. Dört becerinin ölçüleceği durum için olası 16 farklı (2^4) beceri örüntüsü söz konusudur. Bu örüntülerden biri hiçbir becerinin temsil edilmediği “0000” örüntüsüdür. Bu örüntü dışındaki olası tüm örüntüleri (15 farklı örüntü) temsil eden ikişer madde belirlenerek 30 madde ile çalışılmaya karar verilmiştir. Her olası örüntü için ikişer madde yazılmasının nedeni, yapılacak yanlış tanımlamalar durumunda parametrelerin nasıl değiştiğinin kendi içinde de (hatalı tanımlama yapılan maddenin, hatasız tanımlama yapılan Q matrisindeki eş maddesi-aynı beceri örüntüsüne sahip eşi ile) karşılaştırılabilirliğinin sağlanması, fazla sayıda madde ile parametre kestirimlerinin ve sınıflamaların doğruluğunun arttırılmak istenmesidir. Belirlenen hatasız Q matrisinde tek bir beceriyi ölçen 8 madde, iki beceriyi aynı anda ölçen 12 madde, üç beceriyi aynı anda ölçen 8 madde ve dört beceriyi aynı anda ölçen 2 madde yer almaktadır. Her bir beceri toplam 16’şar madde ile ilişkilendirilmiştir. Örneğin ilk beceri 1, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 20, 21, 22, 26, 27, 28 ve 30 numaralı maddeler ile ölçülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma kapsamında, örneklem büyüklüğünün 250, 500 ve 1000 kişi, hipotetik ölçme aracıyla ölçülecek beceri sayısının dört ve bu becerilerle ilişkili madde sayısının 30 olduğu durumlara ilişkin incelenmeler yapılmıştır.

Hatalı Q Matrislerine İlişkin Özellikler

Çalışma kapsamında Q matrisinin hatalı belirlenmesine ilişkin hatasız Q matrisinde yapılan değişimler; hatalı belirleme oranı (%5, %7.5 ve %10), hatalı belirleme düzeni (eksik, fazla ve dengeli), madde blokları (madde ile ölçülen beceri sayısına dayalı) ve beceriler arasında bağımlılık ilişkisinin (baskılama ilişkisi ve

bağlayıcı ilişki) hatalı belirlenmesi biçiminde düzenlenen dört değişkeni ve bunların olası 20 koşulunu kapsamaktadır. Değişkenlere ilişkin koşullar belirlenirken farklı çalışmalarda (Baker, 1993; Kunina-Habenicht ve diğerleri, 2012; MacDonald, 2013; MacDonald ve Kromrey, 2012; Rupp ve Templin, 2008a) ele alınan koşullar incelenmiş ve gerçek yaşam durumlarında karşılaşımla olasılığı yüksek olan koşullar seçilmiştir.

Hatalı belirleme oranı araştırma kapsamında ikinci araştırma sorusuyla incelenen değişkendir. Yapılan çalışmalarda, farklı oranlarda (%1, %2, %3, %5, %7.5, %10, %15) hatalı belirlenmiş Q matrisleri ile çalışılmıştır. Hatalı belirleme oranı arttıkça kestirimlerin hata miktarının ve hatalı parametre sayısının arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Baker, 1993; MacDonald, 2013). Hatalı belirleme oranı %5'i aştığında, parametre kestirimleri tolere edilebilir hata miktarının üzerinde hatalı değerler vermektedir. Hatalı belirleme oranı arttıkça kestirim yanlılığı daha da yükselmektedir (MacDonald, 2013). Bu açıklamadan yola çıkarak çalışma kapsamında ele alınan en düşük hatalı belirleme oranının %5 olmasına karar verilmiştir. Ayrıca hatalı belirleme oranı değişkenine ilişkin koşullar, beceri ve madde sayısına bağlı olarak oluşan hücre sayısı temel alınarak, %5 (altı hücrede hatalı belirleme), %7.5 (dokuz hücrede hatalı belirleme) ve %10 (12 hücrede hatalı belirleme) olarak belirlenmiştir.

Hatalı belirleme düzeni ikinci ve üçüncü araştırma sorusu doğrultusunda incelenen değişkendir. Bu kapsamda, Q matrisinin eksik, dengeli ve fazla hatalı belirlendiği koşullar incelenmiştir. Alanyazında farklı modellerde Q matrisinin yanlış belirlenmesi üzerine yapılan pek çok çalışmada da bu koşullar ele alınmıştır (Baker, 1993; Kunina-Habernicht ve diğerleri, 2012; MacDonald ve Kromrey, 2012; Rupp ve Templin, 2008a; MacDonald, 2013).

Eksik belirleme (underfitting/ under specification): Hatasız belirlenen Q matrisine olan uyumun altında uyumdur. Eksik belirlenen Q matrisi oluşturulurken, doğru belirlenen Q matrisindeki hücrelerde yer alan 1'ler 0'lar ile değiştirilir. 100 hücreli Q matrisinde %10 oranında eksik belirleme yapılmak istendiğinde, on hücrede yer alan 1'ler, 0'lar ile değiştirilir.

Dengeli hatalı belirleme (balanced misfit/ balanced misspecification): Q matrisin dengeli uyumsuzluğudur. Oluşturulurken, doğru belirlenen Q matrisindeki hücrelerde yer alan eşit sayıda 0 ve 1, sırasıyla 1 ve 0'lar ile değiştirilir. 100 hücreli Q matrisinde %10 oranında dengeli belirleme yapılmak istendiğinde, beş hücrede yer alan 1, 0'lar ile, beş hücrede yer alan 0 da 1'ler ile değiştirilir.

Fazla belirleme (overfitting/ over specification): Q matrisin üzerinde uyumdur. Oluşturulurken, doğru belirlenen Q matrisindeki hücrelerde yer alan 0'lar 1'ler ile değiştirilir. 100 hücreli Q matrisinde %10 oranında fazla belirleme yapılmak istendiğinde, on hücrede yer alan 0, 1'ler ile değiştirilir.

Madde ile ölçülen beceri sayısına göre belirlenen madde blokları değişkeni, çalışmanın üçüncü araştırma sorusu kapsamında ele alınmıştır ve bu kapsamda farklı madde bloklarında bir becerinin seçkisiz olarak eksik ve fazla belirlendiği durumlar incelenmiştir. Bunlar Q matrisinde ilk 15 madde içerisinde yer alan;

1. Dört beceri ölçen bir maddenin (15. madde) üç beceri ölçen,
2. Üç beceri ölçen dört maddenin (11-14. maddeler) iki beceri ölçen,
3. İki beceri ölçen altı maddenin (5-10. maddeler) bir beceri ölçen madde durumuna dönüştürülüp Q matrisinin eksik belirlendiği durumlar ile
4. Bir beceri ölçen dört maddenin (1-4. maddeler) iki beceri ölçen,
5. İki beceri ölçen altı maddenin (5-10. maddeler) üç beceri ölçen,
6. Üç beceri ölçen dört maddenin (11-14. maddeler) dört beceri ölçen madde durumuna dönüştürülüp Q matrisinin fazla belirlendiği durumların incelenmesini kapsamaktadır.

Beceriler arasında bağımlılık ilişkisinin hatalı belirlenmesi çalışmanın dördüncü araştırma sorusu kapsamında incelenmiştir. Ölçülen beceriler arasında, yanıtlayıcı kitlesinde var olan beceri bağımlılıklarının özelliklerini yansıtan hiyerarşik bir yapı olabilir. Diğer bir deyişle bir beceriye sahip olmak, başka bir becerinin ön koşulu olabilir. Bu durumda, geliştirilen ölçme aracında arasında belirli bir hiyerarşi olan becerilerin kombinasyonlarına da yer verilmelidir. Bu tür maddeler, bireylerin bu becerilere sahip olma durumu hakkında daha fazla bilgi elde edilmesini sağlamaktadır ve kapsam geçerliği açısından da gereklidir. Beceriler arasındaki hiyerarşinin gözardı edilmesi BTM'nin uygun ve kullanışlı olmamasına neden olur (Rupp ve diğerleri, 2010; Templin ve Bradshaw, 2014). Çalışma kapsamında beceriler arasındaki bağımlılık ilişkisine ilişkin Q matriste temsil edilecek hatalı tanımlamalar:

1. Baskılama ilişkisinin modellenmesi;
 - a. Bir madde birinci beceri ile ilişkili ise, ikinci beceri ile ilişkili olamaz. Diğer bir deyişle bir maddenin doğru yanıtlanabilmesi için ilk beceriye sahip olunması gerekiyorsa, ikinci beceriye sahip olunmasına gerek yoktur.

- b. Bir madde ikinci beceri ile ilişkili ise, birinci beceri ile ilişkili olamaz. Benzer biçimde, bir maddenin doğru yanıtlanabilmesi için ikinci beceriye sahip olunması gerekiyorsa, ilk beceriye sahip olunmasına gerek yoktur.
2. Bağlayıcı ilişkinin modellenmesi;
- a. Bir madde birinci beceri ile ilişkili ise, ikinci beceri ile de ilişkili olacaktır. Diğer bir deyişle bir maddenin doğru yanıtlanabilmesi için ilk beceriye sahip olunması gerekiyorsa, mutlaka ikinci beceriye de sahip olunması gerekmektedir. İkinci beceri, ilk beceriye sahip olmanın ön koşuludur.
- b. Bir madde ikinci beceri ile ilişkili ise, birinci beceri ile de ilişkili olacaktır. Benzer biçimde, bir maddenin doğru yanıtlanabilmesi için ikinci beceriye sahip olunması gerekiyorsa mutlaka ilk beceriye de sahip olunması gerekmektedir. İlk beceri, ikinci becerinin ön koşuludur.
- c. Bir madde birinci ya da ikinci beceri ile ilişkili ise mutlaka diğeriyle de ilişkili olacaktır. Diğer bir deyişle bir maddenin doğru yanıtlanabilmesi için ilk beceriye ya da ikinci beceriye sahip olunması gerekiyorsa mutlaka diğeri beceriye de sahip olunması gerekmektedir. Bu iki beceriye eş zamanlı olarak sahip olunması gerekmektedir.

Bu işlemler yapılırken madde ile ölçülen becerilerden hangisinde yanlış belirleme yapılacağına seçkisiz olarak karar verilmiştir.

Çalışmada incelenen hatalı belirlenen Q matrislerine ilişkin yapılan kodlamalar ve bu kodlamaların kısa açıklamaları Çizelge 3'te sunulmuştur. İncelenen koşullara ilişkin yapılan açıklamalarda bu çizelgede verilen kodlar kullanılmıştır.

Ölçme duyarlılığının sağlanabilmesi için bir ölçme aracındaki maddeler belirlenirken ve Q matrisi oluşturulurken, her bir becerinin yaklaşık olarak aynı sayıda madde ile ölçülmesine yani bir beceriyi ölçen ortalama madde sayısı ile bir maddenin ilişkili olduğu ortalama beceri sayısına dikkat edilmesi gerekir (DiBello ve Stout, 2007). Tüm olası beceri kombinasyonlarını temsil eden maddeler içermeyen ölçme araçlarında hatalı belirleme yapılması, Q matriste mevcut olan bir kombinasyonun aynısının ya da matriste tanımlanmamış olası diğeri bir kombinasyonunun oluşması ile sonuçlanabilir (Kunina-Habenicht ve diğeri, 2012; Rupp ve Templin, 2008a). Bu çalışmada incelenecek koşullar için Q matrisleri oluşturulurken bu durum göz önünde bulundurulmuştur. Dört becerinin ölçüldüğü durum için, olası tüm beceri kombinasyonlarını içeren maddeler ele alınmış, bu maddelerin her birinden ikişer tane

yazılarak, eş maddelerden birinde yapılacak hatalı belirleme durumunda ölçme aracında olası bir beceri kombinasyonuna ait hiç madde kalmaması durumu engellenmiştir.

Çizelge 3

Hatalı Belirlenen Q Matrisleri ve Kodları

Koşul	Tanımlama Kodu	Açıklama
Q0	HatasızQ	Hatasız Q matrisi
Q1	Y05eksikQ	%5 oranında eksik tanımlama yapılan Q matrisi
Q2	Y7.5eksikQ	%7.5 oranında eksik tanımlama yapılan Q matrisi
Q3	Y10eksikQ	%10 oranında eksik tanımlama yapılan Q matrisi
Q4	Y05fazlaQ	%5 oranında fazla tanımlama yapılan Q matrisi
Q5	Y7.5fazlaQ	%7.5 oranında fazla tanımlama yapılan Q matrisi
Q6	Y10fazlaQ	%10 oranında fazla tanımlama yapılan Q matrisi
Q7	Y05dengeQ	%5 oranında dengeli hatalı tanımlanan Q matrisi
Q8	Y7.5dengeQ	%7.5 oranında dengeli hatalı tanımlanan Q matrisi
Q9	Y10dengeQ	%10 oranında dengeli hatalı tanımlanan Q matrisi
Q10	4ÖeksikTQ	Dört beceri ölçen maddelerin yarısında eksik tanımlama yapılan Q matrisi
Q11	3ÖeksikTQ	Üç beceri ölçen maddelerin yarısında eksik tanımlama yapılan Q matrisi
Q12	2ÖeksikTQ	İki beceri ölçen maddelerin yarısında eksik tanımlama yapılan Q matrisi
Q13	1ÖfazlaTQ	Bir beceri ölçen maddelerin yarısında fazla tanımlama yapılan Q matrisi
Q14	2ÖfazlaTQ	İki beceri ölçen maddelerin yarısında fazla tanımlama yapılan Q matrisi
Q15	3ÖfazlaTQ	Üç beceri ölçen maddelerin yarısında fazla tanımlama yapılan Q matrisi
Q16	Ö1eksi2Q	İlk becerinin ölçüldüğü maddelerden ikinci becerinin çıkarıldığı Q matrisi
Q17	Ö2eksi1Q	İkinci becerinin ölçüldüğü maddelerden ilk becerinin çıkarıldığı Q matrisi
Q18	Ö1artı2Q	İlk becerinin ölçüldüğü maddelere ikinci becerinin eklendiği Q matrisi
Q19	Ö2artı1Q	İkinci becerinin ölçüldüğü maddelere ilk becerinin eklendiği Q matrisi
Q20	Ö12artıQ	İlk ve ikinci becerinin ölçüldüğü maddelere sırasıyla iki ve birinci becerinin eklendiği Q matrisi

Çalışma kapsamında ele alınan Q matrisinin hatalı belirlenme durumlarına ilişkin, madde başına ortalama beceri sayısı, beceri başına ortalama madde sayısı ve Q matrisinde yer alan 1 ve 0'ların toplan değişimi ile ilgili bilgiler Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 4'te yer alan madde başına ortalama beceri sayısı, oluşturulan hatalı Q matrisinde 1 olan hücre sayısının çalışma kapsamında incelenecek madde sayısına (30) bölünmesiyle hesaplanmıştır. Beceri başına ortalama madde sayısı ise oluşturulan Q matrisinde 1 olan hücre sayısının çalışma kapsamında incelenecek beceri sayısına (4) bölünmesiyle hesaplanmıştır. Örneğin "1ÖfazlaTQ" koşulu için; madde başına ortalama beceri sayısı=(hatasız Q matrisinde 1 olan hücre sayısı + bu koşulda 0'dan 1'e dönüşen hücre sayısı)/madde sayısı formülü ile $(64+4)/30=2.27$ olarak, beceri başına ortalama madde sayısı ise (hatasız Q matrisinde 1 olan hücre sayısı + bu koşulda 0'dan 1'e dönüşen hücre sayısı)/madde sayısı formülü ile $(64+4)/4= 17$ olarak hesaplanmıştır. Benzer biçimde "2ÖeksikTQ" koşulu için; madde başına ortalama beceri sayısı=(hatasız Q matrisinde 1 olan hücre sayısı - bu koşulda 1'den 0'a dönüşen hücre sayısı)/madde

sayısı formülü ile $(64-6)/30=1.93$ olarak, beceri başına ortalama madde sayısı ise (hatasız Q matrisinde 1 olan hücre sayısı - bu koşulda 1'den 0'a dönüşen hücre sayısı)/madde sayısı formülü ile $(64-6)/4= 14.50$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4

Q Matrisinin Hatalı Belirlenme Durumlarına İlişkin Bilgiler

Araştırma Sorusu	Koşul	Tanımlama Kodu	Madde Başına Ortalama Beceri Sayısı	Beceri Başına Ortalama Madde Sayısı	Toplam Değişim (0'ın 1'e)	Toplam Değişim (1'in 0'a)
1	Q0	HatasızQ	2.13	16.00	0	0
	Q1	Y05eksikQ	1.93	14.50	0	6
	Q2	Y7.5eksikQ	1.83	13.75	0	9
	Q3	Y10eksikQ	1.73	13.00	0	12
	Q4	Y05fazlaQ	2.33	17.50	6	0
	Q5	Y7.5fazlaQ	2.43	18.25	9	0
	Q6	Y10fazlaQ	2.53	19.00	12	0
	Q7	Y05dengeQ	2.13	16.00	3	3
	Q8	Y7.5dengeQ	2.10	15.75	4	5
	Q9	Y10dengeQ	2.13	16.00	6	6
2	Q10	4ÖeksikTQ	2.10	15.75	0	1
	Q11	3ÖeksikTQ	2.00	15.00	0	4
	Q12	2ÖeksikTQ	1.93	14.50	0	6
	Q13	1ÖfazlaTQ	2.27	17.00	4	0
	Q14	2ÖfazlaTQ	2.33	17.50	6	0
	Q15	3ÖfazlaTQ	2.27	17.00	4	0
3	Q16	Ö1eksi2Q	1.87	7.00	0	4
	Q17	Ö2eksi1Q	1.87	7.00	0	4
	Q18	Ö1arti2Q	2.40	9.00	4	0
	Q19	Ö2arti1Q	2.40	9.00	4	0
	Q20	Ö12artiQ	2.67	10.00	8	0

Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında verilerin analizi R (3.3.1. versiyonu) programında yer alan “dina” paketinden (Culpepper, 2015) yararlanılarak yapılmıştır.

Her bir örneklem büyüklüğü için, yinelemelerle oluşturulan yanıt örüntülerinin (100 yanıt örüntüsü) her birinden ayrı ayrı madde parametreleri ve bunların standart hataları kestirilmiştir. Örneklem büyüklüğünün 250 kişi olduğu durum için madde parametresi kestirimlerine ilişkin örnek bir çıktı dosyası Ek XIII'de sunulmuştur. Buna ek olarak, bireylerin olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflanma oranları ve bunların standart hataları hesaplanmıştır. Örneklem büyüklüğünün 250 kişi olduğu durum için kestirilen sınıflama oranlarına ilişkin örnek bir çıktı dosyası Ek XI'de sunulmuştur. Son olarak da 100 farklı veri setinden yapılan kestirimlerin ortalaması alınarak, hatalı Q

matrislerine ilişkin kestirimlerle karşılaştırmak üzere hatasız duruma ilişkin madde parametreleri ve sınıflama oranları ile bunların standart hataları belirlenmiştir.

Her bir örneklem büyüklüğü için, üretilen 100 farklı yanıt örüntüsü kullanılarak, araştırma soruları kapsamında Q matrisinin hatalı belirlendiği 20 koşuldan her biri için madde parametresi kestirimleri ve sınıflama oranları 100 yineleme ile belirlenmiştir. Hatalı belirlenen Q matrisleri Ek 2’de verilmiştir.

Parametre kestirimleri kapsamında kaydırma ve tahmin parametreleri ve bu parametrelerin standart hataları, bireylerin olası örtük sınıflara göre sınıflanması kapsamında ise her bir örtük sınıf için sınıflama oranları (sonsal sınıflama olasılıkları) ve bunların standart hataları incelenmiştir.

Bu çalışmada 250, 500 ve 1000 kişilik örneklem büyüklükleri kullanıldığından, model parametrelerinin kestirimler, küçük örneklem büyüklüklerinde de güvenilir sonuçlar veren (Congdon, 2001; Palomo ve diğerleri, 2007; Lee ve Song, 2004; Yang ve Dunson, 2010) Bayes kestirimine dayanan MCMZ yöntemi ile yapılmıştır. MCMZ analizleri için, Markov zincirine dayalı Monte Carlo integrasyonlarından biri olan ve tek değişkenli koşullu dağılımları ele alarak her parametre için örneklemeleri birbirinden bağımsız olarak çeken (Gelfand ve diğerleri, 1992; Gelfand, 2000; Gill, 2002) Gibbs örnekleyicisi kullanılmıştır.

Benzer çalışmalar (Best, Cowles ve Vines, 1995; Culpepper, 2015; De la Torre ve Douglas, 2004; Gelman ve Rubin, 1992) da incelenerek Gibbs örnekleyicisinde zincir uzunluğu 5000, yakma periyodu ise 1000 olarak belirlenmiştir ve parametre kestirimleri, sonsal değerler belirlenirken yakma periyodu çıkarıldıktan sonra kalan kestirimler (Brooks, 1998; Congdon, 2003; Gelfand ve diğerleri, 1992; Gelfand, 2000; Gill, 2002) olan 4000 iterasyona göre yapılmıştır.

Daha sonra söz konusu hatalı Q matrisine ilişkin bireylerin farklı örtük sınıflara göre sınıflandırılmalarındaki farklılaşmanın belirlenmesine geçilmiştir. Rupp ve Templin (2008a) yaptıkları çalışmada, yanıtlayıcıların sınıflandırılmalarının kesinliğine ilişkin öncelikle farklı koşullar için Kappa, Lambda, Cramer’s V ve Contingency katsayıları hesaplamıştır (Kappa her koşul için hesaplanamamıştır çünkü veri setlerinde bazı koşullarda bazı örtük sınıflarda yer alan birey bulunmamaktadır). Çalışmalarının bulguları, katsayıların, Q matrisinin yanlış tanımlanmasının bireylerin örtük sınıflara yerleşmelerindeki etkilerini belirlemede çok kullanışlı olmadığını göstermiştir. Çünkü katsayılar koşullar arasında çok fazla değişmemektedir. Bu nedenle her örtük sınıfa özgü sınıflama oranları belirlenmiştir. Bu çalışmada da bireylerin farklı örtük sınıflara

göre sınıflandırılmalarındaki farklılaşmanın belirlenmesi için her bir koşuldaki sınıflama oranları belirlenmiştir.

Son olarak da, üç farklı örneklem büyüklüğünde (250, 500 ve 1000) Q matrisinin hatalı belirlendiği 20 farklı koşul için elde edilen parametre kestirimleri ve sınıflama oranları ile Q matrisinin hatasız olduğu durumdaki parametre kestirimleri ve sınıflama oranları arasındaki tutarlılıklar incelenmiştir.

Gerekli sonuçların sunulması ve karşılaştırmaların yapılabilmesi için 63 çıktı dosyası [(20 hatalı Q matrisi + 1 hatasız Q matrisi) \times 3 farklı örneklem büyüklüğü] oluşturulmuş ve incelenmiştir.



BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde, araştırma sorularına yanıt bulmak için yapılan analizlerden elde edilen bulgulara ve bu bulgulara ilişkin yorumlara yer verilmiştir.

Araştırma sorularına yanıt bulmak için öncelikle R programında DINA modele ve hatasız belirlenen Q matrisine (dört farklı becerinin farklı kombinasyonlarla ölçüldüğü 30 madde) uygun 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er yanıt örüntüsü simülatif olarak üretilmiştir.

Hatasız Q Matrisine İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında ele alınan ilk araştırma sorusu "*Q matrisinin hatasız olduğu durumda, parametre kestirimleri ve sınıflama tutarlılıkları nasıldır?*" biçimindedir. Bu soruya yanıt verebilmek için sırasıyla 250, 500 ve 1000 kişilik simülatif olarak üretilen 100'er veri seti için madde parametreleri ve bunların standart hataları hesaplanmış, 100 veri setinden elde edilen bu parametrelerin ortalamaları alınarak sonraki karşılaştırmalarda kullanılmak üzere raporlanmıştır. Hatasız Q matrisi kullanılarak 250, 500 ve 1000 kişilik örneklem için kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 5'de sunulmuştur.²

Madde parametrelerinin sıfır olması, veri ile model arasındaki uyumun mükemmel olduğuna ve belirlenen Q matrisin hatasız olduğuna işaret etmektedir (Li, 2008). Kaydırma ve tahmin parametresinin sıfır olması, ölçme aracıyla ölçülen tüm becerilerin doğru belirlendiği, Q matrisinin hatasız tanımlandığı, rasgele olmayan (belirleyici) yanıtların olduğu ideal durumu temsil eder. Tahmin ve kaydırma parametrelerinin sıfıra yakın değerler aldığı durumlarda, model bir miktar rasgele yanıt içerir. Parametreler sıfırdan çok yüksek olduğunda ise, ya ölçülen beceriler doğru olarak belirlenmemiştir ya da Q matrisinin tanımlanmasında hata yapılmıştır. Yüksek tahmin ve kaydırma parametreleri düşük model uyumunun göstergesidir. Belirlenen ve maddelerle ölçüldüğü tanımlanan beceriler katılımcıların yanıt örüntüsünü açıklamada yetersiz kalmaktadır. Maddelerin yanıtlanması tanımlanan beceriler dışında farklı bir

² Koşullar arasındaki küçük farkların da görülebilmesi açısından, çalışma kapsamında kestirilen parametre değerleri virgülden sonra altı basamak belirtilerek raporlanmıştır.

Çizelge 5

Hatasız Q Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

M	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.008694	0.008602	0.008602	0.991398	0.007123	0.008665	0.004028	0.006624	0.993376	0.005513	0.012011	0.002276	0.006900	0.993100	0.004823
2	0.007413	0.007368	0.007368	0.992632	0.008484	0.009053	0.004202	0.006352	0.993648	0.005260	0.01172	0.002230	0.007101	0.992899	0.004930
3	0.008084	0.008032	0.008032	0.991968	0.007771	0.009093	0.004213	0.006318	0.993682	0.005262	0.012258	0.002321	0.006797	0.993203	0.004723
4	0.007526	0.007462	0.007462	0.992538	0.008410	0.008778	0.004074	0.006492	0.993508	0.005480	0.012935	0.002442	0.006413	0.993587	0.004474
5	0.005380	0.005348	0.005348	0.994652	0.004303	0.005102	0.002803	0.011577	0.988423	0.009989	0.006489	0.001597	0.011160	0.988840	0.008101
6	0.005467	0.005437	0.005437	0.994563	0.004097	0.005347	0.002868	0.010958	0.989042	0.009402	0.006828	0.001624	0.010827	0.989173	0.007710
7	0.005302	0.005270	0.005270	0.994730	0.004974	0.005029	0.002787	0.011839	0.988161	0.010165	0.006673	0.001610	0.010969	0.989031	0.007846
8	0.005211	0.005193	0.005193	0.994807	0.005919	0.004942	0.002763	0.012072	0.987928	0.010363	0.005880	0.001534	0.011855	0.988145	0.008670
9	0.005204	0.005200	0.005200	0.994800	0.005527	0.004941	0.002763	0.012124	0.987876	0.010338	0.006762	0.001617	0.010803	0.989197	0.007794
10	0.005166	0.005136	0.005136	0.994864	0.005720	0.005079	0.002794	0.011667	0.988333	0.010040	0.006853	0.001628	0.010896	0.989104	0.007712
11	0.004613	0.004595	0.004595	0.995405	0.006107	0.003632	0.002419	0.018613	0.981387	0.016564	0.003713	0.001331	0.016189	0.983811	0.012458
12	0.004592	0.004574	0.004574	0.995426	0.006698	0.003356	0.002350	0.021548	0.978452	0.019403	0.002464	0.001244	0.011658	0.988342	0.009843
13	0.004509	0.004496	0.004496	0.995504	0.000219	0.003626	0.002420	0.018668	0.981332	0.016558	0.003927	0.001350	0.015646	0.984354	0.011910
14	0.004543	0.004523	0.004523	0.995477	0.009629	0.003299	0.002337	0.022083	0.977917	0.019923	0.003629	0.001324	0.016529	0.983471	0.012676
15	0.004291	0.004266	0.004266	0.995734	0.005453	0.002748	0.002215	0.034599	0.965401	0.031753	0.002298	0.001193	0.024557	0.975443	0.020382
16	0.008703	0.008614	0.008614	0.991386	0.006860	0.008672	0.004022	0.006621	0.993379	0.005531	0.012006	0.002272	0.006933	0.993067	0.004841
17	0.007410	0.007337	0.007337	0.992663	0.008527	0.009087	0.004232	0.006300	0.993700	0.005295	0.006896	0.002094	0.004577	0.995423	0.003495
18	0.008064	0.008008	0.008008	0.991992	0.007613	0.004051	0.004035	0.003888	0.996112	0.003860	0.012251	0.002317	0.006751	0.993249	0.004693
19	0.007516	0.007439	0.007439	0.992561	0.008554	0.008774	0.004072	0.006583	0.993417	0.005483	0.012935	0.002450	0.006411	0.993589	0.004457
20	0.005383	0.005351	0.005351	0.994649	0.004269	0.005101	0.002797	0.011661	0.988339	0.009966	0.006485	0.001597	0.011221	0.988779	0.008002
21	0.005468	0.005439	0.005439	0.994561	0.003586	0.005353	0.002877	0.011026	0.988974	0.009381	0.006838	0.001629	0.010740	0.989260	0.007762
22	0.005285	0.005249	0.005249	0.994751	0.004651	0.005028	0.002776	0.011829	0.988171	0.010167	0.006669	0.001614	0.010957	0.989043	0.007877
23	0.005202	0.005169	0.005169	0.994831	0.005771	0.004940	0.002757	0.012111	0.987889	0.010384	0.005872	0.001534	0.011904	0.988096	0.008635
24	0.005194	0.005164	0.005164	0.994836	0.005656	0.004949	0.002762	0.012054	0.987946	0.010389	0.006766	0.001616	0.010860	0.989140	0.007750
25	0.005193	0.005153	0.005153	0.994847	0.006040	0.005073	0.002795	0.011686	0.988314	0.010059	0.006852	0.001624	0.010736	0.989264	0.007729
26	0.004606	0.004583	0.004583	0.995417	0.006196	0.003632	0.002436	0.018683	0.981317	0.016659	0.003712	0.001337	0.016268	0.983732	0.012443
27	0.004572	0.004550	0.004550	0.995450	0.007129	0.003355	0.002351	0.021535	0.978465	0.019395	0.003783	0.001342	0.015930	0.984070	0.012322
28	0.004504	0.004485	0.004485	0.995515	0.000542	0.003628	0.002417	0.018620	0.981380	0.016586	0.003929	0.001348	0.015551	0.984449	0.011874
29	0.004545	0.004526	0.004526	0.995474	0.008239	0.003303	0.002336	0.022129	0.977871	0.019891	0.003633	0.001327	0.016427	0.983573	0.012732
30	0.004285	0.004263	0.004263	0.995737	0.005565	0.002739	0.002208	0.034608	0.965392	0.031772	0.002298	0.001189	0.024666	0.975334	0.020494

g: tahmin parametresi, s: kaydırma parametresi, SH: standart hata

strateji içermektedir (De la Torre ve Douglas, 2004). Yukarıda açıklanan nedenlerle veriler üretilirken tahmin ve kaydırma parametreleri “0.00” değerine sabitlenerek, veri üretiminde kullanılmak üzere belirlenen Q matrisinin hatasızlığı ve model veri uyumu garanti edilmiştir. Böylece veri setinden kestirilen madde parametreleri ve sınıflama oranları hatasız olabilecek ve aynı veri setiyle hatalı Q matrisleri kullanılarak yapılan kestirimler ile karşılaştırılabilecektir.

Çizelge 5 incelendiğinde, parametre değerlerinin veriler üretilirken tanımlandığı gibi hemen hemen sifıra eşit olduğu görülmektedir. Parametrelerin küçük olması veri seti için modelin iyi tanımlandığı ve maddelerin veriye iyi uyum gösterdiği anlamına gelmektedir (Rupp ve Templin, 2008a). Yapılan kestirimler, hesaplanan parametrelerin standart hatalarının sifıra yakınlığı derecesinde doğrudur (Rupp ve diğerleri, 2010). Çizelge 5’de yer alan hatasız Q matrisi kullanılarak kestirilen tahmin ve kaydırma parametrelerine ilişkin standart hatalar da tüm durumlar için sifıra çok yakındır. Bu bulgulara dayanarak, hatasız Q matrisinden elde edilen bu kestirimler hatasız olarak kabul edilmiştir. Bu değerler çalışmanın sonraki adımlarında gerekli karşılaştırmalar ve çıkarımlar için temel oluşturmaktadır.

Çalışmada daha sonra, hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100’er farklı veri seti için, bireylerin hipotetik ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfta sınıflanma oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve elde edilen 100 değerlerin ortalaması alınarak raporlanmıştır. Hatasız Q matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 6’da sunulmuştur.

Çizelge 6 incelendiğinde, 250 kişilik veri seti için farklı örtük sınıflarda yer alan bireylerin oranları %4.5 - %9 arasında değişmektedir. 500 kişilik veri seti için farklı örtük sınıflarda yer alan bireylerin oranları %4.7 - %7.9 arasında değişmekte, 1000 kişilik veri seti için ise oranlar %3.8 - %7.7 arasında değişmektedir. Her bir örneklem büyüklüğü durumunda, farklı örtük sınıflarda yer alan birey oranları birbirine yakın değerler almaktadır, her bir örtük sınıfta yakın sayıda birey yer almaktadır. Benzer biçimde, farklı örneklem büyüklüklerinde aynı örtük sınıfta yer alan birey oranları da birbirine yakındır.

Çizelge 6

Hatasız Q Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	Beceri				250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	α_1	α_2	α_3	α_4	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0	0	0	0	0.056394	0.014124	0.052412	0.009859	0.063940	0.007619
1000	1	0	0	0	0.075122	0.016181	0.048439	0.009309	0.042286	0.006358
0100	0	1	0	0	0.052641	0.013709	0.079223	0.011802	0.056120	0.007277
0010	0	0	1	0	0.071388	0.015766	0.075517	0.011413	0.064951	0.007797
0001	0	0	0	1	0.056395	0.014127	0.060138	0.010641	0.062028	0.007534
1100	1	1	0	0	0.063912	0.015037	0.063963	0.010911	0.059176	0.007557
1010	1	0	1	0	0.090247	0.017603	0.059893	0.010545	0.067724	0.008063
1001	1	0	0	1	0.071456	0.015795	0.058235	0.010405	0.058144	0.007273
0110	0	1	1	0	0.048868	0.013263	0.056387	0.010087	0.038348	0.006007
0101	0	1	0	1	0.052641	0.013727	0.077282	0.011737	0.075678	0.008266
0011	0	0	1	1	0.063875	0.015004	0.065861	0.010980	0.072836	0.008071
1110	1	1	1	0	0.063937	0.015127	0.071505	0.011258	0.067085	0.007970
1101	1	1	0	1	0.060150	0.014705	0.050581	0.009706	0.070022	0.007955
1011	1	0	1	1	0.045112	0.012831	0.071951	0.013605	0.076794	0.008304
0111	0	1	1	1	0.052632	0.013844	0.046512	0.009211	0.062865	0.007711
1111	1	1	1	1	0.075230	0.016612	0.062102	0.010788	0.062003	0.007593
Toplam					1.000000		1.000000		1.000000	

Bireylerin, sahip oldukları ve sahip olmadıkları beceriler temelinde, olmaları gereken örtük sınıflara atanmalarına ilişkin hesaplanan standart hata değeri, sıfıra ne kadar yakınsa yapılan yerleştirme o derece doğrudur (Rupp ve diğerleri, 2010). Çizelge 6'da yer alan hatasız Q matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranlarına ilişkin standart hatalar tüm durumlar için sıfıra yakındır. Hatasız Q matrisinden elde edilen sınıflama oranları veri setinde yer alan bireyler için hatasız kabul edilerek, çalışmanın sonraki adımlarında gerekli karşılaştırmalar ve çıkarımlar için temel oluşturmaktadır.

Q Matrisinin Farklı Oranlarda Hatalı Belirlendiği Durumlara İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında ele alınan ikinci araştırma sorusu “Q matrisinin seçkisiz olarak %5, %7.5 ve %10 oranında eksik, dengeli ve fazla belirlendiği durumlarda, parametre kestirimleri ve sınıflama tutarlılıkları nasıldır?” biçimindedir. Bu soruya yanıt verebilmek için 250, 500 ve 1000 kişilik simülatif olarak üretilen 100'er veri seti için her bir koşula ilişkin madde parametreleri, bireylerin örtük sınıflara göre sınıflanma oranları ve bunların standart hataları hesaplanmış ve ortalamaları alınmıştır.

Q Matrisinin Farklı Oranlarda Eksik Belirlendiği Durumlara İlişkin Bulgular

Q matrisinin seçkisiz olarak %5 oranında eksik belirlendiği durumda (hatalı belirlenen Q1 matrisi kullanılarak) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 7'de sunulmuştur.

Çizelge 7

Hatalı Q1 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.000087	0.000085	0.000000	1.000000	0.000070	0.000039	0.000039	0.000042	0.999958	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000040	0.000038
2	0.000078	0.000078	0.000000	1.000000	0.000085	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000040	0.000038	0.000038	0.000042	0.999958	0.000042
3	0.000083	0.000083	0.000000	1.000000	0.000076	0.000040	0.000041	0.000040	0.999960	0.000040	0.000040	0.000040	0.000039	0.999961	0.000040
4	0.000079	0.000076	0.000000	1.000000	0.000085	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000042	0.000044	0.000044	0.000037	0.999963	0.000038
5	0.000088	0.000085	0.518000	0.482000	0.004300	0.000038	0.000038	0.489726	0.510274	0.003218	0.000040	0.000040	0.487064	0.512936	0.003161
6	0.000057	0.000056	0.000000	1.000000	0.000148	0.000027	0.000028	0.000073	0.999927	0.000072	0.000027	0.000027	0.000072	0.999928	0.000071
7	0.000053	0.000053	0.000000	1.000000	0.000154	0.000027	0.000028	0.000081	0.999919	0.000079	0.000028	0.000028	0.000075	0.999925	0.000075
8	0.000052	0.000052	0.000000	1.000000	0.000161	0.000026	0.000026	0.000085	0.999915	0.000085	0.000026	0.000025	0.000086	0.999914	0.000086
9	0.000077	0.000078	0.496000	0.504000	0.004620	0.000040	0.000039	0.520296	0.479704	0.003142	0.000044	0.000044	0.499083	0.500917	0.003088
10	0.000081	0.000079	0.539000	0.461000	0.004400	0.000041	0.000043	0.517640	0.482360	0.003126	0.000042	0.000042	0.464016	0.535984	0.003154
11	0.000054	0.000053	0.470000	0.530000	0.006260	0.000026	0.000027	0.459620	0.540380	0.004440	0.000027	0.000027	0.499901	0.500099	0.004429
12	0.000053	0.000053	0.460000	0.540000	0.006410	0.000027	0.000027	0.537303	0.462697	0.004437	0.000027	0.000027	0.505639	0.494361	0.004358
13	0.000046	0.000045	0.000000	1.000000	0.000336	0.000023	0.000023	0.000148	0.999852	0.000144	0.000023	0.000023	0.000146	0.999854	0.000145
14	0.000053	0.000054	0.467000	0.533000	0.006560	0.000026	0.000027	0.542282	0.457718	0.004552	0.000027	0.000027	0.538618	0.461382	0.004180
15	0.000043	0.000043	0.001000	0.999000	0.000519	0.000021	0.000022	0.000316	0.999684	0.000319	0.000021	0.000022	0.000319	0.999681	0.000321
16	0.000087	0.000088	0.000000	1.000000	0.000072	0.000039	0.000039	0.000042	0.999958	0.000042	0.000040	0.000039	0.000040	0.999960	0.000040
17	0.000075	0.000074	0.000000	1.000000	0.000088	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000041
18	0.000082	0.000083	0.000000	1.000000	0.000076	0.000042	0.000041	0.000039	0.999961	0.000040	0.000041	0.000041	0.000040	0.999960	0.000040
19	0.000075	0.000079	0.000000	1.000000	0.000084	0.000039	0.000039	0.000040	0.999960	0.000042	0.000043	0.000044	0.000037	0.999963	0.000038
20	0.000054	0.000054	0.000000	1.000000	0.000152	0.000027	0.000028	0.000081	0.999919	0.000081	0.000028	0.000028	0.000078	0.999922	0.000076
21	0.000056	0.000055	0.000000	1.000000	0.000149	0.000027	0.000026	0.000073	0.999927	0.000075	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000071
22	0.000054	0.000054	0.000000	1.000000	0.000162	0.000027	0.000027	0.000083	0.999917	0.000082	0.000027	0.000027	0.000076	0.999924	0.000074
23	0.000053	0.000053	0.000000	1.000000	0.000163	0.000026	0.000026	0.000085	0.999915	0.000085	0.000026	0.000026	0.000087	0.999913	0.000086
24	0.000053	0.000053	0.000000	1.000000	0.000160	0.000026	0.000026	0.000085	0.999915	0.000087	0.000027	0.000026	0.000074	0.999926	0.000071
25	0.000052	0.000054	0.000000	1.000000	0.000167	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000081	0.000028	0.000028	0.000074	0.999926	0.000073
26	0.000045	0.000044	0.000000	1.000000	0.000291	0.000024	0.000025	0.000150	0.999850	0.000151	0.000023	0.000023	0.000152	0.999848	0.000150
27	0.000047	0.000046	0.000000	1.000000	0.000293	0.000022	0.000022	0.000177	0.999823	0.000173	0.000023	0.000023	0.000151	0.999849	0.000151
28	0.000046	0.000046	0.000000	1.000000	0.000320	0.000023	0.000023	0.000150	0.999850	0.000150	0.000024	0.000024	0.000146	0.999854	0.000146
29	0.000046	0.000044	0.000000	1.000000	0.000310	0.000022	0.000022	0.000178	0.999822	0.000182	0.000023	0.000023	0.000161	0.999839	0.000165
30	0.000043	0.000043	0.001000	0.999000	0.000531	0.000021	0.000021	0.000316	0.999684	0.000314	0.000021	0.000022	0.000333	0.999667	0.000334

Q1 matrisi (Y05eksikQ); 5, 9 ve 12 numaralı maddelerde ikinci becerinin ölçülme durumuna, 11 ve 14. maddelerde üçüncü becerinin ölçülme durumuna ve 10. maddede ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin yanlış belirleme yapılarak oluşturulmuştur. Hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 1'ler 0'lar ile değiştirilerek eksik belirleme yapılmıştır. Diğer bir deyişle bu maddeler aslında bu becerileri ölçüyorken ve bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için bu becerilere sahip olmaları gerekiyorken, Q matrisinde madde bu beceri ile ilişkilendirilmeyerek, bu beceriyi ölçmüyor ve doğru yanıtlanması için bu beceriye sahip olunması gerekmiyormuş gibi tanımlama yapılmıştır.

Belirli bir durumda, Q matrisinde yer alan bir maddede 1'ler 0 yapıldığında, tahmin parametresi kestirimi hatasızken, kaydırma parametresi gerçek değerinden yüksek değerde kestirilmektedir. Çünkü orijinal veriye uygun Q matrisinde (veri üretilirken kullanılan Q matrisinde/hatasız Q matrisinde) yer alan bir madde bir beceri eksik ölçüyor olacak biçimde kodlandığında, madde tanımlamada daha kolay hale gelir, ancak yanıt örüntüsü beklenenden daha fazla yanlış cevap içerir (Rupp ve Templin, 2008a). Maddenin doğru yanıtlanması Q matrisinde belirtilenden daha fazla sayıda beceri gerektirdiğinden, beklenenden daha fazla yanlış yanıt içeren yanıt örüntüleri oluşacaktır. Bireyler madde ile ölçüldüğü tanımlanmayan (hatalı tanımlanan/eksik belirlenen) beceriye sahip olmadıklarından maddeyi yanlış yanıtlayacaklardır, bu durum yanıt örüntüsünde beklenenden daha fazla yanlış cevap oluşturacak, beklenenden fazla yanlış cevap olması da kaydırma parametresinin sıfırdan yüksek değerler almasına sebep olacaktır.

Modeldeki kaydırma parametresi, bireyin ilgili madde ile ölçülen bütün becerilere sahip olduğu halde maddeye yanlış yanıt verme olasılığını ifade eder (Rupp ve Templin, 2008a). Yapılan yanlış tanımlama ile madde ile ölçüldüğü görünen bütün becerilere sahip olan bireyler, aslında madde ile ölçüldüğü belirtilmeyen ancak ölçülen beceriye sahip olmadıklarından maddeyi yanlış yanıtlayacaklar ancak madde ile ölçülen bütün becerilere sahip olduğu halde maddeye yanlış yanıt vermiş gibi görüneceklerdir. Bu da maddenin kaydırma parametresinin sıfırdan yüksek değerler almasına sebep olacaktır. Çizelge 7 incelendiğinde ve ilgili değerler Çizelge 5'deki değerler ile karşılaştırıldığında, tüm örneklem büyüklüğü durumlarında, eksik belirleme yapılan 5, 9, 10, 11, 12 ve 14 numaralı maddelerin tahmin parametrelerinin değişmediği, kaydırma parametrelerinin değerlerinin ise (0.00 iken) artarak 0.50 değerine yaklaştığı görülmektedir. Ayrıca tahmin parametrelerine ilişkin standart hata değerleri

değişmezken, kaydırma parametrelerine ilişkin standart hata değerleri bir miktar artmıştır.

Kaydırma ve tahmin parametrelerinden biri yüksekse bu durum veri seti için modelin iyi tanımlanmadığının, maddenin veriye iyi uyum göstermediğinin diğer bir deyişle model uyumsuzluğunun maddeye özgü göstergesidir (Rupp ve Templin, 2008a). Hatasız Q matrisinde yapılan eksik belirlemeler, kaydırma parametresinin yükselmesine, ilgili maddenin veriye iyi uyum göstermemesine (model uyumsuzluğuna) neden olmuştur.

DINA modelde kaydırma parametresi ne kadar düşük olursa ilgili becerilere sahip bireylerin maddeye doğru yanıt verme olasılığı da o kadar artmaktadır (De la Torre, 2009a). Hatasız Q matrisinde yapılan eksik belirlemeler, maddenin kaydırma parametresi değerini ve bu parametreye ilişkin standart hatayı arttırmıştır. Bireylerin çoğu, ilgili madde ile ölçülüyor görünen bütün becerilere sahip olduğu halde maddeye yanlış yanıt vermiştir.

Bunlara ek olarak, Çizelge 7 incelendiğinde, kaydırma parametrelerindeki ve bunların standart hatalarındaki artışlar örneklem büyüklüğü temelinde düzenli farklılaşma göstermemektedir. Üç farklı örneklem büyüklüğü durumunda da, parametre değerleri yaklaşık 0.50'dir. Örneklem büyüklüğünün artması parametre değerlerinin artışında farklılaşmaya sebep olmamaktadır. Bu durumun nedeni, örneklem büyüklüğü arttıkça, farklı yeterlik düzeylerini temsil eden örtük sınıflarda yer alan birey sayılarının da yaklaşık olarak aynı oranda artması ve ilgili maddeye eksik belirlenen beceriye sahip olmadığı için yanlış yanıt veren birey sayısının da buna paralel olarak artması gösterilebilir. MacDonald (2013) da yaptığı çalışmada, Q matrisinin hatalı belirlenmesi durumlarında, parametre kestirimlerinin örneklem büyüklüğüne göre farklılık göstermediğini raporlamıştır.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra söz konusu hatalı Q matrisine ilişkin, bireylerin farklı örtük sınıflara göre sınıflandırılmalarındaki farklılaşmanın belirlenmesine geçilmiştir. Hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q1 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q1 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 8'de sunulmuştur.

Çizelge 8

Hatalı Q1 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.057463	0.011457	0.052106	0.006091	0.064002	0.001098
1000	0.074652	0.010495	0.047978	0.001796	0.042026	0.000926
0100	0.051961	0.001394	0.080011	0.001630	0.055969	0.001067
0010	0.073536	0.012059	0.075992	0.002193	0.064976	0.001300
0001	0.057272	0.009413	0.060002	0.001132	0.062016	0.001793
1100	0.064023	0.002686	0.063990	0.001129	0.059002	0.001066
1010	0.090367	0.012214	0.059941	0.001823	0.067990	0.001194
1001	0.070747	0.009628	0.058023	0.001551	0.058006	0.001288
0110	0.047992	0.001470	0.056063	0.002876	0.038002	0.000870
0101	0.051986	0.001503	0.077984	0.001218	0.075985	0.001213
0011	0.064715	0.005936	0.065985	0.001459	0.073002	0.001439
1110	0.063978	0.001730	0.071981	0.001839	0.066989	0.001158
1101	0.060030	0.001695	0.049971	0.001188	0.070001	0.001155
1011	0.043236	0.005827	0.071967	0.001564	0.077000	0.001227
0111	0.051993	0.001575	0.046017	0.001276	0.063017	0.001233
1111	0.076048	0.001687	0.061990	0.001315	0.062016	0.001068
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Q1 matrisi; üç maddede (5, 9 ve 12 numaralı maddelerde) ikinci beceriye, iki maddede (11 ve 14. maddelerde) üçüncü beceriye ve bir maddede ise (10. madde) dördüncü beceriye ilişkin olmak üzere toplamda altı hücrede (Ek II.I'de sunulmuştur) eksik belirleme yapılarak oluşturulmuştur.

Çizelge 8, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q1 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir. Dört becerinin ölçüldüğü 30 maddenin yer aldığı bir ölçme aracı 250 ve daha fazla kişiye uygulandığında hatalı Q1 matrisi ile kestirilen sınıflama oranlarının veri setine uygun hatasız Q matrisi ile kestirilen sınıflama oranlarından farklılaşmadığı görülmektedir.

Q matrisinde %5 oranında eksik belirleme yapıldığında, 250, 500 ve 1000 kişilik örneklem için, sınıflama oranları hatasız Q matrisi ile yapılan sınıflama oranları ile uyumludur. Qin ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmada da örneklem büyüklüğü 500, ölçülen beceri sayısı ve hatalı belirlenen madde sayısı az olduğunda, hatasız Q matrisi ile tamamen uyumlu bulgular elde edilmiştir. Örneklem büyüklüğü 500'den daha da arttıkça ölçülen beceri sayısı artsa bile uyum devam etmektedir.

Q matrisinin seçkisiz olarak %7.5 oranında eksik belirlendiği durumda (Q2 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 9'da sunulmuştur.

Çizelge 9

Hatalı Q2 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.000089	0.000088	0.000073	0.999927	0.000073	0.000039	0.000038	0.000042	0.999958	0.000042	0.000041	0.000041	0.000040	0.999960	0.000041
2	0.000077	0.000077	0.000084	0.999916	0.000083	0.000042	0.000042	0.000040	0.999960	0.000039	0.000039	0.000039	0.000039	0.999961	0.000040
3	0.000080	0.000082	0.000077	0.999923	0.000076	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000039	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000038
4	0.000077	0.000078	0.000084	0.999916	0.000084	0.000040	0.000040	0.000041	0.999959	0.000041	0.000044	0.000043	0.000037	0.999963	0.000036
5	0.000088	0.000091	0.518193	0.481807	0.004310	0.000038	0.000039	0.489750	0.510250	0.003183	0.000041	0.000040	0.487105	0.512895	0.003159
6	0.000087	0.000087	0.496327	0.503673	0.004309	0.000039	0.000039	0.452635	0.547365	0.003206	0.000040	0.000041	0.455277	0.544723	0.003179
7	0.000052	0.000050	0.000159	0.999841	0.000160	0.000026	0.000026	0.000084	0.999916	0.000084	0.000028	0.000028	0.000078	0.999922	0.000077
8	0.000076	0.000073	0.487230	0.512770	0.004621	0.000039	0.000038	0.535369	0.464631	0.003101	0.000038	0.000039	0.531560	0.468440	0.003099
9	0.000076	0.000077	0.487144	0.512856	0.004700	0.000041	0.000042	0.535435	0.464565	0.003059	0.000039	0.000040	0.448053	0.551947	0.003165
10	0.000082	0.000080	0.538980	0.461020	0.004323	0.000040	0.000040	0.517685	0.482315	0.003169	0.000040	0.000041	0.463959	0.536041	0.003184
11	0.000057	0.000057	0.492746	0.507254	0.005976	0.000027	0.000028	0.496324	0.503676	0.004248	0.000027	0.000027	0.529256	0.470744	0.004222
12	0.000053	0.000052	0.433323	0.566677	0.006464	0.000026	0.000026	0.525372	0.474628	0.004643	0.000028	0.000028	0.512943	0.487057	0.004323
13	0.000053	0.000051	0.523720	0.476280	0.006340	0.000026	0.000027	0.446198	0.553802	0.004567	0.000027	0.000027	0.479313	0.520687	0.004352
14	0.000046	0.000046	0.000306	0.999694	0.000315	0.000022	0.000022	0.000183	0.999817	0.000184	0.000023	0.000023	0.000163	0.999837	0.000166
15	0.000045	0.000045	0.406199	0.593801	0.008581	0.000022	0.000022	0.425861	0.574139	0.006744	0.000023	0.000023	0.503996	0.496004	0.006172
16	0.000088	0.000088	0.000075	0.999925	0.000074	0.000040	0.000040	0.000042	0.999958	0.000040	0.000041	0.000041	0.000040	0.999960	0.000040
17	0.000075	0.000076	0.000085	0.999915	0.000083	0.000040	0.000040	0.000039	0.999961	0.000039	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000041
18	0.000082	0.000081	0.000078	0.999922	0.000078	0.000040	0.000041	0.000039	0.999961	0.000040	0.000042	0.000040	0.000038	0.999962	0.000038
19	0.000078	0.000078	0.000087	0.999913	0.000087	0.000041	0.000040	0.000041	0.999959	0.000041	0.000043	0.000042	0.000037	0.999963	0.000038
20	0.000054	0.000056	0.000150	0.999850	0.000150	0.000027	0.000027	0.000080	0.999920	0.000083	0.000027	0.000026	0.000077	0.999923	0.000076
21	0.000057	0.000055	0.000145	0.999855	0.000147	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000074	0.000027	0.000028	0.000072	0.999928	0.000072
22	0.000053	0.000053	0.000159	0.999841	0.000160	0.000026	0.000026	0.000086	0.999914	0.000085	0.000027	0.000027	0.000076	0.999924	0.000076
23	0.000052	0.000053	0.000163	0.999837	0.000166	0.000026	0.000027	0.000085	0.999915	0.000087	0.000026	0.000026	0.000087	0.999913	0.000087
24	0.000053	0.000052	0.000165	0.999835	0.000163	0.000027	0.000027	0.000085	0.999915	0.000084	0.000028	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075
25	0.000052	0.000053	0.000172	0.999828	0.000171	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000084	0.000028	0.000028	0.000074	0.999926	0.000073
26	0.000047	0.000046	0.000288	0.999712	0.000285	0.000022	0.000022	0.000147	0.999853	0.000146	0.000022	0.000022	0.000158	0.999842	0.000158
27	0.000046	0.000046	0.000299	0.999701	0.000297	0.000023	0.000023	0.000184	0.999816	0.000182	0.000023	0.000023	0.000151	0.999849	0.000148
28	0.000046	0.000046	0.000328	0.999672	0.000329	0.000023	0.000023	0.000155	0.999845	0.000153	0.000023	0.000024	0.000147	0.999853	0.000149
29	0.000046	0.000047	0.000320	0.999680	0.000320	0.000023	0.000022	0.000182	0.999818	0.000189	0.000023	0.000022	0.000161	0.999839	0.000158
30	0.000043	0.000043	0.000534	0.999466	0.000532	0.000021	0.000021	0.000335	0.999665	0.000328	0.000022	0.000022	0.000329	0.999671	0.000331

Q2 matrisi (Y7.5eksikQ); 12 ve 15 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna, 5 ve 11 numaralı maddelerde ikinci becerinin ölçülme durumuna, 6, 8 ve 13. maddelerde üçüncü becerinin ölçülme durumuna, 9 ve 10. maddelerde ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin yanlış belirleme yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.II'de sunulmuştur). Hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 1'ler 0'lar ile değiştirilerek eksik belirleme yapılmıştır. Q2 matrisinde Q1 matrisine göre eksik belirleme oranı arttırılmış, eksik belirleme yapılan madde sayısı altıdan dokuzaya çıkarılmıştır. Dokuz maddede, bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için sahip olmaları gereken bir beceri eksik tanımlanmıştır.

Eksik belirleme durumunda, tahmin parametresi kestirimi hatasız olurken, kaydırma parametresi, yanıt örüntüsü beklenenden daha fazla yanlış cevap içerdiğinden, gerçek değerinden yüksek değerde kestirilmektedir (Rupp ve Templin, 2008a). Bireyler eksik belirlenen (maddeyle ölçülüyor gibi tanımlanan) beceriye sahip olmadıklarından maddeyi yanlış yanıtlayacaklardır. Ancak diğer maddelerdeki performanslarına göre, ilgili maddeyle ölçüldüğü tanımlanan becerilere sahip olduğu belirlenen bireylerin, bu maddeyi beklenen durumun aksine yanlış yanıtlaması, maddenin kaydırma parametresinin yükselmesine neden olmaktadır. Çizelge 9 incelendiğinde, tüm örneklem durumlarında eksik belirleme yapılan dokuz maddenin de tahmin parametreleri farklılaşmazken, kaydırma parametreleri yaklaşık 0.50 değerine yükseldiği görülmektedir. Tahmin parametrelerine ilişkin standart hata değerleri değişmezken, kaydırma parametrelerine ilişkin standart hata değerleri bir miktar artmıştır.

Çizelge 7 ve Çizelge 9 birlikte incelendiğinde; aynı beceriye ilişkin eksik belirleme yapılan 5 ve 10 numaralı maddelerde iki ayrı hatalı Q matrisi (Q1 ve Q2) ile kestirilen kaydırma parametresi değerleri ve bunlara ilişkin standart hata değerleri hemen hemen aynıdır. Bu durum farklı örneklem büyüklüğü durumları için de geçerlidir. 250 kişilik örneklem büyüklüğü için, 5 numaralı maddenin kaydırma parametresi Q1 matrisi durumunda 0.518000 iken Q2 matrisi durumunda 0.518193'dür. 1000 kişilik örneklem büyüklüğünde, 10 numaralı maddenin kaydırma parametresi Q1 matrisi durumunda 0.464016 iken Q2 matrisi durumunda 0.463959'dur. Değişim 0.0001 düzeyindedir. Aynı veri setiyle farklı Q matrisi kullanılarak yapılan analizlerde, aynı madde için aynı hatalı belirleme yapıldığında çok benzer parametre değerleri elde edilmektedir.

Q matrisindeki hatalı belirleme oranı madde parametresi kestirimlerini etkilemektedir. Hatalı belirleme oranı arttıkça kestirimlerin hata miktarı da artmaktadır (Baker, 1993; MacDonald, 2013). Bu çalışmada hatalı belirleme oranı %5'den %7.5'e yükseltildiğinde, Q1 ve Q2 matrislerinde aynı beceriye ilişkin eksik belirleme yapılan madde 5'in parametre değerlerinin ve bunların standart hatalarının farklılaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Hem Q1 hem de Q2 matrisinde 9, 11 ve 12. maddelerde eksik belirleme yapılmıştır. Aynı maddede farklı beceri için eksik belirleme yapıldığında parametre kestirimleri farklılaşmaktadır. Parametrelerin farklılaşma durumu üç örneklem büyüklüğü koşulunda da gerçekleşmiştir. Örneğin madde 12'de Q1 matrisinde ikinci becerinin ölçülme durumunda, Q2 matrisinde ise ilk becerinin ölçülme durumunda eksik belirleme yapılmıştır (Ek II.I ve Ek II.II karşılaştırılarak incelenebilir). 250 kişilik örneklem büyüklüğü durumunda kestirilen parametreler incelendiğinde, Q1 matrisi kullanılarak yapılan analizde bu maddeye ilişkin elde edilen kaydırma parametresi 0.460000 iken Q2 matrisi kullanılarak yapılan analizde 0.433323'dür. Değişim 0.03 düzeyindedir.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q2 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q2 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 10'da sunulmuştur.

Q2 matrisi; iki maddede (12 ve 15. maddeler) 1. beceriye, iki maddede (5 ve 11. maddeler) ikinci beceriye, üç maddede (6, 8 ve 13. maddeler) üçüncü beceriye ve iki maddede ise (9 ve 10. maddeler) dördüncü beceriye ilişkin olmak üzere toplamda dokuz hücrede eksik belirleme yapılarak oluşturulmuştur.

Çizelge 10, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q2 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Çizelge 10

Hatalı Q2 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056253	0.007948	0.052141	0.005775	0.064107	0.005093
1000	0.075841	0.003554	0.048036	0.001446	0.041954	0.001649
0100	0.051926	0.002299	0.079961	0.001681	0.055975	0.001297
0010	0.071978	0.001730	0.075981	0.001530	0.065020	0.001717
0001	0.056046	0.001655	0.060018	0.001342	0.062009	0.001196
1100	0.063938	0.002435	0.063951	0.002258	0.058987	0.001345
1010	0.091945	0.002216	0.060016	0.001200	0.067941	0.002256
1001	0.071973	0.002186	0.057976	0.001426	0.057984	0.001484
0110	0.048004	0.001630	0.055981	0.001378	0.038009	0.001028
0101	0.051982	0.001998	0.077964	0.001943	0.075989	0.001588
0011	0.064035	0.002653	0.065968	0.001224	0.072964	0.001535
1110	0.064012	0.001688	0.071997	0.001352	0.066975	0.001458
1101	0.060003	0.001947	0.050042	0.003382	0.069956	0.001796
1011	0.044027	0.001444	0.071976	0.001393	0.076977	0.001946
0111	0.052020	0.001638	0.046008	0.001066	0.063008	0.001741
1111	0.076017	0.006241	0.061985	0.001302	0.062144	0.010010
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Q matrisinin seçkisiz olarak %10 oranında eksik belirlendiği durumda (*Q3* matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 11’de sunulmuştur.

Q3 matrisi (Y10eksikQ); 7, 12, 13 ve 15 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna, 5, 8 ve 14 numaralı maddelerde ikinci becerinin ölçülme durumuna, 6, 11, 13 ve 15. maddelerde üçüncü becerinin ölçülme durumuna, 9. maddede ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin yanlış belirleme yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.III’de sunulmuştur). Hatasız *Q* matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 1’ler 0’lar ile değiştirilerek eksik belirleme yapılmıştır.

Q3 matrisinde, *Q1* ve *Q2* matrisine göre eksik belirleme oranı artırılmış, 10 madde içerisinde yer alan toplam 12 hücrede eksik belirleme yapılmıştır. On maddede, bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için sahip olmaları gereken bir ya da iki beceri eksik tanımlanmıştır.

Çizelge 11 incelendiğinde, bu koşul için de tüm örneklem durumlarında eksik belirleme yapılan maddelerin kaydırma parametreleri hatasız *Q* matrisi ile kestirilen kaydırma parametrelerinden farklılaşmazken, tahmin parametreleri yaklaşık 0.50 değerine yükselmiştir. Tahmin parametrelerine ilişkin standart hata değerleri değişmezken, kaydırma parametrelerine ilişkin standart hata değerleri bir miktar artmıştır.

Çizelge 11

Hatalı Q3 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.000088	0.000087	0.000072	0.999928	0.000072	0.000088	0.000090	0.000072	0.999928	0.000073	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040
2	0.000075	0.000076	0.000085	0.999915	0.000085	0.000077	0.000077	0.000086	0.999914	0.000084	0.000040	0.000039	0.000040	0.999960	0.000040
3	0.000083	0.000085	0.000077	0.999923	0.000075	0.000083	0.000085	0.000080	0.999920	0.000078	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000039
4	0.000076	0.000076	0.000086	0.999914	0.000083	0.000077	0.000077	0.000083	0.999917	0.000083	0.000044	0.000043	0.000036	0.999964	0.000036
5	0.000089	0.000088	0.518280	0.481720	0.004335	0.000087	0.000088	0.518177	0.481823	0.004281	0.000040	0.000040	0.487059	0.512941	0.003164
6	0.000089	0.000088	0.496323	0.503677	0.004287	0.000090	0.000092	0.496367	0.503633	0.004213	0.000041	0.000041	0.455312	0.544688	0.003175
7	0.000076	0.000075	0.470586	0.529414	0.004631	0.000078	0.000077	0.470498	0.529502	0.004547	0.000043	0.000044	0.506586	0.493414	0.003060
8	0.000083	0.000081	0.531217	0.468783	0.004492	0.000080	0.000080	0.531173	0.468827	0.004365	0.000041	0.000042	0.551707	0.448293	0.003111
9	0.000076	0.000076	0.487163	0.512837	0.004498	0.000073	0.000073	0.487224	0.512776	0.004599	0.000040	0.000039	0.448044	0.551956	0.003086
10	0.000053	0.000053	0.000171	0.999829	0.000166	0.000052	0.000053	0.000172	0.999828	0.000168	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000075
11	0.000055	0.000056	0.469623	0.530377	0.006238	0.000053	0.000055	0.469873	0.530127	0.006056	0.000027	0.000027	0.499957	0.500043	0.004344
12	0.000053	0.000053	0.433509	0.566491	0.006411	0.000054	0.000054	0.433404	0.566596	0.006418	0.000027	0.000028	0.512834	0.487166	0.004320
13	0.000075	0.000076	0.747816	0.252184	0.003967	0.000074	0.000075	0.747871	0.252129	0.003911	0.000044	0.000044	0.743072	0.256928	0.002655
14	0.000054	0.000056	0.457533	0.542467	0.006385	0.000051	0.000051	0.457594	0.542406	0.006410	0.000027	0.000028	0.545403	0.454597	0.004196
15	0.000051	0.000051	0.683036	0.316964	0.005924	0.000052	0.000053	0.683323	0.316677	0.006045	0.000028	0.000029	0.771180	0.228820	0.003605
16	0.000089	0.000089	0.000073	0.999927	0.000073	0.000088	0.000090	0.000073	0.999927	0.000073	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000041
17	0.000076	0.000076	0.000086	0.999914	0.000085	0.000075	0.000076	0.000087	0.999913	0.000087	0.000039	0.000039	0.000042	0.999958	0.000042
18	0.000082	0.000083	0.000078	0.999922	0.000080	0.000082	0.000082	0.000079	0.999921	0.000079	0.000041	0.000042	0.000040	0.999960	0.000040
19	0.000076	0.000075	0.000085	0.999915	0.000083	0.000073	0.000073	0.000086	0.999914	0.000087	0.000043	0.000043	0.000037	0.999963	0.000037
20	0.000054	0.000054	0.000148	0.999852	0.000152	0.000053	0.000053	0.000146	0.999854	0.000148	0.000028	0.000027	0.000078	0.999922	0.000078
21	0.000056	0.000056	0.000148	0.999852	0.000149	0.000055	0.000055	0.000144	0.999856	0.000144	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000072
22	0.000055	0.000054	0.000162	0.999838	0.000161	0.000053	0.000052	0.000153	0.999847	0.000158	0.000027	0.000027	0.000076	0.999924	0.000073
23	0.000054	0.000053	0.000168	0.999832	0.000171	0.000052	0.000052	0.000164	0.999836	0.000163	0.000026	0.000026	0.000086	0.999914	0.000088
24	0.000053	0.000052	0.000167	0.999833	0.000167	0.000052	0.000053	0.000168	0.999832	0.000168	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075
25	0.000052	0.000052	0.000171	0.999829	0.000170	0.000052	0.000053	0.000169	0.999831	0.000173	0.000027	0.000027	0.000070	0.999930	0.000069
26	0.000047	0.000047	0.000286	0.999714	0.000289	0.000047	0.000045	0.000276	0.999724	0.000273	0.000022	0.000022	0.000158	0.999842	0.000162
27	0.000046	0.000046	0.000293	0.999707	0.000300	0.000047	0.000047	0.000301	0.999699	0.000298	0.000023	0.000024	0.000148	0.999852	0.000147
28	0.000047	0.000047	0.000335	0.999665	0.000345	0.000045	0.000043	0.000327	0.999673	0.000333	0.000023	0.000023	0.000147	0.999853	0.000145
29	0.000047	0.000046	0.000308	0.999692	0.000302	0.000046	0.000046	0.000318	0.999682	0.000321	0.000023	0.000023	0.000163	0.999837	0.000160
30	0.000043	0.000043	0.000524	0.999476	0.000526	0.000043	0.000042	0.000517	0.999483	0.000519	0.000021	0.000021	0.000318	0.999682	0.000322

Farklı oranlarda yapılan eksik belirleme durumlarının tümünde, standart hata değerleri 0.01'den küçüktür. Bu da kestirimlerin hatasızlığının bir göstergesidir (Rupp ve diğerleri, 2010). Üç farklı oranda eksik belirleme koşulu için de parametre kestirimleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir (Baker, 1993; De la Torre ve Douglas, 2004; Im ve Corter, 2011; Kunina-Habenicht ve diğerleri, 2012; MacDonald, 2013; Rupp ve Templin, 2008a). Farklı oranlarda eksik belirleme yapılan Q matrislerinde, eksik belirleme yapılan maddeler için model-veri uyumu sağlanmamaktadır (Rupp ve Templin, 2008a).

Eksik belirleme yapılan üç hatalı matris birlikte incelendiğinde, madde 5, Q3 matrisinde de Q1 ve Q2 matrislerindeki ile aynı biçimde (ikinci becerinin ölçülme durumu eksik tanımlanmıştır, Ek II'de sunulmuştur) hatalı belirlenmiştir. Maddenin kaydırma parametresi değeri, Q1 ve Q2 matrisleri kullanılarak yapılan analizlerde elde edilen değerler (250 kişilik örneklem büyüklüğü için, sırasıyla (0.51800 ve 0.518193) ile çok yakındır (0.518280). Benzer durum Q2 ve Q3 matrislerinde aynı biçimde hatalı tanımlanan 6, 9 ve 12 numaralı maddeler için de kestirimlerin büyük çoğunluğunda gözlenmiştir. Bu bulgular, aynı veri setiyle farklı Q matrisi kullanılarak yapılan analizlerde, aynı madde için aynı hatalı belirleme yapıldığında çok benzer parametre değerleri elde edilmektedir bulgusunu doğrulamaktadır. Diğer bir deyişle Çizelge 9 ve Çizelge 11 birlikte incelendiğinde, aynı beceriye ilişkin eksik belirleme yapılan 5, 6, 9 ve 12 numaralı maddelerde kaydırma parametresi değerleri ve buna ilişkin standart hata değerleri hemen hemen aynıdır. Bu durum farklı örneklem büyüklüğü durumları için de geçerlidir. Bu bulgu Q1-Q2 matrislerindeki aynı beceriye ilişkin eksik belirleme yapılan maddelerdeki durum ile paralellik göstermektedir.

Q matrisindeki hatalı belirleme oranı madde parametresi kestirimlerini etkilemektedir. Hatalı belirleme oranı arttıkça kestirimlerin hata miktarı da artmaktadır (Baker, 1993; MacDonald, 2013). Bu çalışmada hatalı belirleme oranı arttırıldığında, aynı beceriye ilişkin eksik belirleme yapılan maddelerin parametre değerlerinin ve bunların standart hatalarının farklılaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ayrıca eksik belirleme yapılan maddelerin kaydırma parametresi değerleri 0.50 civarına yükselirken, birden fazla eksik belirleme yapılan maddelerin (13. madde -üç beceri ölçüyorken tek beceri ölçüyor biçiminde tanımlanmıştır- ve 15. madde -dört beceri ölçüyorken iki beceri ölçüyor biçiminde tanımlanmıştır-) kaydırma parametreleri, üç farklı örneklem büyüklüğü durumunda da 0.50'den oldukça yüksektir. Bir madde için birden fazla eksik tanımlama yapıldığında, maddeye yanlış yanıt verecek kişi sayısı

bir eksik tanımlama yapıldığındaki durumdan daha fazla olmaktadır. Bu da kaydırma parametresinin tek eksik tanımlama yapılan durumdan daha fazla yükselmesine neden olmaktadır. Farklı biçimde ele alınacak olunursa, çalışma kapsamında farklı Q matrislerinde aynı maddenin bir önceki hatalı tanımlanma durumuna, bir beceride daha hatalı tanımlama yapılacak biçimde ekleme yapıldığı durumlar da incelenmiştir. Q2 matrisinde 13. maddede üçüncü beceri eksik tanımlanmıştır, buna ek olarak Q3 matrisinde birinci beceri de eksik tanımlanmıştır. Bu durum, bu maddenin kaydırma parametresinin örneğin 500 kişilik örneklem büyüklüğü durumunda Q2 matrisinde 0.446198 iken Q3 matrisinde 0.727673'e yükselmesine sebep olmuştur. Diğer örneklem büyüklükleri için de benzer durum söz konusudur.

Bunlara ek olarak, Q matrisinin seçkisiz olarak %5, %7.5 ve %10 oranında eksik belirlendiği durumların tümünde, hatasız Q matrisinde yapılan eksik belirlemeler, ilgili maddelerin veriye iyi uyum göstermemesine (model uyumsuzluğuna) neden olmaktadır. Kaydırma parametrelerinde ve bunların standart hatalarındaki artışlar örneklem büyüklüğü temelinde düzenli farklılaşma göstermemektedir. Üç farklı örneklem büyüklüğü durumunda da, parametre değerleri yükselmektedir. MacDonald (2013) de yaptığı çalışmada, Q matrisinin hatalı belirlenmesi durumlarında, parametre kestirimleri farklı örneklem büyüklüklerinde düzenli artış ya da azalış göstermediğini raporlamıştır.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q3 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen nitelikler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q3 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 12'de sunulmuştur.

Q3 matrisi dört maddede (7, 12, 13 ve 15. maddeler) birinci beceriye, üç maddede (5, 8 ve 14. maddeler) ikinci beceriye, dört maddede (6, 11, 13 ve 15. maddeler) üçüncü beceriye ve bir maddede ise (9. madde) dördüncü beceriye ilişkin olmak üzere toplamda 12 hücrede eksik belirleme yapılarak oluşturulmuştur. Çizelge 12, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q2 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir. Üç farklı örneklem büyüklüğü koşulunda da, bulgular hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflamalarla uyumludur. Kunina-Habenicht ve diğerleri (2012) yaptıkları çalışmada, bu bulgu ile paralel olarak, farklı örneklem

büyükliklerinin sınıflandırma doğruluğu üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını raporlamıştır.

Çizelge 12

Hatalı Q3 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056443	0.014412	0.053064	0.005119	0.064171	0.006048
1000	0.076039	0.002850	0.048975	0.001940	0.042071	0.002014
0100	0.051930	0.002397	0.078503	0.001674	0.055971	0.001098
0010	0.071867	0.003213	0.074013	0.001851	0.064951	0.002529
0001	0.055892	0.002560	0.058994	0.001634	0.061984	0.001321
1100	0.063934	0.002665	0.062992	0.004108	0.058975	0.001482
1010	0.091963	0.003065	0.061935	0.002529	0.067988	0.003203
1001	0.071979	0.002335	0.060685	0.002276	0.057984	0.001102
0110	0.047978	0.001579	0.058005	0.001530	0.037996	0.000885
0101	0.051951	0.001899	0.075973	0.001430	0.076007	0.001252
0011	0.063983	0.001804	0.064023	0.001820	0.072983	0.001711
1110	0.064024	0.001968	0.069127	0.001575	0.066986	0.001164
1101	0.059960	0.002014	0.051977	0.001923	0.069992	0.001674
1011	0.044012	0.001531	0.072005	0.001424	0.076966	0.001685
0111	0.051982	0.001647	0.046763	0.001394	0.063003	0.001109
1111	0.076063	0.006409	0.062966	0.001949	0.061972	0.001280
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Q matrisi Q1, Q2 ve Q3 matrislerinde farklı oranlarda hatalı tanımlanmış olmasına rağmen, sınıflamalar arasındaki farkın az olma nedeni; ölçme aracında çok sayıda madde (30 madde) yer alıyor olması, dört becerinin ölçülmek istendiği durum için olası tüm farklı örüntülere ilişkin (15 örüntü) ikişer madde oluşturularak, benzer iki maddeden yalnız birinde hatalı belirleme yapılmış olması ve bu nedenle hatalı belirleme sonrasında bile ölçme aracında olası tüm beceri örüntülerine ilişkin madde mevcut olmasıdır. Bu yoruma kanıt oluşturmak amacıyla dört becerinin ölçüldüğü 15 madde için (çalışma kapsamında incelenen hatasız Q matrisinde yer alan ilk 15 madde ile aynı beceri örüntülerine sahip) 250, 500 ve 1000 kişilik örneklem büyüklüklerinde, hatasız Q_y (yeni hatasız Q matrisi, Ek III'de sunulmuştur) matrisine uygun veri üretilmiş ve hatalı tanımlama oranı en az olan Q1 matrisinde yapılanlarla aynı hatalı belirlemeler yapılan $Q1_y$ matrisine göre (Ek IV'de sunulmuştur) analiz edilmiştir. Hatasız Q_y matrisine ilişkin elde edilen bulgular Ek V'de, hatalı $Q1_y$ matrisine ilişkin bulgular Ek VI'da sunulmuştur.

Ek V ve Ek VI karşılaştırılarak incelendiğinde, madde sayısı azaldığında, hatalı belirleme yapılan maddeler dışındaki maddelerin de parametre kestirimlerinde artış olduğu görülmektedir. Üç farklı örneklem büyüklüğü durumunda da Madde 2'nin tahmin parametresi, bu maddede hatalı belirleme yapılmamış olmasına rağmen artış

göstermiştir. Eksik belirleme yapılan 11 ve 14. maddelerin ise kaydırma parametreleri farklılaşmamıştır. Parametrelerin hatalı kestirimlerindeki bölgesel etki ortadan kalkmış, hatalı belirleme yapılmayan maddelerin de parametre kestirimleri farklılaşmıştır. Buna ek olarak bireylerin örtük sınıflara göre sınıflandırılmasına ilişkin oranlar, hatasız Q matrisi ile yapılan sınıflama oranlarından farklılaşmıştır. Bu bağlamda, çalışma kapsamında incelenen koşullarda, hatalı belirleme durumlarında sınıflama oranlarının farklılaşmama nedeni madde sayısı ile ilişkilendirilebilir. Kunina-Habenicht ve diğerleri (2012) madde sayısının fazla olmasının, doğru sınıflandırma oranlarını arttırdığını raporlamıştır. Çünkü madde sayısı arttıkça sınıflandırmanın temel alınabileceği daha fazla istatistiksel bilgi bulunacağından, hatasız Q matrisi ile yapılan sınıflandırmalara uyum artacaktır. Ayrıca Baker (1993) de yaptığı çalışmada, kullanılan ölçme aracında yer alan toplam madde sayısının artırılmasının, parametre tahminlerinin doğruluk düzeyini arttırdığını raporlamıştır. Madde sayısı fazla olduğunda Q matrisinin hatalı belirlenmesinin etkisi yalnızca hatalı belirlenmiş elemanları içeren maddelerde meydana gelir.

Madde sayısı arttığında, hatalı tanımlama yapılan maddelerdeki aykırı yanıt örüntüleri, bu maddelerle aynı becerileri ölçen ve hatalı tanımlama yapılmayan çiftleri tarafından telafi edildiğinden bireylerin doğru sınıflanma oranı artmaktadır.

Q Matrisinin Farklı Oranlarda Fazla Belirlendiği Durumlara İlişkin Bulgular

Q matrisinin seçkisiz olarak %5 oranında fazla belirlendiği durumda (Q4 matrisi) parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 13'de sunulmuştur.

Q4 matrisi (Y05fazlaQ); 9 numaralı maddede birinci becerinin ölçülme durumuna, 3 numaralı maddede ikinci becerinin ölçülme durumuna, 2, 9 ve 12. maddelerde üçüncü becerinin ölçülme durumuna, 11. maddede ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin yanlış belirleme yapılarak oluşturulmuştur. Hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0'lar 1'ler ile değiştirilerek fazla belirleme yapılmıştır. Diğer bir deyişle bu maddeler aslında bu becerileri ölçmüyorken ve bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için bu becerilere sahip olmaları gerekmiyorken, Q matrisinde madde bu beceri ile ilişkilendirilerek, bu beceriyi ölçüyor ve doğru yanıtlanması için bu beceriye sahip olunması gerekiyormuş gibi tanımlama yapılmıştır.

Çizelge 13

Hatalı Q4 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.000088	0.000089	0.000073	0.999927	0.000074	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000041	0.000041	0.000041	0.999959	0.000041	0.000040
2	0.300005	0.003328	0.000165	0.999835	0.000162	0.355960	0.002430	0.000084	0.999916	0.000083	0.339005	0.002406	0.000088	0.999912	0.000089
3	0.357813	0.003468	0.000167	0.999833	0.000167	0.358677	0.002457	0.000083	0.999917	0.000082	0.367551	0.002439	0.000088	0.999912	0.000090
4	0.000075	0.000075	0.000085	0.999915	0.000087	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040	0.000043	0.000043	0.000038	0.999962	0.000038
5	0.000054	0.000054	0.000154	0.999846	0.000156	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000082	0.000027	0.000025	0.000078	0.999922	0.000078
6	0.000053	0.000054	0.000148	0.999852	0.000145	0.000027	0.000028	0.000076	0.999924	0.000076	0.000027	0.000028	0.000072	0.999928	0.000072
7	0.000053	0.000053	0.000159	0.999841	0.000157	0.000026	0.000026	0.000083	0.999917	0.000085	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000074
8	0.000053	0.000053	0.000169	0.999831	0.000166	0.000026	0.000027	0.000083	0.999917	0.000084	0.000026	0.000027	0.000087	0.999913	0.000085
9	0.177517	0.002504	0.000530	0.999470	0.000513	0.185496	0.001747	0.000328	0.999672	0.000328	0.222890	0.001954	0.000328	0.999672	0.000329
10	0.000051	0.000051	0.000166	0.999834	0.000169	0.000027	0.000027	0.000082	0.999918	0.000082	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000073
11	0.069293	0.001704	0.000521	0.999479	0.000540	0.076785	0.001238	0.000321	0.999679	0.000321	0.071455	0.001170	0.000325	0.999675	0.000323
12	0.065010	0.001655	0.000520	0.999480	0.000525	0.053315	0.001042	0.000316	0.999684	0.000311	0.074628	0.001234	0.000329	0.999671	0.000331
13	0.000045	0.000046	0.000339	0.999661	0.000344	0.000023	0.000023	0.000147	0.999853	0.000145	0.000023	0.000023	0.000144	0.999856	0.000144
14	0.000044	0.000045	0.000309	0.999691	0.000308	0.000022	0.000022	0.000185	0.999815	0.000186	0.000023	0.000023	0.000162	0.999838	0.000164
15	0.000043	0.000043	0.000528	0.999472	0.000519	0.000021	0.000021	0.000319	0.999681	0.000318	0.000021	0.000020	0.000338	0.999662	0.000341
16	0.000088	0.000090	0.000074	0.999926	0.000073	0.000039	0.000040	0.000040	0.999960	0.000041	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040
17	0.000083	0.000083	0.000096	0.999904	0.000096	0.000046	0.000047	0.000047	0.999953	0.000048	0.000046	0.000047	0.000045	0.999955	0.000045
18	0.000090	0.000087	0.000090	0.999910	0.000087	0.000044	0.000044	0.000046	0.999954	0.000046	0.000048	0.000048	0.000043	0.999957	0.000043
19	0.000077	0.000078	0.000085	0.999915	0.000087	0.000040	0.000040	0.000041	0.999959	0.000041	0.000043	0.000043	0.000038	0.999962	0.000037
20	0.000054	0.000056	0.000153	0.999847	0.000156	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000081	0.000027	0.000026	0.000079	0.999921	0.000076
21	0.000056	0.000056	0.000144	0.999856	0.000147	0.000027	0.000026	0.000074	0.999926	0.000074	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075
22	0.000054	0.000055	0.000160	0.999840	0.000161	0.000026	0.000027	0.000081	0.999919	0.000081	0.000027	0.000027	0.000076	0.999924	0.000075
23	0.000053	0.000054	0.000164	0.999836	0.000165	0.000026	0.000025	0.000086	0.999914	0.000089	0.000026	0.000027	0.000087	0.999913	0.000086
24	0.000052	0.000052	0.000164	0.999836	0.000168	0.000027	0.000027	0.000085	0.999915	0.000085	0.000028	0.000028	0.000075	0.999925	0.000075
25	0.000053	0.000053	0.000173	0.999827	0.000176	0.000026	0.000026	0.000080	0.999920	0.000078	0.000028	0.000028	0.000072	0.999928	0.000072
26	0.000049	0.000048	0.000287	0.999713	0.000280	0.000023	0.000023	0.000151	0.999849	0.000154	0.000023	0.000023	0.000161	0.999839	0.000163
27	0.000047	0.000048	0.000291	0.999709	0.000284	0.000023	0.000023	0.000177	0.999823	0.000176	0.000023	0.000023	0.000154	0.999846	0.000158
28	0.000047	0.000047	0.000336	0.999664	0.000336	0.000023	0.000024	0.000149	0.999851	0.000146	0.000023	0.000023	0.000142	0.999858	0.000143
29	0.000048	0.000050	0.000309	0.999691	0.000314	0.000023	0.000023	0.000184	0.999816	0.000187	0.000023	0.000023	0.000159	0.999841	0.000161
30	0.000043	0.000043	0.000525	0.999475	0.000520	0.000021	0.000021	0.000323	0.999677	0.000322	0.000022	0.000021	0.000329	0.999671	0.000327

Belirli bir durumda, Q matrisinde yer alan bir maddede 0, 1 ile değiştirildiğinde kaydırma parametresi kestirimi hatasız olurken, tahmin parametresi gerçek değerinden yüksek değerde kestirilmektedir. Bir madde ek bir beceri gerektirecek biçimde yanlış kodlandığında, analizlerde Q matrisinin orijinal kodlamasına göre bir beceri eksik olacak biçimde üretilen veri kullanıldığından, madde etkin bir biçimde olduğundan daha zor olarak kodlanmıştır (Rupp ve Templin, 2008a). Bireyler madde ile ölçüldüğü tanımlanan (hatalı belirlenen/fazla tanımlanan) beceriye sahip olmasalar bile maddeyi doğru yanıtlayabileceklerdir, yanıt örüntüsünde beklenenden fazla doğru cevap olması da tahmin parametresinin sıfırdan yüksek değerler almasına sebep olacaktır.

Modeldeki tahmin parametresi ölçülen becerilerden en az birine sahip olmadığı halde maddeye doğru yanıt verme olasılığını ifade eder (Rupp ve Templin, 2008a). Yapılan yanlış tanımlama ile madde ile ölçüldüğü görünen becerilerden en az birine (hatalı belirlenen/fazla tanımlanan beceriye) sahip olmayan bireyler, aslında madde ile ölçüldüğü belirtilen ancak ölçülmeyen beceriye sahip olsalar da sahip olmasalar da maddeyi doğru yanıtlayabileceklerdir. Bu da maddenin tahmin parametresinin sıfırdan yüksek değerler almasına sebep olacaktır. Çizelge 13 incelendiğinde ve ilgili değerler Çizelge 5'deki değerler ile karşılaştırıldığında, tüm örneklem büyüklüğü durumlarında, fazla belirleme yapılan 2, 3, 9, 11 ve 12 numaralı maddelerin kaydırma parametrelerinin değişmediği, tahmin parametrelerinin değeri ise (0.00 iken) artarak 0.37 değerine kadar yükseldiği görülmektedir. Ayrıca kaydırma parametrelerine ilişkin standart hata değerleri değişmezken, tahmin parametrelerine ilişkin standart hata değerleri bir miktar artmıştır.

Kaydırma ve tahmin parametrelerinden biri yüksekse bu durum veri seti için modelin iyi tanımlanmadığının, maddenin veriye iyi uyum göstermediğinin diğer bir deyişle model uyumsuzluğunun maddeye özgü göstergesidir (Rupp ve Templin, 2008a). Hatasız Q matrisinde yapılan fazla belirlemeler, ilgili maddenin veriye iyi uyum göstermemesine (model uyumsuzluğuna) neden olmaktadır.

DINA modelde tahmin parametresi ne kadar düşük olursa ilgili becerilere sahip olmayan bireylerin maddeye doğru yanıt verme olasılığı da o kadar azalmaktadır (De la Torre, 2009a). Hatasız Q matrisinde yapılan fazla belirlemeler, maddenin tahmin parametresi değerini ve bu parametreye ilişkin standart hatayı arttırmaktadır. Bireylerin çoğu, ilgili madde ile ölçülüyor görünen becerilerden en az birine sahip olmadıkları halde maddeye doğru yanıt vermektedir.

Kaydırma ve tahmin parametresinin sıfır olması tüm becerilerin belirlendiği, Q matrisinin doğru tanımlandığı, rasgele olmayan (belirleyici) yanıtların olduğu ideal durumu temsil eder. Küçük tahmin ve kaydırma parametrelerinde, model rasgele yanıtlar içerir. Fakat parametreler çok yüksek olduğunda, ya beceriler doğru olarak belirlenmemiştir ya da Q matrisinin tanımlanmasında hata yapılmıştır. Yüksek tahmin ve kaydırma parametreleri düşük model uyumunun göstergesidir. Belirlenen beceriler katılımcıların yanıt örüntüsünü açıklamada yetersiz kalmaktadır, maddelerin yanıtlanması farklı bir strateji içermektedir. Örneğin DINA modelde tahmin parametresi 0.47 olan bir madde ($2/3 - 2/3 = ?$), Q matriste 7 numaralı beceri (payların çıkarılması) ile ilişkilendirilmiştir. Fakat 7. niteliğe sahip olmayan yanıtlayıcıların çoğu bu maddeyi doğru yanıtlamıştır. Kontrol edildiğinde, kesirleri çıkarmayı bilmeyen bireylerin de maddeyi doğru yanıtlayabileceği görülmektedir (De la Torre ve Douglas, 2004).

Bunlara ek olarak, Çizelge 13 incelendiğinde, tahmin parametrelerinde ve bunların standart hatalarındaki artışlar örneklem büyüklüğü temelinde düzenli farklılaşma göstermemektedir. Üç farklı örneklem büyüklüğü durumunda da, parametre değerleri artış göstermiştir. Örneklem büyüklüğünün artması parametre değerlerinin artışında farklılaşmaya sebep olmamaktadır. Bu durumun nedeni, örneklem büyüklüğü arttıkça, yaklaşık olarak aynı oranda farklı yeterlik düzeylerini temsil eden örtük sınıflardaki birey sayılarının da artması ve ilgili maddeye fazla belirlenen beceriye sahip olmadığı halde doğru yanıt verecek birey sayısının da buna paralel olarak artması gösterilebilir. MacDonald (2013) de parametre değerlerinin örneklem büyüklüğüne göre farklılaşmadığını bulmuştur.

Q1, Q2 ve Q3 matrisleri kullanılarak yapılan analizlerde, bir madde için birden fazla beceride eksik tanımlama yapıldığında, kaydırma parametrelerinin, üç farklı örneklem büyüklüğü durumunda da, tek bir eksik tanımlama yapılan durumdakinden çok daha fazla yükseldiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu koşulda, Q4 matrisinde Madde 9'da iki beceride fazla tanımlama yapılmıştır. Ancak bu maddeye ilişkin tahmin parametresindeki artış diğerlerine oranla daha fazla değildir. Buna ek olarak eksik tanımlama durumlarında parametre değerleri 0.50'lere yükselirken fazla tanımlama koşulunda artışlar daha azdır.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q4 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları

kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q4 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 14’de sunulmuştur.

Çizelge 14

Hatalı Q4 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.055983	0.001741	0.052142	0.005070	0.063983	0.001168
1000	0.075992	0.001861	0.047999	0.001196	0.041991	0.001034
0100	0.051930	0.002137	0.079894	0.002627	0.055988	0.001032
0010	0.072008	0.001977	0.075982	0.001653	0.065015	0.001421
0001	0.055972	0.001758	0.059975	0.001437	0.061978	0.001705
1100	0.063979	0.002145	0.063944	0.001870	0.058986	0.001262
1010	0.091947	0.001947	0.059988	0.001176	0.068017	0.001379
1001	0.071977	0.001895	0.057998	0.001280	0.057987	0.001183
0110	0.048129	0.004398	0.055995	0.001148	0.038030	0.001266
0101	0.051986	0.001843	0.077929	0.001664	0.075972	0.001897
0011	0.064020	0.001661	0.065980	0.001488	0.072987	0.001405
1110	0.064028	0.002001	0.072022	0.001158	0.066992	0.001448
1101	0.059952	0.001881	0.049965	0.001665	0.069964	0.001497
1011	0.044060	0.001300	0.072008	0.001262	0.077009	0.001603
0111	0.052027	0.002557	0.046006	0.001019	0.063031	0.001578
1111	0.076010	0.001674	0.062173	0.010684	0.062071	0.005254
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Q4 matrisi bir maddede (9. madde) birinci beceriye, bir maddede (3. madde) ikinci beceriye, üç maddede (2, 9 ve 12. maddelerde) üçüncü beceriye ve bir maddede ise (11. madde) dördüncü beceriye ilişkin olmak üzere toplamda altı hücrede (Ek II.IV’de sunulmuştur) fazla belirleme yapılarak oluşturulmuştur. Çizelge 14, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q4 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002’lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Q matrisinin seçkisiz %7.5 oranında fazla belirlendiği durumda (Q5 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 15’de sunulmuştur.

Q5 matrisi (Y7.5fazlaQ); 4 ve 9 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna, 3, 4, 10 ve 13 numaralı maddelerde ikinci becerinin ölçülme durumuna, 9. maddede üçüncü becerinin ölçülme durumuna, 2 ve 11. maddelerde ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin yanlış belirleme yapılarak oluşturulmuştur. Hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0’lar 1’ler ile değiştirilerek fazla belirleme yapılmıştır.

Çizelge 15

Hatalı Q5 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.000090	0.000088	0.000073	0.999927	0.000072	0.000086	0.000085	0.000073	0.999927	0.000074	0.000041	0.000042	0.000039	0.999961	0.000039
2	0.299963	0.003367	0.000165	0.999835	0.000164	0.299987	0.003311	0.000169	0.999831	0.000168	0.301799	0.002448	0.000074	0.999926	0.000073
3	0.357886	0.003423	0.000167	0.999833	0.000172	0.357845	0.003540	0.000169	0.999831	0.000173	0.367456	0.002460	0.000086	0.999914	0.000083
4	0.393543	0.003327	0.000296	0.999704	0.000297	0.393472	0.003287	0.000294	0.999706	0.000293	0.471152	0.002374	0.000154	0.999846	0.000152
5	0.000053	0.000052	0.000153	0.999847	0.000152	0.000057	0.000057	0.000148	0.999852	0.000148	0.000026	0.000026	0.000078	0.999922	0.000079
6	0.000055	0.000056	0.000145	0.999855	0.000147	0.000055	0.000054	0.000145	0.999855	0.000146	0.000028	0.000028	0.000075	0.999925	0.000076
7	0.000052	0.000052	0.000156	0.999844	0.000155	0.000053	0.000053	0.000157	0.999843	0.000154	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000074
8	0.000053	0.000052	0.000164	0.999836	0.000162	0.000052	0.000053	0.000171	0.999829	0.000174	0.000026	0.000025	0.000088	0.999912	0.000090
9	0.177528	0.002521	0.000532	0.999468	0.000517	0.177551	0.002532	0.000524	0.999476	0.000536	0.222893	0.001927	0.000313	0.999687	0.000307
10	0.123971	0.002224	0.000310	0.999690	0.000317	0.123866	0.002242	0.000312	0.999688	0.000308	0.171486	0.001772	0.000164	0.999836	0.000163
11	0.069381	0.001634	0.000514	0.999486	0.000516	0.069315	0.001683	0.000530	0.999470	0.000534	0.071428	0.001184	0.000322	0.999678	0.000317
12	0.000045	0.000046	0.000290	0.999710	0.000285	0.000046	0.000045	0.000291	0.999709	0.000288	0.000023	0.000023	0.000149	0.999851	0.000149
13	0.047689	0.001393	0.000513	0.999487	0.000523	0.047616	0.001407	0.000516	0.999484	0.000527	0.082119	0.001270	0.000328	0.999672	0.000335
14	0.000045	0.000045	0.000314	0.999686	0.000313	0.000046	0.000046	0.000310	0.999690	0.000303	0.000023	0.000023	0.000157	0.999843	0.000154
15	0.000044	0.000043	0.000519	0.999481	0.000517	0.000043	0.000043	0.000524	0.999476	0.000526	0.000021	0.000021	0.000312	0.999688	0.000319
16	0.000088	0.000085	0.000074	0.999926	0.000075	0.000088	0.000088	0.000074	0.999926	0.000076	0.000041	0.000040	0.000039	0.999961	0.000039
17	0.000084	0.000085	0.000096	0.999904	0.000096	0.000085	0.000084	0.000094	0.999906	0.000093	0.000045	0.000046	0.000046	0.999954	0.000046
18	0.000091	0.000090	0.000091	0.999909	0.000091	0.000095	0.000095	0.000093	0.999907	0.000094	0.000047	0.000048	0.000045	0.999955	0.000045
19	0.000083	0.000081	0.000094	0.999906	0.000092	0.000084	0.000083	0.000094	0.999906	0.000093	0.000051	0.000052	0.000041	0.999959	0.000041
20	0.000054	0.000052	0.000152	0.999848	0.000149	0.000055	0.000054	0.000152	0.999848	0.000155	0.000027	0.000026	0.000075	0.999925	0.000075
21	0.000055	0.000055	0.000142	0.999858	0.000142	0.000055	0.000055	0.000142	0.999858	0.000141	0.000028	0.000027	0.000073	0.999927	0.000073
22	0.000053	0.000054	0.000156	0.999844	0.000153	0.000054	0.000054	0.000156	0.999844	0.000155	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075
23	0.000052	0.000051	0.000168	0.999832	0.000168	0.000055	0.000054	0.000164	0.999836	0.000163	0.000027	0.000027	0.000089	0.999911	0.000087
24	0.000053	0.000052	0.000167	0.999833	0.000165	0.000053	0.000053	0.000163	0.999837	0.000164	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000072
25	0.000053	0.000052	0.000166	0.999834	0.000172	0.000052	0.000050	0.000166	0.999834	0.000161	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000075
26	0.000046	0.000048	0.000281	0.999719	0.000285	0.000046	0.000046	0.000287	0.999713	0.000287	0.000023	0.000023	0.000152	0.999848	0.000153
27	0.000047	0.000047	0.000296	0.999704	0.000287	0.000047	0.000047	0.000292	0.999708	0.000289	0.000023	0.000023	0.000154	0.999846	0.000154
28	0.000046	0.000047	0.000330	0.999670	0.000336	0.000046	0.000045	0.000332	0.999668	0.000324	0.000024	0.000024	0.000145	0.999855	0.000147
29	0.000045	0.000046	0.000314	0.999686	0.000318	0.000046	0.000047	0.000312	0.999688	0.000314	0.000023	0.000023	0.000161	0.999839	0.000164
30	0.000043	0.000043	0.000523	0.999477	0.000521	0.000043	0.000043	0.000538	0.999462	0.000548	0.000022	0.000022	0.000320	0.999680	0.000313

Q5 matrisinde Q4 matrisine göre fazla belirleme oranı arttırılmış, fazla belirleme yapılan hücre sayısı altıdan dokuzaya çıkarılmıştır. İlgili maddelerde, bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için sahip olmaları gerekmeyen bir beceri, gerekiyormuş gibi fazla tanımlanmıştır.

Fazla belirleme durumunda, kaydırma parametresi kestirimi hatasız olurken, tahmin parametresi, yanıt örüntüsü beklenenden daha fazla doğru cevap içerdiğinden, gerçek değerinden yüksek değerde kestirilmektedir (Rupp ve Templin, 2008a). Bireyler fazla belirlenen (maddeyle ölçülmediği halde ölçülüyor gibi tanımlanan) beceriye sahip olmadıkları halde maddeyi doğru yanıtlayabileceklerdir. Ancak diğer maddelerdeki performanslarına göre, ilgili maddeyle ölçüldüğü tanımlanan becerilere sahip olmadığı belirlenen bireylerin, bu maddeyi beklenen durumun aksine doğru yanıtlaması maddenin tahmin parametresinin yükselmesine neden olmaktadır. Çizelge 15 incelendiğinde, tüm örneklem durumlarında fazla belirleme yapılan maddelerin kaydırma parametreleri farklılaşmazken, tahmin parametreleri artmıştır. Kaydırma parametrelerine ilişkin standart hata değerleri değişmezken, tahmin parametrelerine ilişkin standart hata değerleri bir miktar artmıştır.

Çizelge 15 incelendiğinde, 4 ve 9. maddelerde iki becerinin ölçülme durumuna ilişkin fazla belirleme yapılmıştır. Madde 9'da Q4 matrisinde olduğu gibi iki beceride fazla tanımlama yapılması tahmin parametresi kestirimini diğerlerine oranla daha fazla arttırmazken, madde 4 üç örneklem büyüklüğü durumunda da tahmin parametresi değeri en fazla yükselen maddedir. Madde 4'e ilişkin bu bulgu eksik tanımlama durumlarındaki, maddede hatalı tanımlanan beceri sayısı arttıkça parametre kestirimlerindeki artış da fazlalaşmaktadır bulgusunu desteklemektedir.

Çizelge 13 ve Çizelge 15 birlikte incelendiğinde, aynı beceriye ilişkin fazla belirleme yapılan 3, 9 ve 11 numaralı maddelerde tahmin parametresi değerleri ve buna ilişkin standart hatalar hemen hemen aynı değeri almaktadır.

Q matrisindeki hatalı belirleme oranı madde parametresi kestirimlerini etkilemektedir. Hatalı belirleme oranı arttıkça kestirimlerin hata miktarı da artmaktadır (Baker, 1993; MacDonald, 2013). Bu çalışmada hatalı belirleme oranı arttırıldığında, aynı beceriye ilişkin fazla belirleme yapılan maddelerin parametre değerlerinin ve bunların standart hatalarının farklılaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q5 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği

olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q5 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının oranları Çizelge 16'da sunulmuştur.

Çizelge 16

Hatalı Q5 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.055996	0.001716	0.052975	0.001539	0.064126	0.003932
1000	0.075949	0.001966	0.050965	0.002004	0.041971	0.000984
0100	0.052036	0.001559	0.077021	0.001524	0.055953	0.001759
0010	0.071966	0.002149	0.074983	0.001794	0.064925	0.001994
0001	0.055991	0.001596	0.060968	0.001484	0.061961	0.001508
1100	0.063960	0.001719	0.064014	0.001638	0.059054	0.002169
1010	0.091907	0.002315	0.061967	0.001904	0.067986	0.001842
1001	0.071988	0.001752	0.059007	0.001658	0.057989	0.001370
0110	0.048066	0.002400	0.056992	0.001450	0.038020	0.001329
0101	0.052004	0.001464	0.077019	0.002276	0.076041	0.001298
0011	0.063980	0.001738	0.064014	0.001693	0.072927	0.002215
1110	0.064043	0.002223	0.071023	0.001639	0.067042	0.001625
1101	0.060039	0.002376	0.050008	0.001556	0.070022	0.001152
1011	0.044020	0.002657	0.071028	0.001432	0.076956	0.001649
0111	0.052013	0.001431	0.045041	0.001443	0.063006	0.001674
1111	0.076043	0.002509	0.062975	0.001683	0.062021	0.002529
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Q5 matrisi; iki maddede (4 ve 9. maddeler) birinci beceriye, dört maddede (3, 4, 10 ve 13. maddeler) ikinci beceriye, bir maddede (9. madde) üçüncü beceriye ve iki maddede ise (2 ve 11. maddeler) dördüncü beceriye ilişkin olmak üzere toplamda dokuz hücrede (Ek II.V'de sunulmuştur) fazla belirleme yapılarak oluşturulmuştur. Çizelge 16, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q5 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Q matrisinin seçkisiz %10 oranında fazla belirlendiği durumda (Q6 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 17'de sunulmuştur.

Q6 matrisi (Y10fazlaQ); 2, 4, 10 ve 14 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna, 13 numaralı maddede ikinci becerinin ölçülme durumuna, 4, 5, 7 ve 12. maddelerde üçüncü becerinin ölçülme durumuna, 1, 2 ve 11. maddelerde ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin yanlış belirleme yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.VI'da sunulmuştur). Hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili

Çizelge 17

Hatalı Q6 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.395733	0.003599	0.000161	0.999839	0.000160	0.377776	0.002674	0.000148	0.999852	0.000066	0.321910	0.002433	0.000077	0.999923	0.000079
2	0.384348	0.003312	0.000299	0.999701	0.000298	0.302337	0.002487	0.000070	0.999930	0.000071	0.413553	0.002353	0.000149	0.999851	0.000152
3	0.000081	0.000081	0.000080	0.999920	0.000079	0.000041	0.000041	0.000038	0.999962	0.000039	0.000041	0.000042	0.000038	0.999962	0.000038
4	0.404520	0.003301	0.000334	0.999666	0.000335	0.395558	0.002753	0.000123	0.999877	0.000048	0.466956	0.002417	0.000145	0.999855	0.000144
5	0.144190	0.002384	0.000285	0.999715	0.000277	0.139096	0.001732	0.000056	0.999944	0.000010	0.148145	0.001695	0.000152	0.999848	0.000154
6	0.000056	0.000057	0.000146	0.999854	0.000148	0.000032	0.000032	0.000085	0.999915	0.000092	0.000028	0.000029	0.000075	0.999925	0.000075
7	0.150094	0.002380	0.000333	0.999667	0.000332	0.173668	0.002162	0.000048	0.999952	0.000061	0.148693	0.001727	0.000145	0.999855	0.000147
8	0.000053	0.000054	0.000163	0.999837	0.000163	0.000026	0.000027	0.000083	0.999917	0.000083	0.000026	0.000026	0.000088	0.999912	0.000088
9	0.000053	0.000053	0.000162	0.999838	0.000161	0.000032	0.000031	0.000048	0.999952	0.000024	0.000028	0.000027	0.000075	0.999925	0.000076
10	0.131858	0.002263	0.000332	0.999668	0.000343	0.144580	0.003511	0.000084	0.999916	0.000056	0.157968	0.001762	0.000142	0.999858	0.000145
11	0.069314	0.001661	0.000526	0.999474	0.000522	0.071314	0.004532	0.000033	0.999967	0.000024	0.071465	0.001193	0.000323	0.999677	0.000326
12	0.064950	0.001594	0.000538	0.999462	0.000533	0.061026	0.005045	0.000024	0.999976	0.000067	0.074649	0.001206	0.000323	0.999677	0.000328
13	0.047660	0.001398	0.000523	0.999477	0.000519	0.087840	0.005051	0.000025	0.999975	0.000082	0.082126	0.001267	0.000316	0.999684	0.000317
14	0.056330	0.001516	0.000530	0.999470	0.000527	0.058371	0.005134	0.000166	0.999834	0.000091	0.067149	0.001145	0.000318	0.999682	0.000322
15	0.000042	0.000043	0.000524	0.999476	0.000541	0.000025	0.000025	0.000029	0.999971	0.000061	0.000021	0.000021	0.000328	0.999672	0.000326
16	0.000102	0.000104	0.000085	0.999915	0.000087	0.000050	0.000050	0.000038	0.999962	0.000058	0.000046	0.000046	0.000044	0.999956	0.000043
17	0.000084	0.000083	0.000096	0.999904	0.000097	0.000046	0.000047	0.000047	0.999953	0.000047	0.000046	0.000048	0.000046	0.999954	0.000044
18	0.000081	0.000084	0.000078	0.999922	0.000080	0.000041	0.000040	0.000039	0.999961	0.000039	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000039
19	0.000084	0.000082	0.000095	0.999905	0.000094	0.000091	0.000092	0.000524	0.999476	0.000099	0.000051	0.000051	0.000041	0.999959	0.000042
20	0.000053	0.000053	0.000150	0.999850	0.000049	0.000028	0.000028	0.000075	0.999925	0.000064	0.000026	0.000025	0.000076	0.999924	0.000077
21	0.000054	0.000054	0.000143	0.999857	0.000041	0.000032	0.000032	0.000031	0.999969	0.000041	0.000027	0.000028	0.000075	0.999925	0.000072
22	0.000054	0.000054	0.000160	0.999840	0.000060	0.000050	0.000051	0.000028	0.999972	0.000050	0.000027	0.000028	0.000074	0.999926	0.000075
23	0.000053	0.000053	0.000162	0.999838	0.000061	0.000026	0.000026	0.000086	0.999914	0.000086	0.000026	0.000026	0.000087	0.999913	0.000084
24	0.000053	0.000054	0.000164	0.999836	0.000065	0.000033	0.000034	0.000026	0.999974	0.000015	0.000027	0.000028	0.000074	0.999926	0.000075
25	0.000052	0.000053	0.000166	0.999834	0.000065	0.000032	0.000033	0.000031	0.999969	0.000067	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000072
26	0.000046	0.000044	0.000296	0.999704	0.000102	0.000025	0.000025	0.000026	0.999974	0.000171	0.000023	0.000023	0.000155	0.999845	0.000159
27	0.000047	0.000046	0.000291	0.999709	0.000192	0.000029	0.000029	0.000024	0.999976	0.000137	0.000023	0.000023	0.000150	0.999850	0.000149
28	0.000046	0.000046	0.000329	0.999671	0.000126	0.000032	0.000033	0.000031	0.999969	0.000131	0.000024	0.000024	0.000148	0.999852	0.000143
29	0.000044	0.000045	0.000316	0.999684	0.000121	0.000024	0.000024	0.000024	0.999976	0.000161	0.000023	0.000023	0.000161	0.999839	0.000161
30	0.000044	0.000044	0.000522	0.999478	0.000335	0.000025	0.000025	0.000023	0.999977	0.000182	0.000021	0.000022	0.000336	0.999664	0.000340

beceriye ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0'lar 1'ler ile değiştirilerek fazla belirleme yapılmıştır.

Q6 matrisinde, Q4 ve Q5 matrisine göre fazla belirleme oranı artırılmış, 10 madde içerisinde yer alan toplam 12 hücrede fazla belirleme yapılmıştır. On maddede, bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için sahip olmaları gerekmeyen bir ya da iki beceri fazla tanımlanmıştır.

Çizelge 17 incelendiğinde, bu koşul için de tüm örneklem durumlarında fazla belirleme yapılan maddelerin kaydırma parametreleri hatasız Q matrisi ile belirlenen kaydırma parametrelerinden farklılaşmazken, tahmin parametreleri 0.47 değerine kadar yükselmiştir. Kaydırma parametrelerine ilişkin standart hata değerleri değişmezken, tahmin parametrelerine ilişkin standart hata değerleri bir miktar artmıştır.

İncelenen farklı oranlarda eksik ve fazla belirleme koşullarının tümünde parametre kestirimleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir. Im ve Corter (2011)'in 7 becerinin 20 madde ile ölçüldüğü durum için yaptıkları belirlemeler sonucunda da, Q matrisinin eksik ve fazla belirleme ile hatalı belirlenmesinin parametre değerlerini etkilediği raporlanmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen üç farklı oranda fazla belirleme durumunda da kestirilen parametrelerin standart hata değerleri 0.01'den küçüktür. Bu da kestirimlerin hatasızlığının bir göstergesidir (Rupp ve diğerleri, 2010). Fazla belirleme yapılan maddeler için model-veri uyumu sağlanmamaktadır (Rupp ve Templin, 2008a). Parametre kestirimleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir (Baker, 1993; De la Torre ve Douglas, 2004; Im ve Corter, 2011; Kunina-Habenicht ve diğerleri, 2012; MacDonald, 2013; Rupp ve Templin, 2008a).

Ayrıca iki beceride fazla belirleme yapılan maddelerin (2. ve 4. maddeler bir beceri ölçüyorken üç beceri ölçüyor biçiminde tanımlanmıştır) tahmin parametreleri, üç farklı örneklem büyüklüğü durumunda da tek beceride fazla tanımlama yapılan maddelere göre (madde 1 dışında) daha fazla yükselmiştir. Bir madde için birden fazla sayıda fazla tanımlama yapıldığında, maddeye doğru yanıt verecek kişi sayısı bir beceride fazla tanımlama yapıldığındaki durumdan daha fazla olmaktadır. Bu da tahmin parametresinin bir beceride fazla tanımlama yapılan durumdan daha fazla yükselmesine neden olmaktadır.

Q5 matrisinde 2. maddede yalnız dördüncü beceri eksik tanımlanmıştır, Q6 matrisinde aynı maddede dördüncü beceriye ek olarak birinci beceri de eksik tanımlanmıştır. Bu durum bu maddenin tahmin parametresinin (örneğin 1000 kişilik

örneklem büyüklüğü durumunda 0.301799'dan 0.413553'e) yükselmesine sebep olmuştur. Tüm örneklem büyüklükleri için benzer durum söz konusudur.

Çizelge 15 ve Çizelge 17 birlikte incelendiğinde, aynı beceriye ilişkin fazla belirleme yapılan 11 ve 13 numaralı maddelerde tahmin parametresi değerleri ve buna ilişkin standart hata değerleri genel olarak hemen hemen aynıdır. Bu durum farklı örneklem büyüklüğü durumları için de geçerlidir. Bu bulgu Q1-Q2 matrislerindeki aynı beceriye ilişkin eksik belirleme yapılan, maddelerdeki durum ile paralellik göstermektedir. Aynı maddede farklı beceri için fazla belirleme yapıldığında, tahmin parametresi kestirimleri farklılaşmaktadır.

Q matrisindeki hatalı belirleme oranı madde parametresi kestirimlerini etkilemektedir. Hatalı belirleme oranı arttıkça kestirimlerin hata miktarı da artmaktadır (Baker, 1993; MacDonald, 2013). Bu çalışmada hatalı belirleme oranı arttırıldığında, aynı beceriye ilişkin fazla belirleme yapılan maddelerin parametre değerlerinin ve bunların standart hatalarının farklılaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Buna ek olarak madde 4'de, hem Q5 hem de Q6 matrislerinde iki beceride fazla belirleme yapılmıştır. Farklı becerilerde fazla belirleme yapılmış olsa da, her iki durumda da iki beceride hatalı belirleme yapıldığından parametre kestirimi değerleri benzer bulunmuştur. Madde 4'e ilişkin, Q5 matrisiyle 250 kişilik örneklem büyüklüğü için kestirilen tahmin parametresi 0.393543, Q6 matrisi kullanılarak kestirilen tahmin parametresi 0.404520'dir. Diğer örneklem büyüklüğü koşullarında da benzer durum söz konudur.

Farklı oranlarda fazla belirleme yapılan Q matrislerinde (Q4, Q5 ve Q6) madde 11'e ilişkin yapılan fazla belirleme üç koşulda da aynı beceridedir (Ek II'de görülmektedir). Bu üç farklı hatalı Q matrisi ile aynı veri seti kullanılarak bu madde için elde edilen parametre değerleri tüm örneklem büyüklüğü durumlarında çok benzerdir.

Bunlara ek olarak, Q matrisinin seçkisiz olarak %5, %7.5 ve %10 oranında fazla belirlendiği durumların tümünde, hatasız Q matrisinde yapılan fazla belirlemeler durumunda, tahmin ve kaydırma parametrelerindeki ve bunların standart hatalarındaki artışlar örneklem büyüklüğü temelinde düzenli farklılaşma göstermemektedir. Üç farklı örneklem büyüklüğü durumunda da, parametre değerleri yükselmektedir. MacDonald (2013) de yaptığı çalışmada, Q matrisinin hatalı belirlenmesi durumlarında, parametre kestirimleri farklı örneklem büyüklüklerinde düzenli artış ya da azalış göstermediğini raporlamıştır. Hem Q matrisinin seçkisiz olarak %5, %7.5 ve %10 oranında eksik

belirlendiği hem de fazla belirlendiği durumların tümünde paralellik gösteren bu bulgu için ek kanıt elde etmek amacıyla, hatasız Q matrisine uygun olarak 50 ve 100 kişilik örneklem büyüklüğüne sahip yanıt örüntüsü üretilmiş ve hatalı belirleme oranı en düşük koşullar olan Q1 ve Q4 matrislerine göre analizler yapılmıştır. Elde edilen bulgular Ek IX ve Ek X'da sunulmuştur.

Ek IX incelendiğinde, 100 kişi için hatalı Q1 matrisi ile yapılan analizlerde yalnızca eksik belirleme yapılan maddelere ilişkin kaydırma parametreleri yüksek kestirilmiştir. Hatalı Q4 matrisinde fazla tanımlama yapılan maddelerin bazılarının (madde 9 ve 12) kaydırma parametrelerinde az da olsa artış meydana gelmiştir.

Ek X incelendiğinde, 50 kişi için hatalı Q1 matrisi ile yapılan analizlerde eksik belirleme yapılan maddelere ilişkin tahmin parametreleri de yükselmiştir. Hatalı Q4 matrisinde fazla tanımlama yapılan maddelerin bazılarının (madde 9 ve 12) kaydırma parametrelerinde az da olsa artış meydana gelmiştir. Hatasız durumdaki parametre kestirimleri, veri üretilirken parametreler sıfır değerine sabitlenmiş olmasına rağmen, örneklem büyüklüğü daha fazla olan hatasız durumlarla kıyaslandığında, bir miktar daha yüksektir.

Ek IX ve Ek X'da 50 ve 100 kişilik örneklem büyüklüğü koşulları için de, bireylerin örtük sınıflara göre sınıflandırılmasında elde edilen oranlar, hatasız Q matrisi kullanılarak elde edilen sınıflama oranları ile tutarlıdır. Madde sayısının fazla olması, Q matrisinin hatalı belirlenmesinin sınıflamalar üzerindeki etkisini azaltmaktadır.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q6 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q6 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 18'de sunulmuştur.

Çizelge 18, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q7 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir. Im ve Corter (2011)'in çalışmalarında da, Q matrisinin eksik ve fazla belirlemesinin sınıflandırma oranları değiştirmedeği raporlanmıştır. Hatalı belirleme ve hatasız belirleme durumları arasında, sapmaların miktarı pratik olarak büyük değildir, tahmin edilen sınıflamalar arasındaki tutarlılık yüksektir.

Çizelge 18

Hatalı Q6 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.055946	0.002183	0.052232	0.003859	0.064139	0.004101
1000	0.075987	0.002387	0.048439	0.004309	0.041989	0.001188
0100	0.051915	0.001935	0.078203	0.002174	0.055915	0.001765
0010	0.071944	0.001921	0.075517	0.001750	0.065001	0.001731
0001	0.055987	0.002028	0.060118	0.002621	0.061927	0.002102
1100	0.063965	0.002255	0.063923	0.000911	0.058981	0.001623
1010	0.092020	0.002080	0.058863	0.000995	0.067994	0.001573
1001	0.071997	0.002187	0.058244	0.002405	0.058024	0.001557
0110	0.047996	0.001633	0.057587	0.001097	0.038004	0.000977
0101	0.052133	0.006646	0.077282	0.001737	0.075981	0.001815
0011	0.063994	0.001696	0.066891	0.000980	0.072952	0.002067
1110	0.063992	0.001750	0.071555	0.001298	0.067038	0.001934
1101	0.060102	0.004429	0.050581	0.001701	0.070037	0.002877
1011	0.043971	0.001403	0.071901	0.001905	0.076986	0.001548
0111	0.052054	0.002114	0.046522	0.001271	0.062939	0.001624
1111	0.075995	0.001694	0.062142	0.002318	0.062096	0.006761
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Q matrisi Q4, Q5 ve Q6 matrislerinde farklı oranlarda hatalı tanımlanmış olmasına rağmen, sınıflamalar arasındaki farkın az olma nedeni; ölçme aracında çok sayıda madde (30 madde) yer alıyor olması, dört becerinin ölçülmek istendiği durum için olası tüm farklı örüntülere ilişkin (15 örüntü) ikişer madde oluşturularak, benzer iki maddeden yalnız birinde hatalı belirleme yapılmış olması ve bu nedenle hatalı belirleme sonrasında bile ölçme aracında olası tüm beceri örüntülerine ilişkin madde mevcut olmasıdır. Bu yoruma kanıt oluşturmak amacıyla dört becerinin ölçüldüğü 15 madde için 250, 500 ve 1000 kişilik örneklem büyüklüklerinde, hatasız Q_y (yeni hatasız Q matrisi, Ek III'de sunulmuştur) matrisine uygun olarak üretilen veriler, hatalı tanımlama oranı en az olan Q4 matrisinde yapılanlarla aynı hatalı belirlemeler yapılan Q_{4y} matrisine (Ek IV'de sunulmuştur) göre analiz edilmiştir. Hatalı Q_{4y} matrisine ilişkin bulgular Ek VII'de sunulmuştur.

Ek V ve Ek VII karşılaştırılarak incelendiğinde, 250 kişilik örneklem büyüklüğü durumunda fazla belirleme yapılan 9, 11 ve 12. maddelerin kaydırma parametresi değerleri de bir miktar artış göstermiştir. Bireylerin örtük sınıflara göre sınıflandırılmasına ilişkin oranlar, hatasız Q matrisi ile yapılan sınıflama oranlarından farklılaşmıştır.

Ayrıca örneklem büyüklüğünün de etkisini inceleyebilmek açısından, 50 ve 100 kişilik örneklem büyüklükleri için hatasız Q_y matrisine uygun veri üretilmiş ve hatalı

Q_{1y} ve Q_{4y} matrislerine göre analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular Ek VIII'de sunulmuştur.

Ek VIII incelendiğinde, hem kişi sayısı hem de madde sayısı azaldığında, parametre kestirimlerinin ve sınıflama oranlarının hatalı olduğu görülmektedir. Eksik belirleme durumunda, eksik belirlenen bazı maddelerde kaydırma parametresi farklılaşmazken, eksik belirleme yapılmayan bazı maddelerin ise tahmin parametresi yükselmiştir. Fazla belirleme yapılan durumda ise, bazı maddelerin kaydırma parametresinde de yükselmeler olmuştur.

Q Matrisinin Farklı Oranlarda Dengeli Hatalı Belirlendiği Durumlara İlişkin Bulgular

Q matrisinin seçkisiz olarak %5 oranında dengeli hatalı belirlendiği durumda (Q_7 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 19'da sunulmuştur.

Q_7 matrisi (Y05dengeQ); 14 numaralı maddede birinci becerinin ölçülme durumuna, 5 ve 7. maddelerde ise üçüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin *fazla belirleme* (hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0'lar 1'ler ile değiştirilerek), 12 numaralı maddede ikinci becerinin ölçülme durumuna, 8. maddede üçüncü becerinin ölçülme durumuna, 7. maddede ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin *eksik belirleme* (hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 1'ler 0'lar ile değiştirilerek) yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.VII'de sunulmuştur). Böylece matris genelinde *dengeli hatalı belirleme* yapılmıştır. Diğer bir deyişle maddelerin bir kısmında aslında ilgili beceri ölçülüyorken ve bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için bu becerilere sahip olmaları gerekiyorken, Q matrisinde madde bu becerile ilişkilendirilmeyerek, bu beceriyi ölçmüyor ve doğru yanıtlanması için bu beceriye sahip olunması gerekmiyormuş gibi eksik tanımlama yapılmıştır. Diğer kısmında ise maddeler aslında bu becerileri ölçmüyorken ve bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için bu becerilere sahip olmaları gerekmiyorken, Q matrisinde madde bu becerile ilişkilendirilerek, bu beceriyi ölçüyor ve doğru yanıtlanması için bu beceriye sahip olunması gerekmiyormuş gibi fazla tanımlama yapılmıştır.

Çizelge 19

Hatalı Q7 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.000089	0.000089	0.000072	0.999928	0.000074	0.000039	0.000041	0.000041	0.999959	0.000041	0.000041	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040
2	0.000074	0.000073	0.000085	0.999915	0.000087	0.000040	0.000040	0.000038	0.999962	0.000039	0.000040	0.000040	0.000041	0.999959	0.000040
3	0.000082	0.000080	0.000078	0.999922	0.000082	0.000041	0.000042	0.000039	0.999961	0.000039	0.000040	0.000039	0.000039	0.999961	0.000039
4	0.000075	0.000075	0.000085	0.999915	0.000084	0.000040	0.000039	0.000041	0.999959	0.000040	0.000043	0.000042	0.000037	0.999963	0.000037
5	0.144240	0.002405	0.000282	0.999718	0.000284	0.131646	0.001620	0.000148	0.999852	0.000147	0.148088	0.001700	0.000153	0.999847	0.000154
6	0.000056	0.000058	0.000144	0.999856	0.000144	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000074	0.000028	0.000029	0.000073	0.999927	0.000074
7	0.182347	0.002803	0.565113	0.434887	0.005952	0.147162	0.001835	0.496253	0.503747	0.004300	0.176365	0.002022	0.492751	0.507249	0.004280
8	0.000074	0.000072	0.487250	0.512750	0.004521	0.000040	0.000040	0.535390	0.464610	0.003164	0.000040	0.000040	0.531538	0.468462	0.003202
9	0.000052	0.000053	0.000169	0.999831	0.000167	0.000027	0.000027	0.000084	0.999916	0.000082	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000073
10	0.000052	0.000051	0.000168	0.999832	0.000164	0.000026	0.000026	0.000081	0.999919	0.000080	0.000028	0.000028	0.000072	0.999928	0.000073
11	0.000046	0.000046	0.000284	0.999716	0.000281	0.000023	0.000023	0.000151	0.999849	0.000150	0.000023	0.000023	0.000153	0.999847	0.000154
12	0.000053	0.000052	0.460434	0.539566	0.006181	0.000027	0.000027	0.537155	0.462845	0.004468	0.000027	0.000027	0.505530	0.494470	0.004258
13	0.000046	0.000045	0.000326	0.999674	0.000325	0.000023	0.000024	0.000146	0.999854	0.000147	0.000023	0.000023	0.000146	0.999854	0.000146
14	0.056307	0.001526	0.000526	0.999474	0.000538	0.049020	0.000997	0.000328	0.999672	0.000333	0.067176	0.001136	0.000317	0.999683	0.000316
15	0.000044	0.000042	0.000528	0.999472	0.000519	0.000021	0.000021	0.000320	0.999680	0.000322	0.000021	0.000020	0.000325	0.999675	0.000330
16	0.000087	0.000087	0.000074	0.999926	0.000075	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000039	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000039
17	0.000074	0.000074	0.000084	0.999916	0.000082	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000041	0.000039	0.000040	0.000039	0.999961	0.000039
18	0.000082	0.000083	0.000077	0.999923	0.000076	0.000040	0.000040	0.000039	0.999961	0.000039	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000040
19	0.000076	0.000075	0.000085	0.999915	0.000084	0.000039	0.000040	0.000041	0.999959	0.000042	0.000044	0.000044	0.000036	0.999964	0.000037
20	0.000056	0.000055	0.000156	0.999844	0.000152	0.000027	0.000027	0.000080	0.999920	0.000079	0.000027	0.000027	0.000079	0.999921	0.000077
21	0.000055	0.000054	0.000142	0.999858	0.000144	0.000027	0.000027	0.000076	0.999924	0.000075	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000076
22	0.000052	0.000051	0.000157	0.999843	0.000154	0.000027	0.000027	0.000081	0.999919	0.000081	0.000027	0.000028	0.000074	0.999926	0.000073
23	0.000051	0.000051	0.000163	0.999837	0.000160	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000083	0.000026	0.000026	0.000089	0.999911	0.000088
24	0.000052	0.000052	0.000164	0.999836	0.000166	0.000026	0.000026	0.000085	0.999915	0.000086	0.000027	0.000027	0.000076	0.999924	0.000077
25	0.000054	0.000054	0.000168	0.999832	0.000174	0.000027	0.000027	0.000079	0.999921	0.000078	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000074
26	0.000047	0.000046	0.000283	0.999717	0.000281	0.000023	0.000024	0.000151	0.999849	0.000153	0.000023	0.000023	0.000154	0.999846	0.000155
27	0.000046	0.000046	0.000297	0.999703	0.000294	0.000022	0.000022	0.000177	0.999823	0.000172	0.000023	0.000024	0.000151	0.999849	0.000151
28	0.000047	0.000048	0.000332	0.999668	0.000341	0.000023	0.000023	0.000152	0.999848	0.000154	0.000022	0.000022	0.000144	0.999856	0.000145
29	0.000045	0.000045	0.000308	0.999692	0.000312	0.000022	0.000022	0.000186	0.999814	0.000190	0.000023	0.000023	0.000159	0.999841	0.000156
30	0.000044	0.000042	0.000512	0.999488	0.000519	0.000021	0.000021	0.000312	0.999688	0.000313	0.000021	0.000021	0.000323	0.999677	0.000314

Belirli bir durumda, Q matrisinde yer alan bir maddede 1, 0 ile değiştirildiğinde tahmin parametresi kestirimi hatasızken, kaydırma parametresi gerçek değerinden yüksek değerde, 0'lar 1 yapıldığında ise, kaydırma parametresi kestirimi hatasız olurken, tahmin parametresi gerçek değerinden yüksek değerde kestirilmektedir. Madde de bu iki değişikliğin de yapıldığı durumda, yanlış tanımlama etkisi hem kaydırma ve tahmin parametresi değerlerinin hem de bunların standart hatalarının artması biçiminde görülmektedir (Rupp ve Templin, 2008a). Q7 matrisinde, 5 ve 14. maddelerde fazla tanımlama, 8 ve 12. maddelerde eksik tanımlama, 7. maddede ise bir beceride eksik bir beceride fazla tanımlama yapılarak matrisin tümünde dengeli hatalı tanımlama durumu oluşturulmuştur.

Çizelge 19 incelendiğinde ve ilgili değerler Çizelge 5'deki değerler ile karşılaştırıldığında, tüm örneklem büyüklüğü durumlarında, fazla tanımlama yapılan 5 ve 14. maddelerde tahmin parametresi ve buna ilişkin standart hata, eksik tanımlama yapılan 8 ve 12. maddelerde kaydırma parametresi ve buna ilişkin standart hata yükselirken, bir beceride eksik bir beceride fazla tanımlama yapılan madde 7'de her iki parametre ve buna ilişkin standart hata değerleri bir miktar artmıştır.

Eksik belirleme yapılan maddelerin kaydırma parametrelerindeki yükselmeler, fazla belirleme yapılan maddelerin tahmin parametrelerindeki yükselmelerden oldukça fazladır. Benzer biçimde aynı maddede hem eksik hem de fazla belirleme yapıldığında maddenin kaydırma parametresi, tahmin parametresinden daha fazla yükselmektedir.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q7 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q7 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 20'de sunulmuştur.

Çizelge 20, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q7 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Çizelge 20

Hatalı Q7 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056030	0.001623	0.051993	0.001291	0.063994	0.001266
1000	0.076025	0.001761	0.048023	0.001112	0.042029	0.001841
0100	0.052034	0.001868	0.079987	0.001406	0.055990	0.001129
0010	0.071979	0.001776	0.075982	0.001434	0.065017	0.001431
0001	0.056026	0.001986	0.060000	0.001174	0.061994	0.001145
1100	0.063992	0.001714	0.064012	0.001225	0.058989	0.001052
1010	0.091983	0.001865	0.059987	0.001102	0.068004	0.001176
1001	0.071984	0.001714	0.057973	0.001282	0.057987	0.001511
0110	0.047995	0.001359	0.056016	0.001806	0.038010	0.000982
0101	0.051997	0.001505	0.077984	0.001207	0.075993	0.001164
0011	0.063986	0.001590	0.066010	0.001308	0.073024	0.002526
1110	0.063996	0.001713	0.071994	0.001278	0.066980	0.001130
1101	0.059956	0.001678	0.049983	0.000960	0.069999	0.001249
1011	0.044010	0.001424	0.071989	0.001233	0.077002	0.001452
0111	0.052006	0.001569	0.046049	0.003592	0.062997	0.001382
1111	0.076001	0.001790	0.062017	0.001245	0.061991	0.001125
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Q matrisinin seçkisiz olarak %7.5 oranında dengeli hatalı belirlendiği durumda (*Q8* matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 21’de sunulmuştur.

Q8 matrisi (Y7.5dengeQ); 8 numaralı maddede birinci becerinin ölçülme durumuna, 7 ve 10. maddelerde ikinci becerinin ölçülme durumuna, 5. maddede ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin fazla belirleme (hatasız *Q* matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0’lar 1’ler ile değiştirilerek), 5 ve 7. numaralı maddelerde 1. becerinin ölçülme durumuna, 5 ve 8. maddelerde ikinci becerinin ölçülme durumuna, 11. maddede ise üçüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin eksik belirleme (hatasız *Q* matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 1’ler 0’lar ile değiştirilerek) yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.VIII’de sunulmuştur).

Q8 matrisinde, 10. maddede fazla tanımlama, 11. maddede eksik tanımlama, 7 ve 8. maddede bir beceride eksik bir beceride fazla, 5. maddede ise iki beceride eksik bir beceride fazla tanımlama yapılarak matrisin tümünde dengeli hatalı tanımlama durumu oluşturulmuştur.

Çizelge 21

Hatalı Q8 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.000087	0.000087	0.000073	0.999927	0.000074	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000041	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000039
2	0.000076	0.000078	0.000084	0.999916	0.000085	0.000040	0.000038	0.000040	0.999960	0.000040	0.000040	0.000040	0.000041	0.999959	0.000041
3	0.000083	0.000082	0.000077	0.999923	0.000078	0.000042	0.000042	0.000038	0.999962	0.000037	0.000041	0.000042	0.000038	0.999962	0.000037
4	0.000076	0.000075	0.000084	0.999916	0.000083	0.000040	0.000039	0.000041	0.999959	0.000040	0.000043	0.000043	0.000037	0.999963	0.000037
5	0.244291	0.003766	0.714258	0.285742	0.004137	0.248036	0.002009	0.751593	0.248407	0.002016	0.257507	0.001860	0.742001	0.257999	0.001857
6	0.000054	0.000053	0.000147	0.999853	0.000148	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000077	0.000027	0.000028	0.000073	0.999927	0.000073
7	0.152636	0.002587	0.433344	0.566656	0.006551	0.170183	0.001917	0.525354	0.474646	0.004622	0.185206	0.002018	0.512892	0.487108	0.004261
8	0.138130	0.002487	0.492762	0.507238	0.006050	0.139000	0.001825	0.496181	0.503819	0.004426	0.139193	0.001836	0.529191	0.470809	0.004313
9	0.000053	0.000052	0.000162	0.999838	0.000158	0.000026	0.000025	0.000085	0.999915	0.000084	0.000028	0.000028	0.000074	0.999926	0.000074
10	0.123899	0.002239	0.000315	0.999685	0.000312	0.154714	0.001720	0.000184	0.999816	0.000180	0.171466	0.001802	0.000159	0.999841	0.000157
11	0.000054	0.000054	0.469667	0.530333	0.006171	0.000026	0.000026	0.459758	0.540242	0.004416	0.000028	0.000028	0.500052	0.499948	0.004411
12	0.000046	0.000046	0.000306	0.999694	0.000309	0.000023	0.000023	0.000175	0.999825	0.000177	0.000023	0.000024	0.000153	0.999847	0.000149
13	0.000045	0.000046	0.000333	0.999667	0.000337	0.000022	0.000023	0.000151	0.999849	0.000150	0.000023	0.000023	0.000147	0.999853	0.000146
14	0.000046	0.000045	0.000317	0.999683	0.000316	0.000022	0.000023	0.000183	0.999817	0.000184	0.000022	0.000022	0.000160	0.999840	0.000163
15	0.000045	0.000044	0.000517	0.999483	0.000527	0.000021	0.000021	0.000320	0.999680	0.000325	0.000021	0.000021	0.000328	0.999672	0.000321
16	0.000089	0.000090	0.000073	0.999927	0.000072	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000041	0.000041	0.000039	0.000040	0.999960	0.000039
17	0.000076	0.000077	0.000084	0.999916	0.000085	0.000040	0.000039	0.000039	0.999961	0.000039	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040
18	0.000081	0.000084	0.000077	0.999923	0.000077	0.000040	0.000039	0.000040	0.999960	0.000040	0.000040	0.000040	0.000039	0.999961	0.000039
19	0.000078	0.000078	0.000083	0.999917	0.000083	0.000038	0.000037	0.000039	0.999961	0.000040	0.000045	0.000045	0.000038	0.999962	0.000037
20	0.000053	0.000054	0.000153	0.999847	0.000156	0.000027	0.000027	0.000081	0.999919	0.000080	0.000027	0.000026	0.000077	0.999923	0.000077
21	0.000056	0.000059	0.000145	0.999855	0.000145	0.000027	0.000027	0.000076	0.999924	0.000075	0.000027	0.000027	0.000074	0.999926	0.000074
22	0.000053	0.000055	0.000165	0.999835	0.000167	0.000026	0.000026	0.000084	0.999916	0.000084	0.000028	0.000029	0.000076	0.999924	0.000078
23	0.000054	0.000054	0.000165	0.999835	0.000166	0.000027	0.000026	0.000085	0.999915	0.000086	0.000026	0.000025	0.000085	0.999915	0.000084
24	0.000052	0.000052	0.000163	0.999837	0.000159	0.000026	0.000026	0.000086	0.999914	0.000087	0.000028	0.000028	0.000077	0.999923	0.000078
25	0.000053	0.000054	0.000171	0.999829	0.000168	0.000027	0.000028	0.000080	0.999920	0.000081	0.000027	0.000027	0.000074	0.999926	0.000073
26	0.000046	0.000047	0.000287	0.999713	0.000295	0.000023	0.000022	0.000148	0.999852	0.000149	0.000023	0.000023	0.000156	0.999844	0.000162
27	0.000046	0.000045	0.000300	0.999700	0.000299	0.000022	0.000022	0.000182	0.999818	0.000183	0.000023	0.000023	0.000152	0.999848	0.000157
28	0.000046	0.000045	0.000339	0.999661	0.000336	0.000024	0.000024	0.000151	0.999849	0.000147	0.000023	0.000023	0.000141	0.999859	0.000141
29	0.000046	0.000047	0.000318	0.999682	0.000314	0.000022	0.000023	0.000183	0.999817	0.000181	0.000022	0.000023	0.000161	0.999839	0.000163
30	0.000042	0.000042	0.000533	0.999467	0.000524	0.000021	0.000021	0.000330	0.999670	0.000331	0.000021	0.000021	0.000327	0.999673	0.000327

Q8 matrisinde Q7 matrisine göre dengeli hatalı belirleme oranı arttırılmış, dengeli hatalı belirleme yapılan hücre sayısı altıdan dokuza çıkarılmıştır. Beş maddenin birinde, bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için sahip olmaları gereken bir beceri eksik, birinde ise bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için sahip olmaları gereken bir beceri fazla tanımlanmıştır. İki madde de bir beceri eksik, bir beceri ise fazla tanımlanmıştır. Bir madde de ise iki beceri eksik, bir beceri fazla tanımlanmıştır.

Çizelge 21 incelendiğinde ve ilgili değerler Çizelge 5'deki değerler ile karşılaştırıldığında, tüm örneklem büyüklüğü durumlarında, fazla tanımlama yapılan 10. maddede tahmin parametresi ve buna ilişkin standart hata, eksik tanımlama yapılan 11. maddede kaydırma parametresi ve buna ilişkin standart hata yükselirken, bir beceride eksik bir beceride fazla tanımlama yapılan 7 ve 8. maddelerde her iki parametre ve buna ilişkin standart hata yükselmiştir. İki beceride eksik bir beceride fazla tanımlama yapılan 5. maddede ise her iki parametre ve buna ilişkin standart hata yükselmekle birlikte, iki beceride eksik tanımlama yapıldığından kaydırma parametresi daha fazla yükselerek 0.75 değerine kadar ulaşmıştır. Hatalı belirleme yapılan maddelerde kaydırma ya da tahmin parameterelerine ilişkin standart hata değerleri bir miktar artmıştır.

Q7 matrisi ile yapılan analizlerde elde edilen bulguya paralel olarak, eksik belirleme yapılan maddelerin kaydırma parametrelerindeki yükselmeler, fazla belirleme yapılan maddelerin tahmin parametrelerindeki yükselmelerden oldukça fazladır. Benzer biçimde aynı maddede hem eksik hem de fazla belirleme yapıldığında maddenin kaydırma parametresi, tahmin parametresinden daha fazla yükselmektedir.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q8 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q8 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 22'de sunulmuştur.

Çizelge 22, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q8 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Çizelge 22

Hatalı Q8 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056075	0.003331	0.052056	0.002165	0.064017	0.001727
1000	0.076080	0.002358	0.048023	0.001000	0.041997	0.001087
0100	0.051964	0.001737	0.079906	0.002128	0.055968	0.001442
0010	0.071983	0.001977	0.076014	0.001351	0.064987	0.001421
0001	0.056001	0.001820	0.060065	0.002511	0.061993	0.001353
1100	0.063951	0.002475	0.063989	0.001224	0.058982	0.001266
1010	0.091942	0.002063	0.060020	0.001288	0.068008	0.001188
1001	0.071915	0.002761	0.058009	0.001318	0.057987	0.001245
0110	0.048025	0.002281	0.055966	0.001276	0.037991	0.001113
0101	0.052053	0.003060	0.077914	0.002520	0.075956	0.001752
0011	0.063984	0.001708	0.066023	0.001420	0.073003	0.001715
1110	0.064053	0.003528	0.071997	0.001517	0.067026	0.002033
1101	0.059964	0.002030	0.049988	0.000968	0.069982	0.001578
1011	0.044011	0.001566	0.071967	0.001288	0.077023	0.002563
0111	0.052063	0.002727	0.046078	0.005561	0.063034	0.002519
1111	0.075935	0.001953	0.061986	0.001146	0.062045	0.002393
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Q matrisinin seçkisiz olarak %10 oranında dengeli hatalı belirlendiği durumda (*Q9* matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 23’de sunulmuştur.

Q9 matrisi (Y10dengeQ); 9 ve 10 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna, 4. maddede ikinci becerinin ölçülme durumuna, 2 ve 12. maddelerde üçüncü becerinin ölçülme durumuna, 5. maddede ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin *fazla belirleme* (hatasız *Q* matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0’lar 1’ler ile değiştirilerek), 11 ve 15 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna, 8 ve 9. maddelerde ikinci becerinin ölçülme durumuna, 7 ve 14. maddede ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin *eksik belirleme* (hatasız *Q* matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 1’ler 0’lar ile değiştirilerek) yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.IX’da sunulmuştur).

Q9 matrisinde, 2, 4, 5, 10 ve 12. maddelerde bir becerinin ölçülme durumuna ilişkin fazla tanımlama, 7, 8, 11 ve 14. maddelerde bir becerinin ölçülme durumuna ilişkin eksik tanımlama, 9. maddede bir becerinin ölçülme durumuna ilişkin eksik bir becerinin ölçülme durumuna ilişkin fazla tanımlama yapılarak matrisin tümünde dengeli hatalı tanımlama durumu oluşturulmuştur.

Çizelge 23

Hatalı Q9 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.000088	0.000088	0.000073	0.999927	0.000074	0.000039	0.000039	0.000042	0.999958	0.000041	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040
2	0.300026	0.003395	0.000168	0.999832	0.000169	0.355982	0.002449	0.000082	0.999918	0.000079	0.338976	0.002420	0.000084	0.999916	0.000085
3	0.000083	0.000084	0.000079	0.999921	0.000080	0.000040	0.000041	0.000039	0.999961	0.000041	0.000040	0.000041	0.000039	0.999961	0.000038
4	0.310446	0.003305	0.000168	0.999832	0.000172	0.335092	0.002389	0.000085	0.999915	0.000086	0.370377	0.002512	0.000074	0.999926	0.000075
5	0.148228	0.002431	0.000295	0.999705	0.000290	0.153110	0.001711	0.000181	0.999819	0.000181	0.145145	0.001660	0.000151	0.999849	0.000151
6	0.000055	0.000055	0.000144	0.999856	0.000145	0.000027	0.000027	0.000077	0.999923	0.000077	0.000028	0.000028	0.000075	0.999925	0.000077
7	0.000088	0.000087	0.540163	0.459837	0.004239	0.000039	0.000039	0.502087	0.497913	0.003227	0.000041	0.000040	0.469259	0.530741	0.003174
8	0.000080	0.000078	0.531304	0.468696	0.004395	0.000041	0.000042	0.537180	0.462820	0.003126	0.000041	0.000042	0.551690	0.448310	0.003093
9	0.139101	0.002573	0.460282	0.539718	0.006247	0.163622	0.001886	0.537091	0.462909	0.004527	0.189636	0.002047	0.505434	0.494566	0.004370
10	0.131802	0.002292	0.000334	0.999666	0.000330	0.129386	0.001618	0.000153	0.999847	0.000154	0.157952	0.001764	0.000141	0.999859	0.000135
11	0.000052	0.000052	0.416742	0.583258	0.006436	0.000025	0.000025	0.432228	0.567772	0.004624	0.000026	0.000025	0.439276	0.560724	0.004518
12	0.065012	0.001610	0.000530	0.999470	0.000530	0.053289	0.001037	0.000322	0.999678	0.000328	0.074657	0.001202	0.000320	0.999680	0.000313
13	0.000045	0.000045	0.000333	0.999667	0.000335	0.000024	0.000024	0.000154	0.999846	0.000157	0.000023	0.000024	0.000146	0.999854	0.000146
14	0.000052	0.000053	0.466528	0.533472	0.006517	0.000026	0.000026	0.542281	0.457719	0.004488	0.000027	0.000027	0.456513	0.543487	0.004695
15	0.000046	0.000047	0.406257	0.593743	0.008456	0.000023	0.000022	0.426048	0.573952	0.006734	0.000023	0.000022	0.504040	0.495960	0.006240
16	0.000088	0.000087	0.000074	0.999926	0.000073	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000042	0.000040	0.000040	0.000039	0.999961	0.000039
17	0.000082	0.000081	0.000096	0.999904	0.000096	0.000046	0.000045	0.000047	0.999953	0.000047	0.000046	0.000047	0.000047	0.999953	0.000048
18	0.000083	0.000081	0.000078	0.999922	0.000078	0.000040	0.000040	0.000037	0.999963	0.000037	0.000041	0.000041	0.000038	0.999962	0.000039
19	0.000084	0.000087	0.000094	0.999906	0.000092	0.000045	0.000045	0.000045	0.999955	0.000046	0.000051	0.000051	0.000042	0.999958	0.000042
20	0.000054	0.000052	0.000154	0.999846	0.000158	0.000027	0.000027	0.000082	0.999918	0.000082	0.000027	0.000028	0.000075	0.999925	0.000076
21	0.000055	0.000054	0.000143	0.999857	0.000144	0.000027	0.000027	0.000078	0.999922	0.000077	0.000028	0.000028	0.000074	0.999926	0.000074
22	0.000053	0.000054	0.000159	0.999841	0.000160	0.000027	0.000027	0.000083	0.999917	0.000081	0.000027	0.000028	0.000075	0.999925	0.000077
23	0.000053	0.000054	0.000167	0.999833	0.000170	0.000026	0.000026	0.000084	0.999916	0.000084	0.000026	0.000026	0.000087	0.999913	0.000085
24	0.000053	0.000052	0.000174	0.999826	0.000172	0.000026	0.000026	0.000085	0.999915	0.000086	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075
25	0.000053	0.000053	0.000168	0.999832	0.000170	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000081	0.000028	0.000028	0.000072	0.999928	0.000073
26	0.000047	0.000049	0.000278	0.999722	0.000282	0.000024	0.000025	0.000150	0.999850	0.000148	0.000023	0.000024	0.000158	0.999842	0.000156
27	0.000046	0.000046	0.000296	0.999704	0.000294	0.000022	0.000022	0.000183	0.999817	0.000182	0.000023	0.000022	0.000151	0.999849	0.000149
28	0.000046	0.000046	0.000339	0.999661	0.000331	0.000023	0.000023	0.000154	0.999846	0.000149	0.000024	0.000024	0.000142	0.999858	0.000139
29	0.000047	0.000047	0.000298	0.999702	0.000298	0.000022	0.000023	0.000183	0.999817	0.000182	0.000023	0.000023	0.000156	0.999844	0.000155
30	0.000045	0.000045	0.000540	0.999460	0.000532	0.000021	0.000021	0.000316	0.999684	0.000309	0.000021	0.000021	0.000315	0.999685	0.000314

Q9 matrisinde, Q7 ve Q8 matrisine göre dengeli hatalı belirleme oranı arttırılmış, dengeli hatalı belirleme yapılan hücre sayısı 12'ye çıkarılmıştır. Matriste yer alan 11 maddenin dördünde, bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için sahip olmaları gereken bir beceri fazla, beşinde ise bireylerin bu maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için sahip olmaları gereken bir beceri eksik tanımlanmıştır. Bir maddede ise bir beceride eksik, bir beceride fazla tanımlama yapılmıştır (Ek II'de sunulmuştur).

Çizelge 23 incelendiğinde ve ilgili değerler Çizelge 5'deki değerler ile karşılaştırıldığında, tüm örneklem büyüklüğü durumlarında, fazla tanımlama yapılan 2, 4, 5, 10 ve 12. maddelerde tahmin parametresi ve buna ilişkin standart hata, eksik tanımlama yapılan 7, 8, 11 ve 14. maddelerde kaydırma parametresi ve buna ilişkin standart hata yükselirken, bir beceride eksik bir beceride fazla tanımlama yapılan 9. maddede her iki parametre ve buna ilişkin standart hata yükselmiştir. Hatalı belirleme yapılan maddelerde kaydırma ya da tahmin parameterelerine ilişkin standart hata değerleri bir miktar artmıştır.

Farklı oranlarda dengeli hatalı belirleme yapılan koşullar için standart hata değerleri 0.01'den küçüktür. Bu da kestirimlerin hatasızlığının bir göstergesidir (Rupp ve diğerleri, 2010). Hatalı belirleme yapılan maddeler için model-veri uyumu sağlanmamaktadır (Rupp ve Templin, 2008a). Parametre kestirimleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir (Baker, 1993; De la Torre ve Douglas, 2004; Im ve Corter, 2011; Kunina-Habenicht ve diğerleri, 2012; MacDonald, 2013; Rupp ve Templin, 2008a).

Q7 ve Q8 matrisleri ile yapılan analizlerde elde edilen bulgulara paralel olarak, tüm örneklem büyüklüğü durumlarında, eksik belirleme yapılan maddelerin kaydırma parametrelerindeki yükselmeler, fazla belirleme yapılan maddelerin tahmin parametrelerindeki yükselmelerden oldukça fazladır. Benzer biçimde aynı maddede hem eksik hem de fazla belirleme yapıldığında maddenin kaydırma parametresi, tahmin parametresinden daha fazla yükselmektedir.

Bir maddenin farklı hatalı belirleme durumlarında parametre değerlerindeki değişim incelenecek olursa, Madde 8'de, Q9 matrisinde bir becerinin ölçülme durumunda (ikinci beceri) eksik, Q8 matrisinde ise buna ek olarak birinci becerinin ölçülme durumunda fazla tanımlama yapılmıştır. Maddenin 250 kişilik örneklem büyüklüğü durumunda sırasıyla Q9 matrisindeki ve Q8 matrisindeki tahmin parametresi değerleri 0.000080 ve 0.138130'dur. Kaydırma parametresi değerleri ise 0.531304 ve

0.492762'dir. Q9 matrisinde yalnızca kaydırma parametresi değeri yüksekken, Q8 matrisinde kaydırma parametresinin yüksek olmasına ek olarak, yapılan fazla tanımlamayla tahmin parametresi de yükselmiştir.

Benzer biçimde, Madde 7'de, Q9 matrisinde dördüncü becerinin ölçülme durumunda eksik, Q7 matrisinde ise buna ek olarak üçüncü becerinin ölçülme durumunda fazla tanımlama yapılmıştır. Maddenin 250 kişilik örneklem büyüklüğü durumunda sırasıyla Q9 matrisindeki ve Q7 matrisindeki tahmin parametresi değerleri 0.000088 ve 0.182347'dur. Kaydırma parametresi değerleri ise 0.540163 ve 0.565113'dür. Q9 matrisinde yalnızca kaydırma parametresi değeri yüksekken, Q7 matrisinde kaydırma parametresinin yüksek olmasına ek olarak, yapılan fazla tanımlamayla tahmin parametresi de yükselmiştir.

Q7 matrisinde 5 numaralı maddede üçüncü becerinin ölçülmesine ilişkin fazla belirleme yapılmıştır. Q9 matrisinde aynı maddede dördüncü becerinin ölçülmesine ilişkin fazla belirleme yapılmıştır. Aynı veri setiyle yapılan analizlerde, aynı maddede farklı becerinin ölçülmesine ilişkin fazla tanımlama yapıldığında, tahmin parametrelerindeki artış hemen hemen aynıdır.

Bunlara ek olarak, Q matrisinin seçkisiz olarak %5, %7.5 ve %10 oranında dengeli hatalı belirlendiği durumların tümünde, hatasız Q matrisinde yapılan dengeli hatalı belirlemeler, ilgili maddelerin veriye iyi uyum göstermemesine (model uyumsuzluğuna) neden olmaktadır. Tahmin ve kaydırma parametrelerinde ve bunların standart hatalarındaki artışlar örneklem büyüklüğü temelinde düzenli farklılaşma göstermemektedir. Üç farklı örneklem büyüklüğü durumunda da, parametre değerleri yükselmektedir. MacDonald (2013) de yaptığı çalışmada, Q matrisinin hatalı belirlenmesi durumlarında, parametre kestirimleri farklı örneklem büyüklüklerinde düzenli artış ya da azalış göstermediğini raporlamıştır.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q9 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q9 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 24'de sunulmuştur.

Çizelge 24

Hatalı Q9 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056581	0.015835	0.052169	0.005848	0.064453	0.012345
1000	0.075901	0.002280	0.047955	0.001710	0.041945	0.001622
0100	0.051895	0.002772	0.079981	0.001522	0.055953	0.001685
0010	0.071935	0.002667	0.075907	0.002126	0.064856	0.003033
0001	0.055805	0.003136	0.059901	0.002409	0.061962	0.001448
1100	0.063900	0.003142	0.064004	0.001305	0.058964	0.001393
1010	0.091974	0.002579	0.059981	0.001518	0.067924	0.002263
1001	0.071987	0.002277	0.057955	0.002132	0.058015	0.001487
0110	0.047944	0.002294	0.056011	0.001345	0.038028	0.001358
0101	0.051966	0.002235	0.077992	0.001825	0.075982	0.001439
0011	0.063980	0.002384	0.065904	0.002257	0.072899	0.002906
1110	0.063961	0.004350	0.072041	0.002777	0.067043	0.002746
1101	0.060098	0.003201	0.050131	0.004943	0.069997	0.001640
1011	0.043989	0.001888	0.071991	0.001867	0.076952	0.002052
0111	0.052047	0.001990	0.045967	0.001646	0.063021	0.001207
1111	0.076037	0.002969	0.062109	0.006756	0.062006	0.001293
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Çizelge 24, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q9 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Çalışma kapsamında, Q matrisinin seçkisiz olarak %5, %7.5 ve %10 oranında dengeli hatalı belirlendiği durumlarda (Q7, Q8 ve Q9 matrisleri) yapılan sınıflamalar hatasız Q matrisi ile yapılan sınıflamalardan farklılaşmamıştır. Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarında bu çalışmada ele alınan ilk 15 madde ile aynı madde-beceri örüntüsünde, yedi maddede eksik, yedi maddede fazla belirleme yapılarak dengeli hatalı belirleme durumunun oluşturulduğu bir koşul (%23.3 oranında dengeli hatalı belirleme) ele alınmıştır. İlgili çalışma bulgularına göre hemen hemen bütün örtük sınıflarda bireyler tamamen hatalı sınıflanmıştır. Sekiz örtük sınıfta yer alan hiçbir birey bulunmamıştır. İki çalışmanın bulguları arasındaki fark temelde dengeli hatalı belirleme yüzdesindeki farktan kaynaklanabileceği gibi, bu çalışmada ölçme aracında yer alan madde sayısının fazla olmasından ve hatalı belirlenen maddelerin eşi olan ikinci 15 maddelik grup sayesinde farklı beceri kombinasyonlarının ölçüldüğü maddeler yoluyla hatalı belirlenen maddelerdeki aykırı yanıt örüntülerinin telafi ediliyor olmasından da kaynaklanıyor olabilir.

Farklı Madde Bloklarında Q Matrisinin Hatalı Belirlenmesine İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında ele alınan üçüncü araştırma sorusu “*Q matrisinde yer alan; dört becerinin, üç becerinin, iki becerinin ve bir becerinin ölçüldüğü madde bloklarında, bir becerinin eksik ve fazla belirlendiği durumlarda, parametre kestirimleri ve sınıflama tutarlılıkları nasıldır?*” biçimindedir. Bu soruya yanıt verebilmek için 250, 500 ve 1000 kişilik simülatif olarak üretilen 100'er veri seti için her bir koşula ilişkin madde parametreleri ve bunların standart hataları hesaplanmış ve ortalamaları alınmıştır.

Farklı Madde Bloklarında Eksik Belirlenme Durumuna İlişkin Bulgular

Q matrisinde yer alan dört becerinin ölçüldüğü bir maddede, seçkisiz olarak bir becerinin eksik belirlendiği durumda (Q10 matrisi) farklı örneklem büyüklükleri için kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 25'de sunulmuştur.

Q10 matrisi (4ÖeksikTQ); 15 numaralı maddede birinci becerinin ölçülme durumuna ilişkin yanlış belirleme yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.X'de sunulmuştur). Hatasız Q matrisinde 15. maddenin ilk beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrede yer alan 1, 0 ile değiştirilerek eksik belirleme yapılmıştır.

Çizelge 25 incelendiğinde, Q matrisinde yer alan yalnız bir maddede ve bir becerinin ölçülme durumunda eksik belirleme yapıldığında maddenin kaydırma parametresinin ve buna ilişkin standart hatanın yükseldiği görülmektedir.

Bu koşul için, hatalı tanımlama yapılan 15. maddenin 250 ve 500 kişilik örneklem büyüklüklerindeki kaydırma parametresi değerleri çok yakınken, 1000 kişilik örneklem büyüklüğünde kaydırma parametresi değeri daha yüksektir.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q10 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q10 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 26'da sunulmuştur.

Çizelge 25

Hatalı Q10 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.000090	0.000092	0.000074	0.999926	0.000075	0.000087	0.000088	0.000074	0.999926	0.000076	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040
2	0.000076	0.000077	0.000085	0.999915	0.000087	0.000074	0.000075	0.000083	0.999917	0.000081	0.000039	0.000040	0.000039	0.999961	0.000040
3	0.000082	0.000082	0.000078	0.999922	0.000077	0.000082	0.000083	0.000076	0.999924	0.000077	0.000040	0.000041	0.000039	0.999961	0.000038
4	0.000076	0.000075	0.000083	0.999917	0.000083	0.000075	0.000074	0.000083	0.999917	0.000083	0.000043	0.000043	0.000037	0.999963	0.000037
5	0.000054	0.000052	0.000152	0.999848	0.000154	0.000053	0.000055	0.000150	0.999850	0.000153	0.000026	0.000026	0.000077	0.999923	0.000077
6	0.000054	0.000055	0.000148	0.999852	0.000151	0.000056	0.000058	0.000148	0.999852	0.000145	0.000028	0.000028	0.000075	0.999925	0.000077
7	0.000052	0.000053	0.000155	0.999845	0.000154	0.000053	0.000054	0.000162	0.999838	0.000158	0.000028	0.000027	0.000077	0.999923	0.000075
8	0.000053	0.000052	0.000171	0.999829	0.000169	0.000052	0.000053	0.000174	0.999826	0.000173	0.000026	0.000027	0.000088	0.999912	0.000087
9	0.000051	0.000052	0.000165	0.999835	0.000162	0.000055	0.000055	0.000167	0.999833	0.000160	0.000027	0.000027	0.000071	0.999929	0.000071
10	0.000052	0.000051	0.000172	0.999828	0.000171	0.000053	0.000051	0.000168	0.999832	0.000171	0.000027	0.000027	0.000071	0.999929	0.000068
11	0.000046	0.000046	0.000280	0.999720	0.000280	0.000047	0.000046	0.000284	0.999716	0.000284	0.000023	0.000023	0.000157	0.999843	0.000152
12	0.000047	0.000047	0.000293	0.999707	0.000297	0.000046	0.000045	0.000296	0.999704	0.000287	0.000023	0.000023	0.000150	0.999850	0.000147
13	0.000045	0.000045	0.000332	0.999668	0.000335	0.000043	0.000043	0.000335	0.999665	0.000345	0.000023	0.000024	0.000146	0.999854	0.000146
14	0.000046	0.000047	0.000316	0.999684	0.000317	0.000045	0.000046	0.000319	0.999681	0.000309	0.000024	0.000023	0.000160	0.999840	0.000163
15	0.000047	0.000047	0.406408	0.593592	0.008811	0.000046	0.000046	0.406201	0.593799	0.008700	0.000023	0.000022	0.504040	0.495960	0.006240
16	0.000092	0.000092	0.000073	0.999927	0.000071	0.000087	0.000088	0.000073	0.999927	0.000074	0.000040	0.000040	0.000039	0.999961	0.000039
17	0.000074	0.000074	0.000085	0.999915	0.000087	0.000073	0.000073	0.000083	0.999917	0.000083	0.000040	0.000041	0.000042	0.999958	0.000043
18	0.000082	0.000082	0.000078	0.999922	0.000079	0.000082	0.000084	0.000078	0.999922	0.000079	0.000041	0.000041	0.000038	0.999962	0.000039
19	0.000078	0.000077	0.000086	0.999914	0.000085	0.000075	0.000076	0.000083	0.999917	0.000082	0.000044	0.000044	0.000037	0.999963	0.000037
20	0.000054	0.000055	0.000152	0.999848	0.000151	0.000055	0.000056	0.000152	0.999848	0.000154	0.000027	0.000028	0.000075	0.999925	0.000076
21	0.000055	0.000054	0.000146	0.999854	0.000142	0.000055	0.000054	0.000144	0.999856	0.000143	0.000028	0.000028	0.000074	0.999926	0.000074
22	0.000052	0.000051	0.000156	0.999844	0.000156	0.000054	0.000053	0.000156	0.999844	0.000156	0.000027	0.000028	0.000075	0.999925	0.000076
23	0.000052	0.000052	0.000166	0.999834	0.000167	0.000054	0.000054	0.000170	0.999830	0.000167	0.000026	0.000026	0.000087	0.999913	0.000085
24	0.000053	0.000053	0.000161	0.999839	0.000160	0.000053	0.000053	0.000170	0.999830	0.000168	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075
25	0.000052	0.000051	0.000169	0.999831	0.000166	0.000051	0.000050	0.000167	0.999833	0.000168	0.000028	0.000028	0.000072	0.999928	0.000073
26	0.000045	0.000046	0.000283	0.999717	0.000287	0.000046	0.000045	0.000288	0.999712	0.000296	0.000023	0.000024	0.000158	0.999842	0.000156
27	0.000048	0.000047	0.000290	0.999710	0.000290	0.000045	0.000045	0.000293	0.999707	0.000293	0.000023	0.000022	0.000151	0.999849	0.000149
28	0.000046	0.000044	0.000338	0.999662	0.000335	0.000045	0.000045	0.000336	0.999664	0.000342	0.000024	0.000024	0.000142	0.999858	0.000139
29	0.000046	0.000047	0.000312	0.999688	0.000305	0.000046	0.000046	0.000314	0.999686	0.000318	0.000023	0.000023	0.000156	0.999844	0.000155
30	0.000044	0.000044	0.000530	0.999470	0.000527	0.000043	0.000044	0.000533	0.999467	0.000527	0.000021	0.000021	0.000315	0.999685	0.000314

Çizelge 26

Hatalı Q10 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056011	0.001553	0.052014	0.001512	0.063999	0.001154
1000	0.075935	0.001978	0.048955	0.002055	0.041974	0.001234
0100	0.051958	0.001866	0.077009	0.001454	0.056016	0.001126
0010	0.071995	0.001653	0.075984	0.001767	0.065014	0.001693
0001	0.056005	0.001488	0.060986	0.001511	0.061997	0.001170
1100	0.064030	0.002238	0.063975	0.001728	0.058983	0.001104
1010	0.091946	0.002371	0.06098	0.001976	0.067988	0.001148
1001	0.072060	0.003872	0.05895	0.001847	0.057997	0.001101
0110	0.047989	0.001596	0.056019	0.001811	0.038008	0.000980
0101	0.051996	0.001468	0.077012	0.001456	0.076000	0.001197
0011	0.064032	0.002748	0.064007	0.001664	0.072977	0.001621
1110	0.064019	0.002337	0.072978	0.001571	0.067016	0.001316
1101	0.059980	0.001690	0.050011	0.001643	0.069998	0.001186
1011	0.044046	0.001622	0.071027	0.001308	0.077023	0.001813
0111	0.052035	0.001549	0.048081	0.004298	0.063002	0.001369
1111	0.075966	0.001930	0.062012	0.002480	0.062009	0.001246
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Çizelge 26, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q10 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir. Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarında bu çalışmada yer alan ilk 15 maddedeki madde beceri örüntüsü ele alınarak bu koşul incelenmiş ve benzer bulgular elde edilmiştir.

Q matrisinde yer alan üç becerinin ölçüldüğü maddelerde, seçkisiz olarak bir becerinin eksik belirlendiği durumda (Q11 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 27'de sunulmuştur.

Q11 matrisi (3ÖeksikTQ); 11 numaralı maddede ikinci becerinin ölçülme durumuna, 13. maddede üçüncü becerinin ölçülme durumuna, 12 ve 14. maddelerde ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin eksik belirleme yapılarak (hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 1'ler 0'lar ile değiştirilerek) oluşturulmuştur (Ek II.XI'de sunulmuştur).

Çizelge 27

Hatalı Q11 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.000087	0.000085	0.000072	0.999928	0.000073	0.000039	0.000040	0.000041	0.999959	0.000043	0.000040	0.000040	0.000039	0.999961	0.000038
2	0.000076	0.000078	0.000085	0.999915	0.000083	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000039	0.000039	0.000040	0.000041	0.999959	0.000041
3	0.000086	0.000085	0.000077	0.999923	0.000075	0.000040	0.000040	0.000039	0.999961	0.000040	0.000042	0.000042	0.000039	0.999961	0.000038
4	0.000077	0.000077	0.000085	0.999915	0.000084	0.000038	0.000037	0.000041	0.999959	0.000040	0.000044	0.000043	0.000037	0.999963	0.000037
5	0.000055	0.000054	0.000149	0.999851	0.000149	0.000027	0.000027	0.000080	0.999920	0.000081	0.000027	0.000027	0.000077	0.999923	0.000078
6	0.000055	0.000054	0.000144	0.999856	0.000144	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000072	0.000027	0.000027	0.000072	0.999928	0.000073
7	0.000055	0.000053	0.000162	0.999838	0.000165	0.000026	0.000027	0.000082	0.999918	0.000081	0.000027	0.000027	0.000074	0.999926	0.000073
8	0.000053	0.000053	0.000166	0.999834	0.000169	0.000026	0.000026	0.000083	0.999917	0.000082	0.000026	0.000026	0.000087	0.999913	0.000087
9	0.000054	0.000055	0.000171	0.999829	0.000166	0.000026	0.000027	0.000086	0.999914	0.000086	0.000028	0.000028	0.000075	0.999925	0.000072
10	0.000054	0.000053	0.000169	0.999831	0.000167	0.000027	0.000027	0.000080	0.999920	0.000082	0.000027	0.000028	0.000071	0.999929	0.000071
11	0.000055	0.000054	0.492848	0.507152	0.006023	0.000027	0.000027	0.496225	0.503775	0.004384	0.000027	0.000027	0.529094	0.470906	0.004210
12	0.000055	0.000055	0.484859	0.515141	0.006219	0.000026	0.000027	0.548417	0.451583	0.004428	0.000027	0.000027	0.488369	0.511631	0.004336
13	0.000053	0.000053	0.523815	0.476185	0.006282	0.000027	0.000027	0.446387	0.553613	0.004502	0.000027	0.000028	0.479413	0.520587	0.004331
14	0.000052	0.000052	0.466589	0.533411	0.006420	0.000027	0.000027	0.542303	0.457697	0.004558	0.000026	0.000026	0.456494	0.543506	0.004564
15	0.000043	0.000043	0.000515	0.999485	0.000522	0.000021	0.000021	0.000325	0.999675	0.000327	0.000022	0.000021	0.000315	0.999685	0.000312
16	0.000089	0.000086	0.000075	0.999925	0.000075	0.000040	0.000039	0.000041	0.999959	0.000042	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040
17	0.000077	0.000077	0.000087	0.999913	0.000085	0.000040	0.000039	0.000039	0.999961	0.000039	0.000039	0.000039	0.000040	0.999960	0.000041
18	0.000082	0.000081	0.000078	0.999922	0.000077	0.000041	0.000039	0.000038	0.999962	0.000038	0.000041	0.000041	0.000038	0.999962	0.000038
19	0.000077	0.000075	0.000084	0.999916	0.000083	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000040	0.000044	0.000045	0.000036	0.999964	0.000036
20	0.000055	0.000056	0.000147	0.999853	0.000148	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000083	0.000027	0.000027	0.000076	0.999924	0.000076
21	0.000057	0.000056	0.000146	0.999854	0.000144	0.000027	0.000026	0.000074	0.999926	0.000075	0.000028	0.000027	0.000075	0.999925	0.000073
22	0.000053	0.000054	0.000155	0.999845	0.000155	0.000026	0.000027	0.000086	0.999914	0.000086	0.000027	0.000027	0.000076	0.999924	0.000074
23	0.000054	0.000054	0.000164	0.999836	0.000161	0.000026	0.000026	0.000088	0.999912	0.000088	0.000027	0.000027	0.000088	0.999912	0.000089
24	0.000054	0.000055	0.000166	0.999834	0.000169	0.000026	0.000025	0.000085	0.999915	0.000083	0.000027	0.000027	0.000074	0.999926	0.000075
25	0.000052	0.000052	0.000172	0.999828	0.000170	0.000026	0.000026	0.000083	0.999917	0.000082	0.000027	0.000027	0.000072	0.999928	0.000071
26	0.000046	0.000047	0.000287	0.999713	0.000287	0.000023	0.000023	0.000150	0.999850	0.000147	0.000024	0.000024	0.000157	0.999843	0.000158
27	0.000047	0.000046	0.000295	0.999705	0.000294	0.000022	0.000022	0.000177	0.999823	0.000175	0.000023	0.000023	0.000151	0.999849	0.000150
28	0.000045	0.000044	0.000337	0.999663	0.000335	0.000023	0.000023	0.000150	0.999850	0.000146	0.000024	0.000024	0.000139	0.999861	0.000139
29	0.000045	0.000044	0.000312	0.999688	0.000309	0.000023	0.000023	0.000186	0.999814	0.000183	0.000023	0.000023	0.000161	0.999839	0.000160
30	0.000043	0.000043	0.000534	0.999466	0.000526	0.000022	0.000022	0.000317	0.999683	0.000313	0.000021	0.000021	0.000321	0.999679	0.000325

Çizelge 27 incelendiğinde ve ilgili değerler Çizelge 5'deki değerler ile karşılaştırıldığında, hatasız Q matrisinde üç becerinin ölçüldüğü dört madde iki beceri ölçecek biçimde eksik tanımlandığında, tüm örneklem büyüklüğü durumlarında, eksik belirleme yapılan 11, 12, 13 ve 14 numaralı maddelerin tahmin parametrelerinin değişmediği, kaydırma parametrelerinin değerlerinin ise artarak 0.50 değerine yaklaştığı görülmektedir. Ayrıca tahmin parametrelerine ilişkin standart hata değerleri değişmezken, kaydırma parametrelerine ilişkin standart hata değerleri artmıştır. Bu bulgu Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q11 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q11 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 28'de sunulmuştur.

Çizelge 28

Hatalı Q11 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056065	0.004340	0.052019	0.001536	0.063994	0.001438
1000	0.075951	0.002089	0.047985	0.001063	0.042016	0.001175
0100	0.051985	0.001719	0.079964	0.001886	0.055957	0.001471
0010	0.072000	0.002010	0.076005	0.001286	0.064977	0.001321
0001	0.055974	0.001727	0.059985	0.001350	0.062014	0.001216
1100	0.064004	0.001795	0.063966	0.001391	0.059034	0.002077
1010	0.091898	0.003066	0.060003	0.001058	0.067973	0.001507
1001	0.072024	0.002016	0.058037	0.002458	0.057997	0.001285
0110	0.047966	0.001888	0.056018	0.001373	0.037977	0.000929
0101	0.052012	0.001582	0.077959	0.001598	0.075959	0.001610
0011	0.064047	0.001794	0.066041	0.002737	0.072995	0.001183
1110	0.064091	0.009942	0.072006	0.001538	0.067012	0.001399
1101	0.059992	0.001511	0.050007	0.001380	0.070057	0.002585
1011	0.044030	0.001538	0.071987	0.001151	0.076983	0.001313
0111	0.051995	0.001542	0.046013	0.001141	0.062978	0.001376
1111	0.075966	0.001931	0.062005	0.001076	0.062078	0.005425
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Çizelge 28, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q11 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir. Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarında ilk 15 madde için bu koşul ele alınmış ve benzer bulgular elde edilmiştir.

Q matrisinde yer alan iki becerinin ölçüldüğü maddelerde, seçkisiz olarak bir becerinin eksik belirlendiği durumda (*Q12* matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 29’da sunulmuştur.

Q12 matrisi (2ÖeksikTQ); 5 ve 6 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna, 9 numaralı maddede ikinci becerinin ölçülme durumuna, 8 ve 10. maddelerde üçüncü becerinin ölçülme durumuna, 7. maddede ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin eksik belirleme yapılarak (hatasız *Q* matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 1’ler 0’lar ile değiştirilerek) oluşturulmuştur (Ek II.XII’de sunulmuştur).

Çizelge 29 incelendiğinde ve ilgili değerler Çizelge 5’deki değerler ile karşılaştırıldığında, hatasız *Q* matrisinde iki becerinin ölçüldüğü altı madde tek beceri ölçecek biçimde eksik tanımlandığında, tüm örneklem büyüklüğü durumlarında, eksik belirleme yapılan 5-10 numaralar arasındaki maddelerin tahmin parametrelerinin değişmediği, kaydırma parametrelerinin değerleri ise artarak 0.50 değerine yaklaştığı görülmektedir. Ayrıca tahmin parametrelerine ilişkin standart hata değerleri değişmezken, kaydırma parametrelerine ilişkin standart hata değerleri artmıştır.

Farklı madde bloklarında eksik belirleme yapılan tüm koşullarda tüm maddelere ilişkin standart hata değerleri 0.01’den küçüktür. Bu da kestirimlerin hatasızlığının bir göstergesidir (Rupp ve diğerleri, 2010). Eksik belirleme yapılan maddeler için model-veri uyumu sağlanmamaktadır (Rupp ve Templin, 2008a). Parametre kestirimleri *Q* matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir (Baker, 1993; De la Torre ve Douglas, 2004; Im ve Corter, 2011; Kunina-Habenicht ve diğerleri, 2012; MacDonald, 2013; Rupp ve Templin, 2008a).

Fakat Rupp ve Templin (2008a) 10000 kişilik veri setiyle, ilk 15 madde için uyguladıkları bu koşulda, hatalı tanımlama yapılmayan ilk dört tek beceri ölçen maddenin tahmin parametrelerinin de arttığını bulmuştur. Bu bulguyu, modeldeki dengeleme/telafi etkisi olarak yorumlamışlardır. Hatalı tanımlama yapılarak ilk dört madde ile aynı becerileri ölçüyor hale gelen hatalı tanımlanan altı maddedeki aykırı yanıt örüntüleri nedeniyle, modeldeki tutarsızlığın giderilmesi için hatalı tanımlama yapılmayan maddelerin parametre değerleri yükselmiştir. Söz konusu etkinin bu araştırmada görülmemiş olma nedeni madde sayısının fazlalığıdır. Hatalı tanımlama yapılan maddelerdeki aykırı yanıt örüntüleri, bu maddelerle aynı becerileri ölçen çiftleri tarafından telefi edilmiştir.

Çizelge 29

Hatalı Q12 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	S	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.000088	0.000087	0.000072	0.999928	0.000072	0.000039	0.000038	0.000041	0.999959	0.000042	0.000040	0.000042	0.000039	0.999961	0.000039
2	0.000076	0.000077	0.000087	0.999913	0.000088	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000039	0.000040	0.000041	0.000041	0.999959	0.000041
3	0.000082	0.000082	0.000078	0.999922	0.000077	0.000040	0.000039	0.000040	0.999960	0.000039	0.000041	0.000041	0.000038	0.999962	0.000038
4	0.000079	0.000079	0.000083	0.999917	0.000085	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000040	0.000043	0.000043	0.000036	0.999964	0.000036
5	0.000073	0.000072	0.435947	0.564053	0.004605	0.000042	0.000042	0.511847	0.488153	0.003144	0.000039	0.000039	0.474491	0.525509	0.003193
6	0.000082	0.000081	0.460938	0.539062	0.004415	0.000041	0.000041	0.478464	0.521536	0.003205	0.000041	0.000041	0.465833	0.534167	0.003133
7	0.000086	0.000085	0.540232	0.459768	0.004185	0.000039	0.000040	0.502084	0.497916	0.003142	0.000040	0.000040	0.469196	0.530804	0.003120
8	0.000074	0.000074	0.487066	0.512934	0.004565	0.000040	0.000040	0.535484	0.464516	0.003069	0.000040	0.000039	0.531619	0.468381	0.003249
9	0.000074	0.000075	0.495819	0.504181	0.004539	0.000040	0.000041	0.520270	0.479730	0.003211	0.000044	0.000045	0.499078	0.500922	0.003073
10	0.000077	0.000075	0.504047	0.495953	0.004635	0.000040	0.000040	0.499986	0.500014	0.003172	0.000043	0.000044	0.491649	0.508351	0.002977
11	0.000047	0.000047	0.000277	0.999723	0.000268	0.000023	0.000023	0.000146	0.999854	0.000143	0.000022	0.000022	0.000154	0.999846	0.000150
12	0.000045	0.000046	0.000295	0.999705	0.000300	0.000023	0.000023	0.000180	0.999820	0.000178	0.000023	0.000023	0.000152	0.999848	0.000153
13	0.000046	0.000045	0.000333	0.999667	0.000336	0.000023	0.000023	0.000152	0.999848	0.000153	0.000023	0.000023	0.000142	0.999858	0.000140
14	0.000047	0.000048	0.000305	0.999695	0.000307	0.000022	0.000022	0.000187	0.999813	0.000185	0.000023	0.000023	0.000161	0.999839	0.000161
15	0.000044	0.000045	0.000524	0.999476	0.000527	0.000021	0.000021	0.000320	0.999680	0.000316	0.000021	0.000021	0.000333	0.999667	0.000331
16	0.000089	0.000092	0.000072	0.999928	0.000071	0.000038	0.000038	0.000040	0.999960	0.000040	0.000040	0.000039	0.000040	0.999960	0.000040
17	0.000076	0.000076	0.000087	0.999913	0.000085	0.000040	0.000040	0.000039	0.999961	0.000039	0.000039	0.000038	0.000041	0.999959	0.000043
18	0.000082	0.000082	0.000077	0.999923	0.000077	0.000041	0.000041	0.000041	0.999959	0.000041	0.000041	0.000042	0.000040	0.999960	0.000041
19	0.000075	0.000075	0.000082	0.999918	0.000080	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000041	0.000043	0.000043	0.000037	0.999963	0.000038
20	0.000054	0.000053	0.000153	0.999847	0.000152	0.000027	0.000027	0.000082	0.999918	0.000080	0.000027	0.000026	0.000081	0.999919	0.000081
21	0.000055	0.000055	0.000146	0.999854	0.000148	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075	0.000027	0.000028	0.000074	0.999926	0.000075
22	0.000053	0.000053	0.000162	0.999838	0.000159	0.000027	0.000027	0.000082	0.999918	0.000083	0.000028	0.000028	0.000074	0.999926	0.000074
23	0.000052	0.000053	0.000167	0.999833	0.000161	0.000027	0.000026	0.000088	0.999912	0.000089	0.000027	0.000027	0.000087	0.999913	0.000089
24	0.000053	0.000054	0.000167	0.999833	0.000164	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000083	0.000028	0.000028	0.000072	0.999928	0.000071
25	0.000051	0.000053	0.000171	0.999829	0.000170	0.000026	0.000026	0.000080	0.999920	0.000080	0.000027	0.000026	0.000069	0.999931	0.000069
26	0.000047	0.000049	0.000287	0.999713	0.000285	0.000023	0.000023	0.000148	0.999852	0.000151	0.000023	0.000022	0.000150	0.999850	0.000153
27	0.000046	0.000045	0.000295	0.999705	0.000299	0.000023	0.000023	0.000176	0.999824	0.000174	0.000023	0.000023	0.000158	0.999842	0.000160
28	0.000044	0.000044	0.000333	0.999667	0.000331	0.000023	0.000023	0.000149	0.999851	0.000151	0.000024	0.000023	0.000147	0.999853	0.000148
29	0.000045	0.000045	0.000311	0.999689	0.000309	0.000022	0.000023	0.000182	0.999818	0.000180	0.000023	0.000022	0.000160	0.999840	0.000161
30	0.000045	0.000045	0.000530	0.999470	0.000528	0.000021	0.000021	0.000318	0.999682	0.000313	0.000021	0.000021	0.000331	0.999669	0.000329

Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarına benzer olarak, De la Torre (2008)'in çalışmasında 5000 yanıtlayıcının, 5 niteliğin ölçüldüğü 30 maddeye ilişkin yanıtlarından oluşan Q matrisinin hatalı belirlendiği durumda, hatalı belirleme yapılmayan bazı maddelerin parametrelerinin de Q matrisinde yapılan hatalı belirlemelerden az da olsa etkilendiği raporlanmıştır. Ölçülen beceri sayısına göre madde sayısı incelendiğinde, Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmasındaki madde sayısından fazla olmasına rağmen, De la Torre (2008)'in çalışmasında bu çalışmadakine oranla daha fazla beceri daha az sayıda madde ile ölçüldüğünden, parametre kestirimleri Q matrisinde yapılan hatalı belirlemelerden az da olsa etkilenmiştir.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q12 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q12 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 30'da sunulmuştur.

Çizelge 30

Hatalı Q12 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056013	0.001787	0.052147	0.004338	0.064145	0.009426
1000	0.075988	0.001696	0.047965	0.002258	0.042011	0.001105
0100	0.051979	0.002162	0.080021	0.002492	0.055980	0.001364
0010	0.071975	0.001736	0.076020	0.002206	0.064991	0.001516
0001	0.055999	0.001444	0.059994	0.001069	0.061979	0.001637
1100	0.064027	0.001556	0.063913	0.002521	0.058992	0.001451
1010	0.091974	0.002231	0.059925	0.002397	0.067986	0.001631
1001	0.071997	0.001923	0.058076	0.003877	0.057987	0.001413
0110	0.048040	0.002620	0.056018	0.001851	0.038014	0.001004
0101	0.052012	0.001377	0.077976	0.001277	0.075989	0.001906
0011	0.064015	0.001740	0.066016	0.001538	0.072996	0.001996
1110	0.064003	0.001553	0.071924	0.002240	0.066984	0.001478
1101	0.059998	0.001667	0.050001	0.001178	0.069984	0.001656
1011	0.044054	0.001570	0.071998	0.001405	0.076945	0.001655
0111	0.051986	0.001563	0.046016	0.000963	0.063001	0.001127
1111	0.075941	0.001933	0.061990	0.001226	0.062017	0.002125
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Çizelge 30, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q12 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarında 15 madde için bu koşul ele alınmış ve Q matrisinde yer alan iki becerinin ölçüldüğü maddelerde, seçkisiz olarak bir becerinin eksik belirlendiği durumda, pek çok örtük sınıf için yapılan sınıflamaların, hatasız Q matrisi ile yapılan sınıflamalardan oldukça farklılaştığı ve neredeyse tamamen hatalı olduğu bulunmuştur. Bazı örtük sınıflarda hiç birey yer almamıştır. Bu çalışmada bu bulgunun farklılaşma nedeni, veri setinde ilk 15 madde ile aynı becerileri ölçen ve hatalı tanımlama yapılmayan 15 madde daha olması ve madde sayısının artmasının bireylerin örtük becerilere göre doğru sınıflandırılmasında etkili olması (Cassuto, 1996; Kunina-Habenicht ve diğerleri, 2012; MacDonald, 2013; Ömür Sünbül, 2013) olarak gösterilebilir. Madde sayısının artması parametre kestirimlerinin kesinliği ve bireylerin doğru sınıflandırılmasında etkilidir (Cassuto, 1996; Kunina-Habenicht ve diğerleri, 2012; MacDonald, 2013; Ömür Sünbül, 2013) ve madde sayısının fazla olması Q matrisinin hatalı belirlenmesinin etkilerini azaltmaktadır (Baker, 1993). Kunina-Habenicht ve diğerleri (2012) yaptıkları çalışmada Q matrisinin hatalı tanımlanmasının bireylerin örtük becerilere göre sınıflandırılmasının doğruluğunu düşürdüğünü raporlamıştır.

Farklı Madde Bloklarında Fazla Belirlenme Durumuna İlişkin Bulgular

Q matrisinde yer alan tek becerinin ölçüldüğü maddelerde, bir becerinin fazla belirlendiği durumda (Q13 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 31'de sunulmuştur.

Q13 matrisi (1ÖfazlaTQ); 2 ve 4 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna, 3 numaralı maddede ikinci becerinin ölçülme durumuna, 1. maddede ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin fazla belirleme yapılarak (hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0'lar 1'ler ile değiştirilerek) oluşturulmuştur (Ek II.XIII'de sunulmuştur).

Çizelge 31 incelendiğinde ve ilgili değerler Çizelge 5'deki değerler ile karşılaştırıldığında, hatasız Q matrisinde tek becerinin ölçüldüğü dört madde iki beceri ölçecek biçimde fazla tanımlandığında, tüm örneklem büyüklüğü durumlarında, fazla belirleme yapılan 1, 2, 3 ve 4 numaralı maddelerin kaydırma parametrelerinin değişmediği, tahmin parametrelerinin değerleri ise arttığı görülmektedir. Ayrıca kaydırma parametrelerine ilişkin standart hata değerleri değişmezken, tahmin parametrelerine ilişkin standart hata değerleri artmıştır.

Çizelge 31

Hatalı Q13 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.395692	0.003496	0.000149	0.999851	0.000150	0.321914	0.002405	0.000083	0.999917	0.000083	0.321977	0.002418	0.000076	0.999924	0.000076
2	0.277148	0.003305	0.000168	0.999832	0.000169	0.345710	0.002452	0.000081	0.999919	0.000082	0.314141	0.002394	0.000080	0.999920	0.000078
3	0.357838	0.003514	0.000158	0.999842	0.000162	0.358664	0.002446	0.000084	0.999916	0.000084	0.367503	0.002456	0.000089	0.999911	0.000090
4	0.299515	0.003379	0.000147	0.999853	0.000144	0.329769	0.002406	0.000080	0.999920	0.000082	0.373817	0.002524	0.000073	0.999927	0.000074
5	0.000055	0.000054	0.000143	0.999857	0.000139	0.000026	0.000025	0.000081	0.999919	0.000080	0.000027	0.000026	0.000078	0.999922	0.000076
6	0.000055	0.000054	0.000156	0.999844	0.000158	0.000028	0.000027	0.000076	0.999924	0.000077	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000075
7	0.000055	0.000055	0.000168	0.999832	0.000161	0.000026	0.000025	0.000083	0.999917	0.000082	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000076
8	0.000052	0.000052	0.000167	0.999833	0.000172	0.000027	0.000027	0.000083	0.999917	0.000084	0.000026	0.000025	0.000087	0.999913	0.000089
9	0.000052	0.000051	0.000171	0.999829	0.000174	0.000026	0.000026	0.000086	0.999914	0.000088	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000071
10	0.000053	0.000053	0.000290	0.999710	0.000292	0.000027	0.000027	0.000083	0.999917	0.000083	0.000028	0.000027	0.000072	0.999928	0.000071
11	0.000047	0.000047	0.000306	0.999694	0.000303	0.000023	0.000023	0.000150	0.999850	0.000152	0.000023	0.000023	0.000156	0.999844	0.000158
12	0.000045	0.000047	0.000330	0.999670	0.000326	0.000024	0.000023	0.000178	0.999822	0.000176	0.000023	0.000024	0.000148	0.999852	0.000150
13	0.000046	0.000045	0.000310	0.999690	0.000312	0.000023	0.000023	0.000147	0.999853	0.000148	0.000023	0.000023	0.000142	0.999858	0.000138
14	0.000046	0.000046	0.000543	0.999457	0.000544	0.000022	0.000023	0.000188	0.999812	0.000190	0.000023	0.000023	0.000156	0.999844	0.000154
15	0.000043	0.000044	0.000084	0.999916	0.000082	0.000021	0.000022	0.000322	0.999678	0.000332	0.000021	0.000021	0.000318	0.999682	0.000317
16	0.000103	0.000104	0.000097	0.999903	0.000099	0.000043	0.000043	0.000047	0.999953	0.000048	0.000046	0.000046	0.000043	0.999957	0.000042
17	0.000085	0.000085	0.000094	0.999906	0.000092	0.000046	0.000047	0.000048	0.999952	0.000048	0.000045	0.000045	0.000046	0.999954	0.000047
18	0.000094	0.000095	0.000096	0.999904	0.000099	0.000046	0.000045	0.000045	0.999955	0.000046	0.000047	0.000047	0.000044	0.999956	0.000044
19	0.000084	0.000086	0.000154	0.999846	0.000157	0.000045	0.000047	0.000045	0.999955	0.000045	0.000051	0.000051	0.000043	0.999957	0.000042
20	0.000053	0.000053	0.000146	0.999854	0.000148	0.000027	0.000027	0.000080	0.999920	0.000081	0.000026	0.000027	0.000076	0.999924	0.000076
21	0.000055	0.000055	0.000156	0.999844	0.000158	0.000028	0.000027	0.000076	0.999924	0.000077	0.000027	0.000027	0.000074	0.999926	0.000072
22	0.000053	0.000053	0.000166	0.999834	0.000167	0.000026	0.000025	0.000084	0.999916	0.000082	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000076
23	0.000053	0.000052	0.000169	0.999831	0.000164	0.000026	0.000026	0.000084	0.999916	0.000083	0.000026	0.000025	0.000086	0.999914	0.000086
24	0.000052	0.000052	0.000171	0.999829	0.000177	0.000026	0.000025	0.000086	0.999914	0.000082	0.000028	0.000027	0.000073	0.999927	0.000075
25	0.000054	0.000055	0.000287	0.999713	0.000284	0.000027	0.000026	0.000081	0.999919	0.000079	0.000028	0.000028	0.000072	0.999928	0.000073
26	0.000046	0.000045	0.000293	0.999707	0.000291	0.000023	0.000023	0.000149	0.999851	0.000147	0.000023	0.000023	0.000152	0.999848	0.000159
27	0.000046	0.000046	0.000329	0.999671	0.000330	0.000023	0.000023	0.000180	0.999820	0.000183	0.000023	0.000024	0.000152	0.999848	0.000149
28	0.000047	0.000046	0.000319	0.999681	0.000318	0.000023	0.000023	0.000150	0.999850	0.000150	0.000023	0.000023	0.000143	0.999857	0.000141
29	0.000045	0.000045	0.000525	0.999475	0.000523	0.000022	0.000022	0.000187	0.999813	0.000188	0.000023	0.000023	0.000159	0.999841	0.000157
30	0.000043	0.000043	0.000149	0.999851	0.000150	0.000022	0.000022	0.000326	0.999674	0.000334	0.000021	0.000022	0.000321	0.999679	0.000322

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q13 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q13 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 32'de sunulmuştur.

Çizelge 32

Hatalı Q13 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056098	0.002600	0.052245	0.008114	0.063997	0.001423
1000	0.075948	0.002099	0.047937	0.001775	0.041970	0.001278
0100	0.051951	0.002124	0.079931	0.001881	0.055984	0.001207
0010	0.071965	0.002128	0.075908	0.002582	0.064957	0.001794
0001	0.055985	0.001623	0.059971	0.001869	0.061951	0.001227
1100	0.064035	0.002010	0.063945	0.002122	0.059036	0.001560
1010	0.092023	0.003394	0.059969	0.001941	0.068050	0.002707
1001	0.071952	0.001878	0.058097	0.002877	0.057981	0.001254
0110	0.048007	0.001743	0.056029	0.001077	0.038014	0.000919
0101	0.051986	0.001618	0.077958	0.001785	0.075968	0.001485
0011	0.063976	0.001944	0.065983	0.001424	0.072981	0.001657
1110	0.064085	0.006683	0.071966	0.001859	0.067071	0.005924
1101	0.060015	0.001609	0.050093	0.003327	0.070009	0.001133
1011	0.043993	0.001562	0.071975	0.001439	0.077004	0.001455
0111	0.051971	0.001750	0.046003	0.001600	0.063025	0.001189
1111	0.076010	0.001677	0.061990	0.001252	0.062001	0.001104
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Çizelge 32, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q13 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarında ilk 15 madde için bu koşul ele alınmış ve Q matrisinde yer alan tek becerinin ölçüldüğü tüm maddelerde, seçkisiz olarak bir beceri fazla tanımlandığından, ölçme aracında tek beceri ölçen hiç madde kalmamıştır. Bu nedenle hiçbir birey tek beceriye sahip olmayı gerektiren örtük sınıflarda (1000, 0100, 0010, 0001) sınıflandırılmamış, sınıflamaların hatasız Q matrisi ile yapılan sınıflamalardan oldukça farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada bu bulgunun farklılaşma nedeni, Q12 matrisindeki duruma benzer bir biçimde, veri setinde ilk 15 madde ile aynı becerileri ölçen ve hatalı tanımlama yapılmayan 15 madde daha olması ve madde sayısının artmasının bireylerin doğru sınıflandırılmasında etkili olması

(Cassuto, 1996; Kunina-Habenicht ve diğeri, 2012; MacDonald, 2013; Ömür Sünbül, 2013) olarak gösterilebilir.

Q matrisinde yer alan iki becerinin ölçüldüğü maddelerde, bir becerinin seçkisiz olarak fazla belirlendiği durumda (Q14 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 33’de sunulmuştur.

Q14 matrisi (2ÖfazlaTQ); 8 ve 9 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna, 10 numaralı maddede ikinci becerinin ölçülme durumuna, 7. maddede üçüncü becerinin ölçülme durumuna, 5 ve 6. maddelerde ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin fazla belirleme yapılarak (hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0’lar 1’ler ile değiştirilerek) belirleme yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.XIV’de sunulmuştur).

Çizelge 33 incelendiğinde ve ilgili değerler Çizelge 5’deki değerler ile karşılaştırıldığında, hatasız Q matrisinde iki becerinin ölçüldüğü altı madde üç beceri ölçecek biçimde fazla tanımlandığında, tüm örneklem büyüklüğü durumlarında, fazla belirleme yapılan 5-10 numaralar arasındaki maddelerin kaydırma parametrelerinin değişmediği, tahmin parametrelerinin değerleri ise arttığı görülmektedir. Ayrıca kaydırma parametrelerine ilişkin standart hata değerleri değişmezken, tahmin parametrelerine ilişkin standart hata değerleri artmıştır. Bu bulgu Rupp ve Templin (2008a)’in çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

Q12 ve Q14 matrisleri karşılaştırıldığında, aynı maddelerde bir becerinin ölçülme durumunda Q12 matrisinde seçkisiz olarak bir eksik belirleme, Q14 matrisinde ise bir fazla belirleme yapılmıştır. Q12 matrisinde kaydırma parametrelerindeki artış, Q14 matrisindeki tahmin parametrelerindeki artıştan oldukça fazladır. Bu bulgu dengeli hatalı belirleme yapılan durumlardaki bulguları desteklemektedir.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100’er farklı veri seti için, hatalı Q14 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q14 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 34’de sunulmuştur.

Çizelge 33

Hatalı Q14 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.000086	0.000086	0.000073	0.999927	0.000073	0.000039	0.000039	0.000042	0.999958	0.000042	0.000040	0.000041	0.000040	0.999960	0.000041
2	0.000075	0.000074	0.000084	0.999916	0.000082	0.000041	0.000042	0.000040	0.999960	0.000040	0.000040	0.000039	0.000041	0.999959	0.000042
3	0.000081	0.000080	0.000079	0.999921	0.000077	0.000042	0.000043	0.000040	0.999960	0.000039	0.000041	0.000041	0.000040	0.999960	0.000040
4	0.000076	0.000076	0.000082	0.999918	0.000082	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000040	0.000044	0.000043	0.000037	0.999963	0.000037
5	0.148182	0.002455	0.000291	0.999709	0.000296	0.153145	0.001728	0.000175	0.999825	0.000181	0.145169	0.001705	0.000155	0.999845	0.000154
6	0.177303	0.002568	0.000342	0.999658	0.000340	0.152485	0.001725	0.000149	0.999851	0.000148	0.156778	0.001770	0.000141	0.999859	0.000140
7	0.150077	0.002417	0.000325	0.999675	0.000326	0.124737	0.001572	0.000150	0.999850	0.000152	0.148665	0.001692	0.000143	0.999857	0.000142
8	0.116277	0.002195	0.000280	0.999720	0.000283	0.117864	0.001541	0.000149	0.999851	0.000144	0.115970	0.001552	0.000154	0.999846	0.000156
9	0.120390	0.002164	0.000290	0.999710	0.000293	0.139632	0.001648	0.000178	0.999822	0.000178	0.160139	0.001749	0.000153	0.999847	0.000149
10	0.123950	0.002232	0.000313	0.999687	0.000314	0.154765	0.001720	0.000188	0.999812	0.000189	0.171470	0.001823	0.000157	0.999843	0.000157
11	0.000047	0.000045	0.000286	0.999714	0.000288	0.000024	0.000024	0.000150	0.999850	0.000149	0.000023	0.000023	0.000153	0.999847	0.000157
12	0.000048	0.000048	0.000299	0.999701	0.000305	0.000023	0.000022	0.000180	0.999820	0.000180	0.000023	0.000023	0.000152	0.999848	0.000151
13	0.000045	0.000045	0.000326	0.999674	0.000328	0.000023	0.000023	0.000148	0.999852	0.000144	0.000023	0.000023	0.000147	0.999853	0.000151
14	0.000046	0.000045	0.000312	0.999688	0.000315	0.000023	0.000023	0.000184	0.999816	0.000186	0.000023	0.000023	0.000155	0.999845	0.000157
15	0.000044	0.000045	0.000529	0.999471	0.000525	0.000021	0.000021	0.000328	0.999672	0.000318	0.000021	0.000022	0.000325	0.999675	0.000330
16	0.000087	0.000086	0.000073	0.999927	0.000074	0.000039	0.000039	0.000042	0.999958	0.000043	0.000039	0.000039	0.000039	0.999961	0.000039
17	0.000076	0.000076	0.000087	0.999913	0.000086	0.000040	0.000041	0.000040	0.999960	0.000040	0.000039	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040
18	0.000079	0.000080	0.000078	0.999922	0.000079	0.000040	0.000039	0.000040	0.999960	0.000040	0.000040	0.000038	0.000039	0.999961	0.000039
19	0.000080	0.000078	0.000082	0.999918	0.000083	0.000038	0.000038	0.000041	0.999959	0.000040	0.000044	0.000043	0.000036	0.999964	0.000036
20	0.000055	0.000054	0.000151	0.999849	0.000154	0.000026	0.000026	0.000079	0.999921	0.000078	0.000028	0.000027	0.000076	0.999924	0.000074
21	0.000056	0.000057	0.000146	0.999854	0.000146	0.000028	0.000028	0.000077	0.999923	0.000077	0.000027	0.000026	0.000071	0.999929	0.000070
22	0.000053	0.000051	0.000161	0.999839	0.000161	0.000026	0.000027	0.000082	0.999918	0.000083	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000073
23	0.000052	0.000053	0.000167	0.999833	0.000170	0.000025	0.000026	0.000086	0.999914	0.000088	0.000026	0.000026	0.000088	0.999912	0.000089
24	0.000053	0.000054	0.000166	0.999834	0.000168	0.000026	0.000025	0.000085	0.999915	0.000085	0.000027	0.000028	0.000074	0.999926	0.000072
25	0.000052	0.000053	0.000169	0.999831	0.000165	0.000027	0.000028	0.000083	0.999917	0.000082	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000072
26	0.000047	0.000048	0.000282	0.999718	0.000272	0.000023	0.000023	0.000155	0.999845	0.000154	0.000023	0.000022	0.000157	0.999843	0.000155
27	0.000045	0.000045	0.000295	0.999705	0.000288	0.000022	0.000022	0.000175	0.999825	0.000174	0.000023	0.000023	0.000151	0.999849	0.000150
28	0.000045	0.000045	0.000331	0.999669	0.000328	0.000024	0.000024	0.000145	0.999855	0.000149	0.000024	0.000024	0.000143	0.999857	0.000143
29	0.000046	0.000046	0.000307	0.999693	0.000300	0.000022	0.000022	0.000188	0.999812	0.000185	0.000024	0.000024	0.000163	0.999837	0.000158
30	0.000044	0.000044	0.000526	0.999474	0.000527	0.000021	0.000021	0.000318	0.999682	0.000321	0.000022	0.000022	0.000326	0.999674	0.000321

Çizelge 34

Hatalı Q14 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056011	0.001476	0.052066	0.003186	0.064065	0.002892
1000	0.075987	0.001843	0.047986	0.001234	0.042018	0.000959
0100	0.051982	0.001425	0.080004	0.001564	0.055996	0.001044
0010	0.071969	0.001965	0.075989	0.001692	0.065009	0.001147
0001	0.055973	0.001775	0.060014	0.001750	0.061974	0.001268
1100	0.063999	0.001632	0.063991	0.001401	0.058976	0.001322
1010	0.091990	0.001926	0.059998	0.001373	0.068001	0.001431
1001	0.071964	0.001868	0.057963	0.001853	0.057908	0.002229
0110	0.048008	0.001377	0.055988	0.001094	0.038007	0.000878
0101	0.052013	0.001526	0.077982	0.001578	0.075997	0.001303
0011	0.064001	0.001769	0.065948	0.001440	0.072895	0.002489
1110	0.064077	0.003523	0.071986	0.001288	0.066981	0.001469
1101	0.059998	0.001564	0.050010	0.001268	0.069959	0.002287
1011	0.044045	0.002590	0.071961	0.001838	0.077010	0.002082
0111	0.051987	0.001575	0.045986	0.001023	0.063146	0.006593
1111	0.075997	0.001757	0.062130	0.010563	0.062058	0.002963
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Çizelge 34, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q14 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir. Bu bulgu Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

Q matrisinde yer alan üç becerinin ölçüldüğü maddelerde, bir becerinin seçkisiz olarak fazla belirlendiği durumda (Q15 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 35'de sunulmuştur.

Q15 matrisi (3ÖfazlaTQ); 14 numaralı maddede birinci becerinin ölçülme durumuna, 13 numaralı maddede ikinci becerinin ölçülme durumuna, 12. maddede üçüncü becerinin ölçülme durumuna, 11. maddede ise dördüncü becerinin ölçülme durumuna ilişkin fazla belirleme yapılarak (hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0'lar 1'ler ile değiştirilerek) belirleme yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.XV'de sunulmuştur).

Çizelge 35 incelendiğinde ve ilgili değerler Çizelge 5'deki değerler ile karşılaştırıldığında, hatasız Q matrisinde üç becerinin ölçüldüğü dört madde dört beceri ölçecek biçimde fazla tanımlandığında, tüm örneklem büyüklüğü durumlarında, fazla belirleme yapılan 11, 12, 13 ve 14 numaralı maddelerin kaydırma parametrelerinin değişmediği, tahmin parametrelerinin değerleri ise arttığı görülmektedir. Ayrıca kaydırma parametrelerine ilişkin standart hata değerleri değişmezken, tahmin

Çizelge 35

Hatalı Q15 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.000086	0.000086	0.000073	0.999927	0.000075	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000041	0.000041	0.000040	0.000039	0.999961	0.000039
2	0.000075	0.000075	0.000086	0.999914	0.000089	0.000041	0.000041	0.000040	0.999960	0.000038	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040
3	0.000084	0.000085	0.000080	0.999920	0.000079	0.000040	0.000038	0.000039	0.999961	0.000039	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000040
4	0.000078	0.000079	0.000084	0.999916	0.000084	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000042	0.000044	0.000044	0.000036	0.999964	0.000035
5	0.000055	0.000055	0.000154	0.999846	0.000153	0.000027	0.000027	0.000083	0.999917	0.000083	0.000028	0.000027	0.000078	0.999922	0.000076
6	0.000057	0.000056	0.000147	0.999853	0.000144	0.000027	0.000027	0.000077	0.999923	0.000077	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000073
7	0.000052	0.000053	0.000158	0.999842	0.000157	0.000026	0.000025	0.000085	0.999915	0.000085	0.000027	0.000029	0.000075	0.999925	0.000074
8	0.000054	0.000055	0.000165	0.999835	0.000165	0.000026	0.000026	0.000087	0.999913	0.000086	0.000026	0.000026	0.000087	0.999913	0.000087
9	0.000052	0.000051	0.000174	0.999826	0.000175	0.000026	0.000026	0.000083	0.999917	0.000085	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000071
10	0.000053	0.000054	0.000170	0.999830	0.000171	0.000028	0.000028	0.000080	0.999920	0.000079	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000073
11	0.069318	0.001671	0.000521	0.999479	0.000512	0.076797	0.001225	0.000320	0.999680	0.000323	0.071451	0.001197	0.000332	0.999668	0.000333
12	0.064994	0.001627	0.000529	0.999471	0.000530	0.053310	0.001022	0.000323	0.999677	0.000330	0.074629	0.001214	0.000318	0.999682	0.000317
13	0.047664	0.001412	0.000517	0.999483	0.000514	0.076778	0.001237	0.000319	0.999681	0.000313	0.082089	0.001270	0.000326	0.999674	0.000324
14	0.056365	0.001539	0.000525	0.999475	0.000539	0.049058	0.000994	0.000314	0.999686	0.000320	0.067173	0.001162	0.000330	0.999670	0.000336
15	0.000043	0.000044	0.000525	0.999475	0.000511	0.000021	0.000021	0.000319	0.999681	0.000319	0.000022	0.000021	0.000330	0.999670	0.000328
16	0.000089	0.000090	0.000072	0.999928	0.000074	0.000040	0.000040	0.000041	0.999959	0.000041	0.000040	0.000040	0.000041	0.999959	0.000041
17	0.000075	0.000076	0.000084	0.999916	0.000084	0.000041	0.000040	0.000040	0.999960	0.000041	0.000038	0.000039	0.000041	0.999959	0.000040
18	0.000084	0.000082	0.000079	0.999921	0.000079	0.000040	0.000039	0.000040	0.999960	0.000039	0.000041	0.000042	0.000039	0.999961	0.000039
19	0.000077	0.000076	0.000083	0.999917	0.000080	0.000041	0.000040	0.000041	0.999959	0.000042	0.000044	0.000044	0.000037	0.999963	0.000038
20	0.000055	0.000056	0.000154	0.999846	0.000155	0.000027	0.000028	0.000080	0.999920	0.000080	0.000027	0.000026	0.000079	0.999921	0.000077
21	0.000056	0.000055	0.000144	0.999856	0.000146	0.000027	0.000026	0.000074	0.999926	0.000072	0.000027	0.000028	0.000072	0.999928	0.000073
22	0.000053	0.000053	0.000161	0.999839	0.000161	0.000026	0.000026	0.000083	0.999917	0.000083	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075
23	0.000051	0.000050	0.000168	0.999832	0.000167	0.000026	0.000026	0.000084	0.999916	0.000082	0.000025	0.000026	0.000087	0.999913	0.000089
24	0.000053	0.000053	0.000169	0.999831	0.000173	0.000026	0.000027	0.000086	0.999914	0.000087	0.000028	0.000028	0.000075	0.999925	0.000075
25	0.000051	0.000050	0.000170	0.999830	0.000171	0.000027	0.000027	0.000082	0.999918	0.000081	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000073
26	0.000047	0.000045	0.000287	0.999713	0.000290	0.000023	0.000024	0.000153	0.999847	0.000154	0.000023	0.000023	0.000154	0.999846	0.000152
27	0.000046	0.000045	0.000297	0.999703	0.000301	0.000022	0.000022	0.000181	0.999819	0.000183	0.000023	0.000023	0.000153	0.999847	0.000151
28	0.000046	0.000046	0.000339	0.999661	0.000339	0.000023	0.000022	0.000143	0.999857	0.000148	0.000024	0.000024	0.000144	0.999856	0.000142
29	0.000046	0.000045	0.000311	0.999689	0.000311	0.000022	0.000022	0.000185	0.999815	0.000187	0.000023	0.000024	0.000162	0.999838	0.000165
30	0.000044	0.000044	0.000531	0.999469	0.000532	0.000022	0.000022	0.000328	0.999672	0.000323	0.000021	0.000021	0.000315	0.999685	0.000307

parametrelerine ilişkin standart hata değerleri artmıştır. Bu bulgu Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

Farklı madde bloklarında fazla belirleme durumunun incelendiği koşulların tümünde standart hata değerlerinin tümü 0.01'den küçüktür. Bu da kestirimlerin hatasızlığının bir göstergesidir (Rupp ve diğerleri, 2010). Bu maddeler için model-veri uyumu sağlanmamaktadır (Rupp ve Templin, 2008a). Parametre kestirimleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir (Baker, 1993; De la Torre ve Douglas, 2004; Im ve Corter, 2011; Kunina-Habernicht ve diğerleri, 2012; MacDonald, 2013; Rupp ve Templin, 2008a).

Q11 ve Q15 matrisleri karşılaştırıldığında, aynı maddelerde bir becerinin lmlenme durumunda Q11 matrisinde seçkisiz olarak bir eksik belirleme, Q15 matrisinde ise bir fazla belirleme yapılmıştır. Q11 matrisinde kaydırma parametrelerindeki artış, Q15 matrisindeki tahmin parametrelerindeki artıştan oldukça fazladır. Bu bulgu dengeli hatalı belirleme yapılan durumlardaki bulgular ile Q12-Q14 matrisleri karşılaştırıldığında elde edilen bulguları desteklemektedir.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q15 matrisi ile yapılan analizlerde, lme aracıyla llen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q15 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları izelge 36'da sunulmuştur.

Çizelge 36, izelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q14 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir. Sınıflamalar, hatasız Q matrisi ile yapılan sınıflamalara uyumludur. Bu bulgu Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

Çizelge 36

Hatalı Q15 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.055988	0.001639	0.051987	0.001571	0.064001	0.001162
1000	0.075951	0.001851	0.048017	0.001261	0.042010	0.000930
0100	0.051975	0.001542	0.079962	0.001944	0.055994	0.001072
0010	0.072009	0.001689	0.075996	0.001514	0.064973	0.001444
0001	0.055967	0.001458	0.059992	0.001354	0.062020	0.001116
1100	0.064032	0.001600	0.064114	0.007057	0.058985	0.001185
1010	0.092005	0.002449	0.059988	0.001067	0.067992	0.001118
1001	0.071974	0.001845	0.057999	0.001176	0.058028	0.001262
0110	0.048024	0.001382	0.055984	0.001343	0.038001	0.000960
0101	0.051965	0.001481	0.077995	0.001607	0.075974	0.001517
0011	0.063957	0.001647	0.065971	0.001418	0.073008	0.001302
1110	0.063973	0.001591	0.072003	0.001253	0.067008	0.001253
1101	0.059987	0.001556	0.049984	0.001075	0.069982	0.001404
1011	0.044067	0.001544	0.071993	0.001179	0.076995	0.001507
0111	0.052052	0.001413	0.046014	0.001387	0.063002	0.001381
1111	0.076074	0.002846	0.062000	0.001066	0.062027	0.002851
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Q Matrisinde Hatalı Bağımlılık İlişkisi Belirlenmesi Durumuna İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında ele alınan dördüncü araştırma sorusu “*Matriste yer alan beceriler arasında hatalı bağımlılık ilişkisi tanımlandığı durumlarda (baskılama ilişkisi ve bağlayıcı ilişki), parametre kestirimleri ve sınıflama tutarlılıkları nasıldır?*” biçimindedir. Bu soruya yanıt verebilmek için 250, 500 ve 1000 kişilik simülatif olarak üretilen 100'er veri seti için her bir koşula ilişkin madde parametreleri ve bunların standart hataları hesaplanmış ve ortalamaları alınmıştır.

Q Matrisinde Baskılama İlişkisi Belirlenmesi Durumuna İlişkin Bulgular

Q matrisinde yer alan, birinci becerinin ölçüldüğü maddelerde ikinci beceri ölçülüyorsa, ikinci becerinin çıkarıldığı (baskılama ilişkisi) durumda (Q16 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 37’de sunulmuştur.

Çizelge 37

Hatalı Q16 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.000089	0.000091	0.000070	0.999930	0.000072	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000041	0.000040	0.000040	0.000039	0.999961	0.000041
2	0.000074	0.000075	0.000086	0.999914	0.000085	0.000042	0.000042	0.000040	0.999960	0.000038	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000042
3	0.000082	0.000082	0.000076	0.999924	0.000076	0.000041	0.000041	0.000038	0.999962	0.000039	0.000042	0.000042	0.000038	0.999962	0.000037
4	0.000076	0.000075	0.000084	0.999916	0.000083	0.000039	0.000040	0.000041	0.999959	0.000043	0.000044	0.000044	0.000037	0.999963	0.000036
5	0.000090	0.000089	0.518203	0.481797	0.004283	0.000038	0.000038	0.489715	0.510285	0.003199	0.000040	0.000041	0.487095	0.512905	0.003057
6	0.000055	0.000056	0.000144	0.999856	0.000141	0.000027	0.000027	0.000074	0.999926	0.000076	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000072
7	0.000054	0.000054	0.000162	0.999838	0.000161	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000082	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075
8	0.000052	0.000051	0.000163	0.999837	0.000165	0.000026	0.000026	0.000087	0.999913	0.000088	0.000026	0.000025	0.000088	0.999912	0.000089
9	0.000052	0.000054	0.000170	0.999830	0.000172	0.000026	0.000026	0.000084	0.999916	0.000083	0.000027	0.000026	0.000074	0.999926	0.000075
10	0.000052	0.000051	0.000166	0.999834	0.000167	0.000026	0.000025	0.000080	0.999920	0.000080	0.000027	0.000028	0.000073	0.999927	0.000074
11	0.000055	0.000055	0.492690	0.507310	0.006018	0.000027	0.000027	0.496272	0.503728	0.004261	0.000028	0.000028	0.529217	0.470783	0.004310
12	0.000053	0.000053	0.460552	0.539448	0.006261	0.000026	0.000027	0.537167	0.462833	0.004546	0.000027	0.000028	0.505636	0.494364	0.004287
13	0.000045	0.000046	0.000342	0.999658	0.000342	0.000023	0.000023	0.000149	0.999851	0.000149	0.000023	0.000024	0.000145	0.999855	0.000143
14	0.000045	0.000045	0.000311	0.999689	0.000312	0.000022	0.000022	0.000181	0.999819	0.000182	0.000023	0.000023	0.000162	0.999838	0.000162
15	0.000045	0.000046	0.366417	0.633583	0.008811	0.000023	0.000023	0.537232	0.462768	0.005968	0.000023	0.000022	0.554101	0.445899	0.005910
16	0.000088	0.000088	0.000071	0.999929	0.000071	0.000039	0.000039	0.000043	0.999957	0.000043	0.000040	0.000040	0.000042	0.999958	0.000042
17	0.000073	0.000074	0.000088	0.999912	0.000089	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000041	0.000039	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040
18	0.000080	0.000081	0.000077	0.999923	0.000079	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000041	0.000041	0.000041	0.000038	0.999962	0.000038
19	0.000076	0.000077	0.000084	0.999916	0.000086	0.000039	0.000038	0.000041	0.999959	0.000041	0.000042	0.000042	0.000037	0.999963	0.000036
20	0.000055	0.000054	0.000152	0.999848	0.000158	0.000027	0.000027	0.000079	0.999921	0.000079	0.000027	0.000027	0.000080	0.999920	0.000081
21	0.000055	0.000055	0.000145	0.999855	0.000145	0.000027	0.000027	0.000074	0.999926	0.000076	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000073
22	0.000053	0.000053	0.000157	0.999843	0.000156	0.000027	0.000026	0.000085	0.999915	0.000084	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000074
23	0.000053	0.000053	0.000168	0.999832	0.000169	0.000026	0.000026	0.000086	0.999914	0.000090	0.000025	0.000025	0.000088	0.999912	0.000089
24	0.000053	0.000053	0.000164	0.999836	0.000163	0.000026	0.000027	0.000085	0.999915	0.000085	0.000027	0.000028	0.000074	0.999926	0.000074
25	0.000052	0.000051	0.000163	0.999837	0.000160	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000082	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000074
26	0.000047	0.000047	0.000282	0.999718	0.000279	0.000023	0.000022	0.000147	0.999853	0.000147	0.000023	0.000023	0.000155	0.999845	0.000154
27	0.000048	0.000049	0.000300	0.999700	0.000302	0.000023	0.000023	0.000183	0.999817	0.000189	0.000023	0.000023	0.000150	0.999850	0.000145
28	0.000046	0.000048	0.000337	0.999663	0.000334	0.000023	0.000023	0.000147	0.999853	0.000149	0.000024	0.000024	0.000143	0.999857	0.000140
29	0.000045	0.000045	0.000305	0.999695	0.000304	0.000023	0.000023	0.000189	0.999811	0.000187	0.000023	0.000024	0.000162	0.999838	0.000159
30	0.000042	0.000041	0.000526	0.999474	0.000529	0.000021	0.000021	0.000327	0.999673	0.000322	0.000022	0.000022	0.000324	0.999676	0.000325

Q16 matrisi (Ö1eksi2Q); 5, 11, 12 ve 15 numaralı maddelerde ikinci becerinin ölçülme durumuna ilişkin eksik belirleme yapılarak (hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 1'ler 0'lar ile değiştirilerek) oluşturulmuştur (Ek II.XVI'da sunulmuştur).

Çizelge 37 incelendiğinde, ikinci becerinin ölçülme durumunda eksik belirleme yapıldığında maddelerin kaydırma parametresinin ve buna ilişkin standart hatanın yükseldiği görülmektedir.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q16 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q16 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 38'de sunulmuştur.

Çizelge 38

Hatalı Q16 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056027	0.001592	0.052012	0.001915	0.063962	0.001452
1000	0.076032	0.001851	0.048045	0.002310	0.042010	0.000985
0100	0.052009	0.001716	0.079945	0.001912	0.056027	0.001079
0010	0.071997	0.001838	0.075964	0.001310	0.064967	0.001378
0001	0.055971	0.001581	0.060026	0.001585	0.061974	0.001324
1100	0.063993	0.001607	0.063976	0.001361	0.059031	0.001145
1010	0.091949	0.002241	0.059976	0.001080	0.067968	0.001332
1001	0.072068	0.003339	0.058002	0.001605	0.058028	0.001162
0110	0.048061	0.001452	0.056048	0.001808	0.037980	0.001065
0101	0.051987	0.001485	0.077998	0.001278	0.075989	0.001430
0011	0.063974	0.001629	0.066041	0.002125	0.073000	0.001240
1110	0.063956	0.001733	0.072003	0.001263	0.067062	0.003792
1101	0.059967	0.001575	0.050000	0.001313	0.069988	0.001396
1011	0.044072	0.004171	0.071940	0.002521	0.077009	0.001382
0111	0.051996	0.001458	0.046001	0.001002	0.062994	0.001367
1111	0.075941	0.001913	0.062025	0.001347	0.062011	0.001260
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Çizelge 36, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q16 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir. Sınıflama oranları, hatasız Q matrisi ile yapılan sınıflama oranları ile uyumludur. Kunina-Habenicht ve diğerleri (2012) 3 ve 5 becerinin 25 ve 50 madde ile ölçüldüğü durumlar için Q matrisinde etkileşim etkilerinin yanlış tanımlanmasının, sınıflandırma oranları üzerinde güçlü bir etkisi olmadığını

raporlamıştır. Ancak Rupp ve Templin (2008a)'ın çalışmalarında, ilk 15 maddede 3 ve dördüncü beceriler için benzer bir hatalı tanımlama (üçüncü becerinin ölçüldüğü maddelerden dördüncü beceri çıkarıldığında) yapılan koşulda, yalnızca üçüncü beceriye sahip olan (0010 örtük sınıfında yer alan) bireylerin çoğu yanlış sınıflanmıştır. Benzer bir biçimde, Im ve Corter (2011)'ın 7 becerinin 20 madde ile ölçüldüğü durum için yaptıkları belirlemeler sonucunda da, üstküme/altküme ilişkileri olan beceriler arası sıralama bağıntılarının hatalı belirlenmesi parametre değerlerini etkilediği raporlanmıştır. Bu çalışmada sınıflamaların hatasız Q matrisinde olduğundan farklılaşmaması, madde sayısının fazlalığı ve hatalı tanımlama yapılan niteliğin ölçüldüğü eş maddeler olması ile açıklanabilir.

Q matrisinde yer alan, ikinci becerinin ölçüldüğü maddelerde ilk beceri ölçülüyorsa, ilk becerinin çıkarıldığı (baskılama ilişkisi) durumda (Q17 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 39'da sunulmuştur.

Q17 matrisi (Ö2eksi1Q); 5, 11, 12 ve 15 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna ilişkin eksik belirleme yapılarak (hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 1'ler 0'lar ile değiştirilerek) belirleme yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.XVII'de sunulmuştur).

Çizelge 39 incelendiğinde, birinci becerinin ölçülme durumunda eksik belirleme yapıldığında maddelerin kaydırma parametresinin ve buna ilişkin standart hatanın yükseldiği görülmektedir.

Q matrisinde baskılama ilişkisi durumuna ilişkin hatalı belirleme yapılan koşullarda standart hata değerlerinin tümü 0.01'den küçüktür. Bu da kestirimlerin hatasızlığının bir göstergesidir (Rupp ve diğerleri, 2010). Bu maddeler için model-veri uyumu sağlanmamaktadır (Rupp ve Templin, 2008a). Parametre kestirimleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir (Baker, 1993; De la Torre ve Douglas, 2004; Im ve Corter, 2011; Kunina-Habenicht ve diğerleri, 2012; MacDonald, 2013; Rupp ve Templin, 2008a).

Çizelge 37 ve Çizelge 39 birlikte incelendiğinde, her iki durumda da (Q16 ve Q17 matrisleri) aynı maddelerde bir becerinin ölçülme durumunda eksik belirleme yapıldığından kaydırma parametreleri yükselmiştir.

Çizelge 39

Hatalı Q17 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.000089	0.000088	0.000073	0.999927	0.000072	0.000038	0.000039	0.000043	0.999957	0.000043	0.000040	0.000039	0.000040	0.999960	0.000041
2	0.000075	0.000077	0.000086	0.999914	0.000086	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000039	0.000039	0.000039	0.000040	0.999960	0.000039
3	0.000080	0.000078	0.000079	0.999921	0.000079	0.000041	0.000041	0.000040	0.999960	0.000040	0.000041	0.000042	0.000038	0.999962	0.000038
4	0.000078	0.000077	0.000084	0.999916	0.000084	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040	0.000043	0.000043	0.000038	0.999962	0.000037
5	0.000075	0.000077	0.435903	0.564097	0.004583	0.000039	0.000040	0.511809	0.488191	0.003243	0.000040	0.000041	0.474615	0.525385	0.003209
6	0.000056	0.000054	0.000145	0.999855	0.000149	0.000027	0.000027	0.000077	0.999923	0.000077	0.000028	0.000029	0.000073	0.999927	0.000072
7	0.000054	0.000054	0.000159	0.999841	0.000157	0.000027	0.000027	0.000082	0.999918	0.000082	0.000028	0.000028	0.000076	0.999924	0.000075
8	0.000053	0.000054	0.000166	0.999834	0.000170	0.000026	0.000026	0.000087	0.999913	0.000089	0.000026	0.000026	0.000089	0.999911	0.000091
9	0.000053	0.000053	0.000167	0.999833	0.000166	0.000026	0.000027	0.000085	0.999915	0.000086	0.000028	0.000028	0.000075	0.999925	0.000075
10	0.000052	0.000052	0.000169	0.999831	0.000169	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000082	0.000027	0.000028	0.000071	0.999929	0.000073
11	0.000052	0.000050	0.416937	0.583063	0.006346	0.000025	0.000026	0.432254	0.567746	0.004554	0.000025	0.000025	0.439200	0.560800	0.004627
12	0.000052	0.000051	0.433405	0.566595	0.006416	0.000026	0.000026	0.525437	0.474563	0.004586	0.000027	0.000028	0.512949	0.487051	0.004250
13	0.000047	0.000047	0.000329	0.999671	0.000328	0.000023	0.000024	0.000150	0.999850	0.000153	0.000023	0.000024	0.000143	0.999857	0.000137
14	0.000044	0.000044	0.000307	0.999693	0.000318	0.000023	0.000023	0.000190	0.999810	0.000189	0.000023	0.000023	0.000158	0.999842	0.000160
15	0.000047	0.000046	0.406147	0.593853	0.008643	0.000022	0.000023	0.426169	0.573831	0.006738	0.000022	0.000023	0.503875	0.496125	0.006294
16	0.000090	0.000091	0.000072	0.999928	0.000071	0.000038	0.000038	0.000041	0.999959	0.000041	0.000040	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040
17	0.000075	0.000073	0.000086	0.999914	0.000085	0.000040	0.000039	0.000039	0.999961	0.000039	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000041
18	0.000081	0.000081	0.000080	0.999920	0.000080	0.000042	0.000042	0.000039	0.999961	0.000040	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000038
19	0.000073	0.000072	0.000084	0.999916	0.000085	0.000040	0.000039	0.000041	0.999959	0.000042	0.000043	0.000044	0.000037	0.999963	0.000038
20	0.000054	0.000055	0.000155	0.999845	0.000154	0.000026	0.000027	0.000081	0.999919	0.000082	0.000028	0.000028	0.000080	0.999920	0.000079
21	0.000055	0.000056	0.000150	0.999850	0.000146	0.000027	0.000027	0.000076	0.999924	0.000077	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000072
22	0.000054	0.000054	0.000156	0.999844	0.000155	0.000026	0.000026	0.000083	0.999917	0.000085	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075
23	0.000052	0.000052	0.000165	0.999835	0.000168	0.000026	0.000026	0.000086	0.999914	0.000088	0.000026	0.000026	0.000089	0.999911	0.000091
24	0.000052	0.000051	0.000166	0.999834	0.000167	0.000026	0.000026	0.000084	0.999916	0.000084	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000072
25	0.000050	0.000051	0.000166	0.999834	0.000169	0.000026	0.000026	0.000080	0.999920	0.000080	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000073
26	0.000046	0.000046	0.000287	0.999713	0.000286	0.000023	0.000022	0.000148	0.999852	0.000148	0.000024	0.000024	0.000158	0.999842	0.000154
27	0.000047	0.000049	0.000293	0.999707	0.000289	0.000023	0.000022	0.000181	0.999819	0.000181	0.000023	0.000022	0.000154	0.999846	0.000153
28	0.000047	0.000047	0.000340	0.999660	0.000331	0.000023	0.000023	0.000154	0.999846	0.000153	0.000023	0.000023	0.000144	0.999856	0.000143
29	0.000044	0.000045	0.000311	0.999689	0.000309	0.000022	0.000023	0.000187	0.999813	0.000185	0.000022	0.000023	0.000159	0.999841	0.000161
30	0.000044	0.000043	0.000523	0.999477	0.000512	0.000021	0.000021	0.000328	0.999672	0.000333	0.000022	0.000021	0.000320	0.999680	0.000314

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q17 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q17 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 40'da sunulmuştur.

Çizelge 40

Hatalı Q17 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.055969	0.001819	0.052173	0.005359	0.063993	0.001423
1000	0.075988	0.001862	0.048010	0.001265	0.042023	0.001080
0100	0.052003	0.001558	0.079871	0.003499	0.055988	0.001227
0010	0.071984	0.001705	0.075989	0.001960	0.065003	0.001188
0001	0.055935	0.001826	0.060055	0.002333	0.062021	0.001154
1100	0.064011	0.001718	0.063973	0.001415	0.058957	0.001472
1010	0.091975	0.001909	0.060006	0.001164	0.068005	0.001387
1001	0.071968	0.001933	0.057960	0.001137	0.058004	0.001209
0110	0.048008	0.001522	0.055979	0.001826	0.038018	0.001091
0101	0.052014	0.001675	0.077906	0.002903	0.075953	0.001554
0011	0.064066	0.003479	0.065975	0.001371	0.072995	0.001516
1110	0.063954	0.001543	0.071968	0.001320	0.066994	0.001428
1101	0.060017	0.001715	0.049978	0.001172	0.069992	0.001291
1011	0.044066	0.005752	0.071989	0.001430	0.077050	0.004869
0111	0.052042	0.001460	0.046160	0.010644	0.062997	0.001149
1111	0.075999	0.001903	0.062008	0.001108	0.062005	0.001394
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Çizelge 40, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q17 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Q16 matrisinde yapılan açıklamalara benzer olarak, Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarında, ilk 15 maddede üç ve dördüncü beceriler için benzer bir hatalı tanımlama (dördüncü niteliğin ölçüldüğü maddelerden üçüncü beceri çıkarıldığında) yapılan koşulda, yalnızca dördüncü niteliğe sahip olan (0001 örtük sınıfında yer alan) bireylerin çoğu yanlış sınıflanmıştır. Bu çalışmada sınıflamaların hatasız Q matrisinde olduğundan farklılaşmaması, madde sayısının fazlalığı ve hatalı tanımlama yapılan niteliğin ölçüldüğü eş maddeler olması ile açıklanabilir.

Q Matrisinde Bağlayıcı İlişki Belirlenmesi Durumuna İlişkin Bulgular

Q matrisinde yer alan, birinci becerinin ölçüldüğü maddelerde ikinci beceri ölçülüyorsa, ikinci becerinin eklendiği (bağlayıcı ilişki) durumda (Q18 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 41’de sunulmuştur.

Q18 matrisi (Ö1artı2Q); 1, 6, 7 ve 13 numaralı maddelerde ikinci becerinin ölçülme durumuna ilişkin fazla belirleme yapılarak (hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0’lar 1’ler ile değiştirilerek) yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.XVIII’de sunulmuştur).

Çizelge 41 incelendiğinde, ikinci becerinin ölçülme durumunda fazla belirleme yapıldığında maddelerin tahmin parametresinin ve buna ilişkin standart hatanın yükseldiği görülmektedir.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100’er farklı veri seti için, hatalı Q18 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q18 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 42’de sunulmuştur.

Çizelge 42, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q18 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002’lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Ancak Rupp ve Templin (2008a)’in çalışmalarında, ilk 15 maddede üç ve dördüncü beceriler için benzer bir hatalı tanımlama (üçüncü niteliğin ölçüldüğü maddelere dördüncü niteliğin ölçülme durumu eklendiğinde) yapılan koşulda, bireylerin üçüncü niteliğe sahip olup dördüncü niteliğe sahip olmadığı durumu içeren tüm sınıflarda (xx10 örtük sınıfları; 0010, 1010, 0110, 1110) yer alan bireylerin tümü yanlış sınıflanmıştır. Bu çalışmada sınıflamaların hatasız Q matrisinde olduğundan farklılaşmaması, madde sayısının fazlalığı ve hatalı tanımlama yapılan niteliğin ölçüldüğü eş maddeler olması ile açıklanabilir.

Çizelge 41

Hatalı Q18 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.385937	0.003598	0.000152	0.999848	0.000149	0.316518	0.002391	0.000080	0.999920	0.000079	0.330107	0.002479	0.000077	0.999923	0.000077
2	0.000077	0.000077	0.000085	0.999915	0.000088	0.000041	0.000043	0.000038	0.999962	0.000038	0.000040	0.000039	0.000040	0.999960	0.000039
3	0.000082	0.000083	0.000080	0.999920	0.000081	0.000041	0.000041	0.000040	0.999960	0.000039	0.000042	0.000042	0.000040	0.999960	0.000039
4	0.000074	0.000074	0.000084	0.999916	0.000087	0.000040	0.000039	0.000041	0.999959	0.000040	0.000043	0.000042	0.000037	0.999963	0.000038
5	0.000054	0.000053	0.000153	0.999847	0.000149	0.000026	0.000026	0.000079	0.999921	0.000080	0.000026	0.000026	0.000079	0.999921	0.000077
6	0.158154	0.002516	0.000293	0.999707	0.000290	0.152388	0.001733	0.000150	0.999850	0.000149	0.166479	0.001803	0.000153	0.999847	0.000151
7	0.134179	0.002304	0.000293	0.999707	0.000291	0.146361	0.001678	0.000186	0.999814	0.000186	0.155542	0.001738	0.000154	0.999846	0.000155
8	0.000053	0.000054	0.000164	0.999836	0.000164	0.000026	0.000026	0.000083	0.999917	0.000084	0.000026	0.000026	0.000090	0.999910	0.000090
9	0.000052	0.000051	0.000167	0.999833	0.000168	0.000026	0.000027	0.000084	0.999916	0.000083	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000074
10	0.000052	0.000051	0.000172	0.999828	0.000172	0.000027	0.000027	0.000082	0.999918	0.000084	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075
11	0.000045	0.000047	0.000285	0.999715	0.000286	0.000023	0.000023	0.000148	0.999852	0.000148	0.000023	0.000023	0.000156	0.999844	0.000157
12	0.000046	0.000046	0.000291	0.999709	0.000294	0.000022	0.000022	0.000178	0.999822	0.000179	0.000023	0.000022	0.000151	0.999849	0.000150
13	0.047700	0.001394	0.000527	0.999473	0.000525	0.076771	0.001209	0.000329	0.999671	0.000327	0.082109	0.001261	0.000321	0.999679	0.000325
14	0.000045	0.000044	0.000317	0.999683	0.000310	0.000022	0.000022	0.000184	0.999816	0.000184	0.000022	0.000022	0.000160	0.999840	0.000156
15	0.000044	0.000043	0.000521	0.999479	0.000507	0.000021	0.000022	0.000320	0.999680	0.000307	0.000021	0.000021	0.000329	0.999671	0.000324
16	0.000102	0.000100	0.000086	0.999914	0.000086	0.000043	0.000043	0.000045	0.999955	0.000045	0.000045	0.000044	0.000044	0.999956	0.000044
17	0.000077	0.000076	0.000087	0.999913	0.000088	0.000041	0.000040	0.000039	0.999961	0.000039	0.000039	0.000039	0.000040	0.999960	0.000040
18	0.000083	0.000084	0.000080	0.999920	0.000080	0.000040	0.000041	0.000041	0.999959	0.000040	0.000042	0.000041	0.000039	0.999961	0.000039
19	0.000077	0.000077	0.000085	0.999915	0.000083	0.000041	0.000039	0.000041	0.999959	0.000041	0.000044	0.000045	0.000037	0.999963	0.000038
20	0.000055	0.000056	0.000149	0.999851	0.000149	0.000026	0.000026	0.000081	0.999919	0.000082	0.000027	0.000027	0.000076	0.999924	0.000078
21	0.000054	0.000055	0.000146	0.999854	0.000148	0.000027	0.000028	0.000075	0.999925	0.000076	0.000028	0.000027	0.000074	0.999926	0.000074
22	0.000053	0.000051	0.000159	0.999841	0.000156	0.000027	0.000027	0.000082	0.999918	0.000079	0.000027	0.000027	0.000075	0.999925	0.000075
23	0.000053	0.000053	0.000166	0.999834	0.000168	0.000027	0.000026	0.000085	0.999915	0.000086	0.000026	0.000027	0.000085	0.999915	0.000087
24	0.000052	0.000053	0.000163	0.999837	0.000166	0.000027	0.000026	0.000085	0.999915	0.000085	0.000028	0.000028	0.000076	0.999924	0.000075
25	0.000053	0.000052	0.000166	0.999834	0.000165	0.000026	0.000025	0.000082	0.999918	0.000082	0.000028	0.000028	0.000074	0.999926	0.000075
26	0.000045	0.000045	0.000274	0.999726	0.000266	0.000023	0.000023	0.000148	0.999852	0.000149	0.000023	0.000023	0.000155	0.999845	0.000156
27	0.000047	0.000047	0.000294	0.999706	0.000288	0.000022	0.000022	0.000179	0.999821	0.000185	0.000023	0.000024	0.000152	0.999848	0.000152
28	0.000046	0.000046	0.000339	0.999661	0.000345	0.000023	0.000023	0.000156	0.999844	0.000156	0.000023	0.000023	0.000141	0.999859	0.000139
29	0.000045	0.000044	0.000316	0.999684	0.000320	0.000022	0.000022	0.000182	0.999818	0.000185	0.000023	0.000023	0.000156	0.999844	0.000158
30	0.000042	0.000042	0.000543	0.999457	0.000564	0.000022	0.000022	0.000327	0.999673	0.000334	0.000022	0.000021	0.000325	0.999675	0.000326

Çizelge 42

Hatalı Q18 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.056049	0.004075	0.051988	0.001028	0.064039	0.002863
1000	0.075901	0.002968	0.048015	0.001002	0.041944	0.001405
0100	0.052000	0.001589	0.079972	0.001796	0.055999	0.001346
0010	0.071972	0.001955	0.075966	0.001243	0.064980	0.001364
0001	0.056025	0.001735	0.059990	0.001197	0.061963	0.001413
1100	0.064201	0.006639	0.064032	0.001711	0.059017	0.001651
1010	0.091877	0.003262	0.059997	0.001162	0.067970	0.001452
1001	0.071944	0.002587	0.057989	0.001160	0.057974	0.001406
0110	0.047995	0.001464	0.055993	0.001245	0.038019	0.000868
0101	0.051970	0.001522	0.078016	0.001234	0.076022	0.001584
0011	0.063999	0.001793	0.065984	0.001277	0.072983	0.001696
1110	0.063998	0.001630	0.072022	0.001248	0.067011	0.001139
1101	0.060042	0.003327	0.049998	0.001099	0.070008	0.001494
1011	0.043990	0.001603	0.071972	0.001417	0.076965	0.002041
0111	0.052064	0.001404	0.046002	0.001013	0.062999	0.001299
1111	0.075973	0.001785	0.062065	0.002916	0.062108	0.009790
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Q matrisinde yer alan, ikinci becerinin ölçüldüğü maddelerde ilk beceri ölçülmiyorsa, ilk becerinin eklendiği (bağlayıcı ilişki) durumda (*Q19* matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 43’de sunulmuştur.

Q19 matrisi (Ö2artı1*Q*); 2, 8, 9 ve 14 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna ilişkin fazla belirleme yapılarak (hatasız *Q* matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0’lar 1’ler ile değiştirilerek) belirleme yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.XIX’da sunulmuştur).

Çizelge 43 incelendiğinde, ilk becerinin ölçülme durumunda fazla belirleme yapıldığında maddelerin tahmin parametresinin ve buna ilişkin standart hatanın yükseldiği görülmektedir.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız *Q* matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100’er farklı veri seti için, hatalı *Q19* matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı *Q19* matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 44’de sunulmuştur.

Çizelge 43

Hatalı Q19 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.000092	0.000091	0.000071	0.999929	0.000071	0.000039	0.000038	0.000041	0.999959	0.000041	0.000040	0.000041	0.000040	0.999960	0.000041
2	0.277172	0.003250	0.000154	0.999846	0.000158	0.345824	0.002488	0.000081	0.999919	0.000080	0.313997	0.002442	0.000077	0.999923	0.000075
3	0.000080	0.000081	0.000078	0.999922	0.000078	0.000041	0.000041	0.000040	0.999960	0.000041	0.000041	0.000040	0.000038	0.999962	0.000037
4	0.000079	0.000081	0.000084	0.999916	0.000086	0.000039	0.000039	0.000040	0.999960	0.000039	0.000043	0.000045	0.000037	0.999963	0.000037
5	0.000053	0.000053	0.000154	0.999846	0.000157	0.000026	0.000026	0.000080	0.999920	0.000080	0.000027	0.000027	0.000078	0.999922	0.000078
6	0.000054	0.000053	0.000144	0.999856	0.000142	0.000027	0.000028	0.000074	0.999926	0.000072	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000070
7	0.000052	0.000051	0.000156	0.999844	0.000156	0.000027	0.000027	0.000084	0.999916	0.000084	0.000027	0.000027	0.000073	0.999927	0.000072
8	0.116349	0.002203	0.000283	0.999717	0.000288	0.117822	0.001543	0.000147	0.999853	0.000145	0.115949	0.001540	0.000155	0.999845	0.000161
9	0.120377	0.002237	0.000292	0.999708	0.000299	0.139689	0.001651	0.000179	0.999821	0.000185	0.160170	0.001741	0.000156	0.999844	0.000154
10	0.000052	0.000052	0.000171	0.999829	0.000173	0.000027	0.000027	0.000080	0.999920	0.000083	0.000028	0.000028	0.000073	0.999927	0.000076
11	0.000047	0.000046	0.000282	0.999718	0.000281	0.000024	0.000024	0.000152	0.999848	0.000152	0.000023	0.000022	0.000154	0.999846	0.000153
12	0.000046	0.000045	0.000290	0.999710	0.000286	0.000023	0.000022	0.000177	0.999823	0.000176	0.000023	0.000023	0.000151	0.999849	0.000148
13	0.000045	0.000045	0.000328	0.999672	0.000330	0.000024	0.000024	0.000149	0.999851	0.000147	0.000023	0.000023	0.000145	0.999855	0.000146
14	0.056355	0.001571	0.000535	0.999465	0.000541	0.049068	0.001001	0.000322	0.999678	0.000326	0.067185	0.001125	0.000327	0.999673	0.000322
15	0.000042	0.000042	0.000518	0.999482	0.000519	0.000021	0.000021	0.000320	0.999680	0.000328	0.000021	0.000021	0.000323	0.999677	0.000321
16	0.000090	0.000091	0.000074	0.999926	0.000075	0.000038	0.000037	0.000041	0.999959	0.000041	0.000041	0.000041	0.000040	0.999960	0.000041
17	0.000086	0.000085	0.000098	0.999902	0.000098	0.000047	0.000046	0.000047	0.999953	0.000046	0.000044	0.000043	0.000046	0.999954	0.000046
18	0.000084	0.000085	0.000079	0.999921	0.000081	0.000041	0.000042	0.000040	0.999960	0.000039	0.000040	0.000040	0.000039	0.999961	0.000040
19	0.000076	0.000075	0.000082	0.999918	0.000083	0.000040	0.000039	0.000040	0.999960	0.000040	0.000044	0.000043	0.000038	0.999962	0.000037
20	0.000056	0.000055	0.000151	0.999849	0.000151	0.000027	0.000026	0.000081	0.999919	0.000080	0.000027	0.000027	0.000080	0.999920	0.000081
21	0.000055	0.000055	0.000143	0.999857	0.000144	0.000027	0.000027	0.000077	0.999923	0.000076	0.000028	0.000028	0.000074	0.999926	0.000072
22	0.000053	0.000055	0.000159	0.999841	0.000160	0.000027	0.000027	0.000084	0.999916	0.000084	0.000027	0.000027	0.000074	0.999926	0.000073
23	0.000053	0.000053	0.000167	0.999833	0.000163	0.000025	0.000026	0.000083	0.999917	0.000083	0.000027	0.000026	0.000087	0.999913	0.000088
24	0.000052	0.000053	0.000164	0.999836	0.000163	0.000026	0.000026	0.000086	0.999914	0.000086	0.000028	0.000029	0.000073	0.999927	0.000073
25	0.000051	0.000052	0.000169	0.999831	0.000167	0.000026	0.000026	0.000081	0.999919	0.000080	0.000028	0.000027	0.000072	0.999928	0.000071
26	0.000047	0.000046	0.000285	0.999715	0.000289	0.000023	0.000023	0.000147	0.999853	0.000148	0.000023	0.000023	0.000153	0.999847	0.000153
27	0.000047	0.000047	0.000294	0.999706	0.000290	0.000022	0.000023	0.000174	0.999826	0.000178	0.000023	0.000023	0.000153	0.999847	0.000152
28	0.000046	0.000046	0.000330	0.999670	0.000335	0.000023	0.000024	0.000149	0.999851	0.000151	0.000024	0.000023	0.000144	0.999856	0.000145
29	0.000046	0.000046	0.000304	0.999696	0.000300	0.000022	0.000022	0.000182	0.999818	0.000183	0.000023	0.000024	0.000164	0.999836	0.000164
30	0.000043	0.000043	0.000513	0.999487	0.000505	0.000022	0.000021	0.000313	0.999687	0.000310	0.000021	0.000021	0.000325	0.999675	0.000329

Çizelge 44

Hatalı Q19 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.055996	0.001892	0.052099	0.004130	0.064027	0.003057
1000	0.075974	0.001838	0.047993	0.001044	0.041990	0.001041
0100	0.052013	0.001556	0.079890	0.002559	0.055972	0.001554
0010	0.071993	0.001957	0.075983	0.001812	0.064986	0.001382
0001	0.055986	0.001607	0.059999	0.001335	0.061992	0.001262
1100	0.064011	0.001604	0.063971	0.001399	0.058994	0.001327
1010	0.091998	0.002014	0.059999	0.001278	0.067976	0.001602
1001	0.071977	0.001662	0.057994	0.001208	0.057986	0.001259
0110	0.048058	0.002116	0.055982	0.001841	0.038004	0.001196
0101	0.051978	0.001524	0.077977	0.001736	0.075956	0.001733
0011	0.063974	0.001782	0.065988	0.001539	0.072968	0.001512
1110	0.063982	0.001612	0.072012	0.001404	0.067073	0.004631
1101	0.059977	0.001516	0.049997	0.001040	0.070013	0.001341
1011	0.043969	0.001690	0.072004	0.001658	0.077000	0.001537
0111	0.052032	0.001739	0.045972	0.001362	0.062999	0.001142
1111	0.076081	0.005836	0.062142	0.009245	0.062065	0.003341
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Çizelge 44, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q19 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Q18 matrisi için yapılan açıklamaya benzer olarak, Rupp ve Templin (2008a)'in çalışmalarında, ilk 15 maddede üç ve dördüncü beceriler için benzer bir hatalı tanımlama (dördüncü niteliğin ölçüldüğü maddelere üçüncü niteliğin ölçülme durumu eklendiğinde) yapılan koşulda, bireylerin dördüncü niteliğe sahip olup üçüncü niteliğe sahip olmadığı durumu içeren sınıfların çoğunda (xx01 örtük sınıflarından 0001, 1001, 0101) ve 1100 örtük sınıfında yer alan bireylerin tümü yanlış sınıflanmıştır. Bu çalışmada sınıflamaların hatasız Q matrisinde olduğundan farklılaşmaması, madde sayısının fazlalığı ve hatalı tanımlama yapılan niteliğin ölçüldüğü eş maddeler olması ile açıklanabilir.

Q matrisinde yer alan, birinci ya da ikinci becerinin ölçüldüğü maddelerde, ikinci ya da birinci beceri ölçülüyorsa, bu becerilerin de eklendiği (çift yönlü bağlayıcı ilişki) durumda (Q20 matrisi) kestirilen parametrelerin ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 45'de sunulmuştur.

Q20 matrisi (Ö12artıQ); 2, 8, 9 ve 14 numaralı maddelerde birinci becerinin ölçülme durumuna, 1, 6, 7 ve 13 numaralı maddelerde ikinci becerinin ölçülme

Çizelge 45

Hatalı Q20 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}	g	SH _g	s	1-s	SH _{1-s}
1	0.364759	0.000091	0.000071	0.999929	0.000071	0.316501	0.003941	0.000041	0.999959	0.000041	0.330252	0.002392	0.000074	0.999926	0.000074
2	0.277172	0.003250	0.000154	0.999846	0.000158	0.345733	0.002814	0.000167	0.999833	0.000028	0.313991	0.002369	0.000077	0.999923	0.000075
3	0.000080	0.000081	0.000078	0.999922	0.000078	0.000066	0.000382	0.000054	0.999946	0.000056	0.000042	0.000042	0.000040	0.999960	0.000040
4	0.000079	0.000081	0.000084	0.999916	0.000086	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000040	0.000044	0.000044	0.000037	0.999963	0.000037
5	0.000053	0.000053	0.000154	0.999846	0.000057	0.000039	0.000039	0.000094	0.999726	0.000063	0.000027	0.000027	0.000078	0.999922	0.000077
6	0.165274	0.000053	0.000144	0.999856	0.000142	0.152436	0.001720	0.000150	0.999850	0.000148	0.166523	0.001771	0.000152	0.999848	0.000155
7	0.143957	0.000051	0.000156	0.999844	0.000156	0.146350	0.000027	0.000082	0.999918	0.000080	0.155544	0.001736	0.000152	0.999848	0.000150
8	0.116349	0.002203	0.000283	0.999717	0.000288	0.117819	0.001535	0.000151	0.999849	0.000154	0.115952	0.001544	0.000151	0.999849	0.000149
9	0.120377	0.002237	0.000292	0.999708	0.000299	0.139578	0.001885	0.000230	0.999770	0.000145	0.160195	0.001731	0.000155	0.999845	0.000158
10	0.000052	0.000052	0.000171	0.999829	0.000073	0.000046	0.000080	0.000117	0.999883	0.000117	0.000028	0.000027	0.000071	0.999929	0.000072
11	0.000047	0.000046	0.000282	0.999718	0.000081	0.000023	0.000023	0.000152	0.999848	0.000149	0.000023	0.000023	0.000151	0.999849	0.000153
12	0.000046	0.000045	0.000290	0.999710	0.000086	0.000026	0.000026	0.000082	0.999918	0.000175	0.000023	0.000024	0.000151	0.999849	0.000150
13	0.046985	0.000045	0.000328	0.999672	0.000330	0.076825	0.001238	0.000322	0.999678	0.000315	0.082108	0.001276	0.000324	0.999676	0.000321
14	0.053178	0.001571	0.000535	0.999465	0.000541	0.049048	0.000997	0.000317	0.999683	0.000320	0.067203	0.001169	0.000318	0.999682	0.000318
15	0.000042	0.000042	0.000518	0.999482	0.000019	0.000021	0.000021	0.000315	0.999685	0.000319	0.000021	0.000021	0.000321	0.999679	0.000327
16	0.000090	0.000091	0.000074	0.999926	0.000075	0.000039	0.000039	0.000041	0.999959	0.000040	0.000047	0.000048	0.000043	0.999957	0.000043
17	0.000086	0.000085	0.000098	0.999902	0.000098	0.000006	0.000005	0.000071	0.999929	0.000035	0.000044	0.000046	0.000045	0.999955	0.000045
18	0.000084	0.000085	0.000079	0.999921	0.000081	0.000064	0.000040	0.000053	0.999947	0.000053	0.000041	0.000041	0.000039	0.999961	0.000039
19	0.000076	0.000075	0.000082	0.999918	0.000083	0.000039	0.000040	0.000040	0.999960	0.000040	0.000043	0.000044	0.000037	0.999963	0.000037
20	0.000056	0.000055	0.000151	0.999849	0.000051	0.000039	0.000039	0.000037	0.999963	0.000023	0.000026	0.000026	0.000078	0.999922	0.000081
21	0.000055	0.000055	0.000143	0.999857	0.000044	0.000047	0.000077	0.000154	0.999846	0.000053	0.000028	0.000028	0.000074	0.999926	0.000074
22	0.000053	0.000055	0.000159	0.999841	0.000060	0.000026	0.000026	0.000084	0.999916	0.000085	0.000028	0.000027	0.000077	0.999923	0.000077
23	0.000053	0.000053	0.000167	0.999833	0.000063	0.000026	0.000026	0.000092	0.999908	0.000091	0.000026	0.000026	0.000088	0.999912	0.000086
24	0.000052	0.000053	0.000164	0.999836	0.000063	0.000032	0.000033	0.000151	0.999849	0.000062	0.000028	0.000028	0.000071	0.999929	0.000073
25	0.000051	0.000052	0.000169	0.999831	0.000067	0.000036	0.000016	0.000115	0.999885	0.000114	0.000028	0.000028	0.000072	0.999928	0.000075
26	0.000047	0.000046	0.000285	0.999715	0.000189	0.000024	0.000023	0.000149	0.999851	0.000148	0.000023	0.000023	0.000156	0.999844	0.000150
27	0.000047	0.000047	0.000294	0.999706	0.000190	0.000026	0.000025	0.000159	0.999841	0.000131	0.000023	0.000023	0.000151	0.999849	0.000154
28	0.000046	0.000046	0.000330	0.999670	0.000135	0.000038	0.000036	0.000322	0.999678	0.000125	0.000023	0.000024	0.000144	0.999856	0.000144
29	0.000046	0.000046	0.000304	0.999696	0.000100	0.000023	0.000023	0.000185	0.999815	0.000181	0.000023	0.000023	0.000159	0.999841	0.000157
30	0.000043	0.000043	0.000513	0.999487	0.000305	0.000021	0.000021	0.000325	0.999675	0.000323	0.000021	0.000021	0.000320	0.999680	0.000321

durumuna ilişkin fazla belirleme yapılarak (hatasız Q matrisinde bu maddelerin ilgili beceriyi ölçme durumuna ilişkin hücrelerde yer alan 0'lar 1'ler ile değiştirilerek) belirleme yapılarak oluşturulmuştur (Ek II.XX'de sunulmuştur).

Çizelge 45 incelendiğinde, birinci ve ikinci becerinin ölçülme durumunda fazla belirleme yapıldığında maddelerin tahmin parametresinin ve buna ilişkin standart hatanın yükseldiği görülmektedir.

Q matrisinde bağlayıcı ilişkinin belirlenmesine ilişkin hatalı belirleme yapılan koşullarda standart hata değerlerinin tümü 0.01'den küçüktür. Bu da kestirimlerin hatasızlığının bir göstergesidir (Rupp ve diğerleri, 2010). Bu maddeler için model-veri uyumu sağlanmamaktadır (Rupp ve Templin, 2008a). Parametre kestirimleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir (Baker, 1993; De la Torre ve Douglas, 2004; Im ve Corter, 2011; Kunina-Habenicht ve diğerleri, 2012; MacDonald, 2013; Rupp ve Templin, 2008a).

Çizelge 41 ve Çizelge 45 birlikte incelendiğinde, Q18 ve Q20 matrislerinin ikisinde de 1, 6, 7 ve 13. maddelerde ikinci becerinin ölçülme durumuna ilişkin fazla belirleme yapılmıştır. Her iki durumda da maddelerin tahmin parametreleri benzer değerler almıştır. Çizelge 43 ve Çizelge 45 birlikte incelendiğinde, Q19 ve Q20 matrislerinin ikisinde de 2, 8, 9 ve 14. maddelerde ikinci becerinin ölçülme durumuna ilişkin fazla belirleme yapılmıştır. Her iki durumda da maddelerin tahmin parametreleri benzer değerler almıştır.

Bu alt amaç kapsamında daha sonra hatasız Q matrisine uygun olarak üretilen 250, 500 ve 1000 kişilik 100'er farklı veri seti için, hatalı Q20 matrisi ile yapılan analizlerde, ölçme aracıyla ölçülen beceriler doğrultusunda bireylerin yer alabileceği olası 16 farklı örtük sınıfa ilişkin sınıflama oranları ve bunların standart hataları kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır. Hatalı Q20 matrisi kullanılarak kestirilen sınıflama oranları ve bunların standart hatalarının ortalamaları Çizelge 46'da sunulmuştur.

Çizelge 46, Çizelge 6 ile karşılaştırılarak incelendiğinde, bireylerin hatalı Q20 matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları arasında genel olarak 0.001-0.002'lik farklılaşma olduğu görülmektedir.

Çizelge 46

Hatalı Q20 Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0.055996	0.001892	0.052971	0.009184	0.063963	0.001529
1000	0.075974	0.001838	0.048033	0.000728	0.041989	0.001021
0100	0.052013	0.001556	0.079701	0.004705	0.056031	0.001148
0010	0.071993	0.001957	0.075424	0.002009	0.064997	0.001264
0001	0.055986	0.001607	0.062381	0.001323	0.062032	0.001135
1100	0.064011	0.001604	0.063903	0.002581	0.059017	0.001526
1010	0.091998	0.002014	0.059026	0.000278	0.068002	0.001393
1001	0.071977	0.001662	0.058031	0.000818	0.057969	0.001335
0110	0.048058	0.002116	0.055987	0.001205	0.037986	0.001006
0101	0.051978	0.001524	0.077616	0.001831	0.075982	0.001535
0011	0.063974	0.001782	0.065978	0.001140	0.072958	0.001533
1110	0.063982	0.001612	0.072	0.001158	0.067002	0.001214
1101	0.059977	0.001516	0.050901	0.002550	0.070058	0.005045
1011	0.043969	0.001690	0.070038	0.001271	0.076979	0.001369
0111	0.052032	0.001739	0.045987	0.001117	0.062993	0.001379
1111	0.076081	0.005836	0.062023	0.001081	0.062043	0.001677
Toplam	1.000000		1.000000		1.000000	

Bu koşul Q18 ve Q19’da yapılan hatalı belirlemelerin birleşimi niteliğinde olduğundan, Rupp ve Templin (2008a)’in çalışmalarında, bireylerin üçüncü niteliğe sahip olup dördüncü niteliğe sahip olmadığı durumu içeren tüm sınıflarda (xx10 örtük sınıfları; 0010, 1010, 0110, 1110) ve dördüncü niteliğe sahip olup üçüncü niteliğe sahip olmadığı durumu içeren tüm sınıflarda (xx01 örtük sınıfları; 0001, 1001, 0101, 1101) yer alan bireylerin tümü yanlış sınıflanmıştır. Bu çalışmada sınıflamaların hatasız Q matrisinde olduğundan farklılaşmaması, madde sayısının fazlalığı ve hatalı tanımlama yapılan niteliğin ölçüldüğü eş maddeler olması ile açıklanabilir.

Bu çalışmada ele alınan koşulların tümünde, alanyazında Q matrisinin farklı koşullarda hatalı belirlendiği durumların incelendiği çalışmalara (Baker, 1993; De la Torre ve Douglas, 2004; Im ve Corter, 2011; Kunina-Habenicht ve diğerleri, 2012; MacDonald, 2013; Rupp ve Templin, 2008a) paralel olarak parametre kestirimleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir.

Tüm koşullarda, üç farklı örneklem büyüklüğünde de, hem madde parametrelerine hem de sınıflama oranlarına ilişkin yapılan kestirimlerin standart hataları sifıra yakındır. Bu durum kestirimlerin doğruluğunun göstergesidir (Rupp ve Templin, 2008a; Rupp ve diğerleri, 2010).

Çalışmada ele alınan, Q matrisinin eksik, dengeli ve fazla hatalı belirlendiği koşullarda parametre kestirimleri alanyazında yer alan çalışmalarda (Baker, 1993;

Cassuto, 1996; Kunina-Habenicht ve diğeri, 2012; MacDonald ve Kromrey, 2012; Rupp ve Templin, 2008; MacDonald, 2013) olduğu gibi hatalı olmaktadır.

Örneklem büyüklüğü parametre kestirimlerinin hatasızlığını etkileyen önemli bir faktördür (Baker, 1993; Cassuto, 1996; De la Torre, Hong ve Deng, 2010; Kunina-Habenicht ve diğeri, 2012; MacDonald ve Kromrey, 2011; 2012; Ömür-Sünbül ve Kan, 2015). Ancak Q matrisi hatalı belirlendiğinde, tüm örneklem büyüklüğü koşullarında parametre kestirimleri hatalı olmakta ve kestirimlerdeki hata miktarı örneklem büyüklüğüne göre düzenli bir farklılaşma göstermemektedir. Bu bulgu MacDonald (2013)'ın yaptığı çalışmanın bulguları ile uyumludur. Bu durumun nedeni, örneklem büyüklüğü arttıkça, yaklaşık olarak aynı oranda farklı yeterlik düzeylerini temsil eden örtük sınıflardaki birey sayılarının da artması ve ilgili maddeye fazla belirlenen özelliğe sahip olmadığı halde doğru yanıt verecek birey sayısının da buna paralel olarak artması gösterilebilir.

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma sorularına yanıt aramak için yapılan analizlerle elde edilen bulgulardan yola çıkılarak ulaşılan sonuçlara ve elde edilen sonuçlar kapsamında yapılan önerilere yer verilmiştir.

Sonuçlar

Bu çalışmada, DINA modelde Q matrisinin hatalı belirlenmesinin farklı örneklem büyüklüklerinde kestirilen madde parametrelerine ve bireylerin sınıflandırılmasına etkisi incelenmiştir. Ele alınan örneklem büyüklükleri 250, 500 ve 1000 kişidir. Oluşturulan Q matrisi, hipotetik olarak dört becerinin ölçüldüğü 30 maddeyi içermektedir. Dört becerinin ölçüldüğü durum için, olası tüm beceri kombinasyonlarını içeren maddeler ele alınmış, bu maddelerin her birinden ikişer tane yazılarak, eş maddelerden birinde yapılacak hatalı belirleme durumunda ölçme aracında olası bir beceri kombinasyonuna ait madde kaybı olmaması sağlanmıştır. Veriler üretilirken model veri uyumunun mükemmelliğinin ve Q matrisinin hatasızlığının göstergesi olduğundan (De la Torre, 2009a; De la Torre ve Douglas, 2004; Li, 2008; Rupp ve Templin, 2008a) kaydırma ve tahmin parametreleri 0.00 değerine sabitlenmiştir.

Q matrisinin hatalı belirlenmesine ilişkin ele alınan değişkenler ve koşulları; hatalı belirleme düzeni (eksik, fazla ve dengeli), hatalı belirleme oranı (%5, %7.5 ve %10), madde blokları (madde ile ölçülen özellik sayısına dayalı olarak bir, iki, üç ve dört beceri ölçülen madde grupları) ve özellikler arasındaki bağımlılık ilişkisinin hatalı belirlenmesi (baskılama ilişkisi ve bağlayıcı ilişki) biçiminde olup dört değişkene ilişkin 20 koşulu kapsamaktadır. Q matrisinde yapılan hatalı belirlemeler, hatalı belirleme düzeni ve hatalı belirleme oranı değişkenlerine ait koşullarda, hatalı tanımlama yapılacak madde ve beceri seçkisiz olarak belirlenerek yapılmıştır. Benzer biçimde madde blokları değişkenine ilişkin Q matrisinde yapılan hatalı belirlemeler ise, ilgili maddelerde, hangi beceride hatalı tanımlama yapılacağı seçkisiz olarak belirlenerek yapılmıştır. Hem veri üretiminde hem de değişkenlere ilişkin 20 koşul için yapılan kestirimlerde 100 yineleme yapılmıştır.

Çalışmanın bulgularından yola çıkılarak üç farklı örneklem büyüklüğü koşulunda da ulaşılan sonuçlar sırasıyla;

1. Q matrisinde eksik belirleme yapılan koşullarda, eksik belirleme yapılan maddelere ilişkin tahmin parametreleri ve bunlara ilişkin standart hata değerleri hatasız Q matrisi ile yapılan analizlerde elde edilen değerlere çok yakinken (hatasızken), kaydırma parametreleri ve bunlara ilişkin standart hata değerleri hatasız Q matrisiyle elde edilen değerlerden yüksek değerde kestirilmiştir.
2. Q matrisinde fazla belirleme yapılan koşullarda, fazla belirleme yapılan maddelere ilişkin kaydırma parametreleri ve bunlara ilişkin standart hata değerleri hatasız Q matrisi ile yapılan analizlerde elde edilen değerlere çok yakinken, tahmin parametreleri ve bunlara ilişkin standart hata değerleri hatasız Q matrisiyle elde edilen değerlerden yüksek değerde kestirilmiştir.
3. Q matrisinde dengeli hatalı belirleme yapılan koşullarda; eksik belirleme yapılan maddelerde tahmin parametreleri ve bunlara ilişkin standart hata değerleri Q0 matrisindeki değerlere çok yakın (hatasız), kaydırma parametreleri ve bunlara ilişkin standart hata değerleri hatasız Q matrisiyle elde edilen değerlerden yüksek değerde kestirilirken, fazla belirleme yapılan maddelerde kaydırma parametreleri ve bunlara ilişkin standart hata değerleri Q0 matrisindeki değerlere çok yakın, tahmin parametreleri ve bunlara ilişkin standart hata değerleri hatasız Q matrisiyle elde edilen değerlerden yüksek değerde kestirilmiştir.
4. Eksik belirleme yapılan maddelerin kaydırma parametrelerindeki yükselmeler, fazla belirleme yapılan maddelerin tahmin parametrelerindeki yükselmelerden oldukça fazladır.

Aynı veri seti kullanılarak farklı hatalı Q matrisleri ile yapılan analizlerde:

1. Farklı hatalı Q matrislerinde aynı maddede aynı beceriye ilişkin eksik belirleme yapıldığında, kestirilen kaydırma parametresi ve bunlara ilişkin standart hata değerleri hemen hemen aynı olmaktadır. Benzer şekilde aynı maddede aynı beceriye ilişkin fazla belirleme yapıldığında ise, kestirilen tahmin parametresi ve bunlara ilişkin standart hata değerleri hemen hemen aynı olmaktadır.
2. Aynı maddede farklı beceri için eksik belirleme yapıldığında, kaydırma parametresi kestirimleri farklılaşmaktadır. Benzer şekilde aynı maddede farklı beceri için fazla belirleme yapıldığında da, tahmin parametresi kestirimleri farklılaşmaktadır.

5. Bir maddede birden fazla eksik tanımlama yapıldığında, maddenin kaydırma parametresi, tek bir eksik tanımlama yapılan durumda kestirilen parametre değerinden çok daha fazla yükselmektedir.
6. Farklı Q matrislerinde, aynı maddenin bir önceki eksik tanımlanma durumuna ek olarak bir beceride daha eksik tanımlama (maddede iki beceriye ilişkin eksik tanımlama) yapıldığında kaydırma parametresi kestirimi daha da yükselmektedir. Benzer şekilde, aynı maddenin bir önceki fazla tanımlanma durumuna ek olarak bir beceride daha fazla tanımlama yapıldığında ise tahmin parametresi kestirimi daha da yükselmektedir.
7. Farklı becerilerde olsa da, aynı maddede farklı Q matrislerinde, iki beceride fazla belirleme yapıldığında elde edilen tahmin parametresi kestirimi değerleri birbirine yakındır.
8. Farklı Q matrislerinde, aynı maddenin bir önceki eksik belirleme durumuna ek olarak bir beceride de fazla belirleme yapıldığında zaten yüksek olan kaydırma parametresi kestirimine ek olarak, tahmin parametresi kestirimi de yükselmektedir.
9. Aynı maddede hem eksik hem de fazla belirleme yapıldığında maddenin hem kaydırma hem de tahmin parametresi yükselmektedir ancak kaydırma parametresi, tahmin parametresinden daha fazla yükselmektedir.
10. Farklı oranlarda fazla belirleme yapılan Q matrislerinde aynı maddede aynı becerinin ölçülmesine ilişkin fazla belirleme yapıldığında, elde edilen tahmin parametresi kestirimi değerleri birbirine yakındır.

Bu çalışma kapsamında ele alınan koşullarda,

1. Parametre kestirimleri Q matrisinin hatalı belirlenmesinden etkilenmektedir.
2. Q matrisindeki hatalı belirleme oranı arttırıldığında, aynı beceriye ilişkin aynı tür hatalı belirleme yapılan maddelerin parametre değerlerinin ve bunların standart hatalarının farklılaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Q matrisindeki hatalı belirleme oranı madde parametresi kestirimlerini etkilememektedir. Hatalı belirleme oranı arttığında, beklenen şekilde kestirimleri hatalı olan madde sayısı artmakta ancak farklı matrislerde aynı şekilde hatalı belirlenen maddelerin parametre kestirimlerindeki hata miktarı farklılaşmamaktadır.
3. Hatalı belirlemeler parametre kestirimlerinde genel olarak bölgesel etki yapmaktadır. Bölgesel etki ile kastedilen, hangi maddede hatalı belirleme yapıldıysa, yapılan hatalı belirlemenin gereği olarak o maddeye ilişkin tahmin ve ya

kaydırma parametre değerlerinin farklılaştığıdır. Maddenin ölçtüğü bir beceri, Q matrisinden hatalı bir biçimde çıkarıldığında kaydırma parametresi yükselirken, matriste bir maddenin ölçtüğü becerilere bir beceri daha eklendiğinde tahmin parametresi yükselmektedir.

4. Farklı madde blokları için yapılan analizlerden elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, hatalı belirleme yapılan maddelere ilişkin parametre kestirimleri farklılaşırken, bireylerin sınıflandırılma oranları hatasız Q matrisi ile uyumludur.
5. Q matrisinde hatalı bağımlılık ilişkisi tanımlanan durumlarda, parametre kestirimleri farklılaşmaktadır. Ancak bireylerin sahip oldukları beceriler temelinde olası örtük sınıflara yerleştirilmeleri, hatasız durumdakiler ile paralellik göstermektedir.
6. Dört becerinin ölçüldüğü 30 maddenin yer aldığı bir ölçme aracı 250 ve daha fazla kişiye uygulandığında Q matrisi hatalı belirlense bile, kestirilen sınıflama oranlarının veri setine uygun hatasız Q matrisi ile kestirilen sınıflama oranlarından farklılaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
7. Q matrisi hatalı belirlenmiş olsa bile, madde sayısı arttığında bireylerin örtük sınıflara göre sınıflanmalarının doğruluğu artmaktadır. Madde sayısının fazla olması, Q matrisinin hatalı belirlenmesinin sınıflamalar üzerindeki olumsuz etkisini azaltmaktadır.
8. Madde sayısı azaldığında, hatalı belirleme yapılan maddeler dışındaki maddelerin de (bu maddede hatalı belirleme yapılmamış olmasına rağmen) parametre kestirimlerinde artış olmaktadır. Parametrelerin hatalı kestirimlerindeki bölgesel etki ortadan kalkmakta, hatalı belirleme yapılmayan maddelerin de parametre kestirimleri farklılaşmaktadır. Ölçme aracında yer alan madde sayısı, hatalı belirleme yapılmayan maddelerin parametre değerlerinin, Q matrisinde yapılan hatalı belirlemelerden etkilenme durumunu etkilemektedir.
9. Madde sayısı azaldığında, bireylerin örtük sınıflara göre sınıflandırılmasına ilişkin oranlar, hatasız Q matrisi ile yapılan sınıflama oranlarından farklılaşmaktadır.
10. Hem örneklem büyüklüğü hem de ölçme aracında yer alan madde sayısı azaldığında, parametre kestirimlerinin ve sınıflama oranlarının hata miktarı artmaktadır.
11. Hatalı tanımlama yapılan maddelerdeki aykırı yanıt örüntüleri, bu maddelerle aynı becerileri ölçen ve hatalı tanımlama yapılmayan çiftleri tarafından telafi

edildiğinden madde sayısının artması sınıflama doğruluğunu arttırmaktadır. Buna ek olarak madde sayısı arttıkça bireylerin örtük sınıflara göre sınıflanmasında kullanılacak bilgi arttığından, sınıflama oranlarının hatasız Q matrisine yaklaştığı sonucuna ulaşılmıştır.

12. Ölçme aracında yer alan madde sayısı ve örneklem büyüklüğü artırıldığında, bireylerin hatalı Q matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları farklılaşmamaktadır.
13. Tüm koşullarda, üç farklı örneklem büyüklüğünde de, hem madde parametrelerine hem de sınıflama oranlarına ilişkin yapılan kestirimlerin standart hataları sıfıra yakındır.
14. Q matrisi hatalı belirlendiğinde, tüm örneklem büyüklüğü koşullarında parametre kestirimleri hatalı olmakta ancak kestirimlerdeki hata miktarı örneklem büyüklüğüne göre düzenli bir farklılaşma göstermemektedir.

Öneriler

Araştırmacılara Öneriler

1. Bu çalışmada Q matrisinin hatalı belirlenmesine ilişkin hatalı belirleme düzeni (eksik, fazla ve dengeli), hatalı belirleme oranı (%5, %7.5 ve %10), madde blokları (madde ile ölçülen özellik sayısına dayalı) ve özellikler arasındaki bağımlılık ilişkisinin hatalı belirlenmesi (baskılama ilişkisi ve bağlayıcı ilişki) değişkenleri ve bunlara ilişkin koşullar ele alınmıştır. Benzer hatalı tanımlama koşulları, okul içi uygulamalardan elde edilen verilerde tanımlanarak ilgili farklılaşmalar incelenebilir.
2. Çalışma kapsamında incelenen Q matrisinin hatalı belirlenmesine ilişkin değişkenler ve koşullarının, farklı bilişsel tanı modellerinde parametre kestirimlerine ve bireylerin örtük özelliklere göre sınıflandırılmalarına etkileri incelenebilir.
3. İncelemeler, farklı örneklem büyüklüğü koşulları, ölçme aracıyla ölçülen beceri sayısının daha fazla olduğu durumlar ve madde sayısının farklı koşulları için tekrarlanabilir.

4. Ölçülen beceri sayısı kapsamında, tüm olası beceri örüntülerinin ölçüldüğü maddeleri içeren durumlar yerine benzer beceri örüntülerine ilişkin daha fazla eş madde içeren madde seti durumları ele alınarak benzer hatalı belirleme koşullarında incelemeler yapılabilir.
5. Ölçülen beceriler arasında farklı bağımlılık ilişkileri tanımlandığı durumlar ve daha fazla beceri arasında bağımlılık ilişkisi olduğu durumlar için incelemeler tekrarlanabilir.

Uygulayıcılara Öneriler

Bu çalışmada elde edilen bulgular benzer çalışmaların bulgularıyla ve gerçek veri setlerinden elde edilen kestirimlerle de doğrulanırsa, uygulayıcılara,

1. Ölçme aracıda yer alan madde sayısı arttırıldığında, bireylerin hatalı Q matrisi kullanılarak olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranları ile hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranları farklılaşmadığından, sınıflamaların doğruluğunu arttırmak amacıyla ölçme aracıda yer alan madde sayısını arttırmaları ve aynı beceri örüntülerine ilişkin birden fazla madde yazmaları,
2. Madde parametrelerinin kestirilmesi amacıyla ölçme aracının uygulandığı grupta yer alan kişi sayısı arttırıldığında, Q matrisi hatalı belirlenmiş bile olsa bireylerin olası farklı örtük sınıflara yerleştirilmelerindeki oranlar hatasız Q matrisi ile elde edilen sınıflama oranlarına çok yakın olduğundan, madde parametresi kestirimlerinin doğruluğunu arttırmak amacıyla örneklem büyüklüğü 250 ve daha fazla olan gruplarla çalışmaları,
3. Kestirilen parametre değerleri ve bunların standart hataları sıfıra yakınlığı doğrultusunda hatasız olacağından, kestirdikleri parametre değerleri sıfırdan farklılaştığında bu madde ile ölçülen becerilerin tanımlanması ile ilgili hata yapıp yapmadıklarını kontrol ederek, uzman görüşü alıp yeni belirlemeler doğrultusunda analizlerini tekrar etmeleri önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Baker, F. (1993) Sensitivity of the linear logistic test model to misspecification of the weight matrix. *Applied Psychological Measurement*, 17, 201-210.
- Başokçu, T. O. (2010). Öğrenme eksiklerinin belirlenmesinde klasik test teorisine dayalı yöntemler ve DINA modelin karşılaştırılması. *Ege Eğitim Dergisi*, (11) 1, 59–83.
- Başokçu, T.O. (2011). *Bağıl ve mutlak değerlendirme ile DINA modele göre yapılan sınıflamaların geçerliğinin karşılaştırılması*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Başokçu, T. O. (2012). DINA model parametreleri kullanılarak tahminlenen madde ayırıcılık indekslerinin incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37 (163).
- Başokçu, T. O. (2014). Öğrenci yeteneğinin kestiriminde bilişsel tanı modelleri ve uygulamaları. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (1).
- Best, N. G., Cowles, M. K., & Vines, K. (1995). CODA* convergence diagnosis and output analysis software for Gibbs sampling output Version 0.30. *MRC Biostatistics Unit, Cambridge*, 52.
- Brooks, S. P. (1998). Markov chain monte carlo method and its application, *the statistician*. 47(1), 69-100.
- Cassuto, N. (1996). *The performance of the linear logistic test model under different testing conditions*. Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota, Minneapolis, MN.
- Congdon, P. (2001). *Applied bayesian modelling*. John Wiley & Sons, London, UK.
- Culpepper, S. A. (2015). Bayesian estimation of the DINA model with gibbs sampling. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 40(5), 454–476. 1076998615595403.
- DeCarlo, L. T. (2012). Recognizing uncertainty in the Q-matrix via a Bayesian extension of the DINA model. *Applied Psychological Measurement*, 36 (6), 447–468.
- De la Torre, J. (2008). An empirically-based method of Q-matrix validation for the DINA model: Development and applications. *Journal of Educational Measurement*, 45, 343–362.
- De la Torre, J. (2009a). DINA model and parameter estimation: A didactic. *Journal of Educational and Behavioral Statistics* March, Vol. 34, No. 1, ss. 115–130.
- De la Torre, J. (2009b). A cognitive diagnosis model for cognitively-based multiple-choice options. *Applied Psychological Measurement*, 33, 163–183.
- De La Torre, J. (2011). The generalized DINA model framework. *Psychometrika*, 76 (2), 179-199.
- De la Torre, J., & Douglas, J. (2004). Higher-order latent trait models for cognitive diagnosis. *Psychometrika*. 3 (69), 333-353.
- De la Torre, J., & Douglas, J. (2008). Model evaluation and multiple strategies in cognitive diagnosis: an analysis of fraction subtraction data. *Psychometrika*, 3 (73), 595-624.
- De la Torre, J. ve Liu, Y. (2008). A cognitive diagnosis model for continuous response. *National Council on Measurement in Education*, Mart, New York, NY.
- De la Torre, J. Hong, Y., & Deng W. (2010). Factors affecting the item parameter estimation and classification accuracy of the DINA model. *Journal of Educational Measurement*, Sayı 47 (2), 227-249.
- Demir, E. K. (2013). *DINA model ile geliştirilen bir testin psikometrik özelliklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- DiBello, L. V., & Stout, W. (2007). Guest editors' introduction and overview: IRT-based cognitive diagnostic models and related methods. *Journal of Educational Measurement*, 44 (4), 285-291.
- Dogan, E., & Tatsuoaka, K. (2008). An international comparison using a diagnostic testing model: Turkish students' profile of mathematical skills on TIMSS-R. *Educational Studies in Mathematics*, 68 (3), 263–272.
- Doignon, J. P., & Falmagne, J. C. (1999). *Knowledge spaces*. New York, NY: Springer-Verlag
- Erkuş, A. (2003). *Psikometri üzerine yazılar*, Ankara: Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- Gamerman, D. (1997). *Markov chain monte carlo stochastic simulation for bayesian inference*. Chapman and Hall, London.

- Gelfand, A. E., Smith, A. F. M., & Lee, T-M. (1992). Bayesian analysis of constrained parameter and truncated data problems using gibbs sampling. *Journal of The American Statistical Association*, 87 (418), 523-532.
- Gelfand, A. E. (2000). Gibbs sampling. *Journal of The American Statistical Association*, 95 (452), 1300-1304.
- Gelfand, A. E., & Smith, A. F. M. (1990). Sampling based approaches to calculating marginal densities. *Journal of The American Statistical Association*, 85, 398-409.
- Gelman, A., & Rubin, D. R. (1992). *A single series from the gibbs sampler provides a false sense of security*, in bayesian statistics 4 (editors J.M.Bernardo et al.), Oxford University Press, Oxford.
- Gelman, A., & Rubin D. B. (1996). Markov chain monte carlo methods in biostatistics. *Statistical Methods in Medical Research*, 5 (4), 339-55.
- Geyer, C. J. (1992). Practical markov chain monte carlo (with discussion), *Statistical Science*, 7, 473-511.
- Gierl, M. J., Leighton, J. P., & Hunka, S. (2007). Using the attribute hierarchy method to make diagnostic inferences about examinees' cognitive skills. *Cognitive diagnostic assessment for education: Theory and applications*, 242-274.
- Gilks, W. R., Richardson S., & Spiegelhalter D.J. (1996). *Markov chain monte carlo in practice*. Chapman and Hall, London. 486.
- Gill, J. (2002). *Bayesian methods (A social and behavioral sciences approach)*. Chapman & Hall/CRC Statistics in the Social and Behavioral Sciences, USA.
- Haertel, E.H. (1989). Using restricted latent class models to map the skill structure of achievement items. *Journal of Educational Measurement*, 26, 333-352.
- Hagan, A. (1988). *Probability methods and measurement*, Chapman and Hall, London.
- Henson, R. (2004). *Test discrimination and test construction for cognitive diagnostic models*. Unpublished doctoral dissertation, University of Illinois.
- Henson, R., & Douglas, J. (2005) Test construction for cognitive diagnosis, *Applied Psychological Measurement*, 29(4), 262-277.
- Henson, R. A., & Templin, J. L. (2006). Implications of Q-matrix misspecification in cognitive diagnosis. Manuscript submitted for publication.
- Huebner, A., & Wang, C. (2011). A note on comparing examinee classification methods for cognitive diagnosis models. *Educational and Psychological Measurement*, 71 (2), 407-419.
- Im, S., & Corter, J. (2011). Statistical consequences of attribute misspecification in the rule space method. *Educational and Psychological Measurement*, 71, 712-731.
- Kaplan, M. (2016). Nitelik büyüklüğünün madde seçme algoritmalarının performansı üzerindeki etkisi. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 7 (2).
- Karelitz, T. M. (2004). Ordered-category attribute coding framework for cognitive assessments. *Unpublished doctoral dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign*.
- Kunina-Habenicht, O., Rupp, R., & Wilhelm, O. (2012). The impact of model misspecification on parameter estimation and item-fit assessment in log-linear diagnostic classification models. *Journal of Educational Measurement*, 49, 59-81.
- Lee, S. (2007). *Structural equation modeling: A bayesian approach*. John Wiley & Sons, London, UK. 458.
- Lee, S., & Song, X. (2004). Evaluation of the bayesian and maximum likelihood approaches in analyzing structural equation models with small sample sizes. *Multivariate Behavioral Research*, 39 (4), 653-686.
- Li, F. (2008). *A modified higher-order DINA model for detecting differential item functioning and differential attribute functioning*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Georgia.
- MacDonald, G. T. (2013). *The performance of the linear logistic test model when the Q-matrix is misspecified: a simulation study*. Doctoral dissertation,. College of Education University of South Florida.

- MacDonald, G., & Kromrey, J. (2011). Linear logistic test model: Using SAS® to simulate the decomposition of item difficulty by algorithm, sample size, cognitive component and time to convergence. *Proceedings of the American Statistical Association's Joint Statistical Meeting, Social Statistics Section*, Miami, FL.
- MacDonald, G., & Kromrey, J. (2012). *The effects of Q-matrix misspecification when employing Proc NLMIXED: A simulation study*. Paper presented at the annual SESUG conference, Durham, NC.
- McKinley, R., & Mills, C. (1985). A comparison of several goodness-of-fit statistics. *Applied Psychological Measurement*, 19, 49-57.
- Muthén, B., & Asparouhov, T. (2011). Bayesian SEM: A more flexible representation of substantive theory. http://www.statmodel.com/download/BSEMFINAL_10212011.pdf Forthcoming in. *Psychological Methods*.
- Orlando M., & Marshall, G. N. (2002). Differential item functioning in a spanish translation of the PTSD checklist: detection and evaluation of impact. *Psychological Assessment*, 14(1), 50-9.
- Ömür-Sünbül, S. Ö. ve Kan, A. (2015). Bilişsel tanı modellerinde parametre kestirimini ve sınıflama tutarlılığını etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(4): 778-795.
- Palomo, J., Dunson, D. B., & Bollen, K. (2007). Bayesian structural equation modeling. Chap.8. *Handbook of Computing and Statistics with Applications* (Editör: S.Y. Lee). 1. Elsevier, North-Holland. 458.
- Qin, C., Zhang, L., Qiu, D., Huang, L., Geng, T., Jiang, H., Ren, Q., & Zhou, J. (2015). Model identification and Q-matrix incremental inference in cognitive diagnosis. *Knowledge-Based Systems*, 86, 66-76.
- Raftery, A. E., & Lewis, S. (1992). *How many iterations in the gibbs sampler*, in Bayesian Statistics 4 (editors J.M. Bernardo et al.), Oxford University Press, Oxford.
- Romero, S. J., Ordoñez, X. G., Ponsoda, V., & Revuelta, J. (2014). Detection of Q-matrix misspecification using two criteria for validation of cognitive structures under the least squares distance model. *Psicologica: International Journal of Methodology and Experimental Psychology*, 35 (1), 149-169.
- Rupp, A., & Templin, J. (2008a). The effects of Q-matrix misspecification on parameter estimates and classification accuracy in the DINA model. *Education and Psychological Measurement*, 68, 78-96.
- Rupp, A., & Templin, J. (2008b). Unique characteristics of diagnostic models: a review of the current state-of-the-art. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 6, 219-262.
- Rupp, A. A., Templin, J., & Henson, R. J. (2010). *Diagnostic measurement: Theory, methods, and applications*. New York: Guilford Press.
- Şen, S. ve Arıcan, M. (2015). A diagnostic comparison of Turkish and Korean students' mathematics performances on the TIMSS 2011 assessment. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 6 (2).
- Tatsuoka, C. (2002). Data-analytic methods for latent partially ordered classification models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 51, 337-350.
- Tatsuoka, K. (1983). Rule space: An approach for dealing with misconceptions based on item response theory. *Journal of Educational Measurement* 20, 345-354.
- Tatsuoka, K. (1990). Toward an integration of item-response theory and cognitive error diagnosis. In N. Frederiksen, R. Glaser, A. Lesgold, & Safto, M. (Eds.). *Monitoring skills and knowledge acquisition* (453-488). Hillsdale, NJ; Erlbaum.
- Tatsuoka, K. (1995a). Architecture of knowledge structures and cognitive diagnosis: A statistical pattern recognition and classification approach. P.D. Nichols, S. F Chipman, R. L. Brennan (ed.), *Cognitively diagnostic assessment*, Routledge, New York: Taylor & Francis Group
- Templin, J. L., & Bradshaw, L. (2014). Hierarchical diagnostic classification models: A family of models for estimating and testing attribute hierarchies. *Psychometrika*, 79, 317-339.
- Tsutakawa, R. K., & Johnson, J. C. (1990). The effect of uncertainty of item parameter estimation on ability estimates. *Psychometrika*, 55, 371-390.

- Yang, M., & Dunson, D. B. (2010). Bayesian semiparametric structural equation models with latent variables. *Psychometrika*, 75, 675-693.
- Yao, L., & Boughton, K. A. (2007). A multidimensional item response modeling approach for improving subscale proficiency estimation and classification. *Applied Psychological Measurement*, 31, 1-23.
- Yao, L., & Boughton, K. A. (2009). Multidimensional linking for tests with mixed item types. *Journal of Educational Measurement*, 46, 177-197.



EKLER**Ek I***Hatasız Belirlenen Q Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	0	1	0	1
10	0	0	1	1
11	1	1	1	0
12	1	1	0	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Ek II**Ek II.I***Hatalı Belirlenen Q1 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	0	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	0	0	0	1
10	0	0	1	0
11	1	1	0	0
12	1	0	0	1
13	1	0	1	1
14	0	1	0	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

43, 46, 40, 34, 55, 18

Ek II.II*Hatalı Belirlenen Q2 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	0	0	0
6	1	0	0	0
7	1	0	0	1
8	0	1	0	0
9	0	1	0	0
10	0	0	1	0
11	1	0	1	0
12	0	1	0	1
13	1	0	0	1
14	0	1	1	1
15	0	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

51, 18, 31, 40, 57, 45, 36, 23, 42

Ek II.III*Hatalı Belirlenen Q3 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	0	0	0
6	1	0	0	0
7	0	0	0	1
8	0	0	1	0
9	0	1	0	0
10	0	0	1	1
11	1	1	0	0
12	0	1	0	1
13	0	0	0	1
14	0	0	1	1
15	0	1	0	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

30, 25, 36, 49, 57, 43, 59, 23, 18, 51,
45,54

Ek II.IV*Hatalı Belirlenen Q4 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	1	0
3	0	1	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	1	1	1	1
10	0	0	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

44, 35, 47, 7, 33, 10

Ek II.V*Hatalı Belirlenen Q5 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	1	0	1
5	1	1	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	1	1	1	1
10	0	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	0	1
13	1	1	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

14, 10, 33, 50, 8, 38, 44, 13, 35

Ek II.VI*Hatalı Belirlenen Q6 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	1
2	1	1	0	1
3	0	0	1	0
4	1	0	1	1
5	1	1	1	0
6	1	0	1	0
7	1	0	1	1
8	0	1	1	0
9	0	1	0	1
10	1	0	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

15, 37, 8, 53, 50, 44, 5, 13, 47, 19, 4, 27

Ek II.VII*Hatalı Belirlenen Q7 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	1	0
6	1	0	1	0
7	1	0	1	0
8	0	1	0	0
9	0	1	0	1
10	0	0	1	1
11	1	1	1	0
12	1	0	0	1
13	1	0	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Ek II.VIII*Hatalı Belirlenen Q8 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	0	0	0	1
6	1	0	1	0
7	0	1	0	1
8	1	0	1	0
9	0	1	0	1
10	0	1	1	1
11	1	1	0	0
12	1	1	0	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

53, 27, 19, 28, 46, 31

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

20, 26, 38, 29, 30, 18, 25, 43, 17

Ek II.IX*Hatalı Belirlenen Q9 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	0
4	0	1	0	1
5	1	1	0	1
6	1	0	1	0
7	1	0	0	0
8	0	0	1	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	1
11	0	1	1	0
12	1	1	1	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	0
15	0	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

37, 20, 7, 47, 33, 14, 57, 28, 41, 56, 34,
30

Ek II.X*Hatalı Belirlenen Q10 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	0	1	0	1
10	0	0	1	1
11	1	1	1	0
12	1	1	0	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	0	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

57

Ek II.XI*Hatalı Belirlenen Q11 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	0	1	0	1
10	0	0	1	1
11	1	0	1	0
12	1	1	0	0
13	1	0	0	1
14	0	1	1	0
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

42, 48, 51, 56

Ek II.XII*Hatalı Belirlenen Q12 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	0	1	0	0
6	0	0	1	0
7	1	0	0	0
8	0	1	0	0
9	0	0	0	1
10	0	0	0	1
11	1	1	1	0
12	1	1	0	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

17, 21, 28, 31, 34, 39

Ek II.XIII*Hatalı Belirlenen Q13 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	1
2	1	1	0	0
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1
5	1	1	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	0	1	0	1
10	0	0	1	1
11	1	1	1	0
12	1	1	0	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Ek II.XIV*Hatalı Belirlenen Q14 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	0	1
6	1	0	1	1
7	1	0	1	1
8	1	1	1	0
9	1	1	0	1
10	0	1	1	1
11	1	1	1	0
12	1	1	0	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

4, 5, 10, 13

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

20, 24, 27, 29, 33, 38

Ek II.XV*Hatalı Belirlenen Q15 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	0	1	0	1
10	0	0	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Ek II.VI*Hatalı Belirlenen Q16 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	0	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	0	1	0	1
10	0	0	1	1
11	1	0	1	0
12	1	0	0	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	0	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

44, 47, 50, 53

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

18, 42, 46, 58

Ek II.XVII*Hatalı Belirlenen Q17 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	0	1	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	0	1	0	1
10	0	0	1	1
11	0	1	1	0
12	0	1	0	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	0	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

17, 41, 45, 57

Ek II.VIII*Hatalı Belirlenen Q18 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	1	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	0	0
6	1	1	1	0
7	1	1	0	1
8	0	1	1	0
9	0	1	0	1
10	0	0	1	1
11	1	1	1	0
12	1	1	0	1
13	1	1	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

2, 22, 26, 50

Ek II.XIX*Hatalı Belirlenen Q19 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	1	1	1	0
9	1	1	0	1
10	0	0	1	1
11	1	1	1	0
12	1	1	0	1
13	1	0	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Ek II.XX*Hatalı Belirlenen Q20 Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	1	0	0
2	1	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	0	0
6	1	1	1	0
7	1	1	0	1
8	1	1	1	0
9	1	1	0	1
10	0	0	1	1
11	1	1	1	0
12	1	1	0	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	0	0
17	0	1	0	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	1
20	1	1	0	0
21	1	0	1	0
22	1	0	0	1
23	0	1	1	0
24	0	1	0	1
25	0	0	1	1
26	1	1	1	0
27	1	1	0	1
28	1	0	1	1
29	0	1	1	1
30	1	1	1	1

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

5, 29, 33, 53

Hatalı tanımlama yapılan hücreler:

2, 5, 22, 26, 29, 33, 50, 53

Ek III*Hatasız Q_y Matrisi*

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	0	1	0	1
10	0	0	1	1
11	1	1	1	0
12	1	1	0	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1

Ek IV

Hatalı Q1_y Matrisi

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	0	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	0	0	0	1
10	0	0	1	0
11	1	1	0	0
12	1	0	0	1
13	1	0	1	1
14	0	1	0	1
15	1	1	1	1

Hatalı Q4_y Matrisi

Madde	Beceri			
	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	1	0
3	0	1	1	0
4	0	0	0	1
5	1	1	0	0
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	0	1	1	0
9	1	1	1	1
10	0	0	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1

Ek V

Ek V.I

Çizelge 47

Hatasız Q_Y Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.010096	0.009659	0.008563	0.991437	0.008441	0.004576	0.004413	0.004483	0.995517	0.004608	0.002277	0.002245	0.002268	0.997732	0.002280
2	0.008858	0.008891	0.009252	0.990748	0.009338	0.004422	0.004289	0.004493	0.995507	0.004546	0.002241	0.002189	0.002245	0.997755	0.002232
3	0.008465	0.008497	0.009344	0.990656	0.009448	0.004569	0.004538	0.004532	0.995468	0.004605	0.002233	0.002212	0.002276	0.997724	0.002208
4	0.008044	0.008103	0.010449	0.989551	0.010127	0.004897	0.004820	0.004444	0.995556	0.004512	0.002313	0.002250	0.002183	0.997817	0.002210
5	0.005340	0.005437	0.014451	0.985549	0.014555	0.002668	0.002569	0.007857	0.992143	0.007682	0.001328	0.001303	0.003966	0.996034	0.003869
6	0.005495	0.005296	0.013761	0.986239	0.013615	0.002737	0.002652	0.007168	0.992832	0.007298	0.001321	0.001329	0.003882	0.996118	0.003906
7	0.005242	0.005277	0.016658	0.983342	0.016552	0.002785	0.002778	0.006923	0.993077	0.006959	0.001297	0.001288	0.004030	0.995970	0.004022
8	0.005085	0.004991	0.017198	0.982802	0.017049	0.002783	0.002818	0.007343	0.992657	0.007211	0.001345	0.001319	0.004009	0.995991	0.004026
9	0.005021	0.004968	0.018689	0.981311	0.017921	0.002606	0.002598	0.007899	0.992101	0.007775	0.001380	0.001368	0.003936	0.996064	0.003918
10	0.004855	0.004957	0.019938	0.980062	0.019768	0.002603	0.002560	0.007967	0.992033	0.007993	0.001331	0.001324	0.004239	0.995761	0.004124
11	0.004595	0.004446	0.029154	0.970846	0.028768	0.002345	0.002323	0.012111	0.987889	0.012192	0.001164	0.001142	0.007081	0.992919	0.007037
12	0.004435	0.004324	0.035386	0.964614	0.033752	0.002362	0.002375	0.013815	0.986185	0.013727	0.001130	0.001153	0.008240	0.991760	0.008231
13	0.004560	0.004625	0.030901	0.969099	0.030512	0.002277	0.002280	0.014789	0.985211	0.014463	0.001133	0.001133	0.008125	0.991875	0.008083
14	0.004358	0.004317	0.040707	0.959293	0.038962	0.002307	0.002301	0.015269	0.984731	0.014386	0.001113	0.001104	0.008015	0.991985	0.007870
15	0.004220	0.004221	0.067943	0.932057	0.064318	0.002108	0.002132	0.026143	0.973857	0.025394	0.001073	0.001082	0.014820	0.985180	0.014558

Ek V.II

Çizelge 48

Hatasız Q_Y Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	Beceri				250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	α_1	α_2	α_3	α_4	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0	0	0	0	0.048165	0.013976	0.057977	0.010604	0.055854	0.007435
1000	1	0	0	0	0.075066	0.016292	0.050586	0.010004	0.056116	0.007263
0100	0	1	0	0	0.060032	0.014643	0.065893	0.010972	0.060933	0.007643
0010	0	0	1	0	0.067491	0.015609	0.057924	0.010406	0.071872	0.008105
0001	0	0	0	1	0.067612	0.015794	0.077651	0.011953	0.062004	0.007680
1100	1	1	0	0	0.082965	0.016885	0.036770	0.008239	0.062774	0.007681
1010	1	0	1	0	0.086708	0.017549	0.058069	0.010310	0.068845	0.008028
1001	1	0	0	1	0.060372	0.014714	0.077717	0.011954	0.072751	0.008334
0110	0	1	1	0	0.056280	0.014322	0.061858	0.010397	0.056117	0.007411
0101	0	1	0	1	0.063946	0.014945	0.058102	0.010491	0.076777	0.008508
0011	0	0	1	1	0.037537	0.011627	0.062127	0.010664	0.055069	0.007292
1110	1	1	1	0	0.075013	0.015976	0.083375	0.012173	0.067868	0.008050
1101	1	1	0	1	0.056151	0.014038	0.065706	0.011006	0.054083	0.007103
1011	1	0	1	1	0.068068	0.015291	0.062213	0.010681	0.055419	0.009268
0111	0	1	1	1	0.041881	0.013223	0.052118	0.009718	0.058307	0.009479
1111	1	1	1	1	0.052711	0.016317	0.071914	0.012712	0.065209	0.008756
Toplam					1.000000		1.000000		1.000000	

Ek VI

Ek VI.I

Çizelge 49

Hatalı QI_Y Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.010655	0.010433	0.008271	0.991729	0.008039	0.005082	0.005087	0.004245	0.995755	0.004139	0.002383	0.002351	0.002271	0.997729	0.002296
2	0.310016	0.036140	0.017550	0.982450	0.016659	0.267604	0.025995	0.007145	0.992855	0.007159	0.307586	0.018381	0.004065	0.995935	0.004039
3	0.010305	0.010218	0.009372	0.990628	0.009152	0.005683	0.005695	0.004437	0.995563	0.004357	0.002869	0.002906	0.002266	0.997734	0.002346
4	0.011631	0.011767	0.011294	0.988706	0.010992	0.007603	0.007651	0.004691	0.995309	0.004627	0.003575	0.003583	0.002461	0.997539	0.002404
5	0.009218	0.009113	0.521144	0.478856	0.042425	0.004073	0.004092	0.489794	0.510206	0.031677	0.002057	0.002041	0.502608	0.497392	0.022441
6	0.005648	0.005622	0.014441	0.985559	0.014216	0.002739	0.002799	0.007168	0.992832	0.007114	0.001344	0.001344	0.003886	0.996114	0.003952
7	0.005179	0.005043	0.016198	0.983802	0.015954	0.002746	0.002599	0.006962	0.993038	0.006981	0.001331	0.001321	0.004032	0.995968	0.004019
8	0.005314	0.005234	0.017464	0.982536	0.017159	0.002788	0.002749	0.007125	0.992875	0.007104	0.001375	0.001366	0.003996	0.996004	0.003941
9	0.007012	0.006970	0.521317	0.478683	0.046350	0.004219	0.004250	0.528758	0.471242	0.030005	0.001965	0.001998	0.490578	0.509422	0.022217
10	0.007526	0.007637	0.591999	0.408001	0.044225	0.004146	0.004104	0.513205	0.486795	0.031131	0.001964	0.001967	0.531375	0.468625	0.022126
11	0.004601	0.004648	0.031263	0.968737	0.030091	0.002382	0.002420	0.012547	0.987453	0.012445	0.001126	0.001140	0.007670	0.992330	0.007646
12	0.005260	0.005307	0.540215	0.459785	0.063504	0.002722	0.002766	0.503447	0.496553	0.040845	0.001299	0.001277	0.517715	0.482285	0.030733
13	0.004451	0.004360	0.030910	0.969090	0.029205	0.002315	0.002312	0.014514	0.985486	0.014380	0.001126	0.001153	0.008510	0.991490	0.008255
14	0.004360	0.004417	0.043984	0.956016	0.043210	0.002260	0.002238	0.016479	0.983521	0.016006	0.001136	0.001144	0.008239	0.991761	0.008173
15	0.004190	0.004327	0.067480	0.932520	0.063170	0.002198	0.002187	0.025672	0.974328	0.024212	0.001057	0.001053	0.014880	0.985120	0.014481

Ek VI.II

Çizelge 50

Hatalı Q_{1Y} Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	Beceri				250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	α_1	α_2	α_3	α_4	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0	0	0	0	0.071885	0.020893	0.081090	0.015298	0.082029	0.011079
1000	1	0	0	0	0.153621	0.022111	0.084903	0.012635	0.118249	0.010387
0100	0	1	0	0	0.038018	0.016803	0.044680	0.012579	0.035418	0.008941
0010	0	0	1	0	0.068265	0.016308	0.058157	0.010582	0.071876	0.008181
0001	0	0	0	1	0.126733	0.020952	0.133116	0.015496	0.137627	0.011059
1100	1	1	0	0	0.003904	0.003909	0.002025	0.002071	0.001023	0.001063
1010	1	0	1	0	0.086742	0.017221	0.058214	0.010516	0.068969	0.007969
1001	1	0	0	1	0.113399	0.019904	0.141195	0.015727	0.125731	0.010610
0110	0	1	1	0	0.056267	0.014598	0.061941	0.010578	0.056083	0.007251
0101	0	1	0	1	0.004272	0.005312	0.001993	0.002040	0.001023	0.001320
0011	0	0	1	1	0.036248	0.011949	0.061382	0.010783	0.054721	0.007127
1110	1	1	1	0	0.075357	0.016499	0.083135	0.012104	0.068166	0.008508
1101	1	1	0	1	0.003764	0.003917	0.001904	0.001933	0.001016	0.001042
1011	1	0	1	1	0.067677	0.015310	0.062081	0.010638	0.055168	0.007320
0111	0	1	1	1	0.041315	0.012261	0.052480	0.009925	0.058043	0.007258
1111	1	1	1	1	0.052535	0.015435	0.071706	0.011285	0.064858	0.007669
Toplam					1.000000		1.000000		1.000000	

Ek VII

Ek VIII

Çizelge 51

Hatalı Q_{4y} Matrisi Kullanılarak Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	250 Kişilik Örneklem					500 Kişilik Örneklem					1000 Kişilik Örneklem				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.015738	0.015773	0.008319	0.991681	0.008432	0.006758	0.006663	0.004427	0.995573	0.004401	0.003190	0.003244	0.002255	0.997745	0.002279
2	0.342313	0.033875	0.017278	0.982722	0.016663	0.310479	0.024196	0.007404	0.992596	0.007348	0.338942	0.017318	0.003997	0.996003	0.004017
3	0.337488	0.033823	0.017436	0.982564	0.017131	0.329225	0.024609	0.007226	0.992774	0.007210	0.333450	0.017380	0.003973	0.996027	0.004070
4	0.010344	0.010283	0.013059	0.986941	0.012837	0.006989	0.006780	0.005017	0.994983	0.004980	0.003232	0.003167	0.002733	0.997267	0.002738
5	0.006671	0.006597	0.032695	0.967305	0.030361	0.003309	0.003364	0.012705	0.987295	0.012342	0.001587	0.001556	0.007779	0.992221	0.007771
6	0.006295	0.006149	0.020425	0.979575	0.019692	0.002961	0.002911	0.008952	0.991048	0.008933	0.001488	0.001472	0.005256	0.994744	0.005308
7	0.005051	0.005072	0.016726	0.983274	0.016808	0.002763	0.002790	0.007098	0.992902	0.007101	0.001336	0.001327	0.004025	0.995975	0.003995
8	0.005162	0.005084	0.017994	0.982006	0.018081	0.002751	0.002727	0.007322	0.992678	0.007379	0.001397	0.001435	0.004022	0.995978	0.004037
9	0.171572	0.024840	0.065701	0.934299	0.062581	0.191053	0.017953	0.027437	0.972563	0.026567	0.202351	0.012908	0.014533	0.985467	0.014218
10	0.005917	0.005901	0.024731	0.975269	0.023613	0.003248	0.003249	0.010263	0.989737	0.010289	0.001544	0.001548	0.005491	0.994509	0.005392
11	0.083715	0.017644	0.067818	0.932182	0.062794	0.092072	0.013336	0.026608	0.973392	0.026355	0.073515	0.008620	0.014993	0.985007	0.014560
12	0.063281	0.015604	0.067343	0.932657	0.063209	0.073260	0.012212	0.026183	0.973817	0.025619	0.058922	0.007764	0.015041	0.984959	0.014995
13	0.004487	0.004449	0.031609	0.968391	0.030787	0.002254	0.002240	0.014097	0.985903	0.014049	0.001147	0.001131	0.008381	0.991619	0.008497
14	0.004318	0.004245	0.041008	0.958992	0.039411	0.002267	0.002249	0.015857	0.984143	0.016014	0.001143	0.001137	0.008028	0.991972	0.007718
15	0.004310	0.004356	0.065494	0.934506	0.062439	0.002177	0.002193	0.026066	0.973934	0.025608	0.001043	0.001046	0.015040	0.984960	0.014412

Ek VII.II

Çizelge 52

Hatalı Q_{Ay} Matrisi Kullanılarak Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	Beceri				250 Kişilik Örneklem		500 Kişilik Örneklem		1000 Kişilik Örneklem	
	α_1	α_2	α_3	α_4	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0	0	0	0	0.064339	0.043885	0.047215	0.039908	0.053097	0.039550
1000	1	0	0	0	0.068283	0.017372	0.048277	0.010241	0.054981	0.007428
0100	0	1	0	0	0.059972	0.044929	0.067007	0.046716	0.069467	0.044374
0010	0	0	1	0	0.055378	0.041743	0.069898	0.046715	0.067250	0.046538
0001	0	0	0	1	0.066982	0.039370	0.070604	0.038783	0.065663	0.039441
1100	1	1	0	0	0.084399	0.017997	0.036670	0.008793	0.063387	0.007763
1010	1	0	1	0	0.088131	0.017995	0.058878	0.010921	0.069086	0.008098
1001	1	0	0	1	0.058692	0.015100	0.076985	0.011808	0.072509	0.008439
0110	0	1	1	0	0.056340	0.014636	0.062292	0.010781	0.056056	0.007313
0101	0	1	0	1	0.064017	0.039082	0.063822	0.038310	0.072823	0.039446
0011	0	0	1	1	0.038054	0.012424	0.062590	0.011586	0.055175	0.007187
1110	1	1	1	0	0.075247	0.016828	0.083298	0.012475	0.067828	0.007828
1101	1	1	0	1	0.057800	0.015527	0.065041	0.014283	0.054750	0.012868
1011	1	0	1	1	0.067626	0.015401	0.062132	0.010657	0.055086	0.007280
0111	0	1	1	1	0.041361	0.012262	0.052277	0.009706	0.057805	0.007353
1111	1	1	1	1	0.053379	0.019072	0.073016	0.014444	0.065037	0.007754
Toplam					1.000000		1.000000		1.000000	

Ek VIII

Ek VIII.I

Çizelge 53

Hatalı Q1_y ve Q4_y Matrisleri Kullanılarak 50 Kişi İçin Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	Hatasız					Hatalı Q1					Hatalı Q4				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.044042	0.041345	0.056256	0.943744	0.051744	0.054127	0.051106	0.051095	0.948905	0.049535	0.059404	0.054456	0.054316	0.945684	0.051034
2	0.043984	0.042159	0.051212	0.948788	0.048708	0.225657	0.082925	0.072622	0.927378	0.067626	0.281676	0.072586	0.070817	0.929183	0.066705
3	0.053418	0.049531	0.040951	0.959049	0.039009	0.068614	0.059880	0.042683	0.957317	0.041004	0.384407	0.077682	0.071507	0.928493	0.064858
4	0.039096	0.037503	0.058050	0.941950	0.054722	0.074498	0.063458	0.061825	0.938175	0.058109	0.048581	0.045105	0.069665	0.930335	0.064757
5	0.024713	0.023941	0.095439	0.904561	0.086268	0.035416	0.034173	0.596312	0.403688	0.095565	0.029618	0.028534	0.144047	0.855953	0.117260
6	0.025955	0.025183	0.069873	0.930127	0.065040	0.026014	0.024628	0.068232	0.931768	0.064656	0.031692	0.030954	0.112887	0.887113	0.097559
7	0.022988	0.022878	0.115470	0.884530	0.104780	0.024502	0.024347	0.111127	0.888873	0.097828	0.023252	0.022560	0.115900	0.884100	0.102353
8	0.024940	0.024252	0.068008	0.931992	0.063442	0.026793	0.025834	0.068897	0.931103	0.064582	0.027263	0.027083	0.072775	0.927225	0.067725
9	0.024662	0.024197	0.079050	0.920950	0.072901	0.030734	0.030126	0.417798	0.582202	0.120762	0.199795	0.056078	0.246517	0.753483	0.183864
10	0.023470	0.022592	0.077725	0.922275	0.073807	0.040982	0.039262	0.576302	0.423698	0.092333	0.030318	0.029759	0.103948	0.896052	0.091211
11	0.020922	0.020051	0.142216	0.857784	0.125201	0.021707	0.021029	0.191842	0.808158	0.154535	0.079230	0.037557	0.249629	0.750371	0.188968
12	0.020553	0.019493	0.169273	0.830727	0.142137	0.022052	0.021524	0.444959	0.555041	0.158179	0.060020	0.032568	0.250106	0.749894	0.192599
13	0.021031	0.019904	0.162177	0.837823	0.135969	0.020367	0.019841	0.167509	0.832491	0.138551	0.020959	0.021090	0.164810	0.835190	0.141222
14	0.022553	0.022388	0.126132	0.873868	0.112497	0.022590	0.021841	0.206343	0.793657	0.160289	0.021513	0.021160	0.124971	0.875029	0.110958
15	0.019872	0.019407	0.247784	0.752216	0.192060	0.020029	0.019851	0.250478	0.749522	0.190669	0.020334	0.019729	0.247121	0.752879	0.197529

Ek VIII.II

Çizelge 54

Hatalı Q1_y ve Q4_y Matrisleri Kullanılarak 50 Kişi İçin Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	Beceri				Hatasız		Hatalı Q1		Hatalı Q4	
	α_1	α_2	α_3	α_4	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0	0	0	0	0.078547	0.042764	0.113553	0.055266	0.063343	0.051859
1000	1	0	0	0	0.091056	0.038297	0.112615	0.044173	0.071799	0.042052
0100	0	1	0	0	0.059448	0.031146	0.045115	0.032480	0.070246	0.054367
0010	0	0	1	0	0.057370	0.031620	0.061416	0.038240	0.069488	0.054074
0001	0	0	0	1	0.060664	0.032098	0.084610	0.042738	0.060690	0.044315
1100	1	1	0	0	0.045086	0.025137	0.019946	0.019237	0.048346	0.030307
1010	1	0	1	0	0.106717	0.038539	0.105687	0.037213	0.114511	0.044025
1001	1	0	0	1	0.030289	0.021116	0.057144	0.029568	0.027650	0.021739
0110	0	1	1	0	0.076292	0.032893	0.074372	0.032633	0.076737	0.032933
0101	0	1	0	1	0.061222	0.029282	0.027174	0.025891	0.059908	0.044520
0011	0	0	1	1	0.061153	0.029536	0.051477	0.032173	0.061967	0.033317
1110	1	1	1	0	0.060586	0.029157	0.061802	0.029826	0.060782	0.029735
1101	1	1	0	1	0.045252	0.025135	0.018351	0.017740	0.049170	0.028098
1011	1	0	1	1	0.045369	0.025711	0.045078	0.025873	0.044735	0.024363
0111	0	1	1	1	0.075811	0.032846	0.076028	0.031942	0.075697	0.032672
1111	1	1	1	1	0.045136	0.025360	0.045630	0.025687	0.044930	0.024804
Toplam					1.000000		1.000000		1.000000	

Ek VIII.I

Çizelge 55

Hatalı Q1_y ve Q4_y Matrisleri Kullanılarak 100 Kişi İçin Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

Madde	Hatasız					Hatalı Q1					Hatalı Q4				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.024138	0.024029	0.021371	0.978629	0.021354	0.028685	0.027504	0.020487	0.979513	0.019950	0.037429	0.035853	0,020748	0.979252	0.020246
2	0.024919	0.023862	0.020284	0.979716	0.019599	0.379286	0.062138	0.037166	0.962834	0.036359	0.425984	0.056924	0,035613	0.964387	0.035358
3	0.020338	0.019768	0.023582	0.976418	0.022689	0.028632	0.028140	0.022424	0.977576	0.021947	0.280216	0.050611	0,034683	0.965317	0.033450
4	0.020070	0.019468	0.022535	0.977465	0.021998	0.032007	0.031016	0.023374	0.976626	0.022412	0.028849	0.027383	0,026657	0.973343	0.025768
5	0.014039	0.013771	0.030241	0.969759	0.029272	0.021653	0.020835	0.434752	0.565248	0.064802	0.018469	0.018658	0,06262	0.937380	0.056452
6	0.013159	0.012825	0.036995	0.963005	0.035804	0.013586	0.013498	0.037006	0.962994	0.035009	0.014917	0.014490	0,046029	0.953971	0.043733
7	0.013749	0.013125	0.033643	0.966357	0.032573	0.013865	0.013780	0.034854	0.965146	0.033728	0.013407	0.013389	0,035506	0.964494	0.034482
8	0.013255	0.012773	0.035545	0.964455	0.034460	0.014019	0.013962	0.035625	0.964375	0.033578	0.013886	0.013589	0,034638	0.965362	0.033169
9	0.013553	0.013364	0.036160	0.963840	0.034743	0.018680	0.018774	0.439712	0.560288	0.072913	0.202274	0.041361	0,099961	0.900039	0.091233
10	0.013035	0.012723	0.038889	0.961111	0.036845	0.018292	0.017330	0.484664	0.515336	0.070699	0.014639	0.014767	0,047296	0.952704	0.045310
11	0.011366	0.010818	0.058075	0.941925	0.055447	0.011524	0.011044	0.063986	0.936014	0.059363	0.085120	0.028334	0,102148	0.897852	0.092933
12	0.011779	0.011533	0.058908	0.941092	0.056471	0.013242	0.012783	0.445217	0.554783	0.090217	0.085250	0.028419	0,098497	0.901503	0.089014
13	0.011339	0.010985	0.063497	0.936503	0.057993	0.011633	0.011544	0.062564	0.937436	0.058866	0.011147	0.010772	0,062787	0.937213	0.059418
14	0.011199	0.011066	0.065925	0.934075	0.062818	0.011282	0.011170	0.076720	0.923280	0.071598	0.011167	0.011187	0,064703	0.935297	0.061217
15	0.010409	0.010208	0.099132	0.900868	0.090905	0.010910	0.010883	0.100494	0.899506	0.090884	0.010806	0.010786	0,101549	0.898451	0.090777

Ek VIII.II

Çizelge 56

Hatalı Q1_y ve Q4_y Matrisleri Kullanılarak 100 Kişi İçin Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	Beceri				Hatasız		Hatalı Q1		Hatalı Q4	
	α_1	α_2	α_3	α_4	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0	0	0	0	0.042404	0.021679	0.078401	0.038983	0.062262	0.047396
1000	1	0	0	0	0.077547	0.025514	0.153273	0.034514	0.066883	0.027833
0100	0	1	0	0	0.086243	0.026698	0.058894	0.032536	0.060619	0.045975
0010	0	0	1	0	0.051632	0.021088	0.051520	0.023815	0.065749	0.048653
0001	0	0	0	1	0.042530	0.018924	0.091509	0.028035	0.049528	0.033655
1100	1	1	0	0	0.086081	0.025712	0.009526	0.009570	0.090666	0.028188
1010	1	0	1	0	0.043809	0.019104	0.042777	0.018900	0.043524	0.019710
1001	1	0	0	1	0.060788	0.022442	0.119414	0.030251	0.056711	0.023492
0110	0	1	1	0	0.068968	0.023282	0.068276	0.023476	0.069450	0.023624
0101	0	1	0	1	0.060489	0.022563	0.010145	0.010184	0.051089	0.033489
0011	0	0	1	1	0.051777	0.020375	0.048744	0.021545	0.052744	0.022048
1110	1	1	1	0	0.069035	0.023754	0.068990	0.023311	0.069006	0.023893
1101	1	1	0	1	0.069547	0.023922	0.008724	0.008675	0.072474	0.025794
1011	1	0	1	1	0.059912	0.021921	0.060745	0.022117	0.060168	0.022014
0111	0	1	1	1	0.051392	0.020102	0.051726	0.020439	0.051592	0.020766
1111	1	1	1	1	0.077844	0.027454	0.077335	0.024730	0.077534	0.025152
Toplam					1.000000		1.000000		1.000000	

Ek IX.I

Çizelge 57

Hatalı Q1 ve Q4 Matrisleri Kullanılarak 100 Kişi İçin Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

M	Hatasız					Hatalı Q1					Hatalı Q4				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.020596	0.020300	0.018102	0.981898	0.017795	0.021366	0.020742	0.017440	0.982560	0.016974	0.020524	0.020398	0.017965	0.982035	0.017885
2	0.020665	0.020028	0.018412	0.981588	0.018089	0.020099	0.019625	0.018417	0.981583	0.018537	0.328812	0.054967	0.032950	0.967050	0.031647
3	0.023685	0.023008	0.016982	0.983018	0.016642	0.023452	0.022868	0.016127	0.983873	0.015874	0.423846	0.057727	0.031850	0.968150	0.031281
4	0.018650	0.018900	0.019497	0.980503	0.018962	0.018210	0.017672	0.019528	0.980472	0.019292	0.018655	0.017826	0.019425	0.980575	0.019107
5	0.013466	0.013543	0.033691	0.966309	0.032582	0.020776	0.020074	0.500845	0.499155	0.065892	0.013170	0.013389	0.035167	0.964833	0.034632
6	0.014966	0.014339	0.028016	0.971984	0.026674	0.014995	0.014517	0.027433	0.972567	0.026817	0.014607	0.014639	0.028223	0.971777	0.026795
7	0.012480	0.012293	0.037809	0.962191	0.036360	0.012791	0.012513	0.037610	0.962390	0.036096	0.012917	0.012941	0.037966	0.962034	0.035790
8	0.013404	0.013150	0.032528	0.967472	0.032097	0.013876	0.013873	0.031473	0.968527	0.030174	0.013412	0.013137	0.032117	0.967883	0.030819
9	0.013989	0.014195	0.032671	0.967329	0.030881	0.019007	0.018661	0.430017	0.569983	0.067323	0.222927	0.042721	0.101513	0.898487	0.089672
10	0.013187	0.012981	0.035465	0.964535	0.034190	0.023670	0.022965	0.558397	0.441603	0.062707	0.013139	0.013009	0.034579	0.965421	0.033687
11	0.012025	0.012199	0.049824	0.950176	0.047818	0.013141	0.012859	0.345518	0.654482	0.087468	0.117928	0.032482	0.099165	0.900835	0.088770
12	0.011686	0.011514	0.070097	0.929903	0.065674	0.012689	0.012336	0.499964	0.500036	0.095577	0.053239	0.023231	0.101505	0.898495	0.090905
13	0.011348	0.011578	0.060389	0.939611	0.058302	0.011338	0.011217	0.059195	0.940805	0.056298	0.011948	0.011820	0.059284	0.940716	0.056225
14	0.011364	0.011358	0.059625	0.940375	0.055120	0.013259	0.012843	0.467393	0.532607	0.088856	0.011217	0.011287	0.061128	0.938872	0.057125
15	0.010413	0.010056	0.100602	0.899398	0.092807	0.010713	0.010876	0.099014	0.900986	0.091488	0.010695	0.010557	0.099569	0.900431	0.089854
16	0.020680	0.019946	0.017774	0.982226	0.017154	0.021140	0.020581	0.018055	0.981945	0.017881	0.020916	0.020459	0.018596	0.981404	0.017961
17	0.020502	0.020587	0.018558	0.981442	0.018279	0.019601	0.019575	0.018622	0.981378	0.018528	0.021515	0.021047	0.021033	0.978967	0.020406
18	0.023235	0.023025	0.016616	0.983384	0.016231	0.023493	0.023231	0.016146	0.983854	0.015822	0.025595	0.025386	0.019914	0.980086	0.019213
19	0.018857	0.018849	0.019922	0.980078	0.019674	0.018824	0.018693	0.019664	0.980336	0.019332	0.018538	0.018464	0.019897	0.980103	0.019999
20	0.013832	0.013779	0.034599	0.965401	0.032972	0.013423	0.013358	0.034680	0.965320	0.033509	0.013132	0.013136	0.034678	0.965322	0.032703
21	0.014654	0.014573	0.027437	0.972563	0.026002	0.014788	0.014556	0.028474	0.971526	0.027667	0.014514	0.014291	0.027708	0.972292	0.026396
22	0.012822	0.012682	0.038238	0.961762	0.036720	0.012912	0.012626	0.038043	0.961957	0.036687	0.013069	0.012930	0.037947	0.962053	0.036463
23	0.013769	0.013644	0.032022	0.967978	0.031343	0.013860	0.013708	0.031738	0.968262	0.030268	0.013603	0.013470	0.033070	0.966930	0.031920
24	0.013768	0.013668	0.033058	0.966942	0.031501	0.013533	0.013330	0.033877	0.966123	0.032758	0.013142	0.012752	0.034343	0.965657	0.033263
25	0.012933	0.012738	0.034457	0.965543	0.032688	0.013370	0.013038	0.035768	0.964232	0.033988	0.013038	0.012975	0.035325	0.964675	0.033710
26	0.012388	0.012052	0.049316	0.950684	0.046550	0.011822	0.011614	0.049857	0.950143	0.046240	0.011984	0.012025	0.051932	0.948068	0.049908
27	0.011100	0.011113	0.070560	0.929440	0.065371	0.010788	0.010823	0.072585	0.927415	0.066786	0.010992	0.010761	0.070502	0.929498	0.065409
28	0.011380	0.011177	0.058173	0.941827	0.054829	0.011542	0.011158	0.058547	0.941453	0.055401	0.011425	0.011343	0.060733	0.939267	0.058693
29	0.011590	0.011297	0.059989	0.940011	0.055774	0.011465	0.011217	0.058320	0.941680	0.053983	0.011776	0.011822	0.058835	0.941165	0.055533
30	0.010453	0.010224	0.098058	0.901942	0.088184	0.010850	0.010866	0.098153	0.901847	0.086587	0.010760	0.010477	0.099390	0.900610	0.090612

Ek IX.II

Çizelge 58

Hatalı Q1 ve Q4 Matrisleri Kullanılarak 100 Kişi İçin Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	Beceri				Hatasız		Hatalı Q1		Hatalı Q4	
	α_1	α_2	α_3	α_4	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0	0	0	0	0.025670	0.014644	0.026147	0.015013	0.024275	0.015816
1000	1	0	0	0	0.060145	0.022063	0.060573	0.022293	0.061013	0.021958
0100	0	1	0	0	0.051705	0.020823	0.051457	0.020136	0.052237	0.020914
0010	0	0	1	0	0.095418	0.027278	0.094784	0.027410	0.096319	0.028322
0001	0	0	0	1	0.051692	0.020421	0.051925	0.020184	0.051809	0.020605
1100	1	1	0	0	0.051341	0.020608	0.051567	0.020616	0.051553	0.020735
1010	1	0	1	0	0.086140	0.026150	0.086207	0.025598	0.086156	0.025669
1001	1	0	0	1	0.051472	0.020484	0.051430	0.020103	0.051298	0.020124
0110	0	1	1	0	0.043458	0.019044	0.043240	0.018874	0.043273	0.018680
0101	0	1	0	1	0.086552	0.026022	0.085960	0.025708	0.086345	0.026027
0011	0	0	1	1	0.043073	0.018545	0.042464	0.018434	0.043427	0.018748
1110	1	1	1	0	0.095229	0.026884	0.095168	0.026981	0.094395	0.027194
1101	1	1	0	1	0.043178	0.018900	0.043475	0.020138	0.043016	0.018618
1011	1	0	1	1	0.069074	0.023860	0.068955	0.023417	0.069217	0.023795
0111	0	1	1	1	0.068810	0.023258	0.068528	0.023013	0.068817	0.023363
1111	1	1	1	1	0.077045	0.024965	0.078120	0.025075	0.076851	0.024296
Toplam					1.000000		1.000000		1.000000	

Ek X.I

Çizelge 59

Hatalı Q1 ve Q4 Matrisleri Kullanılarak 50 Kişi İçin Kestirilen Madde Parametreleri ve Bunların Standart Hataları

M	Hatasız					Hatalı Q1					Hatalı Q4				
	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}	g	SH _g	s	l-s	SH _{l-s}
1	0.032961	0.031831	0.044302	0.955698	0.042625	0.033435	0.031828	0.043643	0.956357	0.042248	0.032282	0.031236	0.044178	0.955822	0.042303
2	0.034537	0.032940	0.040805	0.959195	0.039488	0.035260	0.034337	0.040207	0.959793	0.038798	0.318067	0.071484	0.078030	0.921970	0.071219
3	0.041478	0.039923	0.033524	0.966476	0.032054	0.042864	0.040768	0.032602	0.967398	0.032185	0.438059	0.076182	0.074832	0.925168	0.069679
4	0.040660	0.038845	0.035361	0.964639	0.033540	0.039314	0.037189	0.034962	0.965038	0.033422	0.040117	0.039073	0.035342	0.964658	0.033212
5	0.023676	0.023221	0.082411	0.917589	0.074837	0.032749	0.031861	0.521464	0.478536	0.101228	0.024217	0.023607	0.085035	0.914965	0.078924
6	0.024770	0.024143	0.071391	0.928609	0.067889	0.025469	0.025081	0.070181	0.929819	0.066092	0.024671	0.023850	0.072029	0.927971	0.066436
7	0.027405	0.026327	0.061487	0.938513	0.057212	0.026223	0.025236	0.062954	0.937046	0.060265	0.027001	0.025857	0.061847	0.938153	0.059522
8	0.024784	0.025219	0.077445	0.922555	0.071444	0.023992	0.023406	0.077557	0.922443	0.070191	0.024395	0.024254	0.076698	0.923302	0.070270
9	0.024167	0.023103	0.076354	0.923646	0.070119	0.039851	0.037919	0.584161	0.415839	0.088336	0.200245	0.056380	0.240733	0.759267	0.185348
10	0.025191	0.024018	0.066303	0.933697	0.061168	0.041143	0.039306	0.533630	0.466370	0.088622	0.026295	0.025720	0.066232	0.933768	0.062406
11	0.020704	0.019658	0.170759	0.829241	0.144275	0.023523	0.022275	0.584982	0.415018	0.136506	0.060952	0.034175	0.250628	0.749372	0.194458
12	0.021870	0.021088	0.125431	0.874569	0.110506	0.026690	0.026436	0.563592	0.436408	0.119253	0.100091	0.042178	0.250212	0.749788	0.190709
13	0.021994	0.021006	0.114606	0.885394	0.101282	0.023108	0.022413	0.110598	0.889402	0.100809	0.022966	0.022631	0.112148	0.887852	0.098996
14	0.021814	0.021709	0.122716	0.877284	0.109058	0.024729	0.023868	0.456985	0.543015	0.133098	0.021605	0.021524	0.123371	0.876629	0.108615
15	0.020164	0.019288	0.247482	0.752518	0.191855	0.020216	0.019730	0.251392	0.748608	0.191783	0.019555	0.019193	0.247914	0.752086	0.192673
16	0.032060	0.030887	0.043545	0.956455	0.041044	0.031788	0.031170	0.044408	0.955592	0.042608	0.031264	0.030527	0.044656	0.955344	0.041897
17	0.034412	0.034041	0.040580	0.959420	0.039489	0.034597	0.033643	0.040160	0.959840	0.038950	0.037401	0.035829	0.046335	0.953665	0.043473
18	0.041483	0.038249	0.033440	0.966560	0.032986	0.042042	0.041072	0.033261	0.966739	0.031707	0.045623	0.042944	0.040088	0.959912	0.037424
19	0.040181	0.038987	0.034695	0.965305	0.033918	0.040507	0.038787	0.033716	0.966284	0.032589	0.039379	0.037506	0.034930	0.965070	0.033975
20	0.023540	0.023122	0.083473	0.916527	0.073145	0.024432	0.023477	0.085064	0.914936	0.079588	0.023966	0.023442	0.081810	0.918190	0.073830
21	0.025494	0.024971	0.071058	0.928942	0.067171	0.024957	0.024384	0.070404	0.929596	0.065372	0.025381	0.024813	0.072994	0.927006	0.067657
22	0.026538	0.026391	0.061637	0.938363	0.058818	0.026398	0.025738	0.062106	0.937894	0.058742	0.026698	0.026510	0.062883	0.937117	0.059112
23	0.024741	0.024393	0.076613	0.923387	0.072408	0.024154	0.023411	0.076787	0.923213	0.072147	0.023976	0.023585	0.076535	0.923465	0.069811
24	0.024500	0.023975	0.074649	0.925351	0.070495	0.024348	0.024048	0.077540	0.922460	0.073044	0.024831	0.024266	0.077828	0.922172	0.072061
25	0.025781	0.024828	0.065110	0.934890	0.061492	0.025322	0.024500	0.066900	0.933100	0.062180	0.025513	0.024717	0.064933	0.935067	0.060854
26	0.020534	0.019852	0.165002	0.834998	0.138084	0.020840	0.020594	0.167132	0.832868	0.141509	0.020627	0.020348	0.168047	0.831953	0.141564
27	0.021507	0.021051	0.123954	0.876046	0.110334	0.021633	0.021608	0.124362	0.875638	0.111017	0.022008	0.021411	0.126760	0.873240	0.114341
28	0.022407	0.021506	0.108461	0.891539	0.097427	0.022063	0.021974	0.109507	0.890493	0.098286	0.022180	0.022001	0.109672	0.890328	0.099515
29	0.022230	0.022253	0.129225	0.870775	0.112462	0.021783	0.020900	0.125568	0.874432	0.110575	0.022139	0.021591	0.127510	0.872490	0.111441
30	0.019616	0.019394	0.250950	0.749050	0.193186	0.019982	0.019904	0.253686	0.746314	0.193990	0.019879	0.019603	0.251469	0.748531	0.193508

Ek X.II

Çizelge 60

Hatalı Q1 ve Q4 Matrisleri Kullanılarak 50 Kişi İçin Kestirilen Sınıflama Oranları ve Bunların Standart Hataları

Örtük Sınıf	Beceri				Hatasız		Hatalı Q1		Hatalı Q4	
	α_1	α_2	α_3	α_4	Oran	SH	Oran	SH	Oran	SH
0000	0	0	0	0	0.029481	0.021040	0.030275	0.021692	0.027953	0.022424
1000	1	0	0	0	0.015150	0.015192	0.014608	0.014523	0.014610	0.014320
0100	0	1	0	0	0.091178	0.035493	0.091409	0.035545	0.092270	0.036089
0010	0	0	1	0	0.121050	0.040212	0.121061	0.039709	0.122888	0.041188
0001	0	0	0	1	0.106716	0.037671	0.105312	0.036921	0.105710	0.037489
1100	1	1	0	0	0.045502	0.025853	0.045477	0.024892	0.045474	0.025739
1010	1	0	1	0	0.060411	0.029169	0.060364	0.029127	0.060943	0.029331
1001	1	0	0	1	0.059562	0.028434	0.060885	0.029839	0.060240	0.029065
0110	0	1	1	0	0.061055	0.029412	0.061138	0.029292	0.060821	0.029183
0101	0	1	0	1	0.030633	0.021300	0.030608	0.021200	0.030297	0.021075
0011	0	0	1	1	0.045417	0.025805	0.044601	0.024661	0.045631	0.025443
1110	1	1	1	0	0.045694	0.025946	0.045699	0.025420	0.045549	0.025884
1101	1	1	0	1	0.075831	0.032325	0.076199	0.032489	0.075960	0.033131
1011	1	0	1	1	0.090626	0.034711	0.090760	0.034712	0.090373	0.034438
0111	0	1	1	1	0.076057	0.032560	0.075946	0.032480	0.075635	0.032212
1111	1	1	1	1	0.045637	0.025724	0.045656	0.025362	0.045645	0.028005
Toplam					1.000000		1.000000		1.000000	

Ek XI

250 kişi için oluşturulan yanıtlayıcı beceri profili çıktı dosyası

G29						
	A	B	C	D	E	F
1		V1	V2	V3	V4	
2			1	1	0	1
3			1	1	0	0
4			1	1	1	0
5			1	0	1	1
6			1	0	0	1
7			1	0	0	1
8			0	1	1	0
9			0	0	1	1
10			1	0	1	0
11			1	0	0	0
12			1	0	1	1
13			0	1	1	1
14			1	1	1	1
15			1	0	0	0
16			1	0	1	1
17			1	0	1	0
18			1	0	1	0
19			0	1	1	1
20			1	1	1	0
230			0	0	1	1
231			1	1	0	0
232			0	0	0	1
233			0	0	1	1
234			1	0	0	0
235			0	1	0	0
236			0	0	1	1
237			1	0	0	1
238			1	0	0	0
239	As		0	0	0	0
240			0	1	0	0
241			1	0	0	0
242			0	1	1	0
243			1	0	0	1
244			1	1	1	1
245			1	1	1	1
246			0	1	0	0
247			1	0	0	0
248			1	0	1	0
249			0	0	1	0
250			1	1	1	0
251			0	1	0	1
252						

Ek XIII

250 kişi için madde parametreleri kestirimi çıktı dosyası

250MCMCoutput - Microsoft Excel					
Dosya Giriş Ekle Sayfa Düzeni Formüller Veri Gözden Geçir Görünüm					
I3096					
	A	B	C	D	E
1		g Est	g SE	1-s Est	1-s SE
2	Item 1	0.00869610416312141	0.00852414474691575	0.992879194161897	0.00713252076326983
3	Item 2	0.00747802416595175	0.00732490229918428	0.991701697428669	0.00810948128414794
4	Item 3	0.00800958361677974	0.00782587136393515	0.992261883547901	0.00768582959520654
5	Item 4	0.00758086722364215	0.00748155694440182	0.991842743711671	0.0080079374160141
6	Item 5	0.00513120961700486	0.00506807474591202	0.985495849430245	0.0138685058287996
7	Item 6	0.00537459608757284	0.0054194904459235	0.985974784465018	0.0137244232350109
8	Item 7	0.00535973261051824	0.00544155870962284	0.984780390384652	0.0143567655818347
9	Item 8	0.00510418693077291	0.00505831785127748	0.984023666630663	0.015832230706226
10	Item 9	0.00513363363618738	0.00520640106039743	0.984172247835565	0.015544291850607
11	Item 10	0.00529842232262581	0.00539348790108296	0.983233268266471	0.0163268978140219
12	Item 11	0.00456466509745648	0.0045135688466213	0.97304177180669	0.0262771486722732
13	Item 12	0.00461650071530385	0.00463752339801543	0.971738356707734	0.0275726025701605
14	Item 13	0.00439683500205662	0.00444324969221259	0.968667374224377	0.0299785821857072
15	Item 14	0.00445625934510318	0.00451821922668114	0.970016534083445	0.029624885918511
16	Item 15	0.00437435252028777	0.0043715242722772	0.952641288568875	0.0451125050690814
3086	Item 16	0.00879185224963216	0.00861897882596005	0.992845460797524	0.00715724900754725
3087	Item 17	0.00752867015419796	0.00764998977440692	0.991836239841743	0.00805496680028139
3088	Item 18	0.00803927639236109	0.00810092785750971	0.992369192036807	0.00764663990119484
3089	Item 19	0.00744450558683734	0.00752010689847634	0.991840047513039	0.00814854562190287
3090	Item 20	0.00541365502256543	0.00534532028168659	0.985134292321101	0.0149003091179187
3091	Item 21	0.00553790013822188	0.00541771026795001	0.985423772981196	0.0143991845991352
3092	Item 22	0.00532109171151434	0.00523829258713186	0.984710177909967	0.0153108507534388
3093	Item 23	0.0050699322855023	0.00500642501085228	0.983606546695685	0.0162565625719414
3094	Item 24	0.00527760746792816	0.0053637826773782	0.983783846967956	0.0153724706426111
3095	Item 25	0.00530417040947119	0.00543438117471139	0.983724604086667	0.0163566817702317
3096	Item 26	0.00471996470558221	0.00460873689114959	0.972528247262533	0.0271829560233999
3097	Item 27	0.00459132755131984	0.00466206947720402	0.972421547152844	0.0272096312452226
3098	Item 28	0.00462755782555227	0.00448923535358113	0.969147691471364	0.0299745957566201
3099	Item 29	0.00447956444083124	0.0044092246987479	0.971325697895345	0.0270809601033044
3100	Item 30	0.00423519517683113	0.00425567409850721	0.953505163525729	0.0444011559326611
3101					

Ek XIV

250 kişi için sınıflama oranları kestirimi çıktı dosyası

	A	B	C	D
1		EST	SE	
2	0	0.056648076901427	0.0142258314646688	
3	1000	0.0754677991365772	0.0160138493095305	
4	100	0.052593680062785	0.0135544483886827	
5	10	0.0712089793487465	0.0155702269182749	
6	1	0.0565486334788744	0.014338057427235	
7	1100	0.0636437760420295	0.0150182019918586	
8	1010	0.0899976042323973	0.0177683854491008	
1692	1001	0.0714926744140668	0.0155565124368418	
1693	110	0.049176125720127	0.0135914529204174	
1694	101	0.0528742254981816	0.0139343415768969	
1695	11	0.0635961557993692	0.0147392785376732	
1696	1110	0.064217999165062	0.0152663218508911	
1697	1101	0.0601700448372407	0.0145570117168498	
1698	1011	0.0450488361097763	0.0127127119007823	
1699	111	0.0528888611063651	0.0136825450923902	
1700	1111	0.0749496057194108	0.0163078520055622	
1701				

ÖZGEÇMİŞ

1. Genel

Düzenleme Tarihi:	Şubat 2017
Unvanı Adı Soyadı:	Arş. Gör. Dr. Gizem UYUMAZ
Doğum Tarihi ve Yeri:	28.06.1988 Kırklareli
E-Posta:	gizemuyumaz@gmail.com

2. Eğitim:

Öğrenim Dönemi	Derece (*)	Üniversite	Öğrenim Alanı	Mezuniyet Not Ortalaması
2013-2016	Doktora	Ankara Üniversitesi	Ölçme ve Değerlendirme	3.77 / 4.00 90.64 / 100
2011-2013	Yüksek Lisans	Ankara Üniversitesi	Ölçme ve Değerlendirme	3.50 / 4.00 86.67 / 100
2006-2011	Lisansla Birleştirilmiş Tezsiz Yüksek Lisans (Fakülte Birinciliği)	Dokuz Eylül Üniversitesi	Ortaöğretim Fen Matematik Alanlar Eğitimi Bölümü Fizik Öğretmenliği	3.82 / 4.00 95.80 / 100

3. Doktora

Tez Başlığı	DINA Modelde Q Matrisinin Hatalı Belirlenmesinin Farklı Örneklem Büyüklüklerinde Parametre Kestirimine ve Bireylerin Sınıflandırılmasına Etkisi
Danışman	Doç. Dr. Ömay ÇOKLUK BÖKEOĞLU

4. Yüksek Lisans

Tez Başlığı	Likert Tipi Ölçeklerde Madde Düzeni ve Derecelendirme Farklılıklarının Psikometrik Özellikler ve Yanıtlayıcı Tutumları Açısından İncelenmesi
Danışman	Doç. Dr. Ömay ÇOKLUK

5. Burslar:

1. TUBİTAK 2214-A Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma Burs Programı (Kullanılmadı)
2. TUBİTAK 2211 Doğrudan Yurtiçi Doktora Burs Programı Doktora Bursu
3. TUBİTAK 2228 Son Sınıf Lisans Öğrencileri için Lisansüstü Burs Programı Yüksek Lisans Bursu

6. Görevler:

Yıl	Görev	Yer
2016-2017	Araştırma Görevlisi	Akdeniz Üniversitesi / Eğitim Fakültesi / Eğitim Bilimleri Bölümü / Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı
2012-2016	Araştırma Görevlisi	Ankara Üniversitesi / Eğitim Bilimleri Fakültesi / Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bölümü
2011-2012	Araştırma Görevlisi	Akdeniz Üniversitesi / Eğitim Fakültesi / Eğitim Bilimleri Bölümü / Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı

7. Yayınlar:

a. Makaleler:

1. **Uyumaz, G.** ve Çokluk, Ö. (2016). Likert tipi ölçeklerde madde düzeni ve derecelendirme farklılıklarının psikometrik özellikler ve yanıtlayıcı tutumları açısından incelenmesi. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 9(3), 400-425.
2. **Uyumaz, G.**, Mor-Dirlik, E. ve Çokluk, Ö. (2016). Açıklayıcı faktör analizinde tekrar edilebilirlik: kavram ve uygulama. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(2), 659- 675.

b. Tam Metin Bildiriler

1. Çokluk, Ö. ve **Uyumaz, G.** (2014). Araştırma etiğine ilişkin senaryo denemeleri: bir örnek uygulama. 9. Uluslararası Balkan Eğitim ve Bilim Kongresi Tam Metin Bildiriler Kitabı, 1232-1238.
2. Bakaç, M., Taşoğlu, A. K., & **Uyumaz, G.** (2011). Modeling radioactive decay. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 2196-2200.

c. Uluslararası Kongrelerde Sunulan Bildiriler

1. Koçulu, A., **Uyumaz, G.** ve Koğar, H. (2016). Eğitimde teknoloji kullanımı özyeterlik ölçeğinin faktör yapısının farklı kültürlerdeki değişmezliğinin incelenmesi. World Congress on Lifelong Education, s:39, 16-17 Aralık 2016, Antalya.
2. **Uyumaz, G.** ve Avcı, İ. N. (2016). Katılımlı Türkçe sözlüklerdeki kadın metaforları üzerine bir değerlendirme. World Congress on Lifelong Education, s:39, 16-17 Aralık 2016, Antalya.
3. Koğar, H. ve **Uyumaz, G.** (2016). Performans takip sınavının (PTS) faktör yapısının belirlenmesi. 5th World Conference on Educational and Instructional Studies, s:67, 27-29 Ekim 2016, Antalya.
4. **Uyumaz, G.** (2016). Kadınların çalışmasına ilişkin tutum ölçeğinin geliştirilmesi, psikometrik özelliklerinin belirlenmesi ve alınan puanların farklı değişkenlere göre karşılaştırılması. Uluslararası Çağdaş Eğitim Araştırmaları Kongresi, s:32-33, 29 Eylül- 2 Ekim 2016, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
5. Sırgancı G., **Uyumaz G.**, Mor Dirlik, E. ve Kula Kartal, S. (2015). Çok Kategorili Puanlanan Verilerde Değişen Madde Fonksiyonu Belirlemede Sıralı Lojistik Regresyon Poly-Sıbtest ve Parametre Karşılaştırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması. 5th International Conference on New Horizons in Education (INTE-2015), 10-12 Haziran 2015.
6. Mor Dirlik, E. & **Uyumaz, G.** (2014). The Findings of Teacher Variables in TIMSS. International Conference on New Horizons in Education (INTE 2014), 25-27 Haziran 2014.
7. Çokluk, Ö. ve **Uyumaz, G.** (2014). Araştırma Etiğine İlişkin Senaryo Denemeleri: Bir Örnek Uygulama. 9. Uluslararası Balkan Eğitim ve Bilim Kongresi (16-18 Ekim 2014).

Trakya Üniversitesi, Edirne.

8. Bakaç, M., Kartal Taşoğlu, A. & **Uyumaz, G.** (2011). Construction Radioactive Decay's Graph. *2nd World Conference on New Trends in Science Education (WCNTSE-2011)*, s:46, 19-23 Eylül 2011, İzmir.
9. Bakaç, M., Kartal Taşoğlu, A. & **Uyumaz, G.** (2011). Teaching Radioactive Decay. *2nd World Conference on New Trends in Science Education (WCNTSE-2011)*, s:46, 19-23 Eylül 2011, İzmir.
10. Şengören, K. S., **Uyumaz, G.**, Kaplan, T. ve Kavcar, N. (2011). Fizik Öğretmenlerinin 10. Sınıf Fizik Kitabına İlişkin Görüşleri: İzmir İli Örneği. *Türk Fizik Derneği 28. Uluslararası Fizik Kongresi (TFD-28)*, s:372, 6-9 Eylül 2011, Bodrum.
11. Bakaç, M., Kartal Taşoğlu, A. & **Uyumaz G.** (2011). Modeling radioactive decay. *3rd World Conference on Educational Sciences (WCES-2011)* s:89, 3-7 Şubat 2011, İstanbul.

d. Ulusal Kongrelerde Sunulan Bildiriler

1. **Uyumaz, G.**, Sırgancı, G. ve Çokluk, Ö. (2016). Farklı Kategori Sayısı ve Yetenek Dağılımı Durumlarında Kategoriler Arası Psikolojik Uzaklıkların İncelenmesi. 5. Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme kongresi, 1-3 Eylül 2016. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
2. **Uyumaz, G.** ve Akben, N. (2016). Öğretmen Adaylarının Akranları ve Öğretim Elemanları Tarafından Değerlendirilmelerinden Elde Edilen Puanların Güvenirliğinin Karşılaştırılması. 5. Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme kongresi, 1-3 Eylül 2016. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

8. Projeler:

1. Motorlu Taşıtlar Sürücü Kursiyerleri Teorik (Yazılı) Sınavının Bilgisayar Ortamında Bireye Uyarlanmış Test Olarak Geliştirilmesi (2016-2017/Devam ediyor). TÜBİTAK-1001 Projesi. Yürütücü: Prof. Dr. R. Nükhet Çıkrıkçı Demirtaşlı (Görev: Bursiyer)
2. Radyoaktivite ve Radyoekoloji Eğitim-Öğretimi: Jeotermal Su Kaynaklarındaki Çevresel Radyoaktivite Seviyelerinin Belirlenerek Değerlendirilmesi (2010-2013). Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma Fon Saymanlığı Projesi (BAP). Yürütücü: Prof. Dr. Mustafa Bakaç. (Görev: Bursiyer)

9. Belgelendirilen Eğitimler

	Eğitim	Yer	Süre	Tarih
1	R Programlama	Ankara	3 gün	7-9.03.2016
2	İleri Düzey R ile Programlama	Ankara	7 gün	11 -17.04.2016
3	Veri Madenciliğine Giriş	Ankara	3 gün	25-27.04.2016
4	Veri Hazırlama Yöntemleri	Ankara	3 gün	29.04.2016-01.05.2016
5	Öngörüşel Modelleme	Ankara	2 gün	14-15.05.2016
6	Segmentasyon ve Birliktelik	Ankara	2 gün	21-22.05.2016

10. Kongre Düzenleme Kurulu Üyelikleri

1. 5. Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme kongresi düzenleme kurulu, 1-3 Eylül 2016, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.