

**SEKİZİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN TIMSS 2015
MATEMATİK BAŞARILARININ BİLİŞSEL TANI MODELİ
İLE İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF TIMSS 2015 MATHEMATICS
ACHIEVEMENT FOR EIGHTH GRADE STUDENTS WITH
THE COGNITIVE DIAGNOSTIC MODEL**

Burcu PARLAK

Hacettepe Üniversitesi

Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Orta Öğretim Fen ve
Matematik Alanlar Eğitimi Bilim Dalı

Doktora Tezi

olarak hazırlanmıştır.

2017

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, çalışmamın her sürecinde benim için emek ve zaman harcayan, disiplinli çalıőmasını her zaman örnek aldığım danıőmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Necla TURANLI'ya teőekkürlerimi sunarım.

Çalışma süreci boyunca, değerli önerileriyle ve bilgileriyle destek veren, sorularımı yanıtlayan ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Nuri DOĞAN ve Prof. Dr. Safure BULUT'a çok teşekkür ederim. Tez savunmamdaki nerileri ve katkılarından dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Haydar EŞ ve Prof. Dr. Hüseyin TATLIDİL hocalarıma teőekkürlerimi sunarım.

Her baőarımda emeğinin olduğunu bildiğim, bugünlere gelmemde sonsuz özverileri olan ve varlıklarıyla bana g veren canım annem Nevare PARLAK, babam Aydın PARLAK ve kardeőim Emre PARLAK'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

SEKİZİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN TIMSS 2015 MATEMATİK BAŞARILARININ BİLİŞSEL TANI MODELİ İLE İNCELENMESİ

Burcu PARLAK

ÖZ

Bu araştırma, sekizinci sınıf düzeyindeki öğrencilerin matematik alanındaki öğrenme eksiliklerinin, zayıf ve güçlü oldukları konuların belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Bu bağlamda, öğrencilerin yanıtlama tepkileri üzerinde madde türlerinin bir etkisinin olup olmadığı da incelenmiştir.

Bu amaç doğrultusunda, Bilişsel Tanı Modellerinden DINA model ile analiz çalışmaları yürütülmüştür. Analiz sürecinde, TIMSS 2015 sekizinci sınıf matematik değerlendirmesi kapsamında uygulanan iki kitapçık ve 69 maddeden elde edilen öğrenci verileri ve maddelerin konu alanlarıyla ilişkisini gösteren Q matris kullanılmıştır. Konu alanlarını temsil eden bilişsel özellikler üç alan uzmanı tarafından sekizinci sınıf matematik öğretim programı ve TIMSS 2015 değerlendirme çerçevesi incelenerek belirlenmiştir. Bu çalışma sonrasında, her bir madde, uzmanlar tarafından belirlenen 14 özellik ile ilişkilendirilerek Q matrisler oluşturulmuştur.

Maddelerden elde edilen bulgular, g (tahmin) ve s (kaydırma) parametrelerinin düşük, δ (ayırt edicilik) parametresinin yüksek olduğunu göstermektedir. Maddelere ait parametre değerleri incelendiğinde, g parametresine ait ortalamaların sırasıyla 0.24 ve 0.19, s parametresine ait ortalamaların 0.21 ve 0.20 olduğu görülmektedir. Testlere ait δ ortalama değerlerinin, 0.55 ve 0.60 olduğu belirlenmiştir.

Özelliklerin gözlenme sıklıklarına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, testleri yanıtlayan öğrenci grubunun yaklaşık yarısının belirlenen özelliklere sahip olmadığı belirlenmiştir. Öğrenme alanları kapsamında bakıldığında, öğrencilerin en az sahip oldukları özelliklerin başında sayılar öğrenme alanında yer alan “kesirler ve ondalık gösterimler” ve cebir öğrenme alanında yer alan “cebirsal ifade ve işlemler” özelliği gelmektedir. Geometri öğrenme alanında öğrencilerin en zayıf olduğu özelliğin “dönüşüm geometrisi” olduğu belirlenmiştir.

Madde türüne ilişkin analiz sonuçları incelendiğinde, açık uçlu maddelerden elde edilen s parametrelerinin daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bu sonucun özellikle kısmi puanlanan maddelerde biraz daha arttığı gözlenmiştir. Çoktan seçmeli maddelerde ise, g parametresinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı özelliği ölçen çoktan seçmeli ve açık uçlu maddelerle ilgili bulgular incelendiğinde, çoktan seçmeli bir maddede özelliğe sahip öğrencilerin yanlış yanıt olma olasılıkları çok düşük iken, aynı bilişsel özellikleri ölçen açık uçlu maddede özelliğe sahip öğrencilerin yanlış yanıt olma olasılıkları yüksek çıkmıştır.

Anahtar sözcükler: Matematik başarısı, Bilişsel tanı modelleri, DINA model, TIMSS.

Danışman: Prof. Dr. Necla TURANLI, Hacettepe Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bilim Dalı

INVESTIGATION OF THE TIMSS 2015 MATHEMATICS ACHIEVEMENT IN EIGHT GRADE STUDENTS WITH COGNITIVE DIAGNOSTIC MODEL

Burcu PARLAK

ABSTRACT

This research was conducted with the aim of determining the learning deficits and areas that are weak and strong in the mathematics of the eighth grade students. In this context, it has also been examined whether there is an effect of item types on students' response.

For this purpose, analysis studies were carried out with the DINA model from the Cognitive Diagnostic Models (CDM). In the analysis process, two booklets were applied TIMSS 2015 eighth grade mathematics evaluation and student data obtained from 69 items and Q matrix showing the relation with learning areas of the items were used. Cognitive attributes representing learning areas were determined by three field experts by examining the eighth grade mathematics curriculum and TIMSS 2015 assessment frameworks. After this study, Q matrices were created by associating each item with 14 properties determined by experts.

Findings from the data indicated that the g (guess) and s (slip) parameters were low and the δ (item discriminant) parameter was high. When the parameters values of the items were examined, it had seen that the averages of g parameter were 0.24 and 0.19, the averages of s parameter were 0.21 and 0.20. Mean values of δ for the tests were determined to be 0.55 and 0.60.

When the conclusions regarding the frequency of observations of attributes were examined, it was determined that about half of the students who responded to the tests did not have the specified attributes. When it comes to learning areas, it comes from the "fractions and decimal representations", which are at the top of the attribute that students had at least in the learning field, and the "algebraic expressions and operations" attribute in the area of learning algebra. It has been determined that the weakest attribute of the students in geometry learning is the "rotation geometry".

When the analysis results of the item type were examined, it was seen that the s parameters obtained from the open ended items were higher. It was observed that

this result was slightly increased especially in the partial scoring items In the case of multiple choice items, the parameter g is determined to be higher. When the findings of multiple choice and open ended items that measure the same attribute were examined, students with an attribute in a multiple choice item had a very low probability of false answers, whereas students with the same attribute in the open ended item had a high probability of false answers.

Keywords: Mathematics achievement, cognitive diagnostic models, DINA model, TIMSS.

Advisor: Prof. Dr. Necla TURANLI, Hacettepe University, Department of Mathematics and Science Education, Division of Mathematics and Science Education

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY.....	ii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI.....	iii
ETİK BEYANNAMESİ	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZ.....	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	5
1.3. Problem Cümlesi	8
1.3.1. Alt Problemler.....	8
1.4. Sınırlılıklar.....	8
1.5. Araştırmanın Kuramsal Temeli	8
1.5.1. Bilişsel Tanı Modelleri	8
1.5.1.1. Test Maddeleri ve Bilişsel Özellikler Arasındaki İlişki: Q Matris	12
1.5.1.2. Bilişsel Tanı Modellerinin Genel Özellikleri	15
1.5.1.3. Bilişsel Tanı Modeli Sınıflaması	17
1.5.1.4. Tamamlayıcı ve Tamamlayıcı Olmayan Modeller	18
1.5.2. DINA Model.....	19
1.5.3. G - DINA Model.....	24
1.5.4. NIDA Model.....	25
1.5.5. NIDO Model	26
1.5.6. DINO Model	27
2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	29
2.1. İlgili Araştırmalar Özet	34
3. YÖNTEM.....	35
3.1. Araştırmanın Modeli.....	35
3.2. Çalışma Grubu.....	35
3.3. Veri Toplama Araçları	36
3.3.1. TIMSS	36
3.3.2. TIMSS Başarı Testleri	44
3.3.3. Q Matrisin Belirlenmesi	46
3.3.3.1. Bilişsel Özelliklerin Belirlenmesi.....	46
3.3.3.2. Q Matrisin Belirlenme Süreci	49
3.4. Verilerin Analizi	52
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	55
4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	55
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	65

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular	79
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	88
5.1. Sonuçlar.....	88
5.2. Öneriler.....	91
5.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler.....	91
5.2.2. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler	92
KAYNAKÇA.....	93
EKLER DİZİNİ	99
EK 1. ETİK KOMİSYONU ONAY BİLDİRİMİ	100
EK 2. ARAŞTIRMADA KULLANILAN MADDELERİN ÖZELLİKLERİ.....	101
EK 3. TIMSS 2015 UYGULAMASINA AİT YAYINLANAN ÖRNEK MADDELER	102
EK 4. ARAŞTIRMADA KULLANILAN MADDELERİN MTK PARAMETRELERİ.....	109
EK 5. BİRİNCİ KİTAPÇIĞA AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI.....	110
EK 6. BEŞİNCİ KİTAPÇIĞA AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI	112
EK 7. BİRİNCİ KİTAPÇIK ÇOKTAN SEÇMELİ MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI	114
EK 8. BİRİNCİ KİTAPÇIK AÇIK UÇLU MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI.....	116
EK 9. BEŞİNCİ KİTAPÇIK ÇOKTAN SEÇMELİ MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI	117
EK 10. BEŞİNCİ KİTAPÇIK AÇIK UÇLU MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI.....	119
EK 11. CEBİR ÖĞRENME ALANI İLE İLGİLİ MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI	121
EK 12. SAYILAR ÖĞRENME ALANI İLE İLGİLİ MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI	122
EK 13. ORJİNALLİK RAPORU.....	123
ÖZGEÇMİŞ	124

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1: Q Matrisi Örneği	14
Tablo 1.2: Tatsuoka (1990) Tarafından Geliştirilen Test Maddeleri ve Q Matris	15
Tablo 1.3: Bilişsel Tanı Modellerinin Sınıflaması	18
Tablo 1.4: Tamamlayıcı ve Tamamlayıcı Olmayan Model Kuralları	19
Tablo 1.5: DINA Modelde Yanıt Olasılıkları	22
Tablo 3.1: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Türkiye Evren ve Örneklem Bilgisi	35
Tablo 3.2: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Maddelerinin Öğrenme Alana Göre Dağılımı	37
Tablo 3.3: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Maddelerinin Bilişsel Düzeylere Göre Dağılımı	40
Tablo 3.4: TIMSS Sekizinci Sınıf Yıllara Göre Genel Matematik Başarısı ve Öğrenme Alanlarına İlişkin Türkiye'nin Başarı Durumu.....	42
Tablo 3.5: TIMSS Sekizinci Sınıf Yıllara göre Yeterlilik Düzeylerine ilişkin Türkiye'nin Matematik Başarı Durumu	43
Tablo 3.6: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Başarı Testinin Konu Alanı ve Madde Türüne Göre Dağılımı.....	44
Tablo 3.7: Araştırmanın Yapıldığı Matematik Başarı Testlerinin Betimsel Özellikleri	45
Tablo 3.8: Uzman Görüşlerine Göre Araştırmanın Yapıldığı Matematik Başarı Testlerinin İçerdiği Bilişsel Özellikler	48
Tablo 3.9: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Uygulaması Birinci Kitapçığa Ait Gözlenen Özellikler ve Görülme Sıklıkları.....	49
Tablo 3.10: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Uygulaması Birinci Kitapçığa İlişkin Q Matris	50
Tablo 3.11: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Uygulaması Beşinci Kitapçığa Ait Gözlenen Özellikler ve Görülme Sıklıkları.....	51
Tablo 3.12: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Uygulaması Beşinci Kitapçığa İlişkin Q Matris	52
Tablo 4.1: Birinci Kitapçığa İlişkin Madde Parametreleri	56
Tablo 4.2: Birinci Kitapçık için Belirlenen Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları	58
Tablo 4.3: Birinci Kitapçıkta En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları	59
Tablo 4.4: Beşinci Kitapçığa İlişkin Madde Parametreleri.....	61
Tablo 4.5: Beşinci Kitapçığa İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları.....	62
Tablo 4.6: Beşinci Kitapçıkta En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları	63

Tablo 4.7: Birinci Kitapçıkta Yer Alan Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri	66
Tablo 4.8: Birinci Kitapçıkta Yer Alan Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları	67
Tablo 4.9: Birinci Kitapçıkta Yer Alan Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları	68
Tablo 4.10: Birinci Kitapçık Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri	69
Tablo 4.11: Birinci Kitapçıkta Yer Alan Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları	70
Tablo 4.12: Birinci Kitapçıkta Yer Alan Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları	71
Tablo 4.13: Beşinci Kitapçıkta Yer Alan Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri	72
Tablo 4.14: Beşinci Kitapçık Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları	73
Tablo 4.15: Beşinci Kitapçıkta Yer Alan Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları	74
Tablo 4.16: Beşinci Kitapçıkta Yer Alan Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri	75
Tablo 4.17: Beşinci Kitapçıkta Yer Alan Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları	76
Tablo 4.18: Beşinci Kitapçıkta Yer Alan Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları	77
Tablo 4.19: Birinci Kitapçıkta Aynı Özellikleri Ölçen Çoktan Seçmeli ve Açık Uçlu Maddelerin Madde Parametreleri.....	78
Tablo 4.20: Cebir Alanı ile İlgili Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri	80
Tablo 4.21: Cebir Alanına ile İlgili Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları.....	81
Tablo 4. 22: Cebir Alanında Gözlenen Özelliklerin Örtük Sınıflarının Sonsal Olasılıkları	82
Tablo 4.23: Sayılar Alanı ile İlgili Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri	84
Tablo 4.24: Sayılar Alanına ait Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları	85
Tablo 4. 25: Sayılar Alanında Gözlenen Özelliklerin Örtük Sınıflarının Sonsal Olasılıkları	86

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- AIC:** Akaike Information Criterion
- BIC:** Bayesian Information Criterion
- BTM:** Bilişsel Tanı Modeli
- CDM:** Cognitive Diagnostic Models
- CSMS:** Concept in Secondary Mathematics and Science
- DINA:** Deterministic Inputs Noisy and Gate
- DINO:** Deterministic Inputs Noisy or Gate
- EM:** Expectation Maximization
- G-DINA:** Generalized Deterministic Inputs Noisy and Gate
- IEA:** International Association for the Evaluation of Educational Achievement
- KTK:** Klasik Test Kuramı
- LCDM:** Log-linear Cognitive Diagnosis model
- LLM:** Lineer Logistic Model
- LYS:** Lisans Yerleştirme Sınavı
- MTK:** Madde Tepki Kuramı
- NCTM:** National Council of Teachers of Mathematics
- NIDA:** Noisy Input Deterministic or Gate
- NIDO:** Noisy Input Deterministic or Gate
- OKS:** Orta Öğretim Kurumlarına Seçme ve Yerleştirme Sınavı
- PIRLS:** Progress in International Reading Literacy Study
- PISA:** Program for International Student Assessment
- 1 PLM:** 1 Parameter Logistic Model
- 2 PLM:** 2 Parameter Logistic Model
- 3 PLM:** 3 Parameter Logistic Model
- PSSM:** Principles and Standards for School Mathematics

RRUM: Reduced Reparametrized Unified Model

RSM: Rule Space Model

SBS: Seviye Belirleme Sınavı

TEOG: Temel Eğitimden Orta Öğretime Geçiş

TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study

YGS: Yüksek Öğretime Geçiş Sınavı

1. GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, problem cümlesi ve alt problemler, sınırlılıklar ve araştırmanın kuramsal temeline yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Yirmi birinci yüzyıl bilim ve teknoloji çağında bilgiyi edinme ve kullanmanın önemi hızla artmakta ve bu hızlı değişim sürecinde başarılı olmak için toplumların bireylerinden beklediği beceriler de değişmektedir. Bu nedenle içinde bulunduğumuz bilgi ve teknoloji çağında toplumların sahip olduğu eğitimin niteliği, bir ülkenin gelişmişlik düzeyini belirleyen en önemli ölçütlerden biri olmuştur.

Toplumsal ve kültürel gelişmeler, hızla değişen bilgi ve teknoloji toplumların gereksinimlerini karşılayacak nitelikli insan ihtiyacını da değiştirmiştir. Bu değişimlere hızla uyum sağlayan, öğrendiği temel bilgi ve becerileri yaşam durumlarında kullanabilecek bireyler yetiştirmek, günümüz eğitim sistemlerinin temel amacını oluşturmaktadır. Ayrıca, eğitim çıktılarının küresel anlamda kabul edilen ölçütleri karşılaması gerekmektedir. Öğrenciler, akılcı ve eleştirel düşünme becerilerini kazanabilmelidir (Gierl, 2007). Öğrencilerin yeni öğrenme amaçları için ihtiyaç duyduğu bilgi ve becerilerin değişmesi, beraberinde değerlendirme ve öğretim arasındaki ilişkiyi de değiştirmiştir. Bu durum öğretim sürecinde kullanılan öğretim programlarında ve ölçme değerlendirme yaklaşımlarında değişikliği zorunlu kılmıştır.

Değerlendirme, eğitim amaçlarının karşılanıp karşılanmadığını tanımladığı için eğitimin ayrılmaz bir parçasıdır. Değerlendirme, hem öğretim programlarının etkilerini değerlendirmek hem de bu programları yönlendirmek açısından kritik önem taşır. Eğitim alanındaki değerlendirmelerde öğrencilerin öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi eğitim sürecindeki her bir aşama için yararlı bilgiler sağlamaktadır (Bolt, 2007). Bu bilgiler, öğretmenlere öğrencilerin okuldaki öğrenim durumlarını düzenlemeleri için işlevsel geri bildirimler sağlar; öğretmenler öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarına göre öğrenme etkinliklerini düzenleyebilir, öğrencilerin zayıf oldukları konuları telafi edecek şekilde öğrenme ortamı oluşturabilirler. Eğitim araştırmacıları ve politika belirleyiciler tarafından, belirlenen öğrenme eksikleri göz önüne alınarak öğretim programlarında ve ders kitaplarında gerekli değişiklikler ve geliştirme

çalışmaları yapılabilir. Başka bir ifade ile bu bilgiler hem öğrenci başarılarını izlemede hem de öğretim programlarını geliştirmede önemlidir.

Değerlendirmenin amacı Wiggins (1998) tarafından öğrenci performansını izlemenin yanında, öğrenciyi eğitmek ve öğrenci performansını artırmak olarak tanımlanmıştır. Değerlendirme sadece öğrenme düzeyini ortaya çıkarmak değil, öğrenci öğrenmeleriyle ilgili daha fazla bilgi edinmektir. Bu bağlamda, bilişsel anlamda detaylı bilgi sağlayan değerlendirmelerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (De La Torre, 2009a).

Değerlendirme sürecinde öğrencilerin toplam puanları veya teste ait betimsel istatistikler öğrencilerin sıralanmasında ya da öğrenci performanslarının karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu bilgiler öğrencinin ilgili bilgi veya beceride zayıf ve güçlü yönleri hakkında ayrıntılı bilgi vermemektedir. Sınıf içinde ya da geniş ölçekli sınavlarda öğrencinin bir konudaki başarısının grup ortalamasının altında kalıp kalmamasından ziyade, öğrencinin ilgili konu kapsamında hangi bilgi veya beceriye yeterli düzeyde sahip olduğu ve zorlandığı konuların bilinmesi öğrenci başarısını artırmak adına daha belirleyici olabilir (Birenbaum, Kelly ve Tatsuoka, 1993). Bu noktada puan yerine öğrenci veya öğrenci grubu için hangi bilgi veya becerilerde öğrenme eksikliği olduğuna ilişkin profiller oluşturulabilir. Ortaya çıkan bu profiller öğrencilerin öğrenme süreçleri ve öğrenme eksikliklerine ilişkin ayrıntılı ve işlevsel bilgiler içermektedir (De La Torre, 2009a).

Etkili ve anlamlı bir sonuç değerlendirmesi sağlamak için aynı zamanda doğru tanılamaların yapıldığı bir süreç değerlendirmesi de yapmak gerekir. Bu durum, sonuç değerlendirmenin öğretme ve öğrenme süreçleri ile desteklenmesi gerektiği anlamına gelmektedir (DiBello, Roussos ve Stout, 2007). İdeal değerlendirmede sadece psikometrik standartların karşılanması değil aynı zamanda öğrencilerin nasıl öğrendikleri ve başarılı olmak için hangi bilgilere ihtiyaç duyduğu noktasında geri bildirimlerin sağlanması gerekir.

Eğitim alanındaki öğrenme, öğretme ve değerlendirme yaklaşımlarındaki gelişmelere paralel olarak matematik eğitiminde de önemli değişimler olmaktadır. Bilgi toplumlarındaki hızlı teknolojik ilerlemeler matematik eğitimini önemli kılmaktadır. Günümüzde matematik eğitimi, sahip olduğu bilgiyi yeni durumlara uygulayan, problem çözme becerisine sahip insanlar yetiştirmeyi hedeflemektedir.

Bilgi toplumları, bireylerin temel bilgi ve becerilerin ötesinde yeni yeterlilikler ve beceriler kazanmalarına ve bu yeni kazanımları günlük hayatta uygulayabilme becerisine sahip olmalarını beklemektedir (Gür ve Korkmaz, 2003). Matematik eğitimi alanında yapılan reform çalışmalarının sonuçlarından biri de öğrencilerin değerlendirme biçimlerinin değiştirilmesi yönündedir. Amerika'daki Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000) yayınlamış olduğu standartlarda öğrencinin değerlendirilmesinde son yıllarda yaygın bir şekilde kabul edilen öğrenme teorilerine bağlı olarak değişmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Standartlar, öğrencilerin hangi bilgi ve becerilere sahip olup olmadıklarının yanında neyi yapıp yapamadığını değerlendiren, öğrencinin matematik öğrenmelerini destekleyen çeşitli değerlendirme teknik ve araçların kullanılmasını önermektedir. Dolayısıyla uygulanacak değerlendirme etkinlikleri öğrencinin hem öğrenme ürününü hem de öğrenme sürecini ölçebilecek şekilde yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır.

Matematik eğitimcilerinin perspektifinden bakıldığında, matematik kavramları birbirlerinden bağımsız değildir ve kendi aralarında hiyerarşik bir ilişki vardır (Battista, 2004). Matematik çok çeşitli beceri ve kavramları kapsar. Bu beceriler ve kavramlar birbiriyle ilişkilidir ve çoğunlukla birbirlerine dayanır (Sternberg ve Ben-Zeev, 1996). Bazı matematik becerileri sırayla gelişir. Örneğin, bir çocuk sayıların miktarları temsil ettiğini bilene kadar sayıları toplamaya başlayamaz. Bununla birlikte, bilişsel alanda yapılan araştırmalar bazı ön bilgilerin daha karmaşık diğer bilgiler için temel olarak alınabileceğini göstermektedir (Kuhn, 2001; Vosniadou ve Brewer, 1992).

Bu bağlamda matematik alanında öğrencilerin öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi, matematik öğretimi için oldukça önemlidir. Öğrencilerinin zayıf olduğu konularda doğru tanılama yapılması ve tedbirlerin alınması, sonraki konuların doğru öğrenilebilmesi adına çok önemlidir. Bu yönde yapılacak çalışmaların öğrencilerin matematik başarılarına olumlu yönde yansıtacağı düşünülmektedir.

Öğrencilerin matematik başarıları söz konusu olduğunda ölçüt olarak alınan ulusal (OKS, SBS, TEOG, YGS, LYS) ve uluslararası sınav uygulamalarına (PISA, TIMSS) ilişkin sonuçlara bakıldığında, Türkiye'nin matematik başarısının düşük olduğu görülmektedir. Farklı amaçlarla ve farklı yaş gruplarına uygulanan bu sınavlarda matematik alanına ilişkin başarı düzeylerinde kayda değer bir iyileşmenin

gözlenmemesi, matematik öğretimi ile ilgili temel sorunların olduğuna işaret etmektedir. Matematik alanındaki başarı durumunu iyileştirmek ve gelişmiş ülkelerdeki standartlara erişmek amacı ile çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Süreç içinde, öğretim programlarında ve sınıf içi öğretim yöntem ve tekniklerinde önemli gelişmeler yaşanmış, bunlara bağlı olarak değerlendirme yöntemlerinde de bazı değişikliklere gidilmiştir. Ancak değerlendirme noktasına gelindiğinde, ulusal düzeyde yapılan sınavların isimleri değişse de değerlendirme sürecinin sonunda öğrencilere toplam puanları ya da grup içindeki sıraları üzerinden bir geri bildirim verilmekte, öğrencilerin başarı durumunu bu sıralama bilgisi ifade etmektedir. Uluslararası sınav uygulamalarına ilişkin sonuçlara bakıldığında, Türkiye'nin matematik alanındaki sonuçlarının iyi olmadığı görülmektedir. Bu uygulamalar sonucunda sağlanan veriler, ülkelerin hem kendi eğitim sistemleri hem de diğer ülkelerin eğitim sistemlerine ilişkin değerli bilgiler sunmaktadır. Ancak toplam puan ve sıralama üzerine odaklanan raporlamalar öğrencilerin hangi konularda güçlü ve zayıf oldukları ile ilgili sınırlı bilgiler içerir (De La Torre ve Karelitz, 2009). Bu nedenle öğretmenlere ve eğitim yöneticilerine öğrenci başarılarını iyileştirmek için öğretim koşullarında olası değişiklikler yapmak adına kullanabilecekleri sınırlı bilgiler sunar. Mevcut değerlendirme ve raporlama biçimleri göz önüne alındığında, ulusal ve uluslararası birçok testin bireylerin bilgi düzeylerine ve öğrenme süreçlerine ilişkin yeterli bilgileri sağlayamadığı görülmektedir. Bu durum öğrenci başarısını ifade ederken; özellikle öğrencilerin bir konu, bilgi ya da beceri de zayıf ve güçlü yönlerini belirlerken, farklı değerlendirme yöntemleri kullanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu amaçla, yeteri kadar küçük parçalara ayrılmış ve iyi tanımlanmış bilgi ve becerilerin öğrencilerdeki varlığını veya yokluğunu belirlemek için bilişsel tanı modelleri (BTM) kullanılmaktadır.

Öğrencilerin öğrenme eksikliklerine ilişkin bilgi vermeye yönelik ilk girişimlerden biri, 1999 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) Uluslararası Matematik Raporu'dur (Mullis ve diğerleri, 2000). Bu raporda, "eğitimcilerin, program geliştirme uzmanlarının ve politika yapımcıların matematikte öğrencilerin neler bildikleri, neler yapabileceklerini ve hangi alanların, konuların ve kavramların üzerinde daha fazla durulması gerektiğini, bilgi ve beceri anlamında öğrenci ihtiyaçlarının hangi noktalarda belirginleştiğini anlamaları önemlidir" (s. 57) ifadesine yer verilmiştir.

Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması - TIMSS Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu IEA'nın (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) dört yıllık aralıklarla düzenlemekte olduğu, öğrencilerin matematik ve fen alanlarında kazandıkları bilgi ve becerilerin değerlendirilmesine yönelik bir tarama araştırmasıdır. TIMSS, öğretim programında yer alan kazanımlara uygun olarak hazırlanan maddelerle ilkökul dördüncü sınıf ve ortaokul sekizinci sınıf düzeyindeki öğrencilerinin matematik ve fen bilimlerindeki performanslarını ölçmektedir. Sekizinci sınıf düzeyinde matematik değerlendirmesi dört öğrenme alanından; sayılar, cebir, geometri ile veri ve olasılık konularından hazırlanan maddelerle yapılmaktadır. Değerlendirme sonuçlarına bakıldığında, Türkiye'nin sekizinci sınıf matematik sonuçlarının TIMSS ölçek puanı olan 500 puanın altında olduğu görülmektedir, bu durum öğrenme alanları için de geçerlidir. Yani matematik alanında hem toplam ülke puanı hem de öğrenme alanları için elde edilen puanların düşük olduğu görülmektedir. Ancak yapılan analizler ve raporlara bakıldığında, sıralamalar ve matematik başarısını etkileyen değişkenlere ilişkin bulgulara yer verildiği görülmektedir. Öğrencilerin öğrenme alanlarına ilişkin neden başarısız olduklarına dair ayrıntılı bilgiler yer almamaktadır.

Dört yılda bir uygulanan ve uluslararası düzeyde katılımın sağlandığı, matematik ve fen alanlarına ilişkin önemli verilerin toplandığı bir uygulamadan elde edilecek bulguların, öğrencilerin matematik alanındaki öğrenme eksikliklerine ilişkin önemli bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, TIMSS 2015 sekizinci sınıf matematik verisi ile bilişsel tanı modellemesine dayalı analizlerin yapılacağı bu araştırmadan elde edilecek bulguların, mevcut analiz ve raporlamalardan farklı olarak öğrencilerin matematik alanındaki öğrenme eksikliklerini belirlemek adına daha tutarlı ve belirleyici olacağı düşünülmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Matematik, temel sayma becerisinden, karmaşık problem durumlarını çözme becerisine kadar günlük hayatta geniş kullanıma sahip bir alandır. Bununla birlikte, özellikle teknolojik gelişmelerin çok hızlı yaşandığı bu dönemde, mühendislik, bilgi işlem ve yazılım teknolojisi, tıp ve ekonomi gibi önemli alanlarda eğitim alabilmek ve çalışmak için bireylerin güçlü bir matematik temelini olması gerekmektedir. Günümüzde ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin teknolojik alanlardaki ilerleme ve

başarıları üzerinden ifade edildiği düşünüldüğünde, bireylerin ve ülkelerin matematik alanındaki başarılarının önemi daha da artmaktadır.

Günümüzde önemi ve sayısı artan uluslararası düzeyde matematik başarılarını belirlemeye dayanan çalışmalarda elde edilen sonuçlar hem ülkelerin kendi başarılarını değerlendirmeleri hem de uluslararası karşılaştırmaların yapılabilmesine olanak sağlaması adına büyük önem taşımaktadır. Söz konusu araştırmalarda elde edilen sonuçlar eğitim sistemlerinde radikal kararlara ve değişimlere neden olabilmektedir. Bu bağlamda elde edilen sonuçların, eğitim alanında köklü değişiklikler gerçekleştiren Türkiye için de önemli olduğu düşünülmektedir.

Uluslararası değerlendirme çalışmaları, politika yapıcılara, eğitim araştırmacılarına ve öğretmenlere hem öğrencilerin bilgi ve beceri düzeyleri ile ilgili hem de öğrenci başarılarını etkileyen faktörler ve bunların etkileri üzerine bilgi sağlamayı amaçlamaktadır. Uluslararası değerlendirme çalışmaları üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde, bu araştırmaların çoğunlukla öğrenci başarılarını etkileyen faktörler ve madde geçerliği üzerine yapılan yanlılık çalışmaları üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmalar tek bir ülke verisi üzerinden ya da ülkeler arası karşılaştırmalar yapılarak gerçekleştirilmektedir. Ancak bu çalışmalar öğrencinin performansını artırmak adına doğrudan uygulanabilecek belirli bilgileri sağlamayabilir. Klasik test kuramı (KTK) ya da madde tepki kuramı (MTK) modellerine göre yapılan madde analiz yöntemleri de öğrencinin hangi beceri veya bilgiye ne düzeyde sahip olduğu ile ilgili yeterli düzeyde geri bildirim vermemektedir.

Bununla birlikte, toplam puanlar ve toplam puanlara dayalı sıralamalara ilişkin hazırlanan raporlar öğrencilerin, okulların ya da ülkelerin başarılarına ilişkin bir öngöründe bulunsa da, bu tür sonuçlar öğrencilerin hangi bilgi veya becerileri, ne düzeyde öğrendiği ile ilgili çok sınırlı bilgiler vermektedir. Toplam puan ya da sıralamaya dayalı çalışmalar ve raporlamalar, öğrenme eksikliklerine ilişkin güçlü çıkarımlar yapabilmeyi mümkün kılmamaktadır.

Türkiye'nin ulusal ve uluslararası düzeyde katılım sağladığı sınavların sonuçlarına bakıldığında, gerek sıralama gerekse toplam puanlar bağlamında matematik başarısının düşük olduğu, bu sonuçların yıllar içinde değişmediği ve matematik başarısında kayda değer bir gelişmenin olmadığı görülmektedir. Bu durum

matematik öğretiminde temel sorunların olduğuna işaret etmektedir. Bu sorunun çözümü için öncelikle öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi ve öğretimin bu eksiklikleri giderecek şekilde yeniden düzenlenmesinin sağlanması gerekmektedir.

Bu araştırma, bilişsel tanı modellerinden DINA model kullanılarak Türkiye'deki öğrencilerin matematik alanındaki başarı profilini daha ayrıntılı belirlemek amacı ile yapılmıştır. Bu bağlamda, yapılan bu araştırma ile öğrenci başarılarını belirleme noktasında farklı bir yol önerilmektedir. Mislevy (1993), öğrencilerin başarı ya da başarısızlıklarının kararının sadece kaç tane doğru soru çözdüklerine değil problemleri nasıl çözdüklerine bağlı olması gerektiğini belirtmektedir. Bu modeller kullanılarak öğrencilerdeki öğrenme eksikliklerinin neler olduğunun tespiti mümkün olabilir ve öğrencilerin zayıf ve güçlü oldukları konulara ilişkin profiller elde edilebilir.

Öğrencilerin zayıf ve güçlü oldukları bilgi durumları ve beceri düzeyleri üzerine yapılan araştırmaların oldukça sınırlı olduğu ve Türkiye'de çok az sayıda çalışmanın yapıldığı, bunların arasında matematik alanındaki öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi adına bu tür bir çalışmanın yapılmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, BTM ile sekizinci sınıf TIMSS 2015 matematik verisinin çözümlenmesinin önemli olduğu ve bu araştırmadan elde edilecek sonuçların literatüre önemli katkılar yapacağı düşünülmektedir. Bu yöntemle elde edilecek bilgiler ışığında, bir testin altında yatan beceri ve bilişsel süreçleri açığa çıkartılması öğretmenlere, araştırmacılara ve politika yapıcılara öğretim süreci ve öğretim programı ile ilgili kararları vermelerinde önemli bilgiler sağlayabilir. Öncelikle öğretmenler öğrencilerinin hangi konularda zayıf olduklarını ve geliştirmeleri gereken yönleri hakkında daha ayrıntılı bilgi sahibi olurlar. Bu şekilde öğrencilerinin öğrenim ihtiyaçlarına göre öğretim faaliyetlerini düzenleyebilirler. Grup içinde öğrencinin kaçınıcı olduğu bilgisinden ziyade hangi konularda eksiğinin olduğunu bilmesi öğretmenin sınıf içinde zamanını ve enerjisini daha işlevsel kullanmasını sağlayabilir. Hangi konularda eksikliklerinin olduğunu bilmesi çalışmalarını planlama açısından öğrenci için de daha faydalı olacaktır. Öğrencilerin öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi, öğretim programı hazırlayan eğitim araştırmacıları için de yararlı bilgiler sağlar; öğrencilerin yoğun olarak sorun yaşadığı konuların tespiti, program geliştirme çalışmalarında araştırmacılar için daha tutarlı veriler sunacaktır. Makro düzeyde düşünüldüğünde ise, eğitim sistemi ve öğrenciler hakkında nihai kararları alan politika yapıcılara da ülkenin eğitim durumu ile ilgili işlevsel, daha yerinde kararlar almayı sağlayacak bilgiler sunar.

Araştırma sonuçlarının öğrencilerin matematik alanındaki başarı profillerini belirlemeyi amaçlayan benzer çalışmaların gelecekteki uygulamalarının daha geçerli sonuçlar sağlaması amacıyla yol gösterici olması beklenmektedir. Bu amaçlarla şu sorunun cevabı araştırılmıştır.

1.3. Problem Cümlesi

Sekizinci sınıf öğrencilerinin TIMSS 2015 matematik değerlendirme sonuçlarına göre öğrenme eksiklikleri, zayıf ve güçlü oldukları konular hangi öğrenme alanlarında ve ne düzeydedir, başarı profilleri üzerinde madde türünün belirleyiciliği var mıdır?

1.3.1. Alt Problemler

1. Tüm testten elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin matematik başarı profilleri nasıldır?
2. Madde türüne göre öğrencilerin matematik başarı profilleri nasıldır?
 - a. Çoktan seçmeli maddelerde öğrencilerin matematik başarı profilleri nasıldır?
 - b. Açık uçlu maddelerde öğrencilerin matematik başarı profilleri nasıldır?
3. Alt öğrenme alanlarında öğrencilerin matematik başarı profilleri nasıldır?
 - a. Sayılar öğrenme alanında öğrencilerin matematik başarı profilleri nasıldır?
 - b. Cebir öğrenme alanında öğrencilerin matematik başarı profilleri nasıldır?

1.4. Sınırlılıklar

TIMSS 2015 uygulamasına Türkiye'den sekizinci sınıf düzeyinde toplam 218 okul ve 6079 öğrenci katılmıştır. Uygulamada 14 kitapçık kullanılmıştır. Araştırma, kullanılmasına izin verilen birinci kitapçık ve beşinci kitapçık ile bu kitapçıkları alan 875 öğrenci verisi üzerinden yürütülmüştür.

1.5. Araştırmanın Kuramsal Temeli

1.5.1. Bilişsel Tanı Modelleri

1980'lerin başından bu yana birçok araştırmacı, eğitim yapılarının anlaşılması ve değerlendirme süreçlerinin iyileştirilmesi için bilişsel psikoloji ile psikometrinin birleştirilmesi gerektiğini savunmuştur (Snow ve Lohman, 1993b). Bu araştırmacıların çoğu, test edilen performansın altında yatan bilişsel süreçleri belirleme noktasında mevcut test yaklaşımlarını eleştirmektedirler. KTK, gerçek puanı gözlenen puanlardan kestirmeye çalışan bir kuramdır (Baykul, 2000). Bu kuramda madde ve test istatistikleri elde edildiği gruba, bireylerin yetenekleri de

kendilerine uygulanan teste bağımlıdır. Ayrıca, KTK'da tüm yetenek aralığı için tek bir hata kestirimi yapılması gibi bazı sınırlılıkları bulunmaktadır (Crocker ve Algina, 1986). KTK'nin bahsedilen sınırlılıklarını giderebileceği düşüncesi ile Örtük Özellikler Kuramı olarak da adlandırılan MTK geliştirilmiştir. MTK, örneklemeden bağımsız olarak madde ölçeklemesini ve maddeden bağımsız olarak bireylerin yetenek kestirimini matematiksel modellerle olanaklı hale getirmektedir ve bireyin yetenek düzeyine göre maddeyi doğru cevaplama olasılığı üzerine yoğunlaşır. Ancak bireylerin bilişsel süreçlerine ilişkin farklılıkları adına yeterli bilgiyi sağlamamaktadır.

Bilişsel psikoloji alanındaki gelişmeler, öğrenmenin psikolojik karmaşıklığını tasvir edebilmektedir ancak birçok araştırmacının ilgilendiği KTK ve MTK modelleri bu karmaşıklığı açıklamada yetersiz kalmaktadır. Birçok araştırmacı da ise, öğrenci başarısını ifade ederken çoğunlukla doğru cevapların sayısının sayılması veya tek boyutlu bir ölçek üzerinde öğrencilerin sıralanması yaygın bir memnuniyetsizlik yaratmaktadır (Lai ve Griffin, 2001).

Bununla birlikte, bu teorilerde test dizaynı için mantıksal taksonomiler ve belirlenmiş içerik alanları önerilir. Ayrıca, öğrencilerin başarısız olduğu bir testin altında yatan farklı becerileri ve nedenleri belirleyebilmek noktasında yetersiz kalmaktadır. Bu modellerde "puanlar bilişsel mekanizmalardan ziyade içerik alanlarına bağlıdır" (Nichols, 1994). MTK modellerinin gözlenen madde yanıtlarını temel alarak örtük özelliklerden bireyin yeteneğini tahmin edebileceğini, ancak örtük özelliğin altında yatan anlamı tanımlayamayacağını ifade etmişlerdir. Bundan dolayı bu modeller bir maddenin zorluğunu neyin oluşturduğunu ve öğrencilerin maddeyi çözerken hangi noktalarda zorlandığına dair bilgi vermez (Lai ve Griffin, 2001).

Belirli bir puan düzeyindeki öğrencilerin farklı beceri veya yeteneklere sahip olabileceği açıktır (Misleavy, 1993). Bu nedenle bireylere ait toplam puanı rapor etmek, öğrencilerin sıralamalarını belirlemekten öteye gitmez. Bu uygulama, aynı puana sahip öğrencilerin bilişsel düzeyleri arasındaki farklılığı ayırt etmeyi zorlaştırmaktadır. (Cronbach ve Furby, 1970). Testten alınan puanlar, testin ölçmek üzere tasarlandığı belirli bir alandaki bilgi, beceri ve süreçler ile ilgili öğrencilerin yeterlilik düzeyini yansıttığı zaman daha anlamlıdır.

Yirminci yüzyılın sonlarına doğru, mevcut test teorileri üzerine yapılan bu eleştiriler sonucunda, bireyin öğrenme süreçlerinin karmaşıklığını tanımlanmada bilişsel

psikoloji ile açıklayan yeni bir test teorisi ortaya atıldı. Bilişsel tanı modelleri (BTM), testi alan bireylerin yeteneklerini, maddeleri doğru yanıtlamak için gerekli olan özelliklere sahip olup olmama durumları bakımından kategorik olarak belirleyen modellerdir. Geleneksel yöntemlerden farklı parametreler hesaplayarak hem testi alan bireylerin maddeleri doğru cevaplamak için gerekli özelliklere sahip olup olmadığını belirlemekte hem de madde güçlüğünü oluşturan koşulları daha açık ortaya koymaktadır.

Eğitimde yapılan değerlendirmelerin hedefi, öğrencinin test maddeleri ile ölçülmek istenen bilgi ve becerilerinin altında yatan psikolojik ve bilişsel süreçleri doğru analiz edebilmektir. Bireylerin hakkında verilecek kararların isabetliliği açısından, mevcut modellerden (KTK ve MTK) sağlanan bilgilerin sınırlılıkları göz önüne alındığında, öğrencilerin sahip olduğu bilgi durumları, psikolojik ve bilişsel süreçleri ile ilgili daha ayrıntılı bilgi edinilmesi gerekliliği önemlidir. Bu durum BTM ile yapılan çalışmaların ve raporlamaların gelişimini hızlandırmıştır (Mislevy, Steinberg ve Almond, 2003).

BTM hem öğrenciler hakkında verilen kararlar hem de öğretim programının ve öğrencilerin eksiklerinin belirlenmesi açısından farklı bir yol önermektedir. Bu modellerde her bir madde için öğrencinin sahip olduğu ve olmadığı bilgi/beceri durumları belirlenir. Aynı zamanda bu modeller kullanılarak bir niteliğe sahip olunup olunmaması noktasında öğrenci ve öğretim eksiklerinin belirlenmesinin daha isabetli olması beklenmektedir.

BTM, bireylerin başarı durumlarını testi alan gruptan ya da test maddelerinden elde edilen parametrelerle açıklamak yerine, bireyin performansı ve test maddesiyle ölçülen özellikler arasındaki ilişkiyi dikkate alır. Bu açıdan bakıldığında BTM, bireyin sahip olduğu bilgi, beceri durumları ile test maddesi arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Bireylerin belli maddelere ya da belirlenmiş görevlere verdikleri cevapları kullanarak sahip oldukları işlem süreçlerine ve bilgi yapıları ile ilgili referanslar toplanmasını sağlar. Böylece, bireyin bir maddeyi doğru çözme noktasında neden başarılı olamadığına ilişkin bilgiler elde edilir (Henson, Templin ve Willse, 2009).

BTM'lerin genel bir özelliği, bireyler için tek bir yetenek kestirimi yapmak yerine çok boyutlu örtük özellikleri daha küçük, çoğunlukla ayrık ya da ikili bilişsel becerilere ya da örtük özelliklere ayırarak ve her özellik için kendi yetkinlik seviyesine göre

değerlendirir. Bu modellerin bir başka amacı da, bir testteki maddeleri, amaçlanan yapıları ölçmedeki etkililikleri açısından değerlendirmek ve özelliklerin ölçülme hassasiyetini belirlemektir (Yan, Almond ve Mislevy, 2004). Bu nedenle, bu modeller test geçerliliğini de değerlendirecek yeni yollar sunar.

BTM'deki ortak düşünce, bu modellerde toplam puana odaklanmak yerine bireylerin bir grup probleme vermiş oldukları cevap örüntüleri aracılığı ile sahip oldukları bilgi yapısını ve süreçleri belirlemektir. Amaç, bireylerin performansının temelini oluşturan psikolojik yapılarını ve süreçlerini ortaya koymaktır (Nichols, 1994). Bir test bireyleri tek boyutlu bir ölçek üzerinde sıralamaktan ziyade işlem becerilerini, stratejilerini, bilgi bileşenlerini ve bunlar arasındaki kombinasyonlarını belirlemeye yönelik geri bildirimler sunduğunda bireylerin testle ölçülen özellikler bakımından zayıf ve güçlü yönlerini ortaya çıkarabilir (Snow ve Lohman, 1993a).

BTM'de temel amaç, mikro düzeyde her bir öğrencinin öğrenme eksikliklerini belirleyerek güçlü ve zayıf yönlerini ortaya çıkarmak, öğretmenlere öğrencilerin öğrenim ihtiyaçları ile ilgili bilgi sağlamaktır. Makro düzeyde ise, araştırmacılara öğretim programları geliştirme aşamasında öğrenme eksikliklerinin yoğun olduğu konular ile ilgili bilgiler vermek ve politika yapıcılara uzun vadeli eğitim planlamaları hakkında tutarlı bilgiler sağlamaktır.

Öğrencilere ait sınav sonuçlarının BTM kullanılarak raporlanması 2001 yılında, "No Child Left Behind" projesi ile birlikte eğitim alanında yaygınlık kazanmıştır. Bu reform çalışmasının çıkış noktası, Amerika'da farklı sınıf düzeyindeki öğrencilerin farklı derslerdeki başarı düzeylerinin çok düşük olduğunun fark edilmesi ile başlamıştır. Örneğin, ilkökul düzeyindeki öğrencilerin %70'inin ulusal düzeyde yapılan okuma testlerinde temel düzeyde bile başarı gösteremediği belirlenmiştir (National Research Council, 2001). Reform çalışmaları kapsamında, öğrencilerin bilişsel süreç gelişimi üzerindeki etkili nedenler üzerinde durulmuştur. Öğrencilerin başarısını artırmanın en önemli yolu öncelikle öğrenme ihtiyaçlarının belirlenmesinden geçmektedir ve test puanları ile yapılan geri bildirimlerin bu noktada yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu yöndeki çalışmalarla birlikte, öğrencilerin kendileri, veliler ve öğretmenler için öğrencilerin öğrenme eksikliklerini gösteren tanılama raporları hazırlanmıştır.

1.5.1.1. Test Maddeleri ve Bilişsel Özellikler Arasındaki İlişki: Q Matris

Q-matris terimi ilk defa Tatsuoka (1985) tarafından kullanılmıştır; testte yer alan maddeler ile maddeleri doğru çözmek için gerekli olan özellikler arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Testteki her madde belirlenen özelliklerden bir ya da daha fazlasını ölçecek şekilde düzenlenir. BTM’de bireyler hakkındaki tanılamaların doğru yapılabilmesi için test kapsamında yer alan özelliklerin belirlenmesi ve maddeler ile özellikler arasındaki ilişkilendirmelerin doğru yapılması oldukça önemlidir.

Bilişsel Tanı Modellerinde Özellik Belirleme

Bilişsel özellik, test maddelerinin gerektirdiği ve öğrencinin doğru sonuca ulaşabilmek için sahip olması gereken bilişsel işlemler, prosedürler veya becerilerdir. Bilişsel özellikler test maddelerini karakterize ederler. Bu durumda, özelliklerin sadece test maddesine özgü değil aynı zamanda bireylere özgü vasıfları da ifade ettiğini söylemek mümkündür.

BTM’de özellik, örtük yapı (latent structure) olarak ortaya konulur ve örtük değişken (latent variable) olarak ifade edilir. Özellikler kendileriyle ilgili savları desteklemek amacıyla delil toplamada kullanılacak test maddelerinin dizayn edilmesine yardımcı olur. Özelliklerle ilgili çıkarımlar o alandaki test maddelerinin incelenmesi ve öğrenci cevaplarına ait verilerin incelenmesiyle elde edilebilir.

Özellik boyutu çalışma alanına ve bilişsel modele göre farklılık gösterebilir. Bazı konularda özellikler çok küçük detaylar olabilmektedir. Çalışma alanının genişliğiyle birlikte test uygulamalarındaki sınırlılıklar da özellik boyutunun belirlenmesinde etkilidir. Daha detaylı (küçük) özelliklerin doğru bir şekilde ölçülmesi uzun testler gerektirir.

Yukarıda ifade edilen bilişsel özellikleri Tatsuoka (1995), şu şekilde tanımlamıştır; BTM’nin amacı, bir testte ölçülen ve iki kategorili biçimde ifade edilen özelliklerin sıralanışına dayanan örtük özelliklere göre bireyleri sınıflamaktır. Bireylerin özelliğe sahip olup olmadığını belirleyen bir vektör olan örtük değişkenleri oluşturan özellikler, öğrenciye ilişkin tanılamamanın altında yatan bilgi ya da beceri kümesini ifade eder. BTM’lerde ölçme birimi olarak görülebilecek örtük değişkenler için yurtdışı kaynaklarda sıklıkla “skill” ve “attribute” ifadeleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada “özellik” olarak adlandırılan örtük değişkenler; nitelik, bilgi, beceri, görev veya bilişsel süreçler olarak düşünülebilir.

Q matris

Q matris, 1-0 biçiminde ikili kodlamalar yapılarak ilgili maddenin doğru çözülmesi için gerekli özelliğin bulunup bulunmadığını ifade eder. Özellik maddenin çözümü için gerekli ise 1 değilse 0 şeklinde kodlama yapılarak Q matris oluşturulur. Başka bir ifade ile, Q matris her bir maddenin doğru cevaplanması için gerekli olan özelliklerin 1-0 şeklinde ifade edildiği bir örüntüdür. Bu matriste bir madde tek bir özellik ile ilişkilendirilebildiği gibi birden çok özellik ile de temsil edilebilir. Bu kodlama ilk olarak Fisher (1973) tarafından “ağırlıklandırılma” şeklinde tanımlanmış ve bir j maddesinin doğru çözülebilmesi için bir k niteliğinin madde de bulunduğu durumda 1, bulunmadığı durumda 0 şeklinde kodlandığını belirtmiştir.

$J \times K$ matrisini $Q = [q_{jk}]$ olmak üzere;

q_{jk} ; k özelliği j maddesinde bulunuyorsa, 1

k özelliği j maddesinde bulunmuyorsa, 0

Ölçülen özelliklerle birlikte düzenlenen Q matris, madde güçlüğünün psikometrik model ve bilişsel süreçle arasındaki bağlantısını kurar. Henson, Roussos ve Templin (2004), Q matrisin doğruluğunun öğrencilerin bilgi/beceri profilinin kestirimini doğrudan belirlediğini ifade etmektedir. Ayrıca, öğrenme eksikliklerine ilişkin tanımanın doğru yapılması, bir maddenin doğru çözülebilmesi için gerekli olan özelliklerin doğru belirlenmesiyle yakından ilişkilidir. Bu nedenlerden dolayı, özellik ve madde eşleştirilmesinin doğru yapılması, öğrencilerin bilgi ya da beceri durumlarına ilişkin tanımanın doğru yapılabilmesi adına çok önemlidir. Q matris ve öğrenci cevapları dağılımları model parametrelerini düzenlemede kullanılır. Ayrıca bu parametreler öğrencilere, testte ölçülen özellikler noktasında güçlü ve zayıf yönleriyle ilgili bilişsel sonuçlar sağlar. Son yıllarda Q matris geçerliği üzerine yapılan araştırmalarda, Q matrisinin doğruluk miktarı ve etkisini belirlemeye yönelik önemli bulgular sunan çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar “tanısal analiz” adına önemli bir nitelik taşımaktadır (De La Torre ve Douglas, 2004).

Q matriste satırlar özellikleri ve sütunlar maddeleri temsil eder. Tablo 1.1’de üç özellik ve beş madde için hazırlanmış örnek bir Q matrisi görülmektedir. Tablo 1.1’e göre öğrencinin 1. maddeyi doğru cevaplama için ilk özelliğe, 2. madde için birinci ve ikinci özelliklere ve 3. madde için de üç özelliğe de sahip olması gerekmektedir.

Tablo 1.1: Q Matrisi Örneği

<i>Maddeler</i>	<i>Özellikler</i>		
	α_1	α_2	α_3
1	1	0	0
2	1	1	0
3	1	1	1
4	0	1	1
5	0	0	1

Q matriste tanımlanan k tane özellik için 2^k tane örtük sınıf belirlenir. Tabloda verilen Q matriste 3 tane özellik bulunduğundan 2^3 yani 8 tane örtük sınıf karşımıza çıkar. Bu örtük sınıflar (000), (100), (010), (001), (110), (101), (011), (111) biçiminde belirlenir. Örtük sınıflar bireylerin hangi özelliklerde yetkin olduklarını ve olmadıklarını ifade eden gruplardır. Örneğın, (110) örtük sınıfında bulunan bireyin ilgili test ile ölçülen üç özellikten sadece α_1 ve α_2 olarak tanımlanan ilk iki özellikte yetkin olduğu, α_3 özelliğinde ise yetkin olmadığı anlaşılır.

Tatsuoka'nın 1990 yılında matematik alanında kesirlerde çıkarma işlemi ile ilgili geliştirdiğı test ve Q matris, kendisi de dahil olmak üzere BTM ile ilgili pek çok çalışmada (Tatsuoka, 2002, 2005; De la Torre ve Douglas, 2004, 2008) daha sonra kullanılmıştır. Tatsuoka (1990) tarafından geliştirilen 12 maddelik test 536 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır ve dört özelliğı ölçmektedir. Testte yer alan maddeler ve Q matris Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo 1.2: Tatsuoka (1990) Tarafından Geliştirilen Test Maddeleri ve Q Matris

	<i>Maddeler</i>	<i>Özellikler</i>			
		$\alpha1$	$\alpha2$	$\alpha3$	$\alpha4$
1	$\frac{3}{4} - \frac{3}{8}$	1	0	0	0
2	$3\frac{1}{2} - 2\frac{3}{2}$	1	1	1	1
3	$\frac{6}{7} - \frac{4}{7}$	1	0	0	0
4	$3\frac{7}{8} - 2$	1	0	1	0
5	$4\frac{4}{12} - 2\frac{7}{12}$	1	1	1	1
6	$4\frac{1}{3} - 2\frac{4}{3}$	1	1	1	1
7	$\frac{11}{8} - \frac{1}{8}$	1	1	0	0
8	$3\frac{4}{5} - 3\frac{2}{5}$	1	0	1	0
9	$4\frac{5}{7} - 1\frac{4}{7}$	1	0	1	0
10	$7\frac{3}{5} - \frac{4}{5}$	1	0	1	1
11	$4\frac{1}{10} - 2\frac{2}{10}$	1	1	1	1
12	$4\frac{1}{3} - 1\frac{5}{3}$	1	1	1	1

Tatsuoka (1990) geliştirdiği testteki maddelerin doğru çözümleri için özellikleri şu şekilde belirlemiştir:

$\alpha1$: Kesirlerde çıkarma işlemi,

$\alpha2$: Kesirlerde sadeleştirme,

$\alpha3$: Tam sayılı kesirlerde işlem yapma,

$\alpha4$: Kesirlerde tam sayıdan ödünç sayı alma, (De la Torre, 2011). Tablo 1.2.'de verilen Q matris incelendiğinde, bir öğrencinin birinci maddeyi doğru çözmesi için sadece $\alpha1$ özelliğine sahip olması yeterlidir, benzer şekilde ikinci maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için ise tüm özelliklere sahip olması gerekir.

1.5.1.2. Bilişsel Tanı Modellerinin Genel Özellikleri

Literatür incelendiğinde, bu modellere farklı isimler verildiği görülmektedir. Bilişsel psikolojik modeller (cognitive psychometric models) (Rupp, 2007), bilişsel tanı modelleri (cognitive diagnostic models) (Nichols, Chipman ve Brennan, 1995), örtük

tepki modelleri (latent response models) (Maris, 1995), sınırlandırılmış örtük sınıf modelleri (restricted latent class models) (Haertel, 1989; Macready ve Dayton, 1977), çoklu sınıflandırma örtük sınıf modelleri (multiple classification latent class models) (Maris, 1995) ve yapısal madde tepki kuramı modelleri (structured item response theory models) (Mislevy, 2007; Rupp ve Mislevy, 2007).

Rupp ve Templin'e (2008b) göre, bu farklı adlandırmaların nedeni, modellerin belirli özelliklerine ilişkin yönlerinin ifade edilmesinden kaynaklanmaktadır. Bazı tanımlamalar modellerin teorik alt yapısını, bazıları modellerin amacını ve bazıları da modellerin istatistiksel özelliklerini yansıtmaktadır.

Bilişsel psikometrik modeller (*cognitive psychometric models*) isimlendirmesi, özellikle eğitim değerlendirmelerinde bu modellerin teorik alt yapısını yansıtmaktadır. Bilişsel psikolojik model terimi ile eğitim değerlendirmelerinde yanıtlama sürecinin teorik olarak bilişsel psikolojinin bir parçası olduğu vurgusu yapılır. Buradaki psikometrik kelimesinin ifade ettiği nokta, bu modellerin gözlenen değişkenler yerine örtük değişkenleri daha fazla vurgulamasıdır (Rupp ve Templin, 2008b).

Bilişsel tanı modelleri (*cognitive diagnostic models*) yine uygulamanın teorik alt yapısını yansıtan modellerden biridir. Bu modellerde "tanı" kelimesinin kullanılmasında temel amaç, bireylerin bir problem durumuna ilişkin tanılama sürecinde zayıf ve güçlü yanlarını ortaya çıkarmak düşüncesi yer almaktadır (Rupp, Templin ve Henson, 2010).

Örtük tepki modelleri (*latent response models*) şeklindeki isimlendirmede, modellerin istatistiksel özellikleri yansıtılmaktadır. Bu tür modellerde, yanıt süreçleri bileşenlerine ayrılır ve bileşenlerin her biri için gizli bir yanıtın açıkça modele dahil edildiği gösterilir. Modellerdeki örtük yanıtlar, gözlenen yanıtın olasılık değerinden kestirilir. Bu başlık altındaki tüm modellerde, gözlenen yanıt olasılığını tahmin etmek için örtük yanıt olasılıkları birleştirilebilir (Rupp ve Templin, 2008b).

Sınırlandırılmış örtük sınıf modelleri (*restricted latent class models*) şeklindeki isimlendirmede de modellerin istatistiksel özellikleri yansıtılır. Bu tür modeller, bireylerin örtük sınıflanmasında kullanılır. Modellerde, bireyler gözlenemeyen (örtük) sınıflara ayrılır ve kestirilecek olan örtük sınıf sayısı sınırlandırılır. Bu durum farklı örtük sınıflar arasında model parametrelerinin değerlerini sınırlandırır. Örtük

sınıf modelleri, her bir örtük sınıfın bu sınıfları oluşturan bireysel ölçeklerde bulunan değerler vasıtasıyla çok boyutlu bir örtük alan içerisinde temsil edildiğini vurgular. (Rupp ve Templin, 2008b; Rupp, Templin ve Henson, 2010).

Çoklu sınıflandırma örtük sınıf modeli (*multiple classification latent class models*) şeklindeki isimlendirme de modellerin istatistiksel amacını yansıtmaktadır. Bu tür modeller, bireyleri her bir özeliğe sahip olma derecesine veya her bir özellik konusundaki durumuna göre sınıflandırarak çok değişkenli bir profil çıkartılmasında kullanılır (Rupp, Templin ve Henson, 2010).

Yapısal madde tepki kuramı modelleri (*structured item response theory models*) şeklindeki isimlendirmede modellerin büyük ölçüde örtük özellik modelleri ailesiyle ilişkili olduğu belirtilir. Yapısal olmayan madde tepki kuramı modelleri, boyutsal yapıya ve karmaşıklığa bağlı olarak, bir veya daha fazla cevaplayıcı ve madde parametresi içerirken, yapısal modeller bunlara ek olarak açıklayıcı işleyişi veya heterojenliği içeren parametreler içerir (Rupp, Templin ve Henson, 2010). Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen isimlendirmeler arasında yaygın olarak kullanılan Bilişsel Tanı Modelleri (BTM) isimlendirmesi kullanılmıştır.

1.5.1.3. Bilişsel Tanı Modeli Sınıflaması

İlgili literatür incelendiğinde, BTM'nin içerdikleri sayıtlar açısından farklı şekillerde sınıflandırıldığı görülmektedir (DiBello, Roussos ve Stout, 2007; Rupp ve Templin, 2008b). Bu çalışmada Rupp ve Templin (2008b) tarafından yapılan BTM'ye ait sınıflama verilmiştir. Modelleri olabilecek en geniş ve ayrıntılı biçimde sınıflayabilmek için, gözlenen yanıt değişkenlerinin özellikleri (ikili ve çoklu puanlanan), modellerin içerdiği örtük yordayıcı değişkenler ve örtük yordayıcı değişkenlerin kombinasyon kuralları (tamamlayıcı ve tamamlayıcı olmayan) olmak üzere modelleri tanımlayan üç özellik göz önüne alınmıştır.

Tablo 1.3: Bilişsel Tanı Modellerinin Sınıflaması

<i>Gözlenen Yanıt Değişkenleri</i>	<i>Örtük Yordayıcı Değişkenler</i>		<i>Model Tipi</i>	
	<i>İkili Puanlanan</i>	<i>Çoklu Puanlanan</i>		
İkili Puanlanan	RSM	BIN	Tamamlayıcı Olmayan	
	AHM	MCLCM		
	DINA	NC-RUM		
	HO-DINA			
	MS-DINA			
	NIDA			
	BIN			
	MCLCM			
	NC-RUM			
	RERUM			
	DINO	BIN		Tamamlayıcı
	NIDO	MCLCM		
	BIN	C-RUM		
	MCLCM	GDM		
C-RUM	LCDM			
GDM				
LCDM				
Çoklu Puanlanan	RSM	BIN	Tamamlayıcı Olmayan	
	AHM	MCLCM		
	BIN	NC-RUM		
	MCLCM			
	NC-RUM			
	BIN	BIN		Tamamlayıcı
	MCLCM	MCLCM		
	C-RUM	C-RUM		
	GDM	GDM		
	LCDM	LCDM		

A Taxonomy of CDM (Rupp & Templin, 2008, sy. 239).

RSM = Rule-space method. AHM = Skill hierarchy method. BIN = Bayesian inference network. DINA = Deterministic inputs, noisy 'and' gate. HO-DINA = Higher order DINA. MS-DINA = Multi-strategy DINA. LCDM = Loglinear Cognitive Diagnosis Model. DINO = Deterministic inputs, noisy 'or' gate. NIDA=Noisy inputs, deterministic 'and' gate. NIDO = Noisy inputs, deterministic 'or' gate. RUM = Reparametrized unified model / Fusion model. C-RUM = Compensatory RUM. NC-RUM = Non-compensatory RUM. GDM = General diagnostic model. LCDM = Loglinear cognitive diagnosis model. MCLCM = Multiple classification latent class model.

Tablo incelendiğinde, BTM'nde tamamlayıcı model (compensatory) ya da tamamlayıcı olmayan model (noncompensatory) olarak iki model tipi bulunduğu görülmektedir. Ayrıca, örtük ya da gözlenen yanıt değişkenlerinin puanlanma (ikili ya da çoklu) şekline göre de çeşitli BTM'ler bulunmaktadır.

1.5.1.4. Tamamlayıcı ve Tamamlayıcı Olmayan Modeller

Tamamlayıcı ve tamamlayıcı olmayan modeller arasındaki temel fark, örtük yordayıcı değişkenlerin, gözlenen yanıt değişkenlerini ortaya çıkaran farklı beceriler/özellikler karşısında nasıl bir araya getirileceğinin belirlenmesinden kaynaklanmaktadır (Rupp ve Templin, 2008b).

Tamamlayıcı modellerde, maddenin doğru çözülmesi için maddenin ilişkilendirildiği beceriler/özelliklerden en az bir beceriye/özellığe sahip olunması yeterlidir. Henson

ve diğerleri (2008), tamamlayıcı modeli “bireyin testteki bir maddeye doğru cevap vermesi için en az bir beceriye/özelliğe sahip olması yüksek olasılık doğurur” şeklinde ifade etmişlerdir. Sonuç olarak bu modellerde, madde ile ilişkilendirilen tüm becerilere/özelliklere sahip olan birey ile birkaç beceriye sahip olan bireyin maddeye tepkisinin benzer olması beklenmektedir.

Tamamlayıcı olmayan modellerde ise, maddenin doğru çözülebilmesi için madde ile ilişkilendirilen tüm becerilere/özelliklere sahip olunması gereklidir. Tamamlayıcı olmayan BTM’de, bireyin testteki bir maddeye doğru cevap vermesi için madde ile ilişkilendirilen tüm becerilere/özelliklere sahip olması gerekmektedir. Başka bir ifadeyle, bireyin gerekli olan becerilerden/özelliklerden herhangi birine sahip olmaması durumu, o bireyin maddeye doğru cevap verme olasılığını düşürecektir.

Tablo 1.4’de tamamlayıcı ve tamamlayıcı olmayan modeller ait genel formüller verilmiştir.

Tablo 1.4: Tamamlayıcı ve Tamamlayıcı Olmayan Model Kuralları

Kural	Model
$P(X_{ij} = 1) = \prod_{k=1}^K P(\eta_{ijk} = 1)$	Tamamlayıcı Olmayan Model (noncompensatory)
$P(X_{ij} = 1) = 1 - \prod_{k=1}^K (1 - P(\eta_{ijk} = 1))$	Tamamlayıcı Model (compensatory)

Tablo’da yer alan X_{ij} , i kişisinin j maddesine verdiği gözlenen yanıt değişkenini, η_{ijk} ise, j maddesi için gerekli k becerisine/özelliğine sahip i bireyinin örtük yanıt değişkenini belirtmektedir. Tamamlayıcı olmayan model kuralında, gözlenen yanıt değişkeninin sağlanması için bütün beceriler/özellikler gereklidir.

1.5.2. DINA Model

DINA modele ilişkin ilk çalışmalar farklı isimlendirmeler olmakla birlikte Macready ve Dayton (1977), Haertel (1989), Doignon and Falmagne (1999) ve C. Tatsuoka (2002) tarafından yapılmıştır. Sonrasında De la Torre and Douglas (2004) ve Junker ve Sijtsma (2001), model ile ilgili bazı çalışmalar yaparak modelin son halini almasına katkı sağlamışlardır. DINA modeli, maddelerin bilişsel özellikleri ve bireylerin nitelikleri arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışan bilişsel tanı ve değerlendirmeye yönelik farklı yaklaşımların temelini oluşturmaktadır (De la Torre, 2008b).

DINA “Deterministic Input Noisy and Gate” ifadesinin baş harflerini ifade etmektedir. “*Deterministic input*” terimi, bir maddenin doğru yanıtlanabilmesi için gerekli olan özelliklerin, ilgili maddeyi yanıtlayan bireylerin örtük özelliklerinde tam olarak tanımlanıyor ise, özelliğe sahip olma durumunun “1” olmama durumunun “0” ile gösterildiğini ifade etmektedir. “And” ifadesi ise bir işlemin sadece ve sadece bütün girdilerinin doğru olduğu durumda “1” olacağını diğer tüm durumlarda “0” olacağını ifade eden bir terimdir. DINA modelde bireylerin bir maddeyi doğru şekilde çözmek için, madde ile ilişkilendirilen gerekli tüm özelliklere sahip olmaları gerektiği varsayılmaktadır. Gerekli herhangi bir özellikten yoksun olması başka özelliklerin varlığı ile telafi edilemez. Bu durum DINA modelin tamamlayıcı olmayan model olma özelliği ile ilgilidir (De la Torre, 2009b).

Bireylerin nitelikleri ve maddelerin özellikleri arasındaki etkileşim, aynı zamanda ideal yanıt olarak da bilinen örtük yanıt değişkenini tanımlar (Tatsuoka, 1995). DINA modeli için eşitlik şu şekilde tanımlanır;

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

Bu eşitlikte η_{ij} α tarafından belirlenen örtük yanıt değişkenidir; i bireyinin j maddesine vermiş olduğu ve α tarafından belirlenen tepkidir. Bu eşitlikte, i bireyi j maddesini doğru yanıtlamak için gerekli tüm özelliklere sahip ise 1, en az bir özelliğe sahip değilse 0 değerini alır. (De La Torre, 2009b). Yani, k özelliği j maddesi tarafından ölçülüyorsa $q_{jk} = 1$ 'dir, k özelliği j maddesi ile ölçülüyorsa $q_{jk} = 0$ 'dir.

Bu eşitlikte α_{ik} , i bireyinin ölçülen özelliğe sahip olup olmadığını gösterir (Rupp, Templin ve Henson, 2010). Örneğin, dört özelliğin bulunduğu bir Q matriste bir maddeyi doğru çözmek için 2. ve 3. özellikler gerekli olsun, i bireyi için örtük yanıt değişkeni $\eta_{ij} = \alpha_{i1}^0 \times \alpha_{i2}^1 \times \alpha_{i3}^1 \times \alpha_{i4}^0 = \alpha_{i2} \times \alpha_{i3}$ biçimindedir. Bu durumda birey maddenin çözümü için gerekli olan her iki özelliğe sahip ise $\eta_{ij} = 1$, en az birine sahip değilse $\eta_{ij} = 0$ değerini alır. Bu sonuçlar, s “kaydırma” (slip) ve g “tahmin” (guess) parametrelerini açıklamayı gerektirmektedir.

DINA Modelde Parametre Kestirimi

DINA modelde, örtük özellikle gözlenen özellik arasındaki ilişki olasılıkla temellendirilir. Bu aşamada model, testte yer alan maddelerin ilişkilendirildiği özelliklerin sayısına bakmaksızın, her bir madde için sadece iki madde

parametresinin sınıflamasını verir. Bunlar s “kaydırma” ve g “tahmin” parametreleridir (De la Torre ve Douglas, 2004).

s parametresi, bireyin maddeyi doğru yanıtlayabilmek için gerekli özellik veya özelliklerin tümüne sahip olmasına rağmen maddeyi yanlış yanıtlama olasılığını ifade eder. Bu durum “yanlış pozitif olasılık” olarak tanımlanır. g parametresi ise, bireyin maddeyi doğru yanıtlayabilmek için gerekli özellik veya özelliklerden en az birine sahip olmadığı halde maddeyi doğru yanıtlama olasılığını ifade eder ve bu durum ise “doğru pozitif olasılık” olarak tanımlanır (Junker ve Sijtsma, 2001, sy. 263, Başokçu, 2011). Burada beklenen durum, maddeye ilişkin s ve g parametrelerinin düşük çıkmasıdır. s değerinin düşük olması, madde ile ilişkilendirilen özelliklere sahip bireylerin maddeyi doğru yanıtlama olasılığını yükseltir, g parametresinin düşük olması ise, özelliklere sahip olmayan bireylerin maddeyi doğru yanıtlama olasılığının düşük olduğu anlamına gelir. Bu durumda, s ve g parametreleri (2) ve (3) eşitliklerinde verildiği şekilde tanımlanır (De la Torre, 2009b).

$$s_j = P(X_{ij} = 0 / \eta_{ij} = 1) \text{ ve} \quad (2)$$

$$g_j = P(X_{ij} = 1 / \eta_{ij} = 0) \quad (3)$$

Bu eşitliklerden yola çıkarak, maddeyi doğru yanıtlama olasılığına ait fonksiyon şu şekilde yazılır,

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

Bu fonksiyona göre, eğer birey maddenin gerektirdiği tüm özelliklere sahip ise, bireyin yanıt olasılığı $(1 - s_j)^1 g_j^{1-1} = (1 - s_j)^1 g_j^0 = (1 - s_j)$ biçiminde karşımıza çıkar. Eğer birey maddenin gerektirdiği özelliklerden en az birine sahip değilse, yanıt olasılığı $(1 - s_j)^0 g_j^{1-0} = g_j$ olarak karşımıza çıkar. Bu sonuçlardan yola çıkarak Rupp, Templin ve Henson (2010), s ve g parametrelerini Tablo 1.5'te verildiği biçimde göstermişlerdir.

Tablo 1.5: DINA Modelde Yanıt Olasılıkları

	$X_{ij} = 1$ (doğru yanıt verildiğinde)	$X_{ij} = 0$ (yanlış yanıt verildiğinde)
$\eta_{ij} = 1$ (gerekli tüm özelliklere sahip)	1-s _j	s _j
$\eta_{ij} = 0$ (gerekli tüm özelliklerden en az birine sahip değil)	g _j	1-g _j

Literatür incelendiğinde, g parametresine ile ilgili farklı bir yorum bulunmaktadır. Marris (1999), bireyin özelliğe sahip olmadığı halde maddeyi doğru yanıtlamasına neden olarak, doğru yanıt için gerekli olduğu halde Q matriste yer almayan ya da ilgili madde ile eşleştirilmeyen özellikler olduğunu ve bireyin doğru cevabı başka bilgilerini kullanarak yanıtladığı şeklinde yorumlamaktadır. Bu durumda yüksek g parametresi iki farklı şekilde yorumlanabilir; maddenin doğru yanıtlanabilmesi için gerekli özelliğe sahip olmayan bireyler tahmin yoluyla maddeyi doğru yanıtlamıştır ya da maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli olan bazı özellikler madde ile ilişkilendirilmemiştir. İkinci durum söz konusu olduğunda, elde edilen yüksek g parametre değerleri uzmanlar tarafından hazırlanan Q matris geçerliğini tartışmalı bir duruma getirir. Bu durumda, elde edilen yüksek (1-s) değerleri, bireylerin özelliğe sahip oldukları için maddeyi doğru yanıtladıkları anlamı taşımakla birlikte maddelerin doğru özelliklerle ilişkilendirilmiş olduğunun da bir kanıtı olarak düşünülebilir, bu durumda (1-s) değerlerinin yüksek olması, yüksek bir Q matris geçerliğine de işaret eder.

Wenmin (2006), DINA modelde elde edilen s ve g parametrelerinin madde güçlüğüünün yorumlanması konusunda farklı bir yorum getirmektedir. Özellikle g parametresinin, maddenin doğru yanıtını tahmin edebilme olasılığı tanımı üzerinden, madde güçlüğüne ilişkin farklı bir yorum yapmaktadır. Özelliğe sahip olmayan bireyler tarafından, maddenin doğru yanıtının tahmin edilerek bulunması ne kadar güç olursa, madde güçlüğü de o kadar düşer. Bu bağlamda, s parametresi yüksek ve g parametresi düşük olan maddelerin zor olduğu yorumunu yapmaktadır. Böyle bir durumda, özelliğe sahip olmayan öğrenci maddeyi doğru yanıtlayamamış ve özelliğe sahip öğrenci de maddeyi yanlış yanıtlamış demektir. Yani her iki grup içinde maddeye doğru yanıt vermeyi zorlaştıran etmenler söz konusudur. Tam tersi durumda ise, yani g parametresi yüksek ve s parametresi düşük maddelerin kolay

maddeler olarak yorumlanabileceğini ifade etmektedir. Her iki parametrenin de düşük değerlerde çıkması, maddenin orta güçlüğüye yakın olduğunun göstergesi olarak düşünülebilir.

DINA modelde önemli bir parametre de ayırt ediciliğe işaret eden δ_j (delta) parametresidir. De La Torre (2008a)'e göre madde ayırt edicilik indeksi δ_j ,

$$\delta_j = 1 - s_j - g_j \quad (5)$$

formülüyle hesaplanabilmektedir. Modelde s ve g parametreleri 0 ile 1 arasında değer aldığından δ_j katsayısı en yüksek değerini s ve g 'nin 0 olduğu durumda alır. Örtük özelliğe göre, bir maddenin mükemmel düzeyde ayırt ediciliğe sahip olduğunu söylemek için $\delta_j = 1$ olmalıdır, δ_j değeri 0'a yaklaştıkça maddenin ayırt edicilik gücü zayıflamaktadır. DINA modelde hesaplanan δ_j parametresi, madde ayırt ediciliği konusunda tam bir ölçüt olmamakla birlikte ayırt ediciliği yüksek olan bir maddeyi işaret etmektedir.

DINA Modelde Örtük Sınıfların Belirlenmesi ve Sonsal Olasılıkları

DINA model, bireyleri her bir madde için iki örtük gruba ayırır. Bu örtük gruplardan biri yokluk sınıfı (null class-0 sınıfı), yani bir j maddesini doğru çözmek için gerekli özelliklerden en az birine sahip olmayan bireylerin bulunduğu grup, diğer ise, maddeyi doğru çözmek için gerekli tüm özelliklere sahip bireylerin bulunduğu tam sınıf (full class- 1 sınıfı)'tır.

BTM'nin temel çıktısı, bireylere ait her bir bilişsel özelliği kazanmış olup olmamalarına dair sonsal (posterior) olasılıkları vermesidir. Bu çıktı sayesinde her bir bireyin zayıf ve güçlü olduğu özellikler belirlenir; yetkin/güçlü olduğu ya da başka bir ifade ile sahip olduğu özellik için 1 sınıfına, yetkin olmadığı/zayıf olduğu özellik bakımından da 0 sınıfına yerleştirilir. DINA model belirlenen k sayıdaki özellik için 2^k sayıda örtük sınıf belirlemektedir. 3 özelliğin ölçüldüğü bir testi alan bireyler 8 örtük sınıf içinde sınıflanır. 3 özellik için olası sınıflar "000", "100", "010", "001", "110",..., "111" şeklindedir. "110" sınıfına yerleştirilen bir öğrenci için birinci ve ikinci özelliğe sahip olduğu ancak üçüncü özellikte zayıf olduğu ya da sahip olmadığı yorumu yapılır.

Bireylerin hangi örtük sınıfta olacağı bir olasılık değeridir. Bu değer için genel olarak 0.50 eşik değer olarak alınır. Öğrencinin özelliğe sahip olma olasılığı 0.50 değerinden daha düşük ise öğrenci 0 sınıfına, daha yüksek ya da aynı değeri alırsa

1 sınıfına dâhil olur ve ilgili özelliğe sahip olduğu yorumu yapılır. Bu durum aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$P(\alpha_{ik}=1) \geq 0.50 \quad \alpha_{ik}= 1, \text{ aksi taktirde } 0$$

Örneğin, $P(\alpha_{ik}=1) > 0.96$ sonucu, birey i tarafından k özelliğinin kazanılmış olduğuna dair hemen hemen emin olduğumuzu gösterir ve bireyi ilgili özellik bakımından 1 sınıfına yerleştirir.

DINA modelde öğrencinin bir özellikte yetkin olup olmadığı kararı verilirken, o özelliği temsil eden maddelerin doğru cevaplanma oranı temel alınmaz. Bu durum bireylerin dahil edildiği sınıfların kararını verme noktasında oldukça önemlidir ve burada temel belirleyici s parametresidir (De La Torre 2008b; Başokçu,2011).

1.5.3. G - DINA Model

DINA model, öğrenci yanıtlarının sadece 1-0 şeklinde kodlanması nedeni ile kısıtlayıcı olarak görülebilir ve uygulanabilirliğinin sınırlı olduğu düşünülebilir (Henson ve Douglas, 2005; De la Torre, 2011). Bununla birlikte, bireylerin maddeleri doğru çözmek için gerekli tüm becerilere sahip olmalarının önemli olduğu uygulamalarda özellikle gerekebilir. DINA modeldeki bu durum kısmi puanlama yapılan maddeler için kısıtlayıcı olabilir. Maddenin çözümü için üç özellik gerekiyorsa, bunlardan ikisine sahip olan yanıtlayıcılar, bu özelliklerden hiçbirine sahip olmayan yanıtlayıcılar gibi ilgili maddeden puan alamazlar. G-DINA model ile bu kısıtlama ortadan kalmaktadır.

G-DINA (Generalized DINA) model, DINA modelin varsayımlarının genelleştirilmiş halidir. DINA model gerekli özelliklerin sayısına bakılmaksızın bireyleri iki gruba ayırırken, G-DINA model örtük sınıfları $2^{K^*_j}$ sayıda örtük gruba ayırır, burada K^*_j , j. madde için gereken özellik sayısını gösterir. Her bir örtük grup α_{ij}^* ile gösterilen bir özellik vektörü ile ifade edilir ve bu nedenle DINA modelden farklı olarak, G-DINA modelde her örtük grubun kendisine ait bir başarı olasılığı $P(\alpha_{ij}^*)$ vardır (De La Torre, 2011).

DINA modelde maddeyi doğru yanıtlama olasılığı sadece öğrencinin maddeye ait özelliklerin tümüne sahip olduğu durumda mümkün iken, G-DINA modelde her bir özellik maddenin doğru yanıtlanma olasılığına farklı bir etki yapar. Modelde öğrencinin maddeye ilişkin özelliklerden herhangi birine ya da bir kaçına sahip

olması durumunda maddeyi doğru yanıtlama olasılığını bu özelliklerin dağılımı belirlemektedir (De La Torre, 2008b).

G-DINA modelde $P(\alpha_{ij}^*)$ temel alınarak ifade edilen formül, her bir özelliğin temel etkisi, bu özelliklerin birbirleriyle etkileşimi ve toplam etkilerine göre ayrılabilir. Aşağıda G-DINA modele ait doğru yanıtlama olasılık formülü verilmiştir;

$$P(\alpha_{ij}^*) = \delta_{j0} + \sum_{k=1}^{K_j^*} \delta_{jk} \alpha_{Ik} + \sum_{k'=k+1}^{K_j^*} \sum_{k=1}^{K_j^*-1} \delta_{jkk'} \alpha_{Ik} \alpha_{Ik'} \dots + \delta_{j12\dots K_j^*} \prod_{k=1}^{K_j^*} \alpha_{Ik}, \quad (6)$$

$\delta_{j0} = j$ maddesi kesişimi

$\delta_{jk} = \alpha_k$ temel etkisi

$\delta_{jkk'} = \alpha_k$ ve $\alpha_{k'}$ 'nin birlikte etkileşiminin etkisi ve

$\delta_{j12\dots K_j^*} = \alpha_1$ 'den $\alpha_{K_j^*}$ 'ye etkileşimin etkisi anlamına gelmektedir.

Burada δ_{j0} , gerekli özelliklerin hiçbirine sahip olmayan bireyin maddeyi doğru yanıtlama olasılığı olarak düşünülebilir. δ_{jk} temel etkisi, k özelliğinin (sadece bir özelliğin) maddeyi doğru yanıtlama olasılığına etkisi, $\delta_{jkk'}$ birlikte etkileşim etkisi, k ve k' özelliklerinin (birden fazla özelliğin) birlikte doğru yanıtlama olasılığındaki değişime etkisi ve $\delta_{j12\dots K_j^*}$, maddenin gerektirdiği tüm özelliklere sahip olmanın doğru yanıtlama olasılığındaki değişime etkisi olarak yorumlanabilir.

G-DINA model olası tüm etkileşim terimleri içerir. Bu etkileşim terimleri, bir madde için gerekli özelliklere daha az sahip olan bireyin maddeyi doğru yanıtlama olasılığını, özelliklere daha fazla sahip olan bireyin doğru yanıtlama olasılığından daha yüksek çıkmasına izin verebilir (De la torre ve Minchen, 2014).

1.5.4. NIDA Model

Bu model, Junker ve Sijtsma (2001) tarafından geliştirilmiştir. NIDA model "Noisy Inputs, Deterministic "and" Gate" sözcüklerinin baş harflerini ifade etmektedir. DINA modelde her bir madde için s ve g parametreleri üretilirken yani madde düzeyinde parametre belirlenirken, NIDA modelde ise parametreler madde düzeyinde değil özellik düzeyinde kestirilir. Bu durumda, NIDA modelde her bir özellik için bir s ve g parametresi elde edilir. Bundan dolayı, NIDA model diğerlerinden daha karmaşık bir

yapıya sahiptir. Bu karmaşık yapı şu şeklide ifade edilebilir; örtük değişken DINA modelde η_{ij} şeklinde tanımlanırken, NIDA modelde ise, η_{ijk} şeklinde tanımlanmaktadır, burada özellik için k indisi eklenmiştir. Bir yanıtlayıcının i maddesi için k özeliğine sahip olması durumunda 1 ($\eta_{ijk}=1$), sahip olmaması durumunda ise 0 ($\eta_{ijk}=0$) değerini alır.

NIDA modelde her bir k becerisi için s ve g parametresi aşağıdaki gibi elde edilir;

$$s_k = P(\eta_{ijk} = 0 / \alpha_{ik} = 1, Q_{jk} = 1) \quad (7)$$

$$g_k = P(\eta_{ijk} = 1 / \alpha_{ik} = 0, Q_{jk} = 1) \quad (8)$$

NIDA model için doğru yanıtlama olasılığını veren madde tepki fonksiyonu eşitlikteki gibidir;

$$P(X_{ij} = 1 | \alpha, s, g) = \prod_{k=1}^K P(\eta_{ijk} = 1 | \alpha_{ik}, Q_{jk}) = \prod_{k=1}^K \left[(1 - s_k)^{\alpha_{ik}} g_k^{1-\alpha_{ik}} \right]^{Q_{jk}} \quad (9)$$

Burada α_{ik} , DINA modeldeki gibi i bireyinin k özeliğine sahip olup olmadığının belirleyicisi, Q_{jk} Q matriste j maddesi için k özelliğinin ölçülüp ölçülmediğinin belirleyicisidir (Rupp, Templin ve Henson, 2010).

1.5.5. NIDO Model

Bu model NIDA modelin tamamlayıcı versiyonudur. Templin ve Henson (2006), tarafından geliştirilmiştir. Model adını “Noisy Input, Deterministic “or” Gate” ifadesinin baş harflerinden almaktadır. Bu modelde de parametre kestirimi özellik düzeyine yapılır. NIDO modelde her bir özellik için bir sabit ve eğim parametresi kestirilir (Rupp, Templin ve Henson, 2010). Modeli oluşturmak için öncelikle kesişim ve eğim parametrelerini içeren ifadeyi tanımlamak formülü anlamak adına daha açıklayıcı olacaktır;

$$\sum_{k=1}^k (\lambda_{.,0,(k)} + \lambda_{.,1,(k)} \alpha_{ik}) q_{jk} \quad (10)$$

Sabit $\lambda_{.,0,(k)}$ ve eğim $\lambda_{.,1,(k)}$ parametresindeki ilk alt simge, parametrenin karşılık geldiği maddeyi temsil eder (Rupp ve diğerleri, 2010). Özellikler için tüm parametreler maddeler arasında eşit olduğundan, yalnızca "nokta" olarak ifade edilir. İkinci alt simge parametrenin karakteristiğini belirler; 0 sabit ve 1 eğim

parametresi içindir. Eğim parametresi, NIDO modelin temel etkiye sahip parametresidir.

NIDO modelde, sabit terim $\lambda_{.,0,(k)}$ ve eğim $\lambda_{.,1,(k)}$ parametrelerini içeren madde tepki fonksiyonu şu şekilde verilmektedir;

$$P(Y_{ij} = 1 | \overline{a_{jk}}) = \frac{\exp\left(\sum_{k=1}^k (\lambda_{.,0,(k)} + \lambda_{.,1,(k)} \alpha_{jk}) q_{ik}\right)}{1 + \exp\left(\sum_{k=1}^k (\lambda_{.,0,(k)} + \lambda_{.,1,(k)} \alpha_{jk}) q_{ik}\right)} \quad (11)$$

Burada X_{ij} gözlenen tepkiyi, α_{ik} terimi yanıtlayıcıların k özelliğine sahip olup olmadıklarının ifadesidir, q_{jk} ise, madde j için k özelliğinin ölçülüp ölçülmediğini göstergesini, $\lambda_{.,0,(k)}$ k özelliği sabit parametresini ve $\lambda_{.,1,(k)}$ k özelliği için eğim parametresini belirtmektedir.

1.5.6. DINO Model

DINO Model adını “Deterministic Input Noisy or Gate” ifadesinin baş harflerinden almaktadır. Tamamlayıcı modellerden olan DINO model, DINA modele bağlı olarak Templin ve Henson (2006) tarafından geliştirilmiştir. DINA modeldeki “and” yerine DINO modelde “or” ifadesine bırakmıştır. Bu şu anlama gelmektedir, DINA modelden farklı olarak, DINO modelde yanıtlayıcının maddeyi doğru çözmek için gerekli özelliklerden sadece birine sahip olması bile maddeyi doğru yanıtlama olasılığının yüksek olması için yeterlidir. DINO model için örtük yanıt değişkeni aşağıdaki eşitlikte verilmiştir;

$$\eta_{ij} = 1 - \prod_{k=1}^K (1 - \alpha_{ik})^{q_{jk}} \quad (12)$$

Örtük yanıt değişkeni η_{ij} j . madde için gerekli özelliklerden en az birine sahip olan i . bireyi belirtmektedir. Burada j maddesi için en az bir ya da daha fazla özelliğe sahip olan birey için beklenen yanıt $\eta_{ij} = 1$, hiçbir özeliğe sahip olmayan birey için ise $\eta_{ij} = 0$ olmaktadır.

DINO modeldeki g ve s parametreleri incelendiğinde; g parametresi, özelliklerden hiçbirisine sahip olmadığı halde bireyin maddeye doğru yanıt verme olasılığını, s

parametresi ise, özelliklerden en az birisine sahip iken olasılık değerinin 0 olması durumunu belirtmektedir. DINO model için g ve s parametreleri eşitlikteki gibi ifade edilmektedir;

$$g_j = P(X_{ij} = 1 / \eta_{ij} = 0) \quad (13)$$

$$s_j = P(X_{ij} = 0 / \eta_{ij} = 1) \quad (14)$$

Modelin doğru yanıt verme olasılığını gösteren madde tepki fonksiyonu şu şekildedir;

$$P(X_{ij} = 1 / \eta_{ij}) = (1-s_j)^{\eta_{ij}} g_j^{1-\eta_{ij}} \quad (15)$$

Buradan, hiçbir özelliğe sahip olmayan bir bireyin maddeyi doğru yanıtlama olasılığı g_j 'ye eşit olurken, en az bir özelliğe sahip bir bireyin maddeyi doğru yanıtlama olasılığı $(1-s_j)$ 'ye eşit olur.

2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

K.Tatsuoka, J.E.Corter ve C.Tatsuoka (2004), TIMSS-R (1999) uygulamasından elde edilen verilerle 20 ülkenin sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik başarılarını, öğrencilerin zayıf ve güçlü oldukları alanları belirleyerek bilişsel tanı modellerinin öncüllerinden biri olan Rule Space Model (RSM) (Tatsuoka, 1983) ile analiz etmiştir. Çalışmasında sekizinci sınıf matematik test kitapçığının sekiz formunda 1, 3, 5 ve 7. kitapçıklarında yer alan 163 farklı test maddesi kullanmıştır. İlk olarak, öğrencilerin testte aldıkları maddelerde başarılı bir performans göstermeleri için gerekli olan alan bilgileri ve sahip oldukları becerilerin belirlenmesi adına öğrencilerin çözümleri incelenmiştir. Daha sonra tüm maddeler çalışmaya dâhil olan bir grup araştırmacı tarafından çözülmüştür. Araştırma ekibindeki uzmanlar ortaokul matematik eğitimi konusunda deneyimli öğretmen ve ölçme değerlendirme alanında lisansüstü eğitim almış kişilerden oluşturulmuştur. Bu çalışmanın sonunda, öğrencilerin 1999 TIMSS-R sekizinci sınıf matematik testlerinde yer alan maddelerin çözümü için gerekli olan özellikler üç başlıkta belirlenmiştir; alan bilgisini ifade eden “içerik bilgisi”, “bilişsel süreç özellikleri” ve “beceri özellikleri” dir. Beceri özellikleri, maddenin bağlamını ya da madde formatını kapsayan işlem becerileridir ve bu başlıkta verilen özelliklerin önemli olduğu ifade edilmektedir. Çünkü matematiksel ve aritmetik işlemleri yapabilme becerileri, matematik problemlerini doğru şekilde çözme ile yakından ilişkilidir. İçerik özellikleri ile ilgili altı, bilişsel süreç özellikleri ile ilgili 10 ve beceri özellikleri ile ilgili 11 özellik olmak üzere toplam 27 özellik belirlenmiştir. Üç araştırmacı birbirinden bağımsız şekilde maddeleri belirlenen özelliklere göre kodlamıştır. Daha sonra farklı düşündükleri noktalarda hem fikir olana kadar tartışmışlar ve Q matrisine son hali verilmiştir.

Çalışma kapsamında seçilen ülkeler için temel ölçüt ülkelerin başarı sırasındır. Avustralya, Belçika, Kanada, Şili, Çek Cumhuriyeti, İngiltere Amerika Birleşik Devletleri, Finlandiya, Hong Kong, Endonezya, İsrail, İtalya, Japonya, Ürdün, Kore, Hollanda, Filipinler, Rusya ve Türkiye verileri analiz edilmiştir. Öğrencilerin özelliklere sahip olma oranları karşılaştırıldığında, Amerikalı öğrencilerin geometride zayıf oldukları, doğal sayılar ve tam sayılarda, kesirler ve ondalık gösterimlerde ve cebir alanlarında daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Rusya ve İtalya'nın geometride, Hong Kong, Hollanda ve Rusya'nın cebir alanında oldukça

başarılı olduğu bulgular arasındadır. Şili, Endonezya ve Filipinler'in kesirler ve ondalık gösterimlerde başarılarının düşük olduğu, Finlandiya, İtalya ve İngiltere'nin cebir alanında başarısının düşük olduğu belirlenmiştir.

Birenbaum, Tatsuoka ve Yamada (2004), ABD'den 4411 öğrenci, Japonya'dan 2371 öğrenci ve İsrail'den 2092 öğrenciden oluşan 1999 TIMSS-R uygulamasına katılan sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik başarıları üzerinde bir çalışma yaparak, bu ülkelerin matematik başarılarındaki farklılıkları uluslararası bir perspektiften açıklamaya ve eğitim sistemlerinin etkililiğine değinmeye çalışmışlardır. Analizler Tatsuoka (1983) tarafından geliştirilmiş olan RSM ile yapılmıştır. Araştırmada Q matris oluşturmak için, 1999 TIMSS-R sekizinci sınıf matematik maddeleri için geliştirilen (Tatsuoka, Corter ve Gerrero, 2003) ve 27 özellikten oluşan liste kullanılmıştır. Araştırma kapsamına alınan testlerde bu özelliklerden 23 tanesi gözlenmiştir. Öğrenme alanları için belirlenen özelliklerde başarı durumlarına bakıldığında, tüm özelliklerde (doğal sayılar ve tam sayılar, kesirler ve ondalık gösterimler, cebir, geometri, veri ve olasılık) Japonya'nın diğer iki ülkeden daha başarılı olduğu görülmüştür. Öğrencilerin özelliklere sahip olma oranları karşılaştırıldığında geometri alanı dışında diğer alanlarda İsrail'in Amerika'dan daha yüksek ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir. Maddenin bağlamını ya da madde formatını kapsayan işlem becerileri kapsamında belirlenen özellikler arasında yer alan açık uçlu maddeleri çözme becerisindeki başarı durumu incelendiğinde, sırasıyla en başarılı ülkenin Japonya, Amerika ve İsrail olduğu görülmüştür.

Doğan ve Tatsuoka (2008), çalışmalarında uluslararası değerlendirme çalışmalarından biri olan 1999 TIMSS R uygulamasına Türkiye'den katılan öğrencilerin sekizinci sınıf matematik testi üzerindeki performansı, RSM ile yeniden analiz etmişlerdir. Araştırmada, Tatsuoka, Corter ve Gerrero, (2003) tarafından belirlenen ve 27 özellikten oluşan liste kullanılmıştır. Araştırma kapsamına alınan 163 maddede bu özelliklerden 23 tanesi gözlenmiştir. Bu maddeler özelliklere göre kodlanarak Q matris oluşturulmuştur. Türkiye'deki öğrencilerin özellikle cebir ve olasılık konularında zayıf oldukları belirlenmiştir. Bilişsel becerilerdeki performansları incelendiğinde, cebir kurallarını uygulama, örüntü ve ilişkiler ile açık uçlu maddeleri çözme gibi becerilerde de düşük performans gösterdikleri belirlenmiştir. Türkiye'deki öğrencilerde cebir alanında özelliğe sahip olma düzeyi

0.59, olasılık alanında 0.60 ve açık uçlu maddeleri yapabilme düzeyi ise 0.43 çıkmıştır.

Lee, Park ve Taylan (2011), yaptıkları çalışmada Massachusetts, Minnesota eyaletleri ve ABD'nin dördüncü sınıf matematik dersindeki genel başarı durumunu araştırmışlardır. 823 öğrenciden oluşan örneklem üzerinde ve TIMSS 2007 uygulamasına katılan dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik verilerini bilişsel tanı modellerinden DINA modeli uygulayarak analiz etmişlerdir. Araştırma 4. ve 5. kitapçıkları içermekte ve 15 çoktan seçmeli, 10 tane açık uçlu toplam 25 maddeden oluşmaktadır. Açık uçlu maddelerden kısmî puanlama gerektirenleri 0 tam doğru olan yanıtları 1 olarak kodlamışlardır. Araştırmada üç matematik eğitimcisi ve iki program geliştirme uzmanı ile 15 özellik belirlenmiştir. Analiz sonunda elde edilen g (tahmin), s (kaydırma) parametrelerine bakıldığında, üç bölge için birinden önemli düzeylerde farklı çıkan g ve s parametrelerini yorumlamışlardır. Buna göre madde 10 (geometrik şekiller ve ölçme), madde 16 ve 19'un (veri gösterimi) g parametreleri Massachusetts eyaletinde Minnesota ve Amerika geneline göre yüksek çıkmıştır. Madde 13'ün (veri gösterimi) Amerika genelinde diğer iki eyalete göre tahmin parametresi oldukça düşük çıkmıştır. Kayma parametresine bakıldığında, madde 2 (sayılar) ve madde 11'de (geometrik şekiller ve ölçme) Amerika genelinde eyaletlere göre yüksek değerler elde edilmiştir. Diğer bir bulgu ise, madde model uyum indeksleri incelendikten sonra DINA, 1PL, 2PL ve 3PL madde tepki kuramı modelleri arasındaki karşılaştırmalar ile ilgilidir. DINA modelin AIC ve BIC istatistiklerinin klasik MTK modellerine göre daha düşük çıktığı görülmüştür.

Lee ve arkadaşları (2013), öğrencilerin bilişsel özelliklerini belirlemek için kullanılan BTM'nin, farklı ülkelerdeki öğrencilerin bilgi düzeylerini ve becerilerini karşılaştırmak için de kullanılabileceğini belirterek 2007 TIMSS sekizinci sınıf matematik testlerini analiz etmek için 'çok gruplu DINA' (MG-DINA) modeli geliştirmiştir. Sınavda yüksek başarı sağlayan dokuz ülke ve sekiz Batı Avrupa ülkeleri olmak üzere 17 katılımcı ülkeden öğrencilerin, yayınlanmış 88 maddeye ait yanıtları analiz edilmiştir. Analize alınan maddelerin 50'si çoktan seçmeli, 27 tanesi açık uçludur, bu maddelerin 11 tanesi kısmî puanlama gerektiren maddelerdir ve öğrenci yanıtları kodlanırken kısmî puanlama gerektirenleri 0, tam doğru olan yanıtları 1 olarak kodlamışlardır. Bu maddeler, iki matematik eğitimcisi tarafından incelenerek maddeleri temsil eden 15 özellik belirlemiştir. Model, her ülke için belirlenen özelliklerin gözlenme

olasılıklarını verdiğiinden, ülkeler arasında farklılık gösteren özellikler ve öğrencilerin güçlü ve zayıf olduğu alanlar yorumlanmıştır. Sonuçlara bakıldığında, sınav sonuçlarında ilk sıralarda yer alan ülkelerin bazı özelliklere sahip olma olasılıklarının düşük olduğu görülmüştür. Örneğin, Kore ve Singapur üst sıralarda yer almakla birlikte, cebir alanı içinde yer alan “örüntü” özelliğine sahip olma oranları sırasıyla 0.62 ve 0.58’tir. Çalışmada ülkeler arası farklılıklara da değinilmiştir. “Doğal sayılar ve tam sayılar” özelliğinin gözlenme sıklığı Çin-Tayvan ve Kore’de 0.80 iken Norveç’te 0.24’tür. Cebir alanı içinde belirlenen “örüntü” özelliği tüm ülkelerde en düşük gözlenme olasılığına sahip özellik olarak belirlenmiştir.

Johnson ve arkadaşları (2013), Amerika Birleşik Devletleri’nin matematik performansını uluslararası sınavlarda yüksek başarı gösteren diğer ülkelerle karşılaştırmak, bu şekilde güçlü ve zayıf oldukları alanları tespit edebilmek amacı ile araştırmaya dâhil edilen ülkelerin 2007 TIMSS sekizinci sınıf matematik testlerini analiz etmişlerdir. Verilen analizinde bilişsel tanı modellerinden 'çok gruplu DINA' (MG-DINA) modeli kullanmışlardır. Araştırmaya 11 ülke, beş Asya ülkesi (Tayvan, Kore, Singapur, Hong Kong ve Japonya), Amerika Birleşik Devletleri ve iki eyaleti (Massachusetts ve Minnesota), Macaristan, İngiltere ve Rusya alınmıştır. Yayınlanan 88 madde incelenerek iki matematik eğitimcisi tarafından içerik bilgisini temsil eden dokuz, bilişsel becerileri temsil eden altı olmak üzere toplam 15 özellik belirlemişlerdir. 88 maddenin 72’si bir özellik, 15’i iki özellik ve bir madde de üç özellik içermektedir. Araştırmanın sonuçlarına göre, 11 ülkeden elde edilen sonuçların ortalamaları alındığında, cebir alanı içinde belirlenen “örüntü” (%39) özelliği en az sahip olunan özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Sayılar alanında belirlenen üç özellikten (doğal sayılar ve tam sayılar, kesirler ve ondalık gösterimler, oran orantı) görülme sıklığı en az olan özelliğin oran orantı olduğu belirlenmiştir. “Cebirsel ifade, doğrusal denklem ve fonksiyonlar”, “doğru, açı ve geometrik şekiller”, “ölçme” ve “olasılık” özelliklerinin en yüksek yapılabilmek oranlarının elde edildiği ülkelerin beş Asya ülkesi olduğu görülmüştür.

Choi, Lee ve Park (2014) çalışmalarında, 2003 TIMSS sekizinci sınıf matematik değerlendirmesinde elde edilen verileri, öğrenciler hakkında detaylı bilgiler sağlamak adına bilişsel tanı modeli yaklaşımını uygulayarak yeniden analiz etmişlerdir. Özellikle, öğrencilerin matematik problemlerine cevap vermek için gerekli becerileri ve bilişsel süreçleri ne kadar iyi yerine getirdikleri hakkında daha

kullanışlı tanısal bilgiler sağlamak için DINA modeli kullanılmışlardır. Amerika Birleşik Devletleri ve Kore verilerini kullanarak yaptıkları çalışmalarında, DINA modelde yorumlanan ayırt edicilik indekslerini hesaplayarak iki ülke sonuçlarını karşılaştırmış ve öğrencilerin zayıf ve güçlü oldukları konuları belirlemişlerdir. Analizler 49 madde ve belirlenen 12 özellik üzerinden yapılmıştır. Bu çalışmada Q matrisi oluşturmak için kullanılan 12 özellik, Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics - NCTM) tarafından 2000 yılında yayınlanan “okul matematiği standartları ve ilkeleri” (Principles and Standards for School Mathematics - PSSM)'den adapte edilmiştir. Bazı özellikler çalışmada kullanılan maddeler için gerekli bilgiye uyacak şekilde değiştirilmiştir. Q matrisi iki matematik eğitimcisi tarafından oluşturulmuştur. Öncelikle bağımsız kodlama yapan eğitimciler sonrasında farklı noktaları tartışarak Q matrisin son halini hazırlamışlardır. Sonuçlara bakıldığında, belirlenen 12 özellikte de Koreli öğrencilerin daha başarılı olduğu görülmüştür. Aradaki farkın “veri ve olasılık” ile “ölçme” özelliklerinde ancak önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Amerikalı öğrencilerin %16’sı tüm özelliklerde yetkin görünürken, Koreli öğrencilerin %30’nun tüm özelliklerde yetkin olduğu sonucu çıkmıştır.

Chen ve de la Torre (2014) tarafından yapılan çalışmada 2000 yılında uygulanan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment – PISA) Okuma becerisinin BTM ile analizi yapılmıştır. Araştırmada 2814 öğrencinin 26 maddeye verdiği yanıtlar değerlendirmeye alınmıştır. Bu çalışma ile, geniş ölçekli değerlendirme verilerini tanılayıcı bir şekilde modellemek için sistematik bir prosedür önerilmektedir. Prosedür dört aşamaya ayrılabilir önerisi getirilmiştir; ilk özelliklerin ve Q matrislerinin oluşturulması, son özelliklerin ve Q matrisinin oluşturulması, BTM'lerin değerlendirilmesi ve seçilen modelin çapraz geçerliliğinin test edilmesi. Q matrisi geliştirme çalışmasında 8 özellik analizler sonucunda 6'ya indirilerek son haline getirilmiştir. DINA, DINO, Lineer Logistic Model (LLM; Maris, 1999) ve Reduced Reparametrized Unified Model (RRUM; DiBello, Roussos, & Stout, 2007) modelleri ile analiz yapılan çalışma sonucunda, LLM en iyi mutlak ve bağıl uyumu göstermiştir. Testlerde daha fazla sayıda madde kullanımı ile bireylerin özellik profillerinin daha doğru şekilde kestirileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, önceden uygulanmış testler için

sonradan Q matrisi hazırlanmaktansa testin BTM'ye uygun hazırlanmasının daha ideal sonuçlar verebileceği bulgusuna ulaşılmıştır.

Bradshaw ve Templin (2014), MTK'dan elde edilen parametreler ile LCDM'den yararlanarak BTM'nin verdiği birey özellik profil örüntüsünü birlikte değerlendirip yeteneği ölçeklemek ve profil örüntüsünden yola çıkarak kavram yanılgılarını göstermeyi amaçlamıştır. Modelin etkinliğini test etmek için 3 ve 6 bilişsel özellik, 3000 ve 10 000 örneklem büyüklüğü, 30 ve 60 madde ile test koşulları çaprazlanarak simülasyon çalışması yapılmıştır. Sonuçlara bakıldığında, özellik sayısı arttığında tahmin parametresinin hatası artarken, örneklem büyüklüğü ve madde sayısı artışında hata düşmektedir. Gerçek veriye dayalı yapılan çalışmada ise, fizik dersine ilişkin maddeler üzerinden kavram yanılgılarının düzeyleri ve nedenleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

2.1. İlgili Araştırmalar Özeti

İlgili araştırmalarda, öğrencilerin bir alandaki zayıf ve güçlü yönlerini belirlemek amacı ile yapılan ve BTM ile analiz edilen çalışmalar aktarılmıştır. Bu araştırmaların çoğunlukla uluslararası geniş ölçekli değerlendirme çalışmaları olduğu, bunlar arasında da çoğunlukla TIMSS verilerinin kullanıldığı görülmüştür. Bunun en önemli nedenlerinden biri bu değerlendirme uygulamalarının geniş bir veri tabanı sunuyor olması ve araştırmacılara açık olması olduğu söylenebilir. Bununla birlikte TIMSS, öğrencilerin öğretim programlarında yer alan kazanımlara sahip olup olmadıklarına ilişkin başarı testleri uygulamaktadır. Bu nedenle öğrencilerin neyi bilip bilmedikleri BTM ile belirlenebilir.

Yapılan araştırmalar incelendiğinde, öğrencilerin öğrenme eksikliklerinin belirlenmesine çalışılmış olup, çoğunlukla ülkeler arası karşılaştırmaların da yapılmış olduğu görülmektedir. Tatsuoka'nın yapmış olduğu çalışmalarda konu alanına ek olarak beceri tanımlamasının da yapılmış olduğu belirlenmiştir. Sonuçlara ilişkin yorumlara bakıldığında, madde parametrelerinin ve özelliklerin görülme sıklığının yorumlandığı görülmektedir.

Yapılan araştırmalar eşliğinde bu araştırmaya bakıldığında, öğrenme eksikliklerinin ve öğrencilerin bir alandaki zayıf ve güçlü yönlerinin belirlenmesi adına yeni bir bakış açısı kazandırması amaçlanmaktadır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları ve verilerin analizine ilişkin bilgiler ilgili alt başlıklarda verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada Türkiye'deki öğrencilerin, TIMSS 2015 kapsamında uygulanan sekizinci sınıf matematik başarı testiyle belirlenen matematik dersine ilişkin zayıf ve güçlü yönlerinin ortaya konulması amaçlandığından, tarama modellerinden genel tarama modeli kullanılmıştır. Wellington (2006)'ya göre tarama araştırmaları, geniş kitlelerin görüşlerini, özelliklerini betimlemeyi hedefleyen araştırmalardır. Bu tür araştırmalar, daha çok “ne, nerede, ne zaman, hangi sıklıkta, hangi düzeyde, nasıl” gibi soruların cevaplandırılmasına olanak tanır. Karasar (2008) ise tarama araştırmasını, geçmişte ya da günümüzde var olan bir durumu betimlemeyi amaçlayan, araştırmacının herhangi bir şekilde birey ya da nesnelerin ait olduğu koşulları değiştirmedeği ve etkilemediği bir araştırma modeli olarak tanımlamıştır. Tarama araştırmalarının amacı genellikle araştırma konusu ile ilgili var olan durumun fotoğrafını çekerek bir betimleme yapmaktır. Tarama modellerinden genel tarama modeli ise çok sayıda elemandan oluşan bir evrende, evren hakkında genel bir yargıya varmak amacı ile evrenin tümü ya da ondan alınacak bir grup, örnek ya da örneklem üzerinde yapılan tarama düzenlemeleridir.

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın evrenini IEA tarafından gerçekleştirilen TIMSS 2015 uygulamasına Türkiye'de katılan ve formal eğitim sürecinin sekizinci yılında bulunan öğrenciler oluşturmaktadır. TIMSS 2015 uygulamasına Türkiye'den sekizinci sınıf düzeyinde toplam 218 okul ve 6079 öğrenci katılmıştır (Martin, Mullis ve Hooper, 2016).

Tablo 3.1: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Türkiye Evren ve Örneklem Bilgisi

	<i>Evren</i>		<i>Örneklem</i>		<i>Yanıtlayıcıların Yaş Ortalaması</i>
	<i>Okul Sayısı</i>	<i>Öğrenci Sayısı</i>	<i>Okul Sayısı</i>	<i>Öğrenci Sayısı</i>	
Toplam	15 583	1 201 185	218	6079	13,9

Örnekleme alınan öğrencilerin katılım oranı %98 olarak raporlanmıştır. Araştırma birinci kitapçığı alan 435 ve beşinci kitapçığı alan 440 toplam 875 öğrenci verisi üzerinden yürütülmüştür.

3.3. Veri Toplama Araçları

Çalışmada, TIMSS 2015 uygulamasında sekizinci sınıf matematik testlerinde yer alan maddelere verilen öğrenci yanıtları ile bu maddelerin konu alanlarıyla ilişkisini gösteren ve alan uzmanları tarafından geliştirilen Q matris kullanılmıştır. Öncesinde TIMSS değerlendirmesinin genel özellikleri aktarılmıştır.

3.3.1. TIMSS

Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması - TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu IEA'nın (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) dört yıllık aralıklarla düzenlemekte olduğu, öğrencilerin matematik ve fen alanlarında kazandıkları bilgi ve becerilerin değerlendirilmesine yönelik bir tarama araştırmasıdır. TIMSS, ilkokul dördüncü sınıf ve ortaokul sekizinci sınıf düzeyindeki öğrencilerinin matematik ve fen bilimlerindeki performanslarını ölçmektedir. Dolayısıyla, dört yıllık süreler içerisinde öğrenci başarı düzeylerinde meydana gelen değişimler konusunda bilgi sağlanabilmektedir. Çalışmanın dört yıllık periyotlar halinde gerçekleştirilmesi, dördüncü ve sekizinci sınıf bulguları arasında çalışmalar yapılmasına olanak sağlamakta, dolayısıyla boylamsal çalışmalara da imkân vermektedir.

TIMSS'te öğrencilerin başarı puanlarının yanı sıra, uygulamaya katılan öğrencilere, bu öğrencilerin derslerine giren öğretmenlere, velilerine ve okul idarecilerine uygulanan anketlerle öğrenci başarısı üzerinde etkili olan değişkenlere ilişkin de veri toplanmaktadır. Bu bağlamda, ülkelerin hem kendi eğitim sistemlerini değerlendirmesine hem de uluslararası düzeyde karşılaştırmalı çalışmalar yapılmasına olanak tanınmaktadır.

İlk uygulaması 1995 yılında gerçekleştirilen TIMSS, bunu takip eden dört yıllık periyotlarda, 1999, 2003, 2007, 2011 ve 2015 yıllarında yapılmıştır. Türkiye TIMSS uygulamasına 1999 ve 2007 yıllarında sekizinci sınıf, 2011 ve 2015 yıllarında ise dördüncü ve sekizinci sınıf düzeyinde katılmıştır.

TIMSS 2015, uygulamanın altıncı değerlendirmesi olup, öğrencilerin 20 yıllık matematik ve fen eğilimleri ile ilgili kapsamlı veriler elde edilmiştir. Bu nedenle 2015 uygulamasının önemi büyüktür. Bu uygulamanın sonunda elde edilen veriler ve yapılan çalışmalar öğrencilerin 20 yıllık süreçteki matematik ve fen eğilimleri ile ilgili kapsamlı bilgiler sunmaktadır.

3.3.1.1. TIMSS Başarı Testlerinde Yer Alan Maddeler ve Özellikleri

TIMSS 2015 matematik ve fen değerlendirmeleri, katılımcı ülkelerle işbirliği içinde geliştirilen kapsamlı bir öğretim programına dayanmaktadır. Her sınıf düzeyindeki öğretim programı çerçevesinin iki boyutu vardır; değerlendirilecek konu kapsamını belirten içerik boyutu ve düşünme süreçlerini belirten bilişsel boyutu vardır. Başarı testlerinin kapsamı sınıf düzeylerine, öğrenme alanlarına ve bilişsel düzeylere göre değişmektedir. 2015 uygulamasında sekizinci sınıf düzeyinde matematik alanında toplam 212 madde test edilmiştir (Martin, Mullis ve Hooper, 2016).

3.3.1.1.1. TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Testi Öğrenme Alanları

TIMSS nihai amacını öğrencilerin dördüncü ve sekizinci sınıftaki matematik ve fen bilimleri alanlarındaki başarılarını değerlendirmek olduğu şeklinde ifade etmektedir. Bunu belirlerken, öğrencilerin öğretim programlarında yer alan kazanımlara sahip olup olmadıklarına ilişkin başarı testleri uygulamaktadır. Sekizinci sınıf matematik başarı testindeki öğrenme alanları “sayılar”, “cebir”, “geometri” ile “veri ve olasılık” olmak üzere dört alandan oluşmaktadır. Tablo 3.2’de testlerde yer alan soruların öğrenme alanlarına göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 3.2: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Maddelerinin Öğrenme Alana Göre Dağılımı

<i>Öğrenme Alanları</i>	<i>Yüzdelerik Dağılım</i>
Sayılar	%30
Cebir	%30
Geometri	%20
Veri ve Olasılık	%20

Öğrenme alanları ve alt öğrenme alanları belirlenirken, katılımcı ülkelerin kendi öğretim programlarına ilişkin bir rapor istenmektedir. Katılımcı ülkelerin öğretim programları ve sekizinci sınıf öğrencisinden beklenen özellikler göz önüne alınarak

TIMSS 2015 değerlendirme çerçevesine (TIMSS 2015 Assessment Frameworks) son hali verilmektedir. Tablo 3.2 incelendiğinde test maddelerinin %30'unun sayılar, %30'unun cebir, %20'sinin geometri ve %20'sinin veri ve olasılık öğrenme alanlarında olduğu görülmektedir. Aşağıda kısaca her öğrenme alanı ile ilgili öğrencilerde olması istenen nihai beklentiler açıklanmıştır. Bu özellikler öğrenme alanı ile ilişkili maddelerin içeriği hakkında da ipucu vermektedir.

Ayrıca bu bölümde, matematik öğrenme alanları tanımlanarak, öğrenme alanlarında yer alan konular hakkında genel bir bakış açısı verilmiş ve her bir konuyla ilgili kazanımlar açıklanmıştır. Bu kazanımlar, sekizinci sınıf öğrencilerinden beklenen temel bilgi ve becerileri yansıtan davranışlar olarak ifade edilmiştir (Mullis ve Martin, 2013).

Sayılar

Sayılar öğrenme alanı; sayılar, sayıların gösterimi ve sayılar arasındaki ilişkilerin anlaşılma durumunu içermektedir. Sekizinci sınıftaki öğrencilerin temelde, sayıları algılama ve dört işlem yapabilme, problemleri çözmek için sayıları ve işlemleri kullanabilme yeterliliklerine sahip olmaları beklenmektedir.

Öğrencilerin doğal sayılarla ilgili yeterliklerini geliştirmiş olmaları ve benzer şekilde rasyonel sayılarla ilgili (kesirler, ondalık gösterimler ve tam sayılar) bilgilerini genişletmiş olmaları beklenmektedir. İşlem becerisi, doğal sayılardan çok kesirler ve ondalık gösterimler öğrenme alanında daha fazla ağırlık kazanmaktadır. Ayrıca kesirlerin gösterimi, kesirler ve ondalık sayıların birbirine çevrilmesi, sembollerin ne anlama geldiğini kavrama, önem kazanmaktadır. Kesirler ve ondalık gösterimler günlük yaşamın önemli bir parçasıdır ve bu sayıların temsil ettiği miktarların anlaşılması oldukça önemlidir. Öğrencilerin kesir ve ondalık gösterimleri, doğal sayılar gibi sayı doğrusunda bir yeri olduğunu anlamaları gerekmektedir. Sekizinci sınıf öğrencileri çeşitli yöntemleri kullanarak denk kesirler, ondalık gösterimler ve yüzde hesaplamaları arasında bağlantı kurabilmelidirler. Rasyonel sayıları, oran, orantı ve yüzde ile ifade edebilmelidir.

Cebir

Öğrencilerin, cebirsel modelleri kullanarak günlük hayatta karşılaşılabilecekleri problemleri çözmeleri ve cebirsel kavramları içeren ilişkileri açıklayabilmeleri beklenmektedir. Sekizinci sınıf düzeyinde öğrencilerin doğrusal ilişkiler ve

değişken kavramıyla ilgili bir anlayış geliştirmeleri beklenir. İki değişken hakkında bir cebirsel ifade olduğunda, bir değişken bilindiği sürece diğer değişkenleri bulabileceklerini anlamak için ezberlemenin ötesine geçmeleri gerekir. Bu kavramsal anlayış, ikinci dereceden ifadeleri de kapsar. Cebir öğrenme alanı, örüntülerin ayırt edilmesi ve devam ettirilmesi, matematiksel durumları göstermek için cebirsel sembollerin kullanılmasını da kapsamaktadır. Bu düzeydeki öğrencilerin cebirsel formülleri sadeleştirilmesi ve kullanması, doğrusal denklemleri, eşitsizlikleri, iki bilinmeyenli denklem sistemlerini çözmesi ve çeşitli fonksiyonları kullanması beklenir.

Geometri

Sekizinci sınıf öğrencileri, iki ve üç boyutlu geometrik şekillerin kenar ya da ayrıt uzunluklarıyla açı ölçülerini içeren özelliklerini analiz edebilmeli ve geometrik ilişkilere dayalı açıklamalar yapabilmelidir. Problemleri çözmek için Pisagor Teoremini uygulayabilmeli, bunu yaparken de geometrik özelliklerin kullanımına ve bu özellikler arasındaki ilişkilere önem vermelidir. Problemleri çözmek için benzerlik ve eşlik bilgilerini kullanabilmelidir.

Geometrik özellikler ve ilişkileri anlamamanın yanında, ölçme araçlarını doğru bir şekilde kullanarak ve uygun tahminler yaparak, uzunluk, alan ve hacim için formüller seçerek ve bu formülleri kullanarak geometrik ölçüm yapabilmelidirler.

Öğrenciler, geometrik şekilleri birleştirebilmeli, ayrıştırabilmeli ve analiz edebilmelidir. Ayrıca nesnelerin üstten ve yandan görünüşlerini oluşturabilmeli veya yorumlayabilmeli, iki ve üç boyutlu şekiller ve bunların gösterimleri arasında geçiş yapmak için uzamsal düşünme becerilerini kullanmayı da içermektedir.

Öğrenciler, noktaları ve doğruları yerleştirmek için kartezyen düzlemi kullanabilmelidir. Döndürmeleri, ötelemeleri ve yansımaları matematiksel terimlerle tanımlayabilmeli ve kavramalıdır.

Veri ve Olasılık

Veri ve olasılık öğrenme alanı, araştırma sorusuna cevap verebilmek için öğrencilerin toplanan verilerin düzenlenmesi, grafik (resimli grafik, sütun grafiği, daire grafiği ve çizgi grafiğinden) ya da tablo gibi uygun istatistiksel temsil biçimleriyle gösterilmesi ve yorumlanmasını içermektedir.

Öğrenciler basit veri toplama yöntemlerini kullanabilmeli, grafik ve tabloları kullanarak verileri uygun biçimde gösterebilmelidir. Verilerin gösteriminde kullanılan çeşitli yöntemleri tanıyabilmeli ve bunları karşılaştırabilmelidir. Öğrenciler, merkezi dağılım, merkezi eğilim ölçülerini tanıyabilmeli, karşılaştırabilmeli ve verilere dayanarak sonuç çıkartabilmelidir.

Sekizinci sınıf öğrencileri, olayların olma olasılıklarını kesin, yüksek, eşit, az ve imkânsız olarak belirleyebilmelidir. Ayrıca, belirli bir olayın olasılığını tahmin edebilmek için eş olasılıklı olaylardan elde edilen bilgiyi veya deneylerden elde edilen verileri kullanabilmelidir.

3.3.1.1.2. TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Testi Bilişsel Düzeyler

Bilişsel düzeyler dikkate alındığında ise, TIMSS 2015 uygulaması sekizinci sınıf matematik başarı testinde öğrencilerin bilme, uygulama ve akıl yürütme olmak üzere üç kategoride ele alındığı görülmektedir.

Tablo 3.3: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Maddelerinin Bilişsel Düzeylere Göre Dağılımı

<i>Öğrenme Alanı</i>	<i>Yüzde</i>
Bilme	%35
Uygulama	%40
Akıl Yürütme	%25

TIMSS uygulamasında yer alan maddeler geliştirilirken belirlenmiş olan öğrenme alanları için bu bilişsel düzeylerin tanımlanması büyük önem taşımaktadır. İlk bilişsel süreç olan bilme; öğrencilerin bilmesi gereken işlemler ve kavramları içermekteyken; ikinci bilişsel süreç olan uygulama; problemleri çözmek veya soruları cevaplamak için öğrencilerin bilgilerini kullanma ve kavramsal algılama yeteneği üzerine odaklanmaktadır. Üçüncü bilişsel süreç olan akıl yürütmede ise, rutin problem çözümlerinin ötesine geçen karmaşık içerikler ve çok aşamalı problemler yer almaktadır.

Bilme

Matematiğin uygulanması ya da matematiksel durumlar hakkında mantık yürütme imkânı, öğrencilerin matematiksel kavramları bilmesine bağlıdır. Bir öğrencinin

hatırlayabildiği ve anladığı bilgi ve kavramlar ne kadar çok ise, problem çözme potansiyeli de o kadar artar.

Sayıların ve sembollerin temelde ne ifade ettiği bilgisine sahip olmadan öğrenciler matematiksel düşünmeyi gerçekleştiremezler. Bu bilişsel süreç, bilginin yanı sıra matematiksel düşüncenin temelini oluşturan temel matematiksel kavramları ve özellikleri de kapsar.

Uygulama

Bu bilişsel süreç, bilginin doğrudan kullanımını kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu maddeler, öğrenme alanlarında yer alan formüllerin, denklemlerin ve ilişkilerin doğrudan uygulanmasını kapsamaktadır. Uygulama sürecini ölçen maddeler, öğrencilerin bir açıklama geliştirmek veya bir çözüm bulmak amacıyla bilimsel kavramları kullanarak karşılaştırma ve sınıflandırma yapmalarını gerektirmektedir. Öğrencilere bu süreçte sorulan maddelerde problemler gerçek yaşam koşullarında sunulur.

Akıl yürütme

Akıl yürütme bilişsel süreci, matematik alanına ilişkin daha karmaşık görevleri kapsamaktadır. Matematik eğitiminin temel amacı, problem çözmek, açıklamalar yapmak, sonuçlar çıkarmak, kararlar vermek ve bilgilerini yeni durumlarda kullanmak için öğrencileri bilimsel akıl yürütme sürecine hazırlamaktır. Bilgi ve becerilerin yeni durumlara aktarılması ve akıl yürütme arasında yüksek bir ilişki vardır. Öğrenciler sebep-sonuç ilişkilerini anlayarak, verilerden sonuç çıkarmalı ve çıkardıkları sonuçları yeni durumlara uygulayabilmelidir. Öğrencilerin kanıtlara ve bilimsel kavramlara dayalı açıklamalar yapmaları, akıl yürütme düzeyi için büyük bir önem taşımaktadır.

3.3.1.2. TIMSS Uygulamaları ve Türkiye'nin Sekizinci Sınıf Matematik Başarı Durumu

Bu bölümde TIMSS Türkiye'nin katılım sağladığı uygulamalarda sekizinci sınıf matematik başarısı adına elde edilen sonuçlar yıllara göre incelenmiştir. İlk olarak, sekizinci sınıf düzeyinde genel başarı durumu ve öğrenme alanlarına göre başarının değişimi verilmiştir. Daha sonra yeterlik düzeylerine göre sekizinci sınıf matematik başarısının durumu kısaca aktarılmıştır.

3.3.1.2.1. TIMSS Sekizinci Sınıf Matematik Öğrenme Alanlarına Göre Türkiye'nin Başarı Durumu

Türkiye'nin katılmış olduğu TIMSS uygulamalarına ilişkin sekizinci sınıf genel matematik başarıları ve dört öğrenme alanına ilişkin ortalama puanlar Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4: TIMSS Sekizinci Sınıf Yıllara Göre Genel Matematik Başarıları ve Öğrenme Alanlarına İlişkin Türkiye'nin Başarı Durumu

	<i>Öğrenme Alanları Ortalama Puanlar</i>				<i>Genel Matematik Başarıları</i>		
	<i>Sayılar</i>	<i>Cebir</i>	<i>Geometri</i>	<i>Veri ve Olasılık</i>	<i>Genel Ortalama</i>	<i>Sıralama</i>	<i>Ülke Sayısı</i>
2015	447	460	463	466	458	24	39
2011	435	455	454	467	452	24	45
2007	429	440	441	445	432	30	50
1999	430	432	418	443	429	31	38

TIMSS 2015 uygulamasında sekizinci sınıf düzeyinde Türkiye matematik başarı ortalaması 458 puan ile 39 ülke arasında 24. sırada yer almaktadır. Yıllara göre bir değerlendirme yapıldığında, her uygulamada ülke puanlarının yükseldiği görülmekle birlikte sıralamanın fazla değişmediği ve 2011 ve 2015 yıllarında katılımcı ülke sayısının da azaldığını göz ardı etmemek gerekmektedir. Tüm sonuçlarda, Türkiye'nin TIMSS ölçek ortalaması olan 500 puanın altında yer aldığı görülmektedir.

Alt öğrenme alanlarına bakıldığında, “cebir” “geometri” ile “veri ve olasılık” alanlarında uygulamaya ilk katıldığımız 1999 yılına göre önemli puan artışları olduğunu söylemek mümkündür. Bu üç öğrenme alanının 2007 yılı ve sonrasında genel ortalamadan daha yüksek ortalama puanlara sahip olduğu da görülmektedir. 2015 uygulamasında cebir alt öğrenme alanına ait ortalama puan genel ortalamaya biraz daha yakın çıkmıştır. 2011 sonuçları ile karşılaştırıldığında, 2015 yılında en fazla artışın “sayılar” öğrenme alanında olduğu görülmektedir. Ancak kendi içinde en az artışın görüldüğü öğrenme alanı olmakla birlikte tüm uygulamalarda genel ortalamayı düşüren alan sayılarıdır.

3.3.1.2.2. TIMSS Sekizinci Sınıf Yeterlilik Düzeylerine Göre Türkiye'nin Matematik Başarı Durumu

TIMSS uygulamasında, öğrencilerin başarıları ile bağlantılı olarak dört farklı yeterlilik düzeyi tanımlanmıştır. Bu yeterlilik düzeyleri ileri, üst, orta ve alt düzey şeklinde adlandırılmıştır. Yeterlilik düzeyleri, öğrencilerin uluslararası düzeydeki başarılarını göstermektedir. Her bir yeterlilik düzeyine ilişkin ölçüt puanları şu şekildedir; ileri düzey 625, üst düzey 550, orta düzey 475 ve alt düzey için 400 olacak şekilde alt sınır belirlenmiştir (Mullis, Martin, Foy ve Hooper, 2016).

Tablo 3.5: TIMSS Sekizinci Sınıf Yıllara göre Yeterlilik Düzeylerine ilişkin Türkiye'nin Matematik Başarı Durumu

	<i>İleri Düzey</i>	<i>Üst Düzey</i>	<i>Orta Düzey</i>	<i>Alt Düzey</i>	<i>Alt Düzey Altı</i>
2015	%6	%14	%22	%28	%30
2011	%7	%13	%20	%27	%33
2007	%5	%10	%18	%26	%41
1999	%1	%6	%20	%38	%35

TIMSS uygulamasına katılan Türkiye'deki sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik yeterlilikleri incelendiğinde, yıllara göre düzeylerde yer alan öğrenci oranlarında önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Tüm uygulama sonuçlarına bakıldığında, öğrencilerin yaklaşık %50'nin alt düzey ve altında yer aldığı görülmektedir. Bu durum, öğrencilerimizin büyük çoğunluğunun ancak temel matematik bilgisine sahip olduğunu göstermektedir.

İleri düzeye ulaşmış bir öğrenci bilgi ve anlayışını önemli derecede karmaşık olan durumlarda uygulayabilir ve sonuçlarını açıklayabilir, genellemeleri yapabilir ve rutin olmayan problem çözme durumlarında çözüm stratejilerini açıklayabilir, ayrıca geometri bilgilerini geniş bir yelpazede uygulayabilir ve karmaşık tablo ve grafik bilgilerini yorumlayabilirler. Üst düzeyde yer alan öğrenciler, nispeten karmaşık olan problem durumlarının çözümünde matematik bilgilerini uygulayabilir. Orta düzeyde basit matematik bilgilerini doğrudan uygulayabilecek öğrenciler yer almaktadır. Alt düzeyde yer alan öğrencilerin temel matematik bilgisine sahip olduğu varsayılır. Tam sayılarla toplama ve çıkarma yapabilir, bazı geometrik şekilleri tanırlar ve basit tablo ya da grafikleri okuyabilirler.

Katılım sağladığımız tüm TIMSS uygulamalarında sekizinci sınıf matematik başarısı ile ilgili farklı başlıklarda yer alan sonuçlar incelendiğinde; yıllara göre önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Öğrenme alanlarındaki değişime bakıldığında, özellikle cebir, geometri ile veri ve olasılık alanlarında yıllara göre artış olurken, sayılar alanında bu artışın daha az olduğu görülmektedir. Buna ek olarak, sayılar öğrenme alanı tüm uygulamalarda ülke ortalamasının altında kalmaktadır.

3.3.2. TIMSS Başarı Testleri

TIMSS 2015 uygulamasında, daha önceki TIMSS uygulamalarına benzer şekilde çoktan seçmeli ve açık uçlu maddeler kullanılmıştır. Matematik ve fen bilimleri testinde yer alan tüm çoktan seçmeli maddeler doğru yanıtlandığında bir puan, yanlış yanıtlandığında puan alınmayacak şekilde yapılandırılmıştır. Açık uçlu maddeler için ise, dereceli puanlama anahtarı hazırlanmış, doğru cevaplanması durumunda (doğru veya kısmî doğru) alınabilecek puan, madde ile ölçülecek özelliğin bilişsel düzeyine göre puanlanmaktadır (Martin, Mullis ve Hooper, 2016).

Her iki sınıf düzeyinde de maddeler 28 bloktan meydana gelmektedir. Bu bloklardan 14'ü fen, 14'ü matematiktir. Bu bloklar 14 test formuna, ikisi fen ve ikisi matematik olmak üzere dörderli bloklar halinde dağıtılmıştır. Formlar arasında bağlantı kurulabilmesi için fen ve matematik alanlarındaki her iki bloktan biri, iki form arasında ortaktır (Martin, Mullis ve Hooper, 2016).

TIMSS 2015 uygulaması sekizinci sınıf matematik başarı testinde yer alan maddelerin öğrenme alanı ve madde türüne göre dağılımı ile ağırlıkları Tablo 3.6'da verilmektedir.

Tablo 3.6: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Başarı Testinin Konu Alanı ve Madde Türüne Göre Dağılımı

<i>Matematik Başarı Testi Kapsamı</i>	<i>Çoktan Seçmeli Maddeler</i>	<i>Açık uçlu maddeler</i>		<i>Toplam madde</i>	<i>Test Puanındaki Ağırlığı %</i>
		<i>1 puan</i>	<i>2 puan</i>		
Sayılar	28 (28)	29 (29)	6 (12)	64 (70)	%31
Cebir	35 (35)	24 (24)	3 (6)	62 (65)	%28
Geometri	22 (22)	17 (17)	4 (8)	43 (47)	%21
Veri ve Olasılık	27 (27)	12 (12)	2 (4)	43 (47)	%21
Toplam	112 (112)	82 (82)	15 (30)	212 (229)	
Test Puanındaki Ağırlığı %	%51	%49			

TIMSS 2015 Achievement Items by Content Domain and Item Format – Eighth Grade (Methods and Procedures in TIMSS 2015, sy: 28)

Tablo 3.6 incelendiğinde TIMSS 2015 uygulaması sekizinci sınıf matematik başarı testinde dört alana ilişkin iki farklı madde tipinin kullanıldığı görülmektedir. Bunlardan birincisi çoktan seçmeli maddeler, ikincisi de kısa ve uzun cevaplı maddelerdir. Matematik başarı testindeki maddelerin %51'ini çoktan seçmeli ve %49'unu ise kısa ve uzun cevaplı maddeler oluşturmaktadır. Tabloda parantez içinde belirtilen sayılar o düzeyde alınabilecek toplam puanı temsil etmektedir. Tablodan görüldüğü gibi, TIMSS 2015 uygulaması sekizinci sınıf matematik testlerinde toplam 212 madde sorulmuş olup, bu maddelerin %31'ni sayılar, %28'ni cebir, %21'ni geometri ve %21'ni de veri ve olasılık alanları oluşturmaktadır (Martin, Mullis ve Hooper, 2016).

TIMSS 2015 uygulamasına ilişkin raporun yayınlanmasından sonra, araştırmacılar için sekizinci sınıf başarı testlerine ait 14 bloktan 6 tanesinin gerekli izinler alındığında IEA tarafından kullanımına izin verilmektedir. Bu 6 blokta yer alan maddeler 1, 2, 5 ve 6. kitapçıkları oluşturan bloklardır (Mullis ve Martin, 2013). Bu araştırmada birinci ve beşinci kitapçıklar kullanılmıştır. Bu kitapçıklarda yer alan maddelerin öğrenme alanlarına göre dağılımı Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7: Araştırmanın Yapıldığı Matematik Başarı Testlerinin Betimsel Özellikleri

<i>Kitapçıklar</i>	<i>Bloklar</i>	<i>Öğrenci sayısı</i>	<i>Madde Sayıları</i>				<i>Toplam</i>
			<i>Sayılar</i>	<i>Cebir</i>	<i>Geometri</i>	<i>Veri ve Olasılık</i>	
Birinci Kitapçık	M01-M02	435	14	9	6	6	35
Beşinci Kitapçık	M05-M06	440	9	14	6	5	34

Bu araştırmada, öğrencilerin birinci ve beşinci kitapçıklara verdikleri yanıtlar üzerinden DINA modele göre analizler yapılmıştır. TIMSS 2015 değerlendirme çerçevesi incelendiğinde, dört konu alanı altında 12 temel özellik tanımlandığı görülmektedir. Kitapçıklarda yer alan maddelerin özellikleri incelendiğinde birinci kitapçık bu 12 temel özelliği de içermektedir, beşinci kitapçığın ise 10 temel özelliği kapsadığı belirlenmiştir. Sayılar ve cebir alanlarının ayrıca bir alt problem olarak çalışılması söz konusu olduğundan ve her iki alanda yeterli sayıda maddeyi içermesinden dolayı birinci ve beşinci kitapçıklar araştırma için tercih edilmiştir. Birinci kitapçıkta 20 çoktan seçmeli, 15 açık uçlu madde toplam 35 madde vardır, açık uçlu maddelerin dört tanesi kısmî doğru yanıt içeren maddelerdir. Beşinci

kitapçıkta 15 çoktan seçmeli ve 19 tane açık uçlu madde toplam 34 madde yer almaktadır, açık uçlu maddelerden iki tanesi kısmî doğru yanıt gerektiren maddelerdir. TIMSS uygulamalarına ait verilerin yayınlandığı veri tabanında her bir madde kodu ile ifade edilmektedir. Bu çalışmada analizleri yapılan maddelerin hangi öğrenme ve alt öğrenme alanları ile ilgili özellikleri ölçtüğü, madde türleri (çoktan seçmeli, açık uçlu) ve bilişsel düzeylerine ilişkin bilgiler EK 2’de, yayınlanan örnek maddeler EK 3’te verilmiştir. Araştırmada kullanılan veriler, TIMSS uygulamaları için IEA resmi web sitesinde yer alan veri tabanından (<http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-database/>) sağlanmıştır.

3.3.3. Q Matrisin Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan model için konu alanlarıyla madde ilişkisini gösteren Q matrisinin hazırlanması gerekmektedir. Öncelikle yapılması gereken TIMSS sekizinci sınıf matematik başarı testleri kapsamında ölçülen sayılar, cebir, geometri, veri ve olasılık konu alanlarının kapsamında olması gereken temel özelliklerin belirlenmesidir. Sonrasında ise maddeler ile özellikler ilişkilendirilerek Q matrisin oluşturulması gerekmektedir. Bireylerin sahip olduğu örtük özelliklerin saptanabilmesi, analizin doğru çalışabilmesi ve öğrenme eksiklikleri ile ilgili tanılamının doğru yapılabilmesi için maddelerin sahip olduğu özelliklerin doğru şekilde belirlenmesi gerekir. Bu nedenle, her iki süreçte de uzman görüşlerine başvurulmuştur. Uzman grup, matematik eğitimi alanında doktora eğitimi alan ve ortaokulda matematik öğretmenliği yapan üç alan uzmanı, ölçme ve değerlendirme alanında doktora düzeyinde eğitim alan ve lisans eğitimleri matematik eğitimi olan iki ölçme ve değerlendirme uzmanından oluşan beş kişilik bir gruptur.

3.3.3.1. Bilişsel Özelliklerin Belirlenmesi

Özellikler belirlenirken sekizinci sınıf matematik öğretim programında yer alan kazanımlar ve uluslararası merkez tarafından yayınlanan ve TIMSS uygulamasında kullanılan başarı testlerinin kapsamı ile ilgili bilgilerin yer aldığı TIMSS 2015 değerlendirme çerçevesi üç alan uzmanı tarafından incelenmiştir. Matematik eğitimi alanında doktora eğitimi alan ve ortaokulda matematik öğretmenliği yapan üç alan uzmanı incelemeleri sonunda sekizinci sınıf kapsamında yapılan testlerde yer alan maddelerin toplam 14 özelliği ölçtüğü konusunda hem fikir olmuşlardır.

TIMSS 2015 değerlendirme erevesi incelendiğinde, öğrenme alanları kapsamında 12 özelliğin tanımlandığı görülmektedir. Burada bazı özellikleri çok genel bulan alan uzmanları, cebir öğrenme alanının altında “denklem ve eğitsizlik” özelliğinin kapsamında yer alan “ikinci derece fonksiyonları” ayırarak ayrı bir özellik olarak belirlemişlerdir. “Doğrusal denklem” ve “doğrusal olmayan denklem” özelliklerini içeren maddelerin üzümünün farklı bilgiler gerektirdiği konusunda hem fikir olan uzmanların bu özelliği ayırmalarının bir diğer nedeni ise, sekizinci sınıf ğretim programı ile TIMSS 2015 uygulaması kapsamı arasında uyuşmayan tek özelliğin “ikinci derece fonksiyonlar” olmasıdır. Birinci kitapçıkta iki madde ikinci dereceden fonksiyonlarla ilgilidir. Bu iki madde incelendiğinde, zmleri için öncelikle öğrencilerin temel cebirsel işlem bilgisine sahip olmaları gerektiği görülmüştür. ğrencilerimizin bu testlerin tamamından sorumlu olmaları nedeni ile özellikleri belirleyen alan uzmanları bu maddelerin de değerlendirmeye alınması gerektiği konusunda hem fikir olmuşlardır. Sonuçlara ilişkin yorumlar bulgular kısmında verilmiştir. Alan uzmanlarının genel ifade edildiğini düşündükleri diğer özellik ise geometri öğrenme alanı kapsamında yer alan “geometrik şekil” özelliğidir. Bu zellik, “aı ve doğru kavramları” ve “iki boyutlu geometrik şekiller ve üç boyutlu geometrik cisimler” olmak üzere iki özellik biçiminde analiz edilmiştir. Bu süreçler sonrasında alan uzmanları 14 özellik belirlemişlerdir. ğrenme alanları, temel özellikler ve bu özellikler kapsamında öğrencinin sahip olması beklenen temel bilgiler Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8: Uzman Görüşlerine Göre Araştırmanın Yapıldığı Matematik Başarı Testlerinin İçerdiği Bilişsel Özellikler

<i>Konu Alanı</i>	<i>Bilişsel Özellikler</i>
Sayılar	<p>1. Doğal sayılar ve Tamsayılar Doğal sayılar ve tam sayılarla ilgili temel işlemleri bilir (dört işlem, basamak değeri, değişme, birleşme ve dağılma özellikleri), toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerinin sonuçlarını bulur, doğal sayıların çarpanlarını/katlarını bulur, asal sayı tanımını yapar, 144 e kadar olan tam kare sayıların kareköklerini hesaplar, doğal sayı ve tam sayıları sıralar ve karşılaştırır, doğal sayılar ve tam sayılarla ilgili problemleri çözer</p> <p>2. Kesirler ve Ondalık Gösterimler Kesirler ve ondalık gösterimleri karşılaştırır, sıralar ve sayı doğrusunda gösterir, basamak değeri bilir, toplama ve çıkarma çarpma ve bölme işlemlerini yapar, kesirler ve ondalık sayıları birbirine dönüştürür, Kesirler ve ondalık gösterimlerle yapılan işlemlerin sonucunu tahmin eder, belirli bir basamağa kadar yuvarlar, kesirler ve ondalık gösterimlerle ilgili problemleri çözer.</p> <p>3. Oran, Orantı ve Yüzde Bir çokluğun belli bir yüzdesine karşılık gelen miktarı bulur, belirli bir yüzdesi verilen çokluğu bulur, birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur, bir bütünün iki parçaya ayrıldığı durumlarda iki parçanın birbirine veya her bir parçanın bütüne oranını belirler, yüzde, oran ve kesirleri birbirine dönüştürür, ilgili problemleri çözer</p>
Cebir	<p>4. Örüntü Sayı, harf veya cebirsel ifadelerin kullanıldığı örüntülerin genel terimlerini bulur, örüntülerdeki kayıp ifadeyi bulur</p> <p>5. Cebirsel İfadeler ve İşlemler Cebirsel ifadelerde toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerini yapar, değerleri verilen değişkenler için ifadelerin eşitini bulur, sözel olarak verilen duruma uygun cebirsel ifade, verilen cebirsel ifadeye uygun sözel durumu yazar, toplam, çarpım ve ifadelerin katlarını içeren cebirsel ifadeleri sadeleştirir.</p> <p>6. Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler Verilen durumları temsil etmek için eşitlik ve eşitsizlik yazar, bir ve iki bilinmeyenli doğrusal eşitlikleri ve doğrusal eşitsizlikleri çözer, doğrusal denklemlerin grafiğini çizer, doğrunun eğimini modellerle açıklar; doğrusal denklemlerin grafiklerini çizer.</p> <p>7. İkinci Derece Fonksiyonlar Değerleri verilen ya da grafikleri çizilen fonksiyonların temsillerini yorumlar, bilinmeyen değeri bulur</p>
Geometri	<p>8. Açı ve Doğru Kavramları Farklı açı türlerini tanımlar, bir doğrunun bir kesenle yaptığı açıları, geometrik şekillerdeki açılar arasındaki ilişkileri bilir ve kullanır.</p> <p>9. İki Boyutlu Geometrik Şekiller ve Üç Boyutlu Geometrik Cisimler İki ve üç boyutlu geometrik şekillerin özelliklerini bilir, üçgenleri ve dörtgenleri tanımlar, özelliklerini bilir, benzer üçgenleri tanımlar ve özelliklerini kullanır, üç boyutlu şekilleri iki boyutlu gösterimleriyle ilişkilendirir (üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu görüntüleri), pisagor teoremini de içeren geometrik özellikleri problem çözümlerinde kullanır</p> <p>10. Ölçme Verilen açıları, doğru parçalarını ve çevre uzunluklarını çizer, açıları, doğru parçalarını ve çevre uzunluklarını ölçülerini tahmin eder, geometrik şekillerin çevre, alan ve hacimlerini tahmin eder, çevre, alan, yüzey alanı ve hacim ölçümleri için uygun formülü seçer ve kullanır, farklı şekillerin bir araya gelmesiyle oluşan alanların hesaplamalarını yapar</p> <p>11. Dönüşüm Geometrisi Kartezyen düzlemde verilen noktaların konumunu bulma ile ilgili problemleri çözer, iki boyutlu şekillerin geometrik dönüşümlerini (öteleme, yansıma ve döndürme) bilir ve kullanır.</p>
Veri ve Olasılık	<p>12. Veri Kümesi ve Özellikleri Veri kümeleri için hangi merkezi eğilim ve dağılım ölçüsünü kullanacağını belirler, problemleri çözmek için merkezi eğilim ve dağılım ölçüsünü kullanır, yorumlar ve hesaplamalarını yapar</p> <p>13. Veri Gösterimi Farklı grafik türlerinden veriyi okumayı bilir (daire grafiği, sıklık tablosu, sütun grafiği, çizgi grafiği, histogram), problemleri çözmek için veri kümelerini kullanır ve yorumlar (ör. Çıkarımlar yapmak, sonuç çıkarmak ve verilen veri noktaları arasında değerleri tahmin etmek), yanlış yorumlamaya neden olabilecek veri düzenleme ve gösterme yaklaşımlarını bilir (ör. veriyi yanlış gruplandırma, yanıltıcı veya çarpıtılmış ölçekler).</p> <p>14. Olasılık Kesin, daha fazla, eşit, daha az ve imkansız olasılıklı olayları bilir, bir olayın olasılığını tahmin etmek için deneysel veriler de dahil olmak üzere verileri kullanır. (ör. para atma deneyi), rastgele olacak şekilde tasarlanmış bir süreç göz önüne alındığında, olası sonuçların ortaya çıkma ihtimalini belirler.</p>

3.3.3.2. Q Matrisin Belirlenme Süreci

Özellikler belirlendikten sonra, alan uzmanlarından her maddenin doğru çözülmesi için öğrencilerin hangi özelliklere sahip olması gerektiğine ilişkin kodlama yapımları istenmiştir. Görüşleri istenen beş uzman, birbirinden bağımsız şekilde Q matris oluşturmuşlardır. Her bir madde adım adım çözülerek, çözüm için gerekli bilgiler belirlenen özellik listesinden bir öğrenme hedefiyle eşleştirilmiştir. Uzman görüşlerine göre madde özellik ilişkisinin belirlenmesinde her özellik için beş uzmandan üçünün uyumlu olması koşulu aranmıştır. Özelliklerin ve Q matrisin geçerliliğini ve kullanılabilirliğini sağlamak adına farklı kodlama yapılan noktalar fikir birliğine varılncaya kadar tartışılmıştır.

DINA modelde bireylerin bir maddeyi doğru şekilde çözmek için, madde ile ilişkilendirilen gerekli tüm özelliklere sahip olmaları gerektiği varsayılmaktadır. Birey bir maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli tüm özelliklere sahip ise 1, en az bir özelliğe sahip değilse 0 sınıfına atanır (De La Torre, 2009b). Bu tanımdan yola çıkarak, kısmî puanlama gerektiren açık uçlu maddelerde tam puanlar 1 ile kodlanırken, kısmî puanlar 0 ile kodlanmıştır. Birinci kitapçıkta dört adet ve beşinci kitapçıkta yer alan iki kısmî puan gerektiren madde bu şekilde kodlanmıştır.

Uzmanların belirlediği 14 özellikten, araştırmada kullanılan kitapçıklarda birbirinden farklı olan 12 özellik gözlenmektedir. Tablo 3.9'da TIMSS 2015 uygulaması sekizinci sınıf matematik değerlendirmesi birinci kitapçığa ve Tablo 3.11'de beşinci kitapçığa ait gözlenen özellikler ve görülme sıklıkları verilmiştir.

Tablo 3.9: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Uygulaması Birinci Kitapçığa Ait Gözlenen Özellikler ve Görülme Sıklıkları

<i>Konu Alanı</i>	<i>Özellikler</i>	<i>N</i>
Sayılar	Doğal Sayılar ve Tamsayılar	18
	Kesirler ve Ondalık Gösterimler	5
	Oran, Orantı ve Yüzde	7
Cebir	Cebirsel İfadeler ve İşlemler	11
	Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler	7
	İkinci Derece Fonksiyonlar	2
Geometri	İki Boyutlu Geometrik Şekiller ve Üç Boyutlu Geometrik Cisimler	5
	Ölçme	3
	Dönüşüm Geometrisi	1
Veri ve Olasılık	Veri Kümesi ve Özellikleri	2
	Veri Gösterimi	2
	Olasılık	2

Birinci kitapçık için 35 maddede toplam 65 ilişkilendirme ortaya çıkmıştır. Bu testteki maddelerden herhangi birinin “örüntü” ile “açı ve doğru kavramları” özelliklerini içermediği belirlenmiştir. En sık gözlenen özellikler “doğal sayılar ve tamsayılar” ile “cebirsel ifadeler ve işlemler” dir. Burada 13 madde bir, 16 madde iki, dört madde üç ve iki madde ise dört özellikle ilişkilendirilmiştir. Birinci kitapçığa ait Q matris Tablo 3.10’da verilmiştir.

Tablo 3.10: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Uygulaması Birinci Kitapçığa İlişkin Q Matris

Madde No	Madde Kodu	Özellikler											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	M042182	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	M042081	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	M042049	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	M042052	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	M042076	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	M042302A	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	M042302B	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	M042302C	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	M042100	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
10	M042202	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	M042240	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12	M042093	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
13	M042271	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
14	M042268	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
15	M042159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	M042164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
17	M042167	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
18	M062208A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	M062208B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	M062208C	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	M062208D	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	M062208	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	M062153	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	M062111A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	M062111B	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	M062237	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
27	M062314	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
28	M062074	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
29	M062183	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
30	M062202	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
31	M062246	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
32	M062286	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
33	M062325	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
34	M062106	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
35	M062124	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tablo 3.11’de TIMSS 2015 uygulaması sekizinci sınıf matematik değerlendirmesi beşinci kitapçığa ait gözlenen özellikler ve görülme sıklıkları verilmiştir.

Tablo 3.11: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Uygulaması Beşinci Kitapçığa Ait Gözlenen Özellikler ve Görülme Sıklıkları

<i>Konu Alanı</i>	<i>Özellikler</i>	<i>N</i>
Sayılar	Doğal Sayılar ve Tamsayılar	7
	Kesirler ve Ondalık Gösterimler	6
	Oran, Orantı ve Yüzde	5
Cebir	Örüntü	4
	Cebirsel İfadeler ve İşlemler	14
	Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler	6
	Açı ve doğru kavramları	3
Geometri	İki Boyutlu Geometrik Şekiller ve Üç Boyutlu Geometrik Cisimler	8
	Ölçme	7
	Dönüşüm Geometrisi	1
	Veri ve Olasılık	4
	Olasılık	2

Beşinci kitapçık için 34 maddede toplam 67 ilişkilendirme ortaya çıkmıştır. Bu testteki maddelerden herhangi birinin “ikinci derece fonksiyonlar” ile “veri kümesi ve özellikleri” ni içermediği belirlenmiştir. En sık gözlenen özellik “cebirsel ifadeler ve işlemler” dir. Burada 11 madde bir, 14 madde iki, sekiz madde üç ve bir madde ise dört özelliikle ilişkilendirilmiştir. Beşinci kitapçığa ait Q matris Tablo 3.12’de verilmiştir.

Tablo 3.12: TIMSS 2015 Sekizinci Sınıf Matematik Uygulaması Beşinci Kitapçığa İlişkin Q Matris

Madde No	Madde Kodu	Özellikler											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	M042183	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	M042060	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	M042019	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	M042023	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	M042197	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	M042234	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
7	M042066	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	M042243	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
9	M042248	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	M042229A	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
11	M042229B	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
12	M042229Z	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
13	M042080A	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
14	M042080B	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
15	M042120	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
16	M042203	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
17	M042264	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
18	M042255	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
19	M042224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20	M052017	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21	M052217	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
22	M052021	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
23	M052095	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	M052094	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
25	M052131	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
26	M052090	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
27	M052121A	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
28	M052121B	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
29	M052042	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
30	M052047	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
31	M052044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
32	M052422A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
33	M052422B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
34	M052505	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

3.4. Verilerin Analizi

Çalışmada kullanılan Ox Edit programı Doornik (2003) tarafından geliştirilmiş ve akademik araştırmalar için erişime sunulmuştur. Programın DINA modele göre analiz yapabilmesi için gerekli syntax kodlarının yüklenmesi gerekmektedir. Bu kodlar programın Maksimum Beklenti (expectation-maximization EM) algoritması kullanarak DINA model parametrelerini kestirmesine olanak sağlamaktadır. Program, DINA modele ilişkin özelliklerin grup içinde gözlenme olasılıklarını, öğrencilerin dahil olduğu örtük sınıfları, maddelere ilişkin parametreleri ve standart hatalarını, madde model uyum indekslerinin kestirimlerini vermektedir. Programın analizi yapabilmesi için syntax kodlarında yanıtlayıcı sayısı, test edilen madde ve özellik sayısına göre tekrar düzenlemesi ve tam bir veri matrisi gerekmektedir (De La Torre, 2009a).

Bilişsel tanı modelleri için, örneklem büyüklüğü ve özellik sayısının kurulan modelin tanımlanabilir olabilmesi için ne düzeyde olması gerektiği konusunda kesin bir ölçüt bulunmamakla birlikte literatürde bazı öneriler bulunmaktadır. Rupp ve Templin (2008b), DINA gibi modellerde 4 ile 6 arasındaki özellik sayısı için her bir maddenin birkaç yüz katılımcı tarafından yanıtlanmasının yakınsama için yeterli olduğunu belirtmektedir. von Davier (2005), özellik sayısının 8'den fazla olduğu çalışmalarda her bir maddeyi ölçen çok sayıda özellik olmadığı sürece, kurulan modelin tanımlanabilir olmasının zor olacağını belirtmektedir. Huebner (2010), bu durumu şu şekilde örneklemiştir, 1000 öğrenciden oluşan bir örneklem ve 10 özellik için bir model tanımlanmaya çalışıldığında, karşımıza çıkacak örtük sınıfların sayısı $2^{10}=1024$ olur ki, bu da öğrenci sayısından daha büyük olduğu için doğru parametre tahminlerinin ve sınıflandırmaların elde edilmesini zorlaştırabilir. DINA modelde olduğu gibi her bir madde için daha az parametre kestirimi gerektiren modellerde, daha karmaşık parametre kestirimine sahip modellere kıyasla tanımlanabilir olmakla ilgili daha az sorunla karşılaşmaktadır. Bununla birlikte Rupp (2009), Doornik tarafından geliştirilen yazılımın özellik sayısını 15'e kadar desteklediğini belirtmektedir.

Tüm alt problemlerde öğrencilerin 1-0 şeklinde kodlanmış yanıtları ile uzmanların testlere ilişkin belirlediği Q matris, DINA modele göre Ox Edit programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmada kullanılan test maddelerinin ve Q matrislerin niteliğini belirleyen s , g , δ ve $(1-s)$ parametre değerleri bulgular kısmında yorumlanmıştır.

TIMSS 2015 uygulayıcı eğitim kuruluşu IEA tarafından testlerde yer alan maddeler MTK modelleri ile analiz edilmektedir, bu analizlerden elde edilen madde parametreleri EK 4'te verilmiştir.

s ve g Parametre Düzeyleri; araştırmalar incelendiğinde, s ve g parametre düzeylerinin farklı sınır değerlerde alındığı görülmüştür. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, Henson ve Douglas (2005), s ve g için (0.05 - 0.40), Rupp ve Templin (2008a) ise, (0.25 - 0.15) olarak değerleri belirlemişlerdir. Ömür Sünbül (2013), çalışmasında düşük düzey için, s ve g (0.05 - 0.10) ve yüksek düzey için, s ve g (0.40 - 0.30) olarak belirlemiştir. Bu çalışma kapsamında s ve g parametre düzeyleri düşük ve yüksek olarak yorumlanmıştır; s ve g parametreleri için 0.45 ve üstü yüksek düzey, 0.25 ve altı düşük düzey olarak belirlenmiştir.

Model Veri Uyum İstatistikleri; Bu amaçla kullanılan en önemli iki kriter, Akaike bilgi kriteri (AIC) ve Schwartz Bayesian bilgi kriteridir (BIC). AIC, farklı boyutlu modellerin karşılaştırmasında kullanılan güçlü bir model seçme kriteridir (Bandalos, 1993; Akıncı, 2007). BIC ise model seçiminde Bayesian yaklaşımının kesin sonuçlar veren bir uygulamasıdır. Her iki yöntemde de, uyum katsayıları daha düşük olan modelin daha uygun olduğuna karar verilir (Cavanaugh, 2009).

DINA modelin model veri uyumu Test-Level Fit Statistics analizi ile yapılmaktadır. Model uyumunun standart tanımında, gözlenen veriler ile kestirilen model arasındaki uyumun derecesine odaklanılır. BTM'de ise, bu odak tanı amaçlı bazı geçerlik konularını içerecek şekilde genişletilmiştir. Asıl konu veriye en uygun modeli seçmek değil uygulayıcının yetenek değerlendirmesinin amacına en uygun kalibrasyonu sağlayan modeli belirlemektir. Bir başka ifadeyle BTM'de model uyumu bireylerin tanısız olarak doğru sınıflanması ve bu sınıflamaların sonuçlarını dikkate alır.

Test güvenilirliği; TIMSS 2015 uygulamasında, güvenilirlik her bir kitapçık düzeyinde hesaplanan Cronbach Alfa güvenilirlik katsayılarının ortalaması alınarak raporlanmıştır (Martin, Mullis ve Hooper, 2016). Güvenirlik katsayıları dördüncü ve sekizinci sınıf düzeylerinde tüm testlerde yüksek olmakla birlikte sekizinci sınıf düzeyinde Türkiye'deki uygulama sonuçlarından elde edilen matematik değerlendirmesine ilişkin güvenilirlik katsayısı 0.91, tüm ülkelerin sekizinci sınıf matematik değerlendirmesine ait ortalama (TIMSS ortalaması) güvenilirlik katsayısı ise 0.88 olarak hesaplanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde ilk olarak, birinci alt problemde TIMSS 2015 uygulamasına katılan, birinci ve beşinci kitapçıkları alan öğrenci verilerinin DINA modele göre analizleri yapılarak madde parametreleri, özelliklerin gözlenme sıklıkları, örtük sınıf bilgileri, en fazla gözlenen örtük sınıflar ve sonsal olasılıkları yorumlanarak öğrencilerin öğrenme eksikliklerinin olduğu konular belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca madde türlerinin bu noktada etkisinin olup olmadığı ikinci alt problemde araştırılmıştır. Son olarak, cebir ve sayılar alanlarındaki öğrenme eksikliklerinin hangi konularda daha yoğun olduğunun belirlenmesi adına bu iki alanda veriler DINA modele göre analiz edilerek sonuçlar yorumlanmıştır.

Madde parametrelerine ilişkin yorumlar her madde için benzerdir. Aynı yorumların tekrarlanmaması adına madde parametrelerine ait genel bir açıklama yapılmış ve değerleri uç noktalarda olan maddeler ayrıntılı olarak incelenmiştir.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Birinci alt problemde, “Tüm testten elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin matematik başarı profilleri nasıldır?” sorusunun cevabı araştırılmıştır. Buradan elde edilen sonuçlardan, öğrencilerin zorlandıkları maddeler ve zayıf oldukları özellikler belirlenmeye çalışılmıştır.

4.1.1. Birinci Kitapçığa İlişkin Madde Parametreleri

Birinci kitapçık kapsamında 12 özellik ve 35 maddenin analizi yapılmıştır. Bu kitapçıkta yer alan maddelere ait parametreler ve standart hatalar elde edilmiştir. Değerler Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Birinci Kitapçığa İlişkin Madde Parametreleri

<i>Madde Kodu</i>	<i>g</i>	<i>SE (g)</i>	<i>s</i>	<i>SE (s)</i>	<i>δ</i>	<i>1-s</i>
M042182	0.41	0.04	0.12	0.04	0.48	0.88
M042081	0.05	0.02	0.43	0.07	0.52	0.57
M042049	0.43	0.05	0.09	0.04	0.48	0.91
M042052	0.20	0.04	0.03	0.02	0.77	0.97
M042076	0.25	0.05	0.27	0.05	0.47	0.73
M042302A	0.02	0.01	0.47	0.06	0.51	0.53
M042302B	0.09	0.03	0.33	0.06	0.58	0.67
M042302C	0.02	0.01	0.80	0.05	0.18	0.20
M042100	0.33	0.04	0.02	0.02	0.65	0.98
M042202	0.06	0.04	0.15	0.04	0.79	0.85
M042240	0.41	0.04	0.05	0.03	0.54	0.95
M042093	0.02	0.01	0.58	0.07	0.41	0.42
M042271	0.19	0.04	0.24	0.05	0.58	0.76
M042268	0.25	0.04	0.08	0.04	0.67	0.92
M042159	0.56	0.05	0.20	0.04	0.23	0.80
M042164	0.01	0.02	0.00	0.04	0.99	1.00
M042167	0.30	0.04	0.06	0.04	0.63	0.94
M062208A	0.85	0.04	0.00	0.11	0.15	1.00
M062208B	0.38	0.05	0.02	0.02	0.60	0.98
M062208C	0.51	0.05	0.01	0.01	0.48	0.99
M062208D	0.62	0.05	0.79	0.01	- 0.41	0.21
M062208	0.00	0.10	0.03	0.02	0.97	0.97
M062153	0.35	0.04	0.07	0.03	0.58	0.93
M062111A	0.16	0.03	0.20	0.05	0.65	0.80
M062111B	0.07	0.02	0.12	0.04	0.81	0.88
M062237	0.02	0.01	0.23	0.06	0.75	0.77
M062314	0.00	0.08	0.38	0.11	0.62	0.62
M062074	0.29	0.04	0.36	0.09	0.35	0.64
M062183	0.00	0.04	0.00	0.06	1.00	1.00
M062202	0.47	0.05	0.06	0.03	0.48	0.94
M062246	0.10	0.03	0.16	0.05	0.74	0.84
M062286	0.03	0.02	0.67	0.06	0.30	0.33
M062325	0.43	0.05	0.05	0.04	0.52	0.95
M062106	0.28	0.04	0.19	0.05	0.53	0.81
M062124	0.15	0.03	0.02	0.02	0.83	0.98

Madde parametreleri incelendiğinde, g parametrelerinin ortalamasının 0.24 olduğu görülmektedir. Dört seçenekli bir madde için doğru yanıtı tahmin edilebilme olasılığının 0.25 olduğu göz önüne alındığında, elde edilen ortalama değer in oldukça iyi olduğu yorumu yapılabilir.

Testte yer alan üç maddenin (M062208, M062314, M062183) g parametresinin 0 olduğu, yani özelliğe sahip olmayan öğrencilerin maddeyi doğru cevaplama olasılığının 0 olduğu görülmektedir. Bu durum üç maddenin de açık uçlu olması ile açıklanabilir. M062208A ve M062208D kodlu maddelerin g parametresinin ise 0.80 ve 0.62 olduğu görülmektedir. Değerlerin yüksek olması, bu maddelerin sadece iki seçenekli olmasının maddeleri doğru çözmek için gerekli özelliklere sahip olmayan

öğrencilerin şans faktörü ile maddeyi doğru yanıtlayabilme olasılıklarının yüksek olması ile açıklanabilir.

Maddelere ait s parametrelerinden elde edilen ortalama değerin ise 0.21 olduğu görülmektedir. Parametre değerlerinin 0 ile 1 arasında değiştiği düşünüldüğünde, ortalama s değerinin de oldukça iyi olduğu görülmektedir.

En düşük s parametresine sahip madde 0 değeri ile M042164, M062208A ve M062183 maddelerdir. Q-matris incelendiğinde, bu maddelerin sırasıyla “veri gösterimi”, “doğal sayılar ve tam sayılar” ve “dönüşüm geometrisi” özellikleri ile ilişkilendirildiği görülmektedir.

Tablo 4.1 incelendiğinde, g ve s parametrelerine ilişkin sonuçlar ayırt ediciliğe işaret eden δ parametrelerine olumlu bir şekilde yansımıştır. δ parametreleri incelendiğinde, testte yer alan maddelerin ortalama ayırt edicilik değerinin 0.55 olduğu görülmektedir. δ parametre değeri -1 ile 1 arasında değiştiği göz önüne alındığında, elde edilen bu değerin oldukça yüksek olduğu ifade edilebilir.

Wenmin (2006), bir madde yüksek s ve düşük g parametresi değerlerine sahip ise, maddenin zor bir madde olduğu yorumunun yapılabileceğini ifade etmektedir. Böyle bir durumda, özelliğe sahip olmayan öğrenci maddeyi doğru yanıtlayamamış ve özelliğe sahip öğrenci de maddeyi yanlış yanıtlanmış demektir. Yani her iki grup içinde maddeye doğru yanıt vermeyi zorlaştıran etmenler söz konusudur. Bu özellikleri bir arada gösteren beş madde incelendiğinde, M042081 kodlu madde sayılar alanında açık uçlu ve bilme düzeyinde, M042302A sayılar alanında açık uçlu ve uygulama düzeyinde, M042302C sayılar alanında açık uçlu ve akıl yürütme düzeyinde, M042093 cebir alanında açık uçlu ve uygulama düzeyinde ve son olarak M062286 kodlu madde geometri alanında açık uçlu ve uygulama düzeyindedir. Sonuçlara bakıldığında, öğrencilerin zorlandığı maddelerin üç tanesinin sayılar konusunda olduğu ve genel olarak açık uçlu olmakla birlikte bir madde dışında diğerlerinin uygulama ve akıl yürütme düzeyinde olduğu görülmektedir.

4.1.2. Birinci Kitapçığa İlişkin Örtük Sınıf Bilgileri

DINA modelde madde parametrelerinin yanında test ile ölçülen özelliklerin grup içinde gözlenme sıklıklarına, her bir örtük sınıftaki öğrenci oranını veren örtük sınıfların sonsal dağılımlarına ve her bir öğrencinin ait olduğu örtük sınıf bilgisine

ulaşılır. Birinci kitapçık kapsamında belirlenen 12 özelliğten her birinin grup içinde gözlenme sıklığı Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2: Birinci Kitapçık için Belirlenen Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları

<i>Öğrenme Alanı</i>	<i>Özellikler</i>	<i>Gözlenme Sıklıkları</i>
Sayılar	Doğal Sayılar ve Tam Sayılar	0.48
	Kesirler ve Ondalık Gösterimler	0.55
	Oran Orantı ve Yüzde	0.46
Cebir	Cebirsel İfade ve İşlemler	0.54
	Doğrusal Denklem ve Eşitsizlikler	0.57
	İkinci Derece Fonksiyonlar	0.49
Geometri	İki Boyutlu Geometrik Şekiller ve Üç Boyutlu Geometrik Cisimler	0.45
	Ölçme	0.61
	Dönüşüm Geometrisi	0.35
Veri ve Olasılık	Veri Kümesi ve Özellikleri	0.56
	Veri Gösterimi	0.46
	Olasılık	0.63

Sonuçlara bakıldığında, grubun yaklaşık yarısının testte ölçülen özelliklere sahip olmadığı görülmektedir. Grupta en çok gözlenen özellik “veri ve olasılık” öğrenme alanı içinde yer alan “olasılık” (%63) ve en az gözlenen özellik ise “dönüşüm geometrisi” (%35) özelliğidir. Madde parametreleri incelendiğinde, her iki alanda sorulan maddelerin ayırt ediciliklerinin yüksek olduğu, yani bu özelliklere sahip olan ve olmayan öğrencileri ayırt ettiği belirlenmiştir. Buna ek olarak, yayınlanan veri tabanından maddelerle ilgili diğer ayrıntılara bakıldığında, “olasılık” konusundan gelen maddelerin çoktan seçmeli ve bilme düzeyinde oldukları görülmektedir. Yani madde türü olarak, öğrenciler alışkın oldukları bir madde türünü yanıtlamışlardır. Bilme düzeyinde olması da bu maddeleri biraz daha kolay kılmaktadır yorumu yapılabilir. “Dönüşüm geometrisi” alanından gelen maddeler ise açık uçlu ve uygulama düzeyindedir.

Burada ilk üç özellik sayılar konusunu temsil etmektedir. Sonuçlara bakıldığında bunların arasında en az gözlenen özelliğın % 46 ile “oran orantı ve yüzde” olduğu görülmektedir. Cebir alanı içinde öğrencilerin en az sahip olduğu özelliğın “ikinci derece fonksiyonlar” olduğu gözlemlenmiştir. Geometride öğrenciler arasında en az gözlenen özelliğın “dönüşüm geometrisi”, en fazla gözlenen özelliğın ise “ölçme” olduğu belirlenmiştir. Veri ve olasılık öğrenme alanında ise, öğrencilerin en az sahip

olduğu özellik “veri gösterimi” dir. Bu durum bize öğrencilerin bu özellik altında tanımlanan tablo ve grafik okuma becerilerinin bu alan içindeki en zayıf oldukları konulardan biri olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca “veri gösterimi” ile ilgili maddelerin diğer özelliklerine bakıldığında, maddelerin açık uçlu, uygulama ve akıl yürütme düzeyinde oldukları görülmektedir. Bu sonuç, öğrencilerin maddeyi doğru çözüme durumlarının madde türü ve maddenin bilişsel düzeyinden etkilendiğine işaret ettiği şeklinde yorumlanabilir.

DINA modelin verdiği sonuçlarından biri de örtük sınıfların sonsal olasılıklarıdır. Belirlenen her bir örtük sınıfta yer alan öğrenci oranını ifade eden bu değerler test ve uygulanan grup göz önünde bulundurularak belirlenmektedir. Birinci kitapçığa ilişkin en sık gözlenen ilk beş örtük sınıf ve sonsal olasılıkları Tablo 4.3’te verilmiştir. Örtük sınıflara ait öğrenci sayıları, özelliklerin gözlenme sıklıkları ile doğru orantılı olarak gözlenmeyebilir.

Tek boyutlu MTK modellerinde bireylere ait yetenek kestirimi bireylerin sahip olduğu sürekli puanlardan elde edilir, bu nedenle yetenek kestirimine ilişkin dağılım normal dağılım özelliği gösterir. Ancak BTM’lerde yetenek parametresi kategoriktir. Bireyler belirlenen özelliklerin oluşturduğu örtük sınıflara dahil edilirler. Bu nedenle örtük sınıflarda dağılım normal dağılım özelliği göstermez (Lee, de la Torre ve Park, 2012).

Tablo 4.3: Birinci Kitapçıkta En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları

<i>Örtük Sınıflar</i>												<i>Olasılık Değeri</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.11
1	1	1	1	1	<u>0</u>	1	1	1	1	1	1	0.07
1	0	1	1	1	<u>0</u>	1	0	<u>0</u>	<u>0</u>	1	1	0.02
1	1	1	1	1	1	1	1	<u>0</u>	1	1	1	0.02
1	1	1	1	1	1	1	1	1	<u>0</u>	0	1	0.02

Tablo 4.3 incelendiğinde grupta en yüksek gözlenme olasılığı 0.11 olasılık değeri ile (111111111111) örtük sınıfıdır. Yani öğrencilerin %11’i bu testle ölçülen özelliklerin hepsine sahiptir. Daha sonra bunu gözlenme olasılığı 0.07 olasılık değeri ile (111110111111) örtük sınıfı takip etmektedir. Öğrencilerin %7’nin 6. özellik olan

“ikinci derece fonksiyonlar” özelliği dışında 11 özelliğe sahip olduğu yorumu yapılabilir. Bu da olağan bir sonuçtur, ortaokul sekizinci sınıf öğretim programında sadece doğrusal denklemler verilmektedir. Benzer şekilde, öğrencilerin %2'nin 9.özellik “dönüşüm geometrisi” dışında 11 özelliğe sahip olduğu görülmektedir.

En fazla gözlenen örtük sınıflar incelendiğinde, öğrencilerin 6. özellik – “ikinci derece fonksiyonlar”, 9. özellik – “dönüşüm geometrisi” ve 10. özellikte – “veri kümesi ve özellikleri” konularında zayıf oldukları, zorlandıkları yorumu yapılabilir.

Bilişsel tanı modellerinin en önemli işlevlerinden biri de öğrencilerin başarı profillerini belirleyebilmesidir. Öğrencilerin sahip olduğu ve olmadığı bilgi, beceri, başarı profilleri ortaya çıkar. Analiz sonucunda her bir öğrencinin ait olduğu örtük sınıf bilgisine ulaşılır. Sonuçlar (111110110111) örtük sınıfına ait olan bir öğrencinin 6. ve 9. özelliğe sahip olmadığı şeklinde yorumlanır. (111111111111) örtük sınıfına ait olan öğrenci testle ölçülen tüm özelliklere sahip iken, (000000000000) örtük sınıfına ait olan bir öğrencinin belirlenen hiçbir özelliğe sahip olmadığı yorumu yapılır. Birinci kitapçığa ait test istatistiklerini, madde parametrelerini ve bu testte ölçülen özelliklerin gözlenme sıklıklarını veren DINA model çıktısı EK 5'te verilmiştir.

4.1.3. Beşinci Kitapçığa İlişkin Madde Parametreleri

Beşinci kitapçık kapsamında 12 özellik ve 34 maddenin analizi yapılmıştır. Bu kitapçıkta yer alan maddelere ait parametreler ve standart hatalar elde edilmiştir. Değerler Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4: Beşinci Kitapçığa İlişkin Madde Parametreleri

<i>Madde Kodu</i>	<i>g</i>	<i>SE (g)</i>	<i>s</i>	<i>SE (s)</i>	<i>δ</i>	<i>1-s</i>
M042183	0,29	0,04	0,32	0,05	0,39	0,68
M042060	0,06	0,03	0,02	0,02	0,92	0,98
M042019	0,10	0,04	0,25	0,04	0,65	0,75
M042023	0,06	0,02	0,26	0,04	0,68	0,74
M042197	0,08	0,03	0,41	0,05	0,51	0,59
M042234	0,26	0,04	0,18	0,05	0,57	0,82
M042066	0,42	0,05	0,00	0,10	0,58	1,00
M042243	0,22	0,04	0,04	0,02	0,74	0,96
M042248	0,09	0,03	0,11	0,04	0,81	0,89
M042229A	0,04	0,02	0,01	0,01	0,95	0,99
M042229B	0,00	0,06	0,13	0,04	0,87	0,87
M042229Z	0,00	0,08	0,12	0,04	0,88	0,88
M042080A	0,30	0,04	0,42	0,05	0,27	0,58
M042080B	0,00	0,04	0,75	0,05	0,25	0,25
M042120	0,00	0,07	0,02	0,02	0,98	0,98
M042203	0,39	0,04	0,02	0,02	0,60	0,98
M042264	0,24	0,04	0,25	0,05	0,51	0,75
M042255	0,52	0,05	0,07	0,03	0,42	0,93
M042224	0,19	0,05	0,27	0,04	0,55	0,73
M052017	0,40	0,04	0,13	0,04	0,48	0,87
M052217	0,05	0,02	0,42	0,06	0,53	0,58
M052021	0,02	0,01	0,36	0,05	0,62	0,64
M052095	0,00	0,09	0,22	0,04	0,78	0,78
M052094	0,05	0,02	0,48	0,06	0,47	0,52
M052131	0,31	0,04	0,23	0,05	0,46	0,77
M052090	0,31	0,04	0,37	0,06	0,32	0,63
M052121A	0,24	0,04	0,08	0,03	0,68	0,92
M052121B	0,00	0,09	0,68	0,05	0,32	0,32
M052042	0,26	0,05	0,00	0,09	0,74	1,00
M052047	0,19	0,04	0,16	0,04	0,65	0,84
M052044	0,28	0,04	0,00	0,08	0,72	1,00
M052422A	0,53	0,05	0,01	0,01	0,46	0,99
M052422B	0,23	0,05	0,19	0,04	0,57	0,81
M052505	0,37	0,06	0,00	0,06	0,63	1,00

Madde parametreleri incelendiğinde g parametrelerinin ortalamasının 0.19 olduğu görülmektedir. Testte yer alan altı maddenin (M042229B, M042229Z, M042080B, M042120, M052095, M052121B) g parametresinin 0 olduğu, birçok maddede de 0'a yakın değerler elde edildiği belirlenmiştir. g parametresinin 0 çıktığı maddelerden beş tanesi açık uçlu iken biri çoktan seçmelidir. Bu bulgu test maddesi iyi hazırlandığında ve Q matris doğru yapılandırıldığı takdirde çoktan seçmeli maddelerde de tahmin parametresinin düşük çıkması yönündeki beklentiye bir kanıt olarak görülebilir.

Maddelere ilişkin s parametrelerinin ortalamasının 0.20 olduğu görülmektedir. En düşük s parametresine sahip madde 0 değeri ile M042066, M052042, M052044 ve M052505 kodlu maddelerdir. Q matris incelendiğinde M042066 maddenin “doğal sayılar ve tamsayılar” ile “örüntü”, M052042 maddenin “doğal sayılar ve tam sayılar”

ile “iki boyutlu geometrik şekiller ve üç boyutlu geometrik cisimler”, M052044 maddenin “dönüşüm geometrisi” ve “veri gösterimi”, M052505 maddenin ise sadece “veri gösterimi” ile kodlandığı görülmektedir.

Öğrencilere zor gelen maddeler incelendiğinde, s parametresi yüksek ve g parametresi düşük maddeler üzerinden yorum yapılmıştır. Bu özellikleri gösteren maddelere bakıldığında, beş madenin g ve s parametrelerinin bu durumu sağladığı gözlenmektedir. M042197 ve M052121B kodlu maddeler cebir öğrenme alanında, açık uçlu ve akıl yürütme düzeyinde, M042080B cebir öğrenme alanında açık uçlu ve bilme düzeyinde, M052217 ve M052094 maddeleri sayılar öğrenme alanında, açık uçlu ve akıl yürütme düzeyindedir. Sonuçlara bakıldığında, öğrencilerin zorlandığı maddelerin üç tanesinin cebir, iki tanesinin ise sayılar öğrenme alanında olduğu belirlenmiştir. Maddelerin tamamı açık uçlu, bir madde bilme düzeyinde ve diğer maddeler akıl yürütme düzeyindedir.

Madde ayırt ediciliği olarak yorumlanan δ değerlerinin ortalamasının 0.60 olduğu görülmektedir. Elde edilen bu değer ayırt edicilik indeksi için oldukça yüksek bir değer olduğu ifade edilebilir.

4.1.4. Beşinci Kitapçığa İlişkin Örtük Sınıf Bilgileri

Beşinci kitapçık kapsamında belirlenen 12 özellikten her birinin örnekleme gözlenme sıklığı Tablo 4.5’te verilmiştir.

Tablo 4.5: Beşinci Kitapçığa İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları

<i>Öğrenme Alanı</i>	<i>Özellikler</i>	<i>Gözlenme Sıklıkları</i>
Sayılar	Doğal Sayı Tam Sayılar	0,64
	Kesirler ve Ondalık Gösterimler	0,49
	Oran Orantı Yüzde	0,56
Cebir	Örüntü	0,59
	Cebirsel İfade ve İşlemler	0,45
	Denklemler ve Eşitsizlikler	0,61
	Doğru ve Açık Kavramları	0,63
Geometri	İki Boyutlu Geometrik Şekiller ve Üç Boyutlu Geometrik Cisimler	0,62
	Ölçme	0,68
	Dönüşüm Geometrisi	0,52
Veri ve Olasılık	Veri Gösterimi	0,61
	Olasılık	0,52

Sonuçlara bakıldığında, genel olarak grubun yaklaşık yarısının testte ölçülen özelliklere sahip olmadığı görülmektedir. Tablo 4.5 incelendiğinde grupta en çok gözlenen özellik geometri öğrenme alanı altında yer alan “ölçme” (%68) ve en az gözlenen özellik ise cebir öğrenme alanı içinde yer alan “cebirsal ifade ve işlemler” (%45)’dir.

Her bir öğrenme alanı altında bakıldığında bu test kapsamında, sayılar öğrenme alanı içinde “kesirler ve ondalık gösterimler” (%49), cebir öğrenme alanı içinde “cebirsal ifade ve işlemler” (%45), geometri öğrenme alanı altında “dönüşüm geometrisi” (%52), veri ve olasılık öğrenme alanı içinde ise “olasılık” (%52) öğrencilerin en az sahip olduğu konular olarak belirlenmiştir.

Beşinci kitapçıktan elde edilen veri ve olasılık alanındaki bulgulara bakıldığında, “veri gösterimi” özelliğinin gözlenme sıklığı 0.61, “olasılık” özelliğinin gözlenme sıklığı ise 0.52 çıkmıştır. Bu durum birinci kitapçıkta elde edilen sonuçlarla çelişiyor gibi görünmekle birlikte, maddelerin ayrıntılarına bakıldığında; birinci kitapçıkta “veri gösterimi” ile ilgili maddelerin hepsi açık uçlu, uygulama ve akıl yürütme düzeyinde oldukları görülmektedir. Beşinci kitapçıkta ise “veri gösterimi” ile ilgili maddelerin sadece biri açık uçlu üç tanesi çoktan seçmelidir. Bilişsel düzeyleri bazında incelendiğinde ikisi bilme, biri uygulama ve biri de akıl yürütme düzeyindedir. Benzer durum “olasılık” içinde geçerlidir; her iki kitapçıkta da “olasılık” konusundan sorulan maddeler çoktan seçmelidir ancak birinci kitapçıkta maddeler bilme düzeyinde iken beşinci kitapçıkta uygulama düzeyindedir.

Beşinci kitapçığa ilişkin örtük sınıfların sonsal olasılıkları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6: Beşinci Kitapçıkta En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları

<i>Örtük Sınıflar</i>												<i>Olasılık Değeri</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.20
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.10
1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0.02
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0.01
1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0.01

Tablo 4.6 incelendiğinde grupta en yüksek gözlenme olasılığı 0.20 olasılık değeri ile (111111111111) örtük sınıfıdır. Öğrencilerin %20'si beşinci kitapçıkta test edilen tüm özelliklere sahiptir. Daha sonra bunu gözlenme olasılığı 0.10 olasılık değeri ile (111111111011) örtük sınıfı takip etmektedir. Buna göre, öğrencilerin %10'u "dönüşüm geometrisi" dışındaki tüm özelliklere sahiptir.

En fazla gözlenen örtük sınıflar incelendiğinde, öğrencilerin 5. özellik – "cebirsal ifade ve işlemler", 6. özellik – "denklem ve eşitsizlikler" ve 10. özelliğe – "dönüşüm geometrisi" yeterli düzeyde bilgiye sahip olmadıkları ve bu konularda zayıf oldukları söylenebilir. Beşinci kitapçığa ait test istatistiklerini, madde parametrelerini ve bu testte ölçülen özelliklerin gözlenme sıklıklarını veren DINA model çıktısı EK 6'da verilmiştir.

Son olarak, Tablo 4.1 ve Tablo 4.4'te verilen (1-s) değerlerine bakıldığında, genel olarak değerlerin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç, uzmanlar tarafından belirlenen Q matrislerin geçerliğinin yüksek olduğu biçiminde yorumlanabilir. Elde edilen s ve g parametrelerinin testlerde yer alan maddelerin neredeyse tamamında düşük değerler almış olması da bu bulguyu desteklemektedir.

Birinci alt probleme ilişkin bulgular özetlendiğinde, her iki kitapçıkta da öğrencilerin zorlandıkları maddelerin sayılar ve cebir öğrenme alanları olduğu ve çoğunlukla açık uçlu maddelerde güçlük çektikleri belirlenmiştir. Özelliklerin gözlenme sıklıklarına bakıldığında ise, sayılar öğrenme alanında "kesirler ve ondalık gösterimler" ile "oran orantı ve yüzde"; cebir öğrenme alanında "ikinci derece fonksiyonlar" ve "cebirsal ifade ve işlemler"; geometri de "dönüşüm geometrisi" ve "iki boyutlu geometrik şekiller ve üç boyutlu geometrik cisimler"; veri ve olasılık öğrenme alanında ise, "veri gösterimi" ile ilgili yetkinliklerinin düşük olduğu belirlenmiştir.

Benzer bulguları raporlayan bir çalışma Choi, Sun Lee ve Park (2014) tarafından yapılmıştır. Çalışmalarında, TIMSS 2003 sekizinci sınıf matematik değerlendirmesinde elde edilen verileri, öğrenciler hakkında tanısal bilgiler sağlamak için DINA modele göre analiz etmişlerdir. Amerika Birleşik Devletleri ve Kore verilerini kullanarak yaptıkları çalışmalarında, örtük sınıfların sonsal olasılıkları incelendiğinde, belirlenen 12 özelliğe de Koreli öğrencilerin daha başarılı olduğu

görülmüştür. Amerikalı öğrencilerin %16'sı tüm özelliklerde yetkin görünürken, Koreli öğrencilerin %30'nun tüm özelliklerde yetkin olduğu sonucu çıkmıştır.

K.Tatsuoka, Corter ve C.Tatsuoka (2004), TIMSS-R (1999) uygulamasından elde edilen verilerle 20 ülkenin sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik başarılarını, öğrencilerin zayıf ve güçlü oldukları alanları belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, Amerikalı öğrencilerin geometride zayıf oldukları, Rusya ve İtalya'nın geometride, Hong Kong, Hollanda ve Rusya'nın cebir alanında oldukça başarılı olduğu bulgular arasındadır. Şili, Endonezya ve Filipinler'in kesirler ve ondalık gösterimlerde başarılarının düşük olduğu, Finlandiya, İtalya ve İngiltere'nin cebir alanında başarısının düşük olduğu belirlenmiştir.

Birenbaum, Tatsuoka ve Yamada (2004), ABD'den, Japonya ve İsrail'i dahil ettiği çalışmasında 1999 TIMSS-R uygulamasına katılan sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik başarı düzeylerini incelenmiştir. Öğrenme alanları için belirlenen özelliklerde başarı durumlarına bakıldığında, tüm özelliklerde (doğal sayılar ve tam sayılar, kesirler ve ondalık gösterimler, cebir, geometri, veri ve olasılık) Japonya'nın diğer iki ülkeden daha başarılı olduğu görülmüştür.

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Uluslararası sınavlarda Türkiye'nin başarı durumu söz konusu olduğunda, en çok tartışılan konulardan biri olan açık uçlu maddeler, Türkiye'deki öğrencilerin başarısızlığının en önemli nedenleri arasında gösterilmektedir. Bu bölümde, araştırmada kullanılan kitapçıklarda yer alan test maddeleri madde türüne göre çoktan seçmeli ve açık uçlu maddeler olarak ayrılmış ve DINA modele göre analizler yapılmıştır. Bu alt problemde, öğrencilerin matematik başarısında madde türünün belirleyici olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda; “çoktan seçmeli maddelerde öğrencilerin matematik başarı profilleri nasıldır?” ve “açık uçlu maddelerde öğrencilerin matematik başarı profilleri nasıldır?” sorularının yanıtları araştırılmıştır. Burada çoktan seçmeli ve açık uçlu maddeler ayrılarak iki farklı test oluşturulmuş ve DINA modele göre analizleri yapılmıştır.

Bu bölümde bulgular verilirken aynı teste ait çoktan seçmeli ve açık uçlu madde gruplarına ilişkin sonuçlar bir arada değerlendirilmiştir. Öncelikle birinci kitapçığa ait çoktan seçmeli ve açık uçlu maddelerin parametreleri ve sonrasında bu maddelerle ölçülen özelliklerin gözlenme sıklıkları verilmiştir.

4.2.1. Birinci Kitapçık Çoktan Seçmeli Test Maddeleri

Birinci kitapçıkta 20 tane çoktan seçmeli madde bulunmaktadır ve bu maddeler alan uzmanları tarafından 10 özelliikle ilişkilendirilmiştir. Yani öğrencilerin bu maddeleri doğru çözebilmesi için bu 10 özelliği bilmeleri gerekmektedir. Bu bölümde çoktan seçmeli maddelere ait parametreler ve standart hatalar elde edilmiştir. Değerler Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7: Birinci Kitapçıkta Yer Alan Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri

<i>Madde Kodu</i>	<i>g</i>	<i>SE (g)</i>	<i>s</i>	<i>SE (s)</i>	<i>δ</i>	<i>1-s</i>
M042182	0.40	0.03	0.00	0.06	0.60	1.00
M042049	0.49	0.03	0.07	0.03	0.45	0.93
M042052	0.22	0.03	0.01	0.01	0.77	0.99
M042076	0.20	0.03	0.30	0.04	0.50	0.70
M042100	0.34	0.03	0.03	0.02	0.63	0.97
M042202	0.00	0.06	0.30	0.04	0.70	0.70
M042240	0.30	0.03	0.03	0.02	0.67	0.97
M042271	0.22	0.03	0.22	0.04	0.57	0.78
M042268	0.20	0.02	0.13	0.04	0.67	0.87
M062208A	0.79	0.03	0.00	0.07	0.21	1.00
M062208B	0.38	0.03	0.02	0.01	0.60	0.98
M062208C	0.57	0.03	0.00	0.01	0.43	1.00
M062208D	0.61	0.03	0.78	0.01	-0.39	0.22
M062153	0.40	0.03	0.11	0.03	0.50	0.89
M062074	0.28	0.03	0.04	0.21	0.67	0.96
M062202	0.42	0.03	0.09	0.03	0.50	0.91
M062246	0.13	0.02	0.27	0.05	0.60	0.73
M062325	0.44	0.03	0.00	0.07	0.56	1.00
M062106	0.31	0.03	0.24	0.04	0.45	0.76
M062124	0.17	0.02	0.04	0.03	0.79	0.96

Tablo 4.7'deki madde parametreleri incelendiğinde g parametrelerinin ortalamasının 0.34 olduğu belirlenmiştir, tüm testten elde edilen değerden biraz daha yüksektir. Maddelerin çoktan seçmeli olduğu göz önüne alındığında tahmin parametresi olarak tanımlanan g parametresinin biraz daha yüksek çıkması beklenen bir durum olarak değerlendirilmektedir.

Maddelere ait s parametreleri incelendiğinde ortalamasının 0.14 olduğu görülmektedir. Çoktan seçmeli maddelerden oluşan testte, tüm teste göre elde edilen s parametrelerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Yani ölçülen özelliklere sahip öğrencilerin maddelere yanlış yanıt verme olasılığı tüm teste göre daha düşüktür. s parametre değerleri incelendiğinde, bir madde hariç hepsinin 0.30 ve altında olduğu görülmektedir. Bu durumda, özelliğe sahip öğrencilerin çoktan

seçmeli maddeleri doğru yanıtlamada sorun yaşamadıkları yorumu yapılabilir. Bu sonucun elde edilmesinde, doğru yanıtın seçenekler dahilinde öğrenciye sunulması da etkili olabilir.

En düşük s parametresine sahip madde 0 değeri ile M042182, M062208A, M062208C ve M062325 kodlu maddelerdir. En yüksek s parametresine sahip madde ise 0.78 değeri ile M062208D kodlu maddedir. Q matris incelendiğinde, bu maddenin “doğal sayılar ve tam sayılar” ile ilişkilendirildiği görülmektedir. Sonuçlara bakıldığında, aynı özelliği ölçen ve çoktan seçmeli üç maddeden ikisinin s parametresi 0 çıkarken diğerinin s parametresi testin en yüksek parametre değeri olarak karşımıza çıkmaktadır. Yayınlanan veri tabanından maddelerle ilgili ayrıntılara bakıldığında, “doğal sayılar ve tam sayılar” ile ilişkilendirilen M062208A, M062208C maddelerinin sırasıyla doğal sayılarda toplama ve çarpma özelliklerini ölçtüğü görülürken, M062208D maddesinin doğal sayılarda bölme özelliğini ölçtüğü görülmektedir. Buradan öğrencilerin doğal sayılarda bölme işleminde toplama ve çarpma işlemlerine göre daha zayıf oldukları yorumu yapılabilir.

Ayırt ediciliği gösteren δ parametrelerine ilişkin ortalamanın 0.51 olduğu görülmektedir bu değer yüksek olduğu ifade edilebilir.

4.2.2. Birinci Kitapçık Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin Örtük Sınıf Bilgileri

Birinci kitapçık kapsamında belirlenen ve çoktan seçmeli maddelerin ölçtüğü 10 özellikten her birinin grup içinde gözlenme sıklığı Tablo 4.8’te verilmiştir.

Tablo 4.8: Birinci Kitapçıkta Yer Alan Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları

<i>Öğrenme Alanı</i>	<i>Özellikler</i>	<i>Gözlenme Sıklıkları</i>
Sayılar	Doğal Sayılar ve Tam Sayılar	0.36
	Kesirler ve Ondalık Gösterimler	0.52
	Oran Orantı ve Yüzde	0.39
Cebir	Cebirsel İfade ve İşlemler	0.48
	Doğrusal Denklem ve Eşitsizlikler	0.63
	İkinci Derece Fonksiyonlar	0.41
Geometri	İki Boyutlu Geometrik Şekiller ve Üç Boyutlu Geometrik Cisimler	0.34
	Ölçme	0.59
	Veri ve Olasılık	Veri Kümesi ve Özellikleri
	Olasılık	0.60

Tablo 4.8 incelendiğinde, sayılar öğrenme alanında “doğal sayılar ve tamsayılar” (%36) ile “oran orantı ve yüzde” (%39); cebir öğrenme alanında “cebirsal ifade ve

işlemler” (%48) ve “ikinci derece fonksiyonlar” (%41); geometride “iki boyutlu geometrik şekiller ve üç boyutlu geometrik cisimler” (%34); veri ve olasılık öğrenme alanında ise, “veri kümesi ve özellikleri” (%49) en az gözlenen özellikler olarak belirlenmiştir. Buradan testi alan öğrenci grubunun bu özelliklerde yetkinlik düzeylerinin düşük olduğu yorumu yapılabilir. Bu özelliklerde sorulan maddelerin bilişsel düzeylerine bakıldığında, “doğal sayılar ve tamsayılar” ile “oran orantı ve yüzde” konularında sorulan maddelerin bilme ve uygulama düzeyinde, “iki boyutlu geometrik şekiller ve üç boyutlu geometrik cisimler” konusunda sorulan maddelerin uygulama ve akıl yürütme düzeyinde, “cebirsal ifade ve işlemler” ve “ikinci derece fonksiyonlar” konularından gelen maddelerin bilme ve uygulama düzeyinde, “veri kümesi ve özellikleri” ile ilgili maddelerinde bilme ve akıl yürütme düzeylerinde olduğu görülmektedir.

Birinci kitapçıkta yer alan çoktan seçmeli test maddelerine ilişkin örtük sınıfların sonsal olasılıkları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9: Birinci Kitapçıkta Yer Alan Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları

<i>Örtük Sınıflar</i>										<i>Olasılık Değeri</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.11
1	<u>0</u>	1	1	1	1	1	<u>0</u>	1	1	0.05
1	1	1	1	1	1	1	<u>0</u>	1	1	0.03
1	<u>0</u>	1	1	1	1	1	1	1	1	0.03
1	1	1	1	1	1	0	<u>0</u>	1	1	0.02

Tablo 4.9 incelendiğinde, grupta en yüksek gözlenme olasılığı 0.11 olasılık değeri ile (1111111111) örtük sınıfıdır. Öğrencilerin %11’i kitapçık 1’de yer alan ve çoktan seçmeli maddelerle ilişkilendirilen tüm özelliklere sahiptir. Daha sonra bunu gözlenme olasılığı 0.05 olasılık değeri ile (1011111011) örtük sınıfı takip etmektedir. Buna göre, öğrencilerin %5’i “kesirler ve ondalık gösterimler” ve “ölçme” dışındaki tüm özelliklere sahiptir. Benzer şekilde, öğrencilerin %3’ü “kesirler ve ondalık gösterimler”, diğer bir örtük sınıfta yer alan %3’ü ise “ölçme” dışındaki tüm özelliklere sahiptir.

En fazla gözlenen örtük sınıflar incelendiğinde, öğrencilerin çoğunlukla 2. özellik “kesirler ve ondalık gösterimler” ve 8. özellik – “ölçme” konularında önemli düzeyde öğrenme eksikliklerinin olduğu söylenebilir. Birinci kitapçıkta çoktan seçmeli maddelerin oluşturduğu teste ilişkin test istatistiklerini, madde parametrelerini ve bu testte ölçülen özelliklerin gözlenme sıklıklarını veren DINA model çıktısı EK 7’de verilmiştir.

4.2.3. Birinci Kitapçık Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri

Birinci kitapçıkta 15 tane açık uçlu madde bulunmaktadır ve bu maddelerin dört tanesi kısmi doğru yanıtları içeren maddelerdir. Alan uzmanları tarafından 11 özellikle ilişkilendirilmiştir. Yani öğrencilerin bu maddeleri doğru çözebilmesi için bu 11 özelliği bilmeleri gerekmektedir. Bu bölümde açık uçlu maddelere ait parametreleri ve standart hatalar elde edilmiştir. Değerler Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10: Birinci Kitapçık Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri

<i>Madde Kodu</i>	<i>g</i>	<i>SE (g)</i>	<i>s</i>	<i>SE (s)</i>	<i>δ</i>	<i>1-s</i>
M042081	0.04	0.02	0.48	0.06	0.48	0.52
M042302A	0.00	0.03	0.48	0.06	0.52	0.52
M042302B	0.04	0.02	0.32	0.06	0.63	0.68
M042302C	0.03	0.02	0.82	0.05	0.15	0.18
M042093	0.00	0.02	0.62	0.06	0.38	0.38
M042159	0.56	0.05	0.19	0.04	0.25	0.81
M042164	0.04	0.03	0.00	0.05	0.96	1.00
M042167	0.23	0.04	0.00	0.10	0.77	1.00
M062208	0.00	0.05	0.16	0.04	0.84	0.84
M062111A	0.11	0.03	0.23	0.05	0.66	0.77
M062111B	0.01	0.02	0.00	0.08	0.99	1.00
M062237	0.03	0.02	0.31	0.06	0.67	0.69
M062314	0.00	0.08	0.00	0.22	1.00	1.00
M062183	0.00	0.04	0.00	0.09	1.00	1.00
M062286	0.00	0.02	0.00	0.17	1.00	1.00

Tablo 4.10’da verilen madde parametreleri incelendiğinde g parametrelerinin ortalamasının 0.07 olduğu belirlenmiştir, ideal olan 0 değerine oldukça yakındır. Maddelerin açık uçlu olmaları, özelliğe sahip olmayan öğrencilerin maddeleri şans faktörü ile doğru yanıtlamalarının önüne geçmiştir. Ayrıca g parametresinin 0’a bu kadar yakın çıkması alan uzmanları tarafından belirlenen Q matriste açık uçlu maddeler tarafından ölçülen özelliklerin çok iyi belirlendiğinin bir kanıtı olarak yorumlanabilir.

Tablo incelendiğinde, maddelere ait s parametrelerinin ortalamasının 0.24 olduğu görülmektedir. Açık uçlu maddelerden oluşan bu testte öğrencilere dört maddenin zor geldiği görülmektedir. s parametreleri yüksek ve g parametreleri düşük olan bu dört maddenin (M042081, M042302A, M042302C, M042093) özellikleri incelendiğinde, M042081 maddesinin sayılar öğrenme alanında “kesirler ve ondalık gösterimler” özelliğini ölçmekte ve bilme düzeyinde, M042302A maddesinin sayılar öğrenme alanında “tam sayılar” özelliğini ölçmekte ve uygulama düzeyinde, M042302C maddesi sayılar öğrenme alanında “tam sayılar” özelliğini ölçmekte ve akıl yürütme düzeyinde, M042093 maddesi ise cebir alanında “cebirsal ifade ve işlemler” özelliğini ölçmekte ve uygulama düzeyinde olduğu görülmektedir.

Ayırt ediciliği gösteren δ değerlerine ilişkin ortalamanın 0.69 olduğu görülmektedir ki bu değer oldukça yüksek olduğu ifade edilebilir.

4.2.4. Birinci Kitapçık Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Örtük Sınıf Bilgileri

Birinci kitapçık kapsamında belirlenen ve açık uçlu maddelerin ölçtüğü 11 özelliğten her birinin grup içinde gözlenme sıklığı Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11: Birinci Kitapçıkta Yer Alan Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları

<i>Öğrenme Alanı</i>	<i>Özellikler</i>	<i>Gözlenme Sıklıkları</i>
Sayılar	Doğal Sayılar ve Tam Sayılar	0.55
	Kesirler ve Ondalık Gösterimler	0.54
	Oran Orantı ve Yüzde	0.54
Cebir	Cebirsal İfade ve İşlemler	0.57
	Doğrusal Denklem ve Eşitsizlikler	0.65
	İkinci Derece Fonksiyonlar	0.42
Geometri	İki Boyutlu Geometrik Şekiller ve Üç Boyutlu Geometrik Cisimler	0.42
	Ölçme	0.42
	Dönüşüm Geometrisi	0.36
Veri ve Olasılık	Veri Kümesi ve Özellikleri	0.62
	Veri Gösterimi	0.44

Tablo 4.11 incelendiğinde, geometri öğrenme alanında “dönüşüm geometrisi” (%36) en az gözlenen özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanında, “ölçme” (%42), “iki boyutlu geometrik şekiller ve üç boyutlu geometrik cisimler” (%42), cebir öğrenme alanında “ikinci derece fonksiyonlar” (%42), veri ve olasılık öğrenme

alanında ise “veri gösterimi” (%44) özelliklerinde yetkinlik düzeyinin düşük olduğu yorumu yapılabilir. Bu alanlardan gelen maddelerin bilişsel düzeyleri incelendiğinde, cebir alanından gelen maddelerin bir tanesinin bilme diğerlerinin uygulama düzeyinde, geometri alanındaki maddelerin uygulama, veri ve olasılık alanından gelen maddelerin ise uygulama ve akıl yürütme düzeyinde olduğu görülmektedir.

Birinci kitapçık açık uçlu test maddelerine ilişkin örtük sınıfların sonsal olasılıkları Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12: Birinci Kitapçıkta Yer Alan Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları

<i>Örtük Sınıflar</i>											<i>Olasılık Değeri</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0.04
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.03
1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0.02
1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0.02
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0.02

Tablo 4.12 incelendiğinde grupta en yüksek gözlenme olasılığı 0.04 olasılık değeri ile (11111011111) örtük sınıfıdır. Öğrencilerin %4’ü 6. özellik olan “ikinci derece fonksiyonlar” dışında tüm özelliklere sahiptir. Daha sonra bunu gözlenme olasılığı 0.03 olasılık değeri ile (11111111111) örtük sınıfı takip etmektedir. Buna göre, öğrencilerin %3’ü bu testle ölçülen tüm özelliklere sahiptir.

En fazla gözlenen örtük sınıflar incelendiğinde, öğrencilerin çoğunlukla 6. özellik – ikinci derece fonksiyonlar, 7. özellik – “iki boyutlu geometrik şekiller ve üç boyutlu geometrik cisimler” ve 8. özellik – “ölçme” konularında önemli düzeyde öğrenme eksikliklerinin olduğu söylenebilir. Birinci kitapçıkta açık uçlu maddelerin oluşturduğu teste ilişkin test istatistiklerini, madde parametrelerini ve bu testte ölçülen özelliklerin gözlenme sıklıklarını veren DINA model çıktısı EK 8’de verilmiştir.

4.2.5. Beşinci Kitapçık Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri

Beşinci kitapçıkta 15 tane çoktan seçmeli madde bulunmaktadır ve bu maddeler alan uzmanları tarafından 12 özellekle ilişkilendirilmiştir. Yani öğrencilerin bu

maddeleri doğru çözebilmesi için bu 12 özelliği bilmeleri gerekmektedir. Bu bölümde çoktan seçmeli maddelere ait parametreler ve standart hatalar elde edilmiştir. Değerler Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13: Beşinci Kitapçıkta Yer Alan Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri

<i>Madde Kodu</i>	<i>g</i>	<i>SE (g)</i>	<i>s</i>	<i>SE (s)</i>	<i>δ</i>	<i>1-s</i>
M042183	0.00	0.04	0.17	0.04	0.83	0.83
M042060	0.00	0.02	0.00	0.02	1.00	1.00
M042234	0.24	0.03	0.19	0.05	0.57	0.81
M042243	0.15	0.02	0.00	0.03	0.85	1.00
M042120	0.00	0.05	0.13	0.03	0.87	0.87
M042203	0.29	0.03	0.00	0.03	0.71	1.00
M042255	0.55	0.03	0.14	0.03	0.31	0.86
M052017	0.00	0.05	0.18	0.03	0.82	0.82
M052131	0.30	0.03	0.38	0.05	0.32	0.62
M052090	0.24	0.03	0.33	0.05	0.43	0.67
M052121A	0.09	0.03	0.00	0.04	0.91	1.00
M052044	0.28	0.03	0.00	0.08	0.72	1.00
M052422A	0.45	0.04	0.03	0.02	0.52	0.97
M052422B	0.23	0.03	0.23	0.04	0.54	0.77
M052505	0.15	0.06	0.00	0.04	0.85	1.00

Tablo 4.13'deki madde parametreleri incelendiğinde *g* parametrelerinin ortalamasının 0.20 olduğu belirlenmiştir, çoktan seçmeli maddelerden oluşan bir testte tahmin parametresinin düşük olması, yani özelliğe sahip olmayan öğrencilerin maddeyi şansla doğru yanıtlama oranlarının düşük olması, test maddelerinin konuyu bilen ve bilmeyen öğrencileri ayırt etme gücünün yüksek olması ile ilgili bilgiler verirken hem de uzmanlar tarafından belirlenen *Q* matrisin geçerliğinin yüksek olması ile ilgili işaretler vermektedir.

Çoktan seçmeli maddeler arasında M042183, M042060, M042120 ve M052017 kodlu maddelerin *g* parametresinin 0 olduğu, birçok maddede ise 0'a yakın değerler elde edildiği görülmektedir. M042255 kodlu maddenin 0.55 ile en yüksek *g* parametre değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Söz konusu madde "veri ve olasılık" konusu altında "veri gösterimi" özelliği ile eşleştirilmiştir ve uygulama düzeyinde bir madde olduğu görülmektedir.

Maddelere ait *s* parametreleri incelendiğinde ortalamasının 0.12 olduğu görülmektedir. Bu değer *s* parametresi açısından çok iyi olduğu aşıkardır. Bilgiye sahip öğrencilerin maddeleri doğru yanıtlama olasılıklarının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir ki bu da yine yüksek düzeyde bir ayırt ediciliğe ve yüksek

düzeyde Q matris geçerliğine işaret etmektedir. Maddelerin tek tek s parametre değerlerine bakıldığında altı maddenin 0 ve diğerlerinin de 0'a yakın değerler olduğu görülmektedir. Bu durumda özelliğe sahip öğrencilerin çoktan seçmeli maddeleri doğru yanıtlamada sorun yaşamadıkları yorumu yapılabilir.

Ayırt ediciliği gösteren δ parametrelerinin ortalamasınının 0.68 olduğu görülmektedir ki bu değer oldukça yüksek olduğu söylenebilir.

4.2.6. Beşinci Kitapçık Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin Örtük Sınıf Bilgileri

Beşinci kitapçık kapsamında belirlenen ve çoktan seçmeli maddelerin ölçtüğü 12 özellikten her birinin grup içinde gözlenme sıklığı Tablo 4.14'te verilmiştir.

Tablo 4.14: Beşinci Kitapçık Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları

<i>Öğrenme Alanı</i>	<i>Özellikler</i>	<i>Gözlenme Sıklıkları</i>
Sayılar	Doğal Sayılar ve Tam Sayılar	0.75
	Kesirler ve Ondalık Gösterimler	0.60
	Oran Orantı ve Yüzde	0.49
Cebir	Örüntü	0.65
	Cebirsel İfade ve İşlemler	0.74
	Doğrusal Denklem ve Eşitsizlikler	0.42
Geometri	Doğru ve Açık Kavramları	0.64
	İki Boyutlu Geometrik Şekiller ve Üç Boyutlu Geometrik Cisimler	0.63
	Ölçme	0.71
	Dönüşüm Geometrisi	0.41
Veri ve Olasılık	Veri Gösterimi	0.70
	Olasılık	0.47

Tablo 4.14 incelendiğinde, 0.70 oranlarını bulan ve daha yüksek oranlarda öğrenci grubunun ölçülen özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Tüm özellikler arasında en az sahip olunan özellik geometri öğrenme alanında “dönüşüm geometrisi” (%41) özelliği ve cebir öğrenme alanında “doğrusal denklem ve eşitsizlikler” (%42) olduğu görülmektedir. Bu maddelerin diğer özellikleri incelendiğinde “dönüşüm geometrisi” konusundan sorulan maddenin akıl yürütme düzeyinde olduğu, doğrusal denklem ve eşitsizlikler konusunda gelen maddelerden birinin bilme, diğer ikisinin uygulama düzeyinde olduğu görülmektedir.

Her bir alan özelinde bakıldığında, öğrencilerin en zayıf oldukları özelliklerin sayılar öğrenme alanında “oran orantı ve yüzde”, cebir alanında “doğrusal denklem ve

eşitsizlikler”, geometri alanında “dönüşüm geometrisi” ve veri ve olasılık alanında “olasılık” olarak karşımıza çıkmaktadır.

Beşinci kitapçıkta yer alan çoktan seçmeli test maddelerine ilişkin örtük sınıfların sonsal olasılıkları Tablo 4.15’te verilmiştir.

Tablo 4.15: Beşinci Kitapçıkta Yer Alan Çoktan Seçmeli Test Maddelerine İlişkin En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları

<i>Örtük Sınıflar</i>												<i>Olasılık Değeri</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.06
1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0.03
1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.03
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0.02

Tablo 4.15 incelendiğinde grupta en yüksek gözlenme olasılığı 0.10 olasılık değeri ile (111111111111) örtük sınıfıdır. Öğrencilerin 10’u tüm özelliklere sahiptir. Daha sonra bunu gözlenme olasılığı 0.06 olasılık değeri ile (111111111011) örtük sınıfı takip etmektedir. Buna göre, öğrencilerin %6’sı “dönüşüm geometrisi” dışındaki tüm özelliklere sahiptir denilebilir.

En fazla gözlenen örtük sınıflar incelendiğinde, bu sınıflarda yer alan öğrencilerin bu test kapsamındaki 10. özellik olan “dönüşüm geometrisi” konusunda zorlandıkları, bu alanda öğrenme eksikliklerinin olduğu görülmektedir. Beşinci kitapçıkta çoktan seçmeli maddelerin oluşturduğu teste ilişkin test istatistiklerini, madde parametrelerini ve bu testte ölçülen özelliklerin gözlenme sıklıklarını veren DINA model çıktısı EK 9’da verilmiştir.

4.2.7. Beşinci Kitapçık Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri

Beşinci kitapçıkta 19 tane çoktan seçmeli madde bulunmaktadır ve bu maddelerin iki tanesi kısmi doğru yanıtları içeren maddelerdir. Alan uzmanları tarafından 10 özellikle ilişkilendirilmiştir. Yani öğrencilerin bu maddeleri doğru çözebilmesi için bu 10 özelliği bilmeleri gerekmektedir. Bu bölümde çoktan seçmeli maddelere ait parametreler ve standart hatalar elde edilmiştir. Değerler Tablo 4.16’da verilmiştir.

Tablo 4.16: Beşinci Kitapçıkta Yer Alan Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri

<i>Madde Kodu</i>	<i>g</i>	<i>SE (g)</i>	<i>s</i>	<i>SE (s)</i>	<i>δ</i>	<i>1-s</i>
M042019	0.15	0.05	0.24	0.04	0.61	0.76
M042023	0.09	0.03	0.20	0.04	0.71	0.8
M042197	0.09	0.03	0.37	0.05	0.54	0.63
M042066	0.49	0.05	0.00	0.09	0.51	1.00
M042248	0.12	0.03	0.06	0.03	0.82	0.94
M042229A	0.08	0.02	0.00	0.12	0.92	1.00
M042229B	0.00	0.01	0.00	0.05	1.00	1.00
M042229Z	0.00	0.08	0.00	0.13	1.00	1.00
M042080A	0.31	0.04	0.42	0.05	0.27	0.58
M042080B	0.00	0.02	0.74	0.05	0.26	0.26
M042264	0.11	0.03	0.00	0.06	0.89	1.00
M042224	0.01	0.07	0.00	0.06	0.99	1.00
M052217	0.08	0.02	0.38	0.06	0.55	0.62
M052021	0.00	0.03	0.34	0.06	0.66	0.66
M052095	0.03	0.02	0.16	0.04	0.81	0.84
M052094	0.09	0.02	0.46	0.06	0.45	0.54
M052121B	0.01	0.01	0.66	0.05	0.32	0.34
M052042	0.25	0.05	0.00	0.05	0.75	1.00
M052047	0.24	0.04	0.16	0.04	0.59	0.84

Tablo 4.16'daki madde parametreleri incelendiğinde *g* parametrelerinin ortalamasının 0.11 olduğu belirlenmiştir. Birinci kitapçıkta olduğu gibi ideal olan 0 değerine oldukça yakındır. Maddelerin açık uçlu olmaları, özelliğe sahip olmayan öğrencilerin maddeleri şans faktörü ile doğru yanıtlamalarının önüne geçmiştir. Ayrıca *g* parametresinin 0' a bu kadar yakın çıkması alan uzmanları tarafından belirlenen Q matriste açık uçlu maddeler tarafından ölçülen özelliklerin çok iyi belirlendiğinin bir kanıtı olarak yorumlanabilir.

Tablo incelendiğinde, maddelere ait *s* parametrelerinin ortalamasının 0.22 olduğu görülmektedir. Madde bazında incelediğimizde, üç maddenin öğrencilere zor geldiği görülmektedir. M042080B, M052094 ve M052121B maddelerin *s* parametrelerinin yüksek ve *g* parametrelerinin düşük olduğu görülmektedir. Bu maddelerin diğer özellikleri incelendiğinde, M042080B maddesi cebir alanında “cebirsal ifade ve işlemler” özelliğini ölçmekte ve bilme düzeyinde, M052121B maddesi cebir alanında “örüntü” özelliğini ölçmekte ve akıl yürütme düzeyinde, M052094 maddesi ise sayılar alanında “kesirler ve ondalık gösterimler” özelliğini ölçmekte ve akıl yürütme düzeyindedir.

Ayırt ediciliği gösteren δ parametrelerinin ortalamasının 0.67 olduğu görülmektedir, bu değer oldukça yüksek olduğu ifade edilebilir.

4.2.8. Beşinci Kitapçık Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Örtük Sınıf Bilgileri

Beşinci kitapçık kapsamında belirlenen ve açık uçlu maddelerin ölçtüğü 10 özellikten her birinin grup içinde gözlenme sıklığı Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17: Beşinci Kitapçıkta Yer Alan Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları

<i>Öğrenme Alanı</i>	<i>Özellikler</i>	<i>Gözlenme Sıklıkları</i>
Sayılar	Doğal Sayılar ve Tam Sayılar	0.59
	Kesirler ve Ondalık Gösterimler	0.42
	Oran Orantı ve Yüzde	0.61
Cebir	Örüntü	0.68
	Cebirsel İfade ve İşlemler	0.42
	Doğrusal Denklem ve Eşitsizlikler	0.63
Geometri	Doğru ve Açık Kavramları	0.58
	İki Boyutlu Geometrik Şekiller ve Üç Boyutlu Geometrik Cisimler	0.62
	Ölçme	0.59
Veri ve Olasılık	Veri Gösterimi	0.53

Tablo 4.17 incelendiğinde, “kesirler ve ondalık gösterimler” (%42) ve “cebirsal ifade ve işlemler” (%42) en az gözlenen özellikler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu konularda öğrencilerin yetkinliklerinin zayıf olduğu yorumu yapılabilir. Bu alanlardan gelen maddelerin bilişsel düzeyleri incelendiğinde, “kesirler ve ondalık gösterimler” konusundan gelen üç maddenin biri bilme, biri uygulama ve diğeri akıl yürütme düzeyindedir. “Cebirsel ifade ve işlemler” konusundan gelen iki maddenin ise bilme düzeyinde olduğu görülmektedir.

Beşinci kitapçıkta yer alan açık uçlu test maddelerine ilişkin örtük sınıfların sonsal olasılıkları Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18: Beşinci Kitapçıkta Yer Alan Açık Uçlu Test Maddelerine İlişkin En Fazla Gözlenen İlk Beş Örtük Sınıfın Sonsal Olasılıkları

Örtük Sınıflar										Olasılık Değeri
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.15
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0.06
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.03
1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0.02
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.02

Tablo 4.18 incelendiğinde grupta en yüksek gözlenme olasılığı 0.15 olasılık değeri ile (1111111111) örtük sınıfıdır. Öğrencilerin % 15'i bu test ile ölçülen tüm özelliklere sahiptir. Daha sonra bunu gözlenme olasılığı 0.06 olasılık değeri ile (1111110111) örtük sınıfı takip etmektedir. Buna göre, öğrencilerin % 6'sı "doğru ve açığı kavramları" dışındaki tüm özelliklere sahiptir yorumu yapılabilir. Benzer şekilde %3'nün "veri gösterimi" konusu dışında, %2'nin "ölçme" konusu dışındaki diğer konularda ve %2'nin de "ölçme" ve "doğrusal denklem ve eşitsizlikler" konuları dışındaki diğer konularda daha yetkin oldukları söylenebilir. Beşinci kitapçıkta açık uçlu maddelerin oluşturduğu teste ilişkin test istatistiklerini, madde parametrelerini ve bu testte ölçülen özelliklerin gözlenme sıklıklarını veren DINA model çıktısı EK 10'da verilmiştir.

Madde türüne göre yapılan analizlerde karşımıza çıkan en belirgin bulgulardan biri g tahmin parametresinin çoktan seçmeli maddelerde açık uçlu maddelere göre daha yüksek çıkmış olmasıdır. Öğrencinin doğru yanıtı verilen seçenekler arasında bulunduğu bir madde türünde, özelliğe sahip olmayan öğrencilerin doğru yanıt tahminle bulması ve bunun bir sonucu olarak bu parametre değerinin yükselmesi beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Bir diğer bulgu ise, açık uçlu maddelerden elde edilen s parametrelerinin daha yüksek olmasıdır. Bu sonucun özellikle kısmi puanlanan maddelerde biraz daha arttığı gözlenmiştir. Açık uçlu maddelerde s parametresinin yüksek olması farklı nedenlerden kaynaklanabilir. Bir neden madde türü olabilir. Maddeyi doğru çözmek için gerekli özelliğe sahip olduğu halde maddeyi yanlış yanıtlama olasılığının açık uçlu madde türünde daha yüksek çıkması, öğrencinin sahip olduğu kısmi bilgilerin doğru yanıtı oluşturması için yeterli olmaması ile açıklanabilir. Çoktan seçmeli maddelerde olduğu gibi doğru yanıtın

seçenekler içinden seçilmesi gibi bir alternatif olmadığından, belli bir miktar bilgisi olsa da öğrenci açık uçlu maddelerde doğru yanıtı ulaşmada yetersiz kalmaktadır. Başka bir neden ise ölçülen özellik ya da özelliklerden kaynaklanabilir. Bu bulgunun nedenine karar vermek için, aynı testi alan öğrenci grubu içinde aynı özelliği ya da özellikleri ölçen çoktan seçmeli ve açık uçlu maddelerin grup içinde nasıl çalıştığı incelenmiştir.

4.2.9. Aynı Özellikleri Ölçen Çoktan Seçmeli ve Açık Uçlu Maddelerin Parametre Değerlerinin Karşılaştırılması

Birinci ve beşinci kitapçıklarda aynı özellikleri ölçen dört maddenin parametre değerleri ve standart hataları Tablo 4.19’da verilmiştir. Birinci kitapçıkta, açık uçlu maddeler ortak köke dayalı üç madde şeklinde sorulmuştur. Bu kitapçıkta maddeler alan uzmanları tarafından “doğal sayılar ve tam sayılar”, “cebirsal ifade ve işlemler özellikleri” ile ilişkilendirilmiştir. Buradaki açık uçlu maddeler test içindeki kısmi puanlama yapılan açık uçlu maddelerdendir. Beşinci kitapçıkta ise, M052017 ve M052021 maddeleri “doğal sayılar ve tam sayılar” ile “cebirsal ifade ve işlemler” özelliklerini ölçmektedir. M052505 ve M042224 maddeleri ise veri gösterimi özelliğini ölçmektedir.

Tablo 4.19: Birinci Kitapçıkta Aynı Özellikleri Ölçen Çoktan Seçmeli ve Açık Uçlu Maddelerin Madde Parametreleri

	<i>Madde Türü</i>	<i>Madde Kodu</i>	<i>g</i>	<i>SE (g)</i>	<i>s</i>	<i>SE (s)</i>	<i>δ</i>
Birinci Kitapçık	Çoktan seçmeli	M042049	0.43	0.05	0.09	0.04	0.48
	Açık uçlu	M042302A	0.02	0.01	0.47	0.06	0.51
		M042302B	0.09	0.03	0.33	0.06	0.58
		M042302C	0.02	0.01	0.80	0.05	0.18
Beşinci Kitapçık	Çoktan seçmeli	M052017	0.40	0.04	0.13	0.04	0.48
	Açık uçlu	M052021	0.02	0.01	0.36	0.05	0.62
	Çoktan seçmeli	M052505	0.37	0.06	0.00	0.06	0.63
	Açık uçlu	M042224	0.19	0.05	0.27	0.04	0.55

Sonuçlar incelendiğinde s parametresinin açık uçlu maddelerde, g parametresinin ise çoktan seçmeli maddelerde daha yüksek olduğu görülmektedir. Aynı özellikleri ölçen çoktan seçmeli bir madde de özelliğe sahip öğrencilerin yanlış yanıt olma olasılıkları çok düşük iken, aynı özellikleri ölçen açık uçlu madde de özelliğe sahip

öğrencilerin yanlış yanıt olma olasılıkları yüksek çıkmıştır. Bu nedenle sorunun madde ile ilişkilendirilen özelliklerden ziyade madde türünden kaynaklandığı yorumu yapılabilir.

Literatür incelendiğinde, öğrencilerin madde türlerini yanıt olma konusundaki başarı durumlarının BTM ile araştırıldığı çok fazla çalışma yer almamaktadır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar, Tatsuoka'nın belirlediği beceriler ve RSM ile yapılan analizlerden oluşmaktadır. Doğan ve Tatsuoka (2008), öğrencilerin açık uçlu maddeleri çözme becerileri ile ilgili çalışmalarında uluslararası değerlendirme çalışmalarından biri olan 1999 TIMSS R uygulamasına Türkiye'den katılan öğrencilerin sekizinci sınıf matematik testi üzerindeki performansını, RSM ile analiz etmişlerdir. Türkiye'deki öğrencilerin açık uçlu maddeleri çözme becerisinde düşük performans gösterdikleri belirlenmiştir, öğrencilerde açık uçlu maddeleri yapabilme düzeyini 0.43 olarak belirlemişlerdir.

Bir başka çalışmada, Birenbaum, Tatsuoka ve Yamada (2004), ABD, Japonya ve İsrail'den katılım sağlayan öğrenciler üzerinde yaptığı çalışmada, 1999 TIMSS-R uygulamasından elde edilen verileri kullanmışlardır. Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik başarıları üzerinde madde formatını kapsayan işlem becerileri kapsamında belirlenen açık uçlu maddeleri çözme becerisinde başarı durumunu RSM ile incelemişler ve sırasıyla en başarılı ülkenin Japonya, Amerika ve İsrail olduğunu belirlemişlerdir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Katılım sağladığımız TIMSS uygulamalarının sekizinci sınıf matematik sonuçlarına bakıldığında, ülke puanlarının en düşük seyrettiği öğrenme alanların sayılar ve cebir olduğu görülmektedir. Birinci alt problemde, tüm test üzerinde yapılan analizlerde de görüldüğü üzere öğrencilerimizin zorlandığı konular arasında sıklıkla sayılar ve cebir ile ilgili maddeler olduğu belirlenmiştir. Bu nedenlerden dolayı bu iki alanda analizler yapılarak öğrenme eksikliklerinin hangi özelliklerde yoğunlaştığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

4.3.1. Cebir Alanı ile İlgili Maddelere Ait Madde Parametreleri

Bu alt problemde, "Cebir öğrenme alanında öğrencilerin matematik başarıları nasıldır?" sorusunun yanıtı araştırılmıştır. Cebir alanı ile ilgili çalışma beşinci kitapçıkta yer alan maddeler üzerinde yapılmıştır. Beşinci kitapçıkta cebir öğrenme

alanı ile ilgili 14 madde yer almaktadır. Bu maddelerin beş tanesi çoktan seçmeli, dokuz tanesi ise açık uçlu maddelerdir. Beşinci kitapçıkta yer alan cebirle ilgili maddeler, alan uzmanları tarafından üç özellekle ilişkilendirilmiştir. Test maddelerine ait madde parametreleri ve standart hatalar elde edilmiştir. Değerler Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20: Cebir Alanı ile İlgili Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri

<i>Madde Kodu</i>	<i>g</i>	<i>SE (g)</i>	<i>s</i>	<i>SE (s)</i>	<i>δ</i>	<i>1-s</i>
M042197	0.10	0.03	0.37	0.05	0.53	0.63
M042234	0.19	0.03	0.00	0.07	0.81	1.00
M042066	0.54	0.05	0.00	0.09	0.46	1.00
M042243	0.20	0.03	0.05	0.03	0.75	0.95
M042248	0.08	0.03	0.00	0.05	0.92	1.00
M042229A	0.12	0.03	0.00	0.13	0.88	1.00
M042229B	0.03	0.01	0.00	0.12	0.97	1.00
M042229Z	0.00	0.07	0.00	0.13	1.00	1.00
M042080A	0.27	0.04	0.42	0.05	0.31	0.58
M042080B	0.00	0.02	0.76	0.05	0.24	0.24
M052131	0.31	0.04	0.25	0.05	0.44	0.75
M052090	0.29	0.04	0.33	0.05	0.38	0.67
M052121A	0.27	0.04	0.05	0.03	0.68	0.95
M052121B	0.04	0.02	0.63	0.06	0.33	0.37

Tablo 4.20’de verilen madde parametreleri incelendiğinde g parametrelerinin ortalamasının 0.17 olduğu belirlenmiştir, ideal olan 0 değerine oldukça yakındır. Hem çoktan seçmeli hem de açık uçlu maddelerin olduğu bir testte elde edilen bu değer oldukça iyi olduğu söylenebilir.

Tablo incelendiğinde, maddelere ait s parametrelerinin ortalamasının 0.21 olduğu görülmektedir. Madde bazında incelediğimizde, M042080B ve M052121B maddelerin s parametrelerinin yüksek ve g parametrelerinin düşük olduğu yani bu maddelerin öğrencilere zor olduğu görülmektedir. Maddelerin diğer özellikleri incelendiğinde M042080B maddesi “cebirselsel ifade ve işlemler” özelliğini ölçmekte, M052121B maddesi ise “örüntü” özelliğini ölçmektedir. Her iki maddenin de açık uçlu olduğu ve s parametresinin bu nedenle de bir miktar yüksek çıktığı yorumu yapılabilir.

Bu testteki maddelerin ayırt ediciliğini gösteren δ parametrelerinin ortalamasının 0.62 olduğu görülmektedir ki bu değer oldukça yüksek olduğu ifade edilebilir.

4.3.2. Cebir Alanı ile İlgili Maddelere İlişkin Örtük Sınıf Bilgileri

Cebir alanı kapsamında belirlenen maddelerin ölçtüğü üç özelliğten her birinin grup içinde gözlenme sıklığı Tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.21: Cebir Alanına ile İlgili Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları

<i>Öğrenme Alanı</i>	<i>Özellikler</i>	<i>Gözlenme Sıklıkları</i>
Cebir	Örüntü	0.61
	Cebirsel İfade ve İşlemler	0.46
	Doğrusal Denklem ve Eşitsizlikler	0.60

Tablo 4.21 incelendiğinde, grubun yaklaşık yarısının testte ölçülen özelliklere sahip olmadığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre cebir alanı altında öğrencilerin en az sahip olduğu konunun “cebirsel ifade ve işlemler” olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu özelliğe sahip olma oranlarının %46 olduğu görülmektedir.

Doğan ve Tatsuoka (2008), 1999 TIMSS R uygulamasına Türkiye’den katılan öğrencilerin sekizinci sınıf matematik testi üzerinde yaptıkları çalışmalarında Türkiye’deki öğrencilerin özellikle cebir kurallarını uygulama ve örüntü özelliklerinde düşük performans gösterdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin cebir alanında belirlenen özelliğe sahip olma düzeyi 0.59 olarak hesaplanmıştır.

Lee ve arkadaşları (2013), yaptıkları çalışmada farklı ülkelerdeki öğrencilerin bilgi düzeylerini ve becerilerini karşılaştırmak için 2007 TIMSS sekizinci sınıf matematik testlerini analiz etmişlerdir. 17 katılımcı ülkenin sonuçlarının incelendiği çalışmada, cebir alanı içinde belirlenen “örüntü” özelliği tüm ülkelerde en düşük gözlenme sıklığına sahip özellik olarak belirlenmiştir. Kore ve Singapur gibi sınav sonuçlarında ilk sıralarda yer başarılı ülkelerde bile cebir alanı içinde yer alan “örüntü” özelliğine sahip olma oranları sırasıyla 0.62 ve 0.58 çıkmıştır.

Burada üç özellik olduğu için sekiz tane örtük sınıf vardır, bunların sonsal olasılıkları Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4. 22: Cebir Alanında Gözlenen Özelliklerin Örtük Sınıflarının Sonsal Olasılıkları

<i>Örtük Sınıflar</i>			<i>Olasılık Değeri</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
0	0	0	0.58
1	0	0	0.03
0	1	0	0.01
0	0	1	0.05
1	1	0	0.00
1	0	1	0.00
0	1	1	0.01
1	1	1	0.32

Tablo 4.22 incelendiğinde, öğrencilerin %32'nin testle ölçülen tüm özelliklere sahip olduğu, %58'nin ise özelliklerin hiç birine sahip olmadığı görülmektedir. Öğrencilerin %3'nün sadece birinci özelliğe yani "örüntü" özelliğine, %1'nin sadece "cebirsal ifade ve işlemler", %5'nin ise sadece "doğrusal denklem ve eşitsizlikler" özelliğine sahip oldukları gözlenmiştir. Beşinci kitapçıkta cebir alanındaki maddelerin oluşturduğu teste ilişkin test istatistiklerini, madde parametrelerini ve bu testte ölçülen özelliklerin gözlenme sıklıklarını veren DINA model çıktısı EK 11'de verilmiştir.

Tablo 4.21 ve Tablo 4.22'de verilen değerler incelendiğinde, birçok alanda çözüm aşamalarında öğrencilerin kullanılmadığı durumda olduğu "cebirsal ifade ve işlemler" konusu cebir alanında öğrencilerin en zayıf kaldığı alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğrencilerin yarıdan fazlasının (%58) cebir alanında belirlenen özelliklerin hiç birinde yeterli bilgiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

Öğrencilerin cebir öğrenme alanına ilişkin öğrenme güçlüklerini belirlemeye yönelik araştırma sonuçları incelendiğinde önemli sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Matematiksel düşünmenin gelişiminde, cebir öğrenme alanı ve bu alan içindeki harflerin anlamları, değişkenler ve bunu problem durumlarına uygulama önemli becerilerdir. Ortaokuldaki cebir konuları ilerdeki matematik derslerinin temelini oluşturmasına rağmen, yapılan araştırmalar öğrencilerin cebiri anlamada zorlandıklarını göstermektedir (Stacey ve Macgregor, 1997; Dede, 2004). Cebirsal işlemlerde öğrencilerin değişkenlerin işlevlerini doğru anlamaları önemlidir.

Yapılan birçok araştırma, öğrencilerin cebir kavramlarını (eşitlik, denklem, cebirsal ifadeler, değişkenler) anlama ile ilgili güçlükleri ve kavram yanılgıları olduğunu göstermektedir (English ve Halford, 1995). Değişken ve eşitlik kavramları cebirin

temelini oluşturmaktadır ancak derslerde bu konular işlenirken kavramsal yönü ihmal edilip sadece işlemsel yönü vurgulanmaktadır. Kavramsal öğrenmeden önce işlemsel öğrenmelerin gerçekleştirilmeye çalışılması öğrencilerde ezberlemeye, anlamadan çözüm yapmaya neden olmaktadır.

Akgün (2006) ise, “Cebir ve Değişken Kavramı Üzerine” isimli çalışmasında değişken kavramının özellikle cebir alanında temel bir rolü olduğunu vurgulamıştır. Matematikte aritmetik işlemlerle sonuca ulaşamayan pek çok problemin değişkenler yardımıyla cebirsel süreçler kullanılarak çözülebileceğini belirtmiş ve değişken kavramının, bununla birlikte de cebirin daha iyi anlaşılması ve öğretiminin çok iyi yapılması gerektiği sonucuna vurgu yapmıştır.

Dede, Yalın ve Argün (2002), tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin değişken kavramının anlamını bilmedikleri ve özellikle veri tabloları ile örüntü kavramlarını anlamada oldukça zorlandıkları tespit edilmiştir.

Kieran tarafından yapılan çalışmada (1992), öğrencilerin cebirde zorlanmalarının en önemli sebebi olarak harfli ifadeleri anlayamamaları sonucuna ulaşılmıştır. Cebir öğretiminde öncelikle harflerin sayılar yerine konabileceği, farklı bağlamlarda ve anlamlara sahip oldukları kazandırıldıktan sonra bunlarla bir takım matematiksel işlemler yapma becerileri üzerinde durulmalıdır. Buradan öncelikle kavramsal bilginin verilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Küchemann (1978), Concept in Secondary Mathematics and Science (CSMS) projesi kapsamında İngiliz lise öğrencilerine 51 maddelik bir test uygulamıştır. Araştırmanın sonucunda cebirsel işlemlerle ilgili süreçlerde harflerin kullanımına ilişkin yanlış ve eksik öğrenmelere sahip oldukları belirlenmiştir.

Bu çalışmalarda görülmektedir ki cebir alanındaki en önemli sorunlardan biri, öğrencilerde kavramsal öğrenmenin gerçekleşmemesidir. Harfler ve değişkenler bir araya geldiğinde anlamakta ve işlem yapmakta zorlanmaktadırlar.

4.3.3. Sayılar Alanı ile İlgili Maddelere Ait Madde Parametreleri

Bu alt problemde de, “sayılar öğrenme alanında öğrencilerin matematik başarıları nasıldır?” sorusunun yanıtı araştırılmıştır. Sayılar alanı ile ilgili çalışma birinci kitapçıkta yer alan maddeler üzerinde yapılmıştır. Birinci kitapçıkta sayılarla ilgili 14 madde yer almaktadır. Bu maddelerin yedi tanesi çoktan seçmeli, yedi tanesi ise açık uçlu maddelerdir. Birinci kitapçıkta yer alan sayılar ile ilgili maddeler, alan

uzmanları tarafından üç özellekle ilişkilendirilmiştir. Test maddelerine ait madde parametreleri ve bu parametrelere ait standart hatalar elde edilmiştir. Değerler Tablo 4.23'te verilmiştir.

Tablo 4.23: Sayılar Alanı ile İlgili Test Maddelerine İlişkin Madde Parametreleri

<i>Madde Kodu</i>	<i>g</i>	<i>SE (g)</i>	<i>s</i>	<i>SE (s)</i>	<i>δ</i>	<i>1-s</i>
M042182	0.40	0.04	0.16	0.04	0.44	0.84
M042081	0.05	0.02	0.45	0.05	0.50	0.55
M042052	0.24	0.04	0.02	0.02	0.74	0.98
M042302A	0.07	0.01	0.42	0.06	0.51	0.58
M042302B	0.08	0.03	0.38	0.06	0.54	0.62
M042302C	0.06	0.01	0.72	0.05	0.22	0.28
M062208A	0.82	0.03	0.00	0.01	0.18	1.00
M062208B	0.37	0.04	0.05	0.02	0.58	0.95
M062208C	0.58	0.04	0.02	0.02	0.40	0.98
M062208D	0.63	0.04	0.81	0.02	-0.44	0.19
M062208	0.00	0.10	0.03	0.02	0.97	0.97
M062153	0.37	0.04	0.08	0.03	0.55	0.92
M062111A	0.15	0.03	0.14	0.04	0.71	0.86
M062111B	0.10	0.02	0.23	0.05	0.67	0.77

Tablo 4.23'teki madde parametreleri incelendiğinde g parametrelerinin ortalamasının 0.28 olduğu belirlenmiştir. Madde bazında g parametresi incelendiğinde, sadece M062208A ve M062208D maddelerinin g parametre değerlerinin sırasıyla 0.82 ve 0.63 olduğu görülmektedir. Bu iki madde ile ilgili benzer sonuçlar, dâhil oldukları diğer madde gruplarında yapılan analizlerde de (tüm test ile ilgili özellikler ve çoktan seçmeli maddeler) çıkmıştır. Bu maddelerin özelliklerine bakıldığında, her ikisinin de “doğal sayılar ve tam sayılar” özelliklerini ölçtüğü ve bilme düzeyinde olduğu görülmektedir.

Tablo incelendiğinde, maddelere ait s parametrelerinin ortalamasının 0.26 olduğu görülmektedir. Madde bazında incelediğimizde, M042081, M042302A ve M062208C maddelerin öğrencilere zor geldiği görülmektedir. Maddelerin diğer özellikleri incelendiğinde, M042081, “kesirler ve ondalık gösterimler” özelliğini ölçmekte, bilme düzeyinde ve açık uçlu, M042302A maddesinin “tam sayılar” özelliğini ölçtüğü, açık uçlu ve uygulama düzeyinde bir madde olduğu ve M042302C maddesinin “doğal sayılar ve tam sayılar” özelliğini ölçtüğü, açık uçlu ve akıl yürütme

düzeyinde bir madde olduğu görülmektedir. Hem açık uçlu olması hem de akıl yürütme düzeyinde olmasının maddeyi zorlaştırdığı yorumu yapılabilir.

Bu testte yer alan maddelerin ayırt edicilik indeksine bakıldığında, δ parametrelerinin ortalamasının 0.47 olduğu görülmektedir.

4.3.4. Sayılar Alanı ile İlgili Maddelere İlişkin Örtük Sınıf Bilgileri

Tablo 4.24'te sayılar alanı kapsamında belirlenen maddelerin ölçtüğü üç özellikten her birinin grup içinde gözlenme sıklığı verilmiştir.

Tablo 4.24: Sayılar Alanına ait Test Maddelerine İlişkin Özelliklerin Gözlenme Sıklıkları

<i>Öğrenme Alanı</i>	<i>Özellikler</i>	<i>Gözlenme Sıklıkları</i>
Sayılar	Doğal sayılar ve tam sayılar	0.47
	Kesirler ve ondalık gösterimler	0.38
	Oran orantı yüzde	0.45

Tablo 4.24 incelendiğinde, grubun yarısından fazlasının testte ölçülen özelliklere sahip olmadığı ve sonuçlara göre sayılar öğrenme alanı altında öğrencilerin en az sahip olduğu konunun “kesirler ve ondalık gösterimler” olduğu görülmektedir. Sınavı alan öğrenci grubunun sadece %38'nin bu konuda yetkin olduğu görülmektedir.

Lee ve arkadaşları yaptıkları çalışmada (2013), TIMSS 2007 sekizinci sınıf matematik testlerini BTM kullanarak yaptıkları araştırmada ülkeler arasında farklılık gösteren özellikler ve öğrencilerin güçlü ve zayıf olduğu alanları yorumlanmışlardır. Sayılar öğrenme alanı için “doğal sayılar ve tam sayılar”, “kesirler ve ondalık gösterimler” ve “oran orantı ve yüzde” olmak üzere üç özellik belirlemişlerdir. En dikkat çeken sonuçlardan biri ise, “doğal sayılar ve tam sayılar” özelliğinin gözlenme sıklığının Çin-Tayvan ve Kore'de 0.80 iken Norveç'te 0.24 çıkmış olmasıdır. Aynı veri ile Johnson ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2013), sayılar alanı için belirlenen bu özelliklerden görülme sıklığı en az olan özelliğin “oran orantı ve yüzde” olduğu belirlenmiştir.

Burada üç özellik olduğu için sekiz tane örtük sınıf vardır, bunların sonsal olasılıkları Tablo 4.25'de verilmiştir.

Tablo 4. 25: Sayılar Alanında Gözlenen Özelliklerin Örtük Sınıflarının Sonsal Olasılıkları

<i>Örtük Sınıflar</i>			<i>Olasılık Değeri</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
0	0	0	0.41
1	0	0	0.07
0	1	0	0.07
0	0	1	0.01
1	1	0	0.00
1	0	1	0.14
0	1	1	0.04
1	1	1	0.26

Tablo 4.25 incelendiğinde, öğrencilerin %26'nın testle ölçülen tüm özelliklere sahip olduğu, %41'nin ise özelliklerin hiç birine sahip olmadığı görülmektedir. Öğrencilerin %7'si sadece birinci özelliğe yani "doğal sayılar ve tam sayılar" özelliğine, %7'nin sadece "kesirler ve ondalık gösterimler" ve %1'nin ise sadece "oran orantı ve yüzde" özelliğine sahip oldukları gözlenmiştir. Birinci kitapçıkta sayılar alanındaki maddelerin oluşturduğu teste ilişkin test istatistiklerini, madde parametrelerini ve bu testte ölçülen özelliklerin gözlenme sıklıklarını veren DINA model çıktısı EK 12'de verilmiştir.

Sayılar öğrenme alanına ilişkin çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerin özellikle kesirler ve ondalık gösterimler ile oran orantı ve yüzde özelliklerinde daha zayıf oldukları belirlenmiştir. Bu durum yapılan bu araştırma sonuçları ile de örtüşmektedir. Öğrencilerin bu konularda yaşadıkları öğrenme güçlüklerine ilişkin nedenlerin ortaya koyulduğu bazı çalışmalar (Smith, Solomon ve Carey, 2005), ondalık kesirlerin ilkökul ve ortaokul düzeylerinde öğretilen en zor ve karmaşık konu olduğunu söylemektedirler. Öğrencilerin; kesirlerin bu gösterimleri arasında ilişkilendirmeler ve geçişler yapabilmesi, genel olarak kesirleri özelden ise ondalık kesirleri kavraması anlamında oldukça önemlidir.

İlkokul ve ortaokul öğrencilerinin kesirlerin farklı gösterimleri arasında geçiş yapmakta güçlük çektikleri yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular arasındadır (Yetim ve Alkan, 2010). Bu durumun bir sonucu olarak, öğrencilerin ondalık gösterimleri anlamlandırmakta zorlandıkları ve kesirlerle ilişkilendirmekte güçlük çektikleri belirlenmiştir. Olkun ve Toluk (2001), öğrencilerin kesrin sembolik

gösterimi olan a/b 'yi bir tek sayı olarak algılamakta güçlük çektiğini, farklı anlamları ve değerleri olan iki sayı olarak anlamlandırıldığını ortaya koymuşlardır.

Diğer matematik konularında olduğu gibi sayılar alanında da öğrencilerin kavramsal bilgideki eksiklikleri, kesirler ve ondalık gösterimler konularında zorlanmalarına neden olmaktadır. Öğrencilerin ondalık bir kesrin ne anlama geldiğine ilişkin oldukça fazla kavram yanılgısına sahip oldukları yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Resnick, Nesher, Leonard, Magone, Omanson ve Peled, 1989). Önceki öğrenmelere ilişkin eksiklikler ve genellemeler, kavramsal bilginin eksikliği, kavramların soyut olması ve kavramsal bilginin edinilmeden işlemsel bilgiye geçilmesi gibi nedenlerden dolayı öğrencilerde öğrenme eksiklikleri ve kavram yanılgıları oluşmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgulara dayalı sonuçlar ve sonuçlara ilişkin öneriler yer almaktadır.

5.1. Sonuçlar

TIMSS nihai amacını öğrencilerin dördüncü ve sekizinci sınıftaki matematik ve fen alanlarındaki başarılarını değerlendirmek olduğunu şeklinde ifade etmektedir. Bunu belirlerken, öğrencilerin öğretim programlarında yer alan kazanımlara ne düzeylerde sahip olup olmadıklarına ilişkin başarı testleri uygulamaktadır.

Türkiye'deki öğrencilerin, sekizinci sınıf düzeyinde matematik alanındaki öğrenme eksikliklerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan bu araştırmada, TIMSS 2015 uygulaması sekizinci sınıf matematik verileri kullanılmış ve bu veriler DINA modele göre analiz edilmiştir. Bu kapsamda iki test kitapçığında yer alan ve 1-0 şeklinde kodlanan toplam 69 madde, uzmanlar tarafından belirlenen 14 özellik ile ilişkilendirilerek Q matrisler oluşturulmuştur. Buna göre birinci alt problemde her iki testten elde edilen bulgular, g (tahmin) ve s (kaydırma) parametrelerinin düşük, δ (ayırt edicilik) parametresinin yüksek olduğunu göstermektedir. Maddelere ait parametre değerleri incelendiğinde ise g parametresine ait ortalamaların sırasıyla 0.24 ve 0.19 olduğu, s parametresine ait ortalamaların 0.21 ve 0.20 çıktığı görülmektedir. Bu sonuç, maddelerle ilişkilendirilen özelliklere sahip olmayan öğrencilerin doğru yanıt olma olasılıklarının düşük, özelliklere sahip olan öğrencilerin yanlış yanıt olma olasılıklarının da düşük olduğu ifade etmektedir. Araştırmada gerçek veriler kullanıldığı göz önüne alındığında sonuçların oldukça iyi çıktığı yorumu yapılabilir. g ve s parametresindeki bu sonuçların δ ayırt edicilik indeksine de yansıdığı görülmektedir. Testlere ait δ ortalama değerlerinin, 0.55 ve 0.60 olduğu, parametre değerlerinin -1 ile 1 arasında değiştiği göz önüne alındığında elde edilen bu değerlerin oldukça yüksek olduğu ifade edilebilir. Elde edilen bu sonuçlar, Q matris geçerliğinin yüksek olması adına olumlu bir bulgu olarak değerlendirilmektedir.

Wenmin (2006)'ya göre, DINA modelde bir maddede yüksek s parametresi ve düşük g parametresi maddenin zor bir madde olduğuna işaret etmektedir. Böyle bir durumda, özelliğe sahip olmayan öğrenci maddeyi doğru yanıtlayamamış ve özelliğe sahip öğrenci de maddeyi yanlış yanıtlamış demektir. Yani her iki grup

içinde maddeye doğru yanıt vermeyi zorlaştıran etkiler söz konusudur. Bu bağlamda her iki testten elde edilen sonuçlara göre bu özellikleri gösteren 10 madde bulunmaktadır. Bu maddelerin beş tanesi sayılar, dört tanesi cebir ve bir tanesinin de geometri öğrenme alanlarında yer almaktadır. Ayrıca bu maddelerin bilişsel düzeylerine bakıldığında, iki maddenin bilme, üç maddenin uygulama ve beş maddenin ise akıl yürütme düzeyinde olduğu görülmektedir. Bu bulgu Türk öğrencilerin maddelerin bilişsel düzeyi yükseldikçe doğru çözümlerinin de düştüğüne işaret eden bir bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Testleri alan grup içinde özelliklerin gözlenme sıklıklarına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, üzerinde çalışılan tüm testlerde öğrenci grubunun yaklaşık yarısının ilgili test kapsamında belirlenen özelliklerde yetkin olmadığı, yeterli bilgi düzeyine sahip olmadığı görülmektedir. Özellikle sayılar öğrenme alanı içinde belirlenen “kesirler ve ondalık gösterimler”, geometri öğrenme alanında yer alan “dönüşüm geometrisi” ve cebir öğrenme alanında yer alan “cebirsal ifade ve işlemler” de öğrencilerin zayıf oldukları belirlenmiştir. En fazla gözlenen örtük sınıfların sonsal olasılıklarına ait sonuçlar incelendiğinde, birinci kitapçığı alan öğrencilerin %11'nin, beşinci kitapçığı alan öğrenci grubunun ise %20'sinin tüm özelliklerde yetkin olduğu belirlenmiştir ki bu oranların oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Madde türüne ilişkin analiz sonuçları incelendiğinde ise, tüm testlerde açık uçlu maddelerden elde edilen s parametrelerinin daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bu sonucun özellikle kısmi puanlanan maddelerde biraz daha arttığı gözlenmiştir. Çoktan seçmeli maddelerde ise tahmin parametresi g parametresinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Madde türlerine göre yapılan analiz sonuçlarına ilişkin bir diğer bulgu, aynı özelliği ölçen çoktan seçmeli ve açık uçlu maddelerden elde edilen sonuçlardır. Çoktan seçmeli bir maddede özelliğe sahip öğrencilerin yanlış yanıt olma olasılıkları çok düşük iken aynı özellikleri ölçen açık uçlu maddede özelliğe sahip öğrencilerin yanlış yanıt olma olasılıkları yüksek çıkmıştır. Bu sonuç öğrencinin sahip olduğu kısmi bilgilerin doğru yanıtı oluşturması için yeterli olmaması ile açıklanabilir. Çoktan seçmeli maddelerde olduğu gibi doğru yanıtın seçenekler içinden seçilmesi gibi bir alternatif olmadığından, belli bir miktar bilgisi olsa da öğrenci açık uçlu maddelerde doğru yanıtı oluşturmada yetersiz kalmaktadır. Bu bulgu, sorunun madde ile ilişkilendirilen özelliklerden ziyade madde türünden kaynaklandığını düşündürmektedir.

Öğrenme alanları kapsamında öğrencilerin sahip oldukları özellikler değerlendirildiğinde; sayılar öğrenme alanında öğrencilerin %26'sının testle ölçülen tüm özelliklere sahip olduğu, %41'nin ise özelliklerin hiç birinde yetkin olmadığı görülmektedir. Sayılar öğrenme alanında öğrencilerin en zayıf olduğu özelliğin "kesirler ve ondalık gösterimler" konusuna ilişkin olduğu belirlenmiştir. Matematiğin birçok alanında çözüm aşamasında öğrencilerin kullanmak durumunda olduğu ve cebir öğrenme alanında yer alan "cebirsal ifade ve işlemler" konusu, öğrencilerin en zayıf kaldığı konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğrencilerin yarıdan fazlasının (%58) cebir alanında belirlenen özelliklerin hiç birinde yetkin olmadığı belirlenmiştir.

Analizlerin yapıldığı tüm testlerde karşımıza çıkan başka bir sonuç da maddelerin bilişsel düzeylerine ilişkin bulgulardır. Maddelerin doğru yapılma olasılıklarının, maddenin bilişsel düzeyi arttıkça düştüğü belirlenmiştir. Bu nedenle, öğrencilerin maddeyi doğru çözüp çözememeleri noktasında, öğrenme alanlarının yanı sıra maddelerin bilişsel düzeylerinin de etkili olduğu söylenebilir.

Tüm bu bulgulardan yola çıkarak, Türkiye'deki öğrencilerin sayılar, cebir ve geometri öğrenme alanlarında bazı zorluklar yaşadığı, açık uçlu maddeleri doğru yanıtlama durumlarının da düşük olduğu görülmektedir. Literatürde bu bağlamda yapılan çalışmalara ilişkin sonuçlar ilgili bulguları desteklemektedir. Doğan ve Tatsuoka (2008), yaptıkları çalışmada sekizinci sınıf matematik testlerinde özellikle cebir öğrenme alanında, tahmin becerisinde ve açık uçlu maddelerde Türkiye'deki öğrencilerin doğru yanıtlama düzeylerinin düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Lee ve arkadaşları (2013) yaptıkları çalışmada, 17 ülkenin TIMSS 2007 uygulamasına ait sekizinci sınıf matematik verilerini bilişsel tanı modellerinden çoklu DINA modeline göre analiz etmişlerdir. Çalışmanın Türkiye sonuçlarına bakıldığında öğrencilerin, sayılar öğrenme alanı içinde doğal sayılar ve tamsayılar (%20), kesirler ve ondalık gösterimler (%18), cebir öğrenme alanı altında örüntü (%15), geometri öğrenme alanı içinde ise doğru, açı ve geometrik şekiller (%19), ölçme (%12) ve dönüşüm geometrisi (%19) konularında tüm grup içinde en düşük yetkinlik düzeyine sahip olduğu görülmüştür.

Son olarak, tüm alt problemlerde Q matris geçerliğine işaret eden (1-s) değerlerine bakıldığında, üzerinde çalışma yapılan tüm testlerde birkaç madde dışında değerlerin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum hem belirlenen

özelliklerin hem de madde özellik ilişkisinin olabildiğince doğru bir şekilde yapıldığının bir göstergesi olarak görülebilir. Sonuç olarak, elde edilen bulgular yüksek bir Q matrisin geçerliğine işaret etmektedir.

5.2. Öneriler

5.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

Öğrenme alanı özelinde sonuçlar değerlendirildiğinde, öğrenme eksikliklerinin ve öğrencilerin zorlandığı özelliklerin sayılar ve cebir öğrenme alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bağlamda, öğretim programlarına yönelik olarak, özellikle öğrenme güçlüklerinin yoğun olduğu konular üzerinde çalışmalar yapılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Bu araştırmada, analizlerin yapıldığı BTM'de öğrencinin maddeyi doğru yapabilmesi için madde ile ilişkilendirilen tüm özelliklere sahip olması beklenmektedir. Bu nedenle bilişsel tanı modelleri ile araştırma yapılırken, maddelerden elde edilecek bilgilerin olabildiğince açığa çıkartılması için farklı BTM'ler kullanılarak analizler yapılmasının, hem öğrenme eksikliklerinin doğru tanılmasının yapılabilmesi hem de açık uçlu maddelerin testlerde kullanımına ilişkin geri bildirimlerin daha etkili olabilmesi adına faydalı sonuçlar sağlayacağı düşünülmektedir. Literatür incelendiğinde, öğrencilerin madde türlerini yanıtlama konusundaki başarı durumlarının BTM ile araştırıldığı çok fazla çalışma yer almamaktadır. Buna neden olarak BTM modellerindeki sınırlılıklar gösterilebilir. De la Torre ve Minchen (2014), DINA modelde yapılan çalışmalarda öğrenci yanıtları 1-0 biçiminde kodlanarak çalışma yapıldığını, ancak karma testlerde kullanılan açık uçlu maddeler için yapılan bu kodlamanın maddeden sağlanacak bilgiyi sınırlayabileceğini ifade etmektedir. Geliştirilen farklı BTM'ler ile araştırma yapılan veriden daha fazla bilgi sağlamak mümkün olabilir.

Öğrencilerin maddelerin bilişsel düzeyi arttıkça doğru yanıt vermede zorlanmasına ilişkin sonuçlar öğrenme alanı ve madde türünden bağımsız olarak maddelerin bilişsel düzeylerine göre analiz edilerek bir araştırma ve tanılama yapılması gerekliliğini doğurmaktadır.

DINA modele ilişkin çalışmaların çoğunun simülasyon çalışmaları olduğu görülmektedir. Öğrencilere ait gerçek veriye dayalı daha fazla çalışma yapılarak öğrenme eksiklikleri üzerine daha ayrıntılı bilgiler edinilebilir. Ulusal düzeyde

yapılacak sınavlarda açık uçlu maddelerin kullanımına ilişkin gelişmelerin yaşandığı göz önüne alındığında, öğrencilerin öğrenme eksikliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılırken, BTM ile birlikte gerçek sınav verilerinin kullanılması doğru tanılama yapılması adına önemli görülmektedir.

5.2.2. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler

Öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi, öğrencilere doğru ve yerinde geri bildirimler verilebilmesi için öğretim süreci boyunca izleme sınavlarına daha çok yer verilmesi gerekmektedir. İzleme sınavları, öğrencilere hangi konularda zayıf olduklarına ilişkin geri bildirimlerin verilmesi, öğretmenlerin ve okulların öğrencilerine ait bu bilgilerden yola çıkarak öğrenme etkinliklerine ilişkin düzenlemeler yapması adına çok önemlidir. Bu bağlamda BTM'lere dayalı uygulamaların, okullarda, il ya da ilçeler genelinde yapılan ortak sınav uygulamalarında kullanılması geri bildirimlerin tutarlılığı, uygulanabilirliği ve öğrencilerin gelişimi açısından önerilebilir.

Öğrencilerin özellikle zayıf olduğu belirlenen sayılar öğrenme alanında, “kesirler ve ondalık gösterimler”; cebir öğrenme alanında “cebirsal ifade ve işlemlerle” ve geometri öğrenme alanında “dönüşüm geometrisi” ilgili özelliklere ilişkin olarak öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgıları ve öğrenme güçlükleri üzerine araştırmalar yapılması ve sınıf içi öğrenmelerin bu kapsamda düzenlenmesi sağlanabilir.

Aynı özellikleri ölçen çoktan seçmeli ile açık uçlu maddelerin parametreleri karşılaştırıldığında, maddeyi doğru çözmek için özelliğe sahip öğrencilerin açık uçlu maddeleri yanlış yanıtlama olasılıklarının yüksek çıkması, bu araştırmada elde edilen bulgulara göre, analizlerin yapıldığı model ya da belirlenen özelliklerden ziyade madde türünden kaynaklanan durumlara işaret etmektedir. Bundan dolayı testlerde özellikle kısmî puanlama gerektiren açık uçlu maddelerin kullanımı konusunda tedbirli davranılması gerektiği yönünde öneriler yapılabilir. Açık uçlu maddelerin değerlendirilmesinin zor olduğu, puanlama anahtarlarının her ne kadar iyi hazırlanmış olsalar da değerlendirme sonuçlarına puanlayıcı yanlılığının dâhil olacağı göz önüne alındığında, bu maddelerin testlerde kullanımı noktasında titiz araştırmalar ve pilot uygulamalar sonrasında karar verilmesi, özellikle süreç değerlendirmelerinde öğrenme eksikliklerinin doğru belirlenmesi adına önemli görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akgün, L. (2006). Cebir ve Değişken Kavramı Üzerine, *Journal of Qafqaz University*, 17.
- Akıncı, D. E. (2007). *Yapısal eşitlik modellerinde bilgi kriterleri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Başokçu, T. O. (2011). *Bağıl ve Mutlak Değerlendirme ile DINA Modele Göre Yapılan Sınıflamaların Geçerliliğinin Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Bandalos, D. L. (1993). Factors influencing cross-validation of confirmatory factor analysis models. *Multivariate Behavioral Research*, 28(3), 351-374.
- Battista, M. T. (2004). Applying cognition-based assessment to elementary school students' development of understanding of area and volume measurement. *Mathematical Thinking and Learning*, 6, 185-204.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme: Klasik Test Teorisi ve Uygulaması*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Birenbaum, M., Kelly, A. E. & Tatsuoka, K. (1993). Diagnosing knowledge states in algebra using the rule-space model. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(5), 442-459.
- Birenbaum, M., Tatsuoka, C., & Yamada, T. (2004). Diagnostic assessment in TIMSS-R: Between countries and within-country comparisons of eighth graders' mathematics performance. *Studies in Educational Evaluation*, 30(2), 151-173.
- Bolt, D. (2007). The present and future of IRT-based cognitive diagnostic models (ICDMs) and related methods. *Journal of Educational Measurement*, 44(4), 377- 383.
- Bradshaw, L., & Templin, J. (2014). Combining item response theory and diagnostic classification models: A psychometric model for scaling ability and diagnosing misconceptions. *Psychometrika*, 79(3), 403-425.
- Cavanaugh, J. E. (2009). The Bayesian Information Criterion, Model Selection course notes. The University of Iowa, Department of Statistics and Actuarial Science.
- Chen, J., & De la Torre, J. (2014). A Procedure for Diagnostically Modeling Extant Large-Scale Assessment Data: The Case of the Programme for International Student Assessment in Reading. *Psychology*, 2014, 5, 1967-1978.
- Choi, K.M., Lee, Y. -S., & Park Y. S. (2014). What CDM Can Tell About What Students Have Learned: An Analysis of TIMSS Eighth Grade Mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2015, 11(6), 1563-1577.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. USA: Rinehart and Winston Inc.
- Cronbach, L.J., & Furby, L. (1970). How we measure "change": or should we? *Psychological Bulletin*, 74, 68-80.
- De La Torre, J. (2008a). The generalized DINA model framework. Unpublished manuscript. *State University of New Jersey*.

- De La Torre, J. (2008b). 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). A cognitive diagnosis model for cognitively-based multiple-choice options. *Applied Psychological Measurement*, 33, 163– 183.
- De La Torre, J. (2009b). 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. (2011). The generalized DINA model framework. *Psychometrika*, 76, 179–199.
- De La Torre, J., & Douglas, J. (2004). Higher-order latent trait models for cognitive diagnosis. *Psychometrika*. V69, 3, s.333-353.
- De La Torre, J., & Karelitz, T.M. (2009). Impact of Diagnosticity on the Adequacy of Models for Cognitive Diagnosis under a Linear Attribute Structure: A Simulation Study. *Journal of Educational Measurement*, 47, No:1, s:115-127.
- De La Torre, J., & Minchen, N. (2014). Cognitively Diagnostic Assessments and the Cognitive Diagnosis Model Framework. *Psicología Educativa* 20, 89-97
- Dede, Y. (2004). Değişken kavramı ve öğrenimindeki zorlukların belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(1), 24-56.
- Dede, Y., Yalın, H. İ. ve Argün, Z. (2002). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin değişken kavramının öğrenimindeki hataları ve kavram yanlışları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül 2002, ODTÜ. Ankara.
- Dibello, L. V., Roussos, L. A., & Stout, W. (2007). *Review of Cognitively Diagnostic Assessment and a Summary of Psychometric Models*. Rao, C. Sinharay, S. (Eds.) Handbook of Statistics, Psychometrics. Vol. 26. North-Holland: Amsterdam.
- Doignon, J. P., & Falmagne, J. C. (1999). *Knowledge spaces*. New York: Springer- Verlag.
- Dogan, E., & Tatsuoka, 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.
- Doornik, J. A. (2003). Object-oriented matrix programming using Ox (version 3.1) [Computer software]. London: Timberlake Consultants Press.
- English, L., & Halford, S. (1995) *Mathematics Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fisher, G. H. (1973). The linear logistic model as an instrument in educational research. *Acta Psychologica* 37, 359–374.
- Gierl, M. J. (2007). Making diagnostic inferences about cognitive attributes using the rule space model and attribute hierarchy method. *Journal of Educational Measurement*, 44, 325–340.
- Gür, H. ve Korkmaz, E., (2003). İlköğretim 7.Sınıf Öğrencilerinin Problem Ortaya Atma Becerilerinin Belirlenmesi. *Matematikçiler Derneği Bilim Köşesi*.

- Haertel, E. H. (1989). Using restricted latent class models to map the skill structure of achievement items. *Journal of Educational Measurement*, 26, 333-352.
- Henson, R., & Douglas, J. (2005). Test construction for cognitive diagnosis. *Applied Psychological Measurement*, 29, 262-277.
- Henson, R. A., Roussos, L., & Templin, J. L. (2004) Cognitive diagnostic “fit” indices. ETS, Princeton, NJ.
- Henson, R. A., Roussos, L., Douglas, J., & He, X. (2008). Cognitive diagnostic attribute level discrimination indices. *Applied Psychological Measurement*, 32, 275-288.
- Henson, R. A., Templin, J. L., & Willse, J. T. (2009). Defining a family of cognitive diagnosis models using log-linear models with latent variables. *Psychometrika*, 74, 191-210.
- Huebner, A. (2010). An Overview of Recent Developments in Cognitive Diagnostic Computer Adaptive Assessments, *Practical Assessment, Research & Evaluation*, Vol15, 3.
- IEA, (2017). TIMSS 2015 International Database. [Çevrim-içi: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-database/>, Erişim tarihi: 12 Ocak 2017.]
- Johnson, M., Lee, Y. -S., Park, J. Y., Zhang j., & Sachdeva R. (2013). Comparing attribute distribution across countries: Application to TIMSS 2007 Grade 8 Mathematics. *Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education* in San Francisco, CA.
- Junker, B. W., & Sijtsma, K. (2001). Cognitive Assessment Models with few Assumptions, and Connections with Nonparametric item Response Theory. *Applied Psychological Measurement*, 25(3), 258-272.
- Karasar, N. (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemi (18.Baskı)*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kieran, C. (1992). *The learning and teaching of school algebra*. In D. A. Grouws (Eds.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan.
- Kuhn, D. (2001). *Why development does (and does not) occur: Evidence from the domain of inductive reasoning*. In J. L. McClelland & R. Siegler (Eds.), *Mechanisms of cognitive development*. Behavioral and neural perspectives (pp. 221-249). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Küchemann, D. (1978). Children’s Understanding of Numerical Variables. *Mathematics in Scholl*, 7(4), 23-26.
- Lai, K., & Griffin, P. (2001). *Linking cognitive psychology and item response models: Towards modeling problem strategies*. Annual Conference of The Australian Association for Research in Education (2001), Perth.
- Lee, Y. -S., De la Torre J., & Park Y. S. (2012). Relationships between cognitive diagnosis, CTT, and IRT indices an empirical investigation *Asia Pacific Educ.* 13:333–345.
- Lee, Y. -S., Park, Y. S., & Taylan, D. (2011). A cognitive diagnostic modeling of attribute mastery in Massachusetts, Minnesota, and the U.S. national sample using the TIMSS 2007. *International Journal of Testing*, 11:2, 144-177.

- Lee, Y. -S., Johnson, M., Park, Y. J., Sachdeva, R., Zhang, J., & Waldman, M. (2013). An multidimensional scaling approach for investigating students' cognitive weakness and strength on the TIMSS 2007 *Mathematics Assessment Annual Meeting of the American Educational Research Association in San Francisco, CA*.
- Macready, G. B., & Dayton, C. M. (1977). The use of probabilistic models in the assessment of mastery. *Journal of Educational Statistics*, 2, 99–120.
- Maris, E. (1995). Psychometric latent response models. *Psychometrika*, 60, 523–547.
- Maris, E. (1999). Estimating multiple classification latent class models. *Psychometrika*, 64, 187-212.
- Martin, M. O., Mullis, I.V.S., & Hooper, M. (Eds.). (2016). *Methods and Procedures in TIMSS 2015*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/publications/timss/2015-methods.html>
- Mislevy, R. J. (1993). Foundations of a new test theory. In N. Fredriksen, R. J. Mislevy & I. Bejar (Eds.), *Test Theory for a new generation of tests* (pp.19-40). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mislevy, R. J. (2007). Cognitive psychology and educational assessment. In R. L. Brennan (Ed.), *Educational Measurement* (4th edition) (pp. 257–305). Portsmouth, NH: Greenwood Publishing Group.
- Mislevy, R. J., Steinberg, L. S., & Almond, R. G. (2003). On the structure of educational assessments. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 1, 3-62.
- Mullis, I.V.S., Martin, M. O., Gonzalez, E. J., Gregory, D. K., Garden A. R., O'Conner, M. K., Chrostowski, J. S., Smith, A. T. (2000). *IEA's TIMSS 1999 international mathematics report*. International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Mullis, I.V.S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. Chestnut Hill, MA: Boston College. Retrieved from: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2011/international-results/>.
- Mullis, I.V.S., & Martin, M. O. (Eds.). (2013). *TIMSS 2015 Assessment Frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I.V.S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. Retrieved from: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Research Council. (2001). *Knowing what students know: The science and design of educational assessment*. Washington: National Academies Press.
- Nichols, P. D. (1994). A framework for developing cognitively diagnostic assessment. *Review of educational research*. 64(4); 575-603.

- Nichols, P. D., Chipman, S. F., & Brennan, R. L. (Eds.). (1995). *Cognitively diagnostic assessment*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- No Child Left Behind (NCLB). (2002). *Act of 2001*, Pub.L. No.107-110, 115 Stat/ 1449-1452.
- Olkun, S. ve Toluk, Z. (2001). *İlköğretimde Matematik Öğretimi:1-5 Sınıflar*. Ankara: Artım Yayınları.
- Ömür Sünbül, S. (2013). *Bilişsel Tanı Modellerinde Parametre Kestirimini Ve Sınıflama Tutarlılığını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin
- Resnick, L. B., Nesher, P., Leonard, F., Magone, M., Omanson, S., & Peled, I. (1989). Conceptual Bases of Arithmetic Errors: The Case of Decimal Fractions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(1), 8-27.
- Rupp, A. A. (2007). The answer is in the question: A guide for describing and investigating the conceptual foundations and statistical properties of cognitive psychometric models. *International Journal of Testing*. v7 n2 p 95-125.
- Rupp, A. A. (2009). Software for Calibrating Diagnostic Classification Models: An Overview of the Current State-of-the-Art. *AERA-SIG Cognition & Assessment*, April 2009, San Diego, CA.
- Rupp, A. A., & Templin, J. L. (2008a). The effects of Q-matrix misspecification on parameter estimates and classification accuracy in the DINA model. *Educational and Psychological Measurement*, 68, 78-96.
- Rupp, A. A., & Templin, J. L. (2008b). Unique characteristics of diagnostic classification models: A comprehensive review of the current state-of-the-art. *Measurement*, 6, 219-262.
- Rupp, A. A., & Mislevy, R. J. (2007). Cognitive psychology as it applies to diagnostic assessment. J. Leighton (Ed.), *Cognitive diagnostic assessment in education: Theory and practice*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Rupp, A. A., Templin, J. L., & Henson, R. A. (2010). *Diagnostic assessment: Theory, methods, and applications*. New York: Guilford Press.
- Smith, C. L., Solomon, G. E. A., & Carey, S. (2005). Never Getting to Zero: Elementary School Students' Understanding of the Infinite Divisibility of Number and Matter. *Cognitive Psychology*, 51, 101-140.
- Snow, R. E., & Lohman, D. F. (1993a). *Cognitive psychology, new test design, and new test theory: an introduction*. In N. Fredriksen, R. J. Mislevy, & I. Bejar (Eds.). *Test Theory for a new generation of tests* (pp.1-17). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Snow, R. E., & Lohman, D. F. (1993b). *Implications of cognitive psychology for Educational Measurement*. In R. Linn (Eds.). *Educational Measurement* (3rd edition, pp.263-331). New York: Mcmillan.
- Stacey, K., & MacGregor, M. (1978). Students' Understanding of Algebraic Notation: 11–15 *Educational Studies in Mathematics* 33: 1–19. 1997 Kluwer Academic Publishers. Printed in The Netherlands.

- Sternberg, R. J., & Ben-Zeev, T. (1996). *The nature of mathematical thinking*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum associates, Inc.
- 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* (s.453-488). Hillsdale, NJ; Erlbaum.
- 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. (1985). A probabilistic model for diagnosing misconceptions in the pattern classification approach. *Journal of Educational Statistics*, 12, 55–73.
- Tatsuoka, K. (1995). Architecture of knowledge structures and cognitive diagnosis: A statistical pattern recognition and classification approach. In P. D. Nichols, S. F.
- Tatsuoka, K. K., Corter, J., & Guerrero, A. (2003). *Manual of attribute-coding for general mathematics in TIMSS studies*. New York: Columbia University, Teachers College.
- Tatsuoka, K. K., Corter, J. E., & Tatsuoka, C. (2004). Patterns of diagnosed mathematical content and process skills in TIMSS-R across a sample of 20 countries. *American Educational Research Journal*, 41(4), 901-926.
- Templin, J. L., & Henson, R. A. (2006). Measurement of psychological disorders using cognitive diagnosis models. *Psychological Methods*, 11, 287 (305).
- Wellington, J. (2006). *Educational Research: Contemporary Issues and Practical Approaches*. London: Continuum.
- Wenmin, Z. (2006). *Detecting differential item functioning using the DINA model*. The University of North Carolina at Greensboro. Yayınlanmamış doktora tezi. Greensboro.
- Wiggins, G. (1998). *Educative assessment: Designing assessments to inform and improve student performance*. San Francisco: Jossey-Bass.
- von Davier, M. (2005). A general diagnostic model applied to language testing data. ETS: RR-05-16, *Educational Testing Service*, Princeton, NJ.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535(585).
- Yan, D., Almond, R. & Mislevy, R. (2004). A Comparison of Two Models for Cognitive Diagnosis, *Research Report, ETS*.
- Yetim, S. ve Alkan R. (2010). İlköğretim 7.sınıf öğrencilerinin rasyonel sayılar ve bu sayıların sayı doğrusundaki gösterimleri konusundaki yaygın yanlışları ve kavram yanlışlıları. *Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 11, 87-109.

EKLER DİZİNİ

EK 1. ETİK KOMİSYONU ONAY BİLDİRİMİ

Form: 40

Tez Çalışması Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu

20 / 12 / 2017

Hacettepe Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Başkanlığı'na

Tez Başlığı / Konusu: SEKİZİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN TIMSS 2015 MATEMATİK BAŞARILARININ BİLİŞSEL TANI MODELİ İLE İNCELENMESİ

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmam:

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

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

Gereğini saygılarımla arz ederim.


BURCU PARLAK
(Öğrencinin Adı Soyadı, İmzası)

Öğrenci Bilgileri

Adı Soyadı	BURCU PARLAK
Öğrenci No	N12147688
Anabilim Dalı	Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı
Programı	Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Bilim Dalı
Statüsü	<input type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütünleşik Dr.

Danışman Görüşü ve Onayı


Prof. Dr. Necla TURANLI
(İmza)
(Danışmanın İmzası, Adı ve Soyadı)

EK 2. ARAŞTIRMADA KULLANILAN MADDELERİN ÖZELLİKLERİ

Madde ID	Öğrenme Alanı	Alt Öğrenme Alanı	Bilişsel Düzey	Madde Türü
M042182	Sayılar	Kesirler, Ondalık Gösterimler ve Tam Sayılar	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M042081	Sayılar	Kesirler, Ondalık Gösterimler ve Tam Sayılar	Bilme	Açık Uçlu
M042049	Cebir	Cebirsel İfade ve İşlemler	Bilme	Çoktan Seçmeli
M042052	Sayılar	Oran, Orantı ve Yüzde	Bilme	Çoktan Seçmeli
M042076	Cebir	Cebirsel İfade ve İşlemler	Bilme	Çoktan Seçmeli
M042302A	Sayılar	Doğal Sayılar	Uygulama	Açık Uçlu
M042302B	Sayılar	Doğal Sayılar	Uygulama	Açık Uçlu
M042302C	Sayılar	Doğal Sayılar	Akıl Yürütme	Açık Uçlu
M042100	Cebir	Cebirsel İfade ve İşlemler	Bilme	Çoktan Seçmeli
M042202	Cebir	Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M042240	Cebir	Cebirsel İfade ve İşlemler	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M042093	Cebir	Cebirsel İfade ve İşlemler	Uygulama	Açık Uçlu
M042271	Geometri	Geometrik Şekiller	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M042268	Geometri	Geometrik Şekiller	Akıl Yürütme	Çoktan Seçmeli
M042159	Veri ve Olasılık	Veri Gösterimi	Uygulama	Açık Uçlu
M042164	Veri ve Olasılık	Veri Gösterimi	Akıl Yürütme	Açık Uçlu
M042167	Veri ve Olasılık	Veri Kümesi ve Özellikleri	Akıl Yürütme	Açık Uçlu
M062208	Sayılar	Doğal Sayılar	Bilme	Açık Uçlu
M062208A	Sayılar	Doğal Sayılar	Bilme	Çoktan Seçmeli
M062208B	Sayılar	Doğal Sayılar	Bilme	Çoktan Seçmeli
M062208C	Sayılar	Doğal Sayılar	Bilme	Çoktan Seçmeli
M062208D	Sayılar	Doğal Sayılar	Bilme	Çoktan Seçmeli
M062153	Sayılar	Kesirler, Ondalık Gösterimler ve Tam Sayılar	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M062111A	Sayılar	Oran, Orantı ve Yüzde	Uygulama	Açık Uçlu
M062111B	Sayılar	Oran, Orantı ve Yüzde	Uygulama	Açık Uçlu
M062237	Cebir	Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler	Uygulama	Açık Uçlu
M062314	Cebir	İkinci Derece Fonksiyonlar	Bilme	Açık Uçlu
M062074	Cebir	İkinci Derece Fonksiyonlar	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M062183	Geometri	Dönüşüm Geometrisi	Uygulama	Açık Uçlu
M062202	Geometri	Geometrik Şekiller	Akıl Yürütme	Çoktan Seçmeli
M062246	Geometri	Ölçme	Akıl Yürütme	Çoktan Seçmeli
M062286	Geometri	Ölçme	Uygulama	Açık Uçlu
M062325	Veri ve Olasılık	Veri Kümesi ve Özellikleri	Bilme	Çoktan Seçmeli
M062106	Veri ve Olasılık	Olasılık	Bilme	Çoktan Seçmeli
M062124	Veri ve Olasılık	Olasılık	Bilme	Çoktan Seçmeli
M042183	Sayılar	Kesirler, Ondalık Gösterimler ve Tam Sayılar	Bilme	Çoktan Seçmeli
M042060	Sayılar	Oran, Orantı ve Yüzde	Bilme	Çoktan Seçmeli
M042019	Sayılar	Doğal Sayılar	Bilme	Açık Uçlu
M042023	Sayılar	Kesirler, Ondalık Gösterimler ve Tam Sayılar	Uygulama	Açık Uçlu
M042197	Cebir	İkinci Derece Fonksiyonlar	Akıl Yürütme	Açık Uçlu
M042234	Cebir	Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler	Bilme	Çoktan Seçmeli
M042066	Cebir	İkinci Derece Fonksiyonlar	Akıl Yürütme	Açık Uçlu
M042243	Cebir	Cebirsel İfade ve İşlemler	Bilme	Çoktan Seçmeli
M042248	Cebir	Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler	Bilme	Açık Uçlu
M042229A	Cebir	Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler	Uygulama	Açık Uçlu
M042229B	Cebir	Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler	Bilgi	Açık Uçlu
M042229Z	Cebir	Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler	Uygulama	Açık Uçlu
M042080A	Cebir	Cebirsel İfade ve İşlemler	Bilme	Açık Uçlu
M042080B	Cebir	Cebirsel İfade ve İşlemler	Bilme	Açık Uçlu
M042120	Geometri	Geometrik Şekiller	Bilme	Çoktan Seçmeli
M042203	Geometri	Geometrik Şekiller	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M042264	Geometri	Geometrik Şekiller	Akıl Yürütme	Açık Uçlu
M042255	Veri ve Olasılık	Veri Gösterimi	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M042224	Veri ve Olasılık	Veri Gösterimi	Bilme	Açık Uçlu
M052017	Sayılar	Doğal Sayılar	Bilme	Çoktan Seçmeli
M052217	Sayılar	Oran, Orantı ve Yüzde	Akıl Yürütme	Açık Uçlu
M052021	Sayılar	Doğal Sayılar	Akıl Yürütme	Açık Uçlu
M052095	Sayılar	Kesirler, Ondalık Gösterimler ve Tam Sayılar	Bilme	Açık Uçlu
M052094	Sayılar	Kesirler, Ondalık Gösterimler ve Tam Sayılar	Akıl Yürütme	Açık Uçlu
M052131	Cebir	Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M052090	Cebir	Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M052121A	Cebir	İkinci Derece Fonksiyonlar	Akıl Yürütme	Çoktan Seçmeli
M052121B	Cebir	İkinci Derece Fonksiyonlar	Akıl Yürütme	Açık Uçlu
M052042	Geometri	Geometrik Şekiller	Uygulama	Açık Uçlu
M052047	Geometri	Geometrik Şekiller	Uygulama	Açık Uçlu
M052044	Geometri	Dönüşüm Geometrisi	Akıl Yürütme	Çoktan Seçmeli
M052422A	Veri ve Olasılık	Olasılık	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M052422B	Veri ve Olasılık	Olasılık	Uygulama	Çoktan Seçmeli
M052505	Veri ve Olasılık	Veri Gösterimi	Bilme	Çoktan Seçmeli

EK 3. TIMSS 2015 UYGULAMASINA AİT YAYINLANAN ÖRNEK MADDELER

1.

Aşağıdakilerden hangisi $\frac{3}{4}$ 'e en yakın değerdir?

- (A) 0,34
- (B) 0,43
- (C) 0,74
- (D) 0,79

2.

Can'ın evinde aşağıdaki gibi üst üste konulmuş tabureler bulunmaktadır.



Her bir taburenin yüksekliği 49 cm'dir.

2 tabure üst üste konulduğunda yükseklikleri 55 cm olmaktadır.

Buna göre 6 tane tabure üst üste konulduğunda en üstte bulunan taburenin yerden yüksekliği ne kadar olur?

- (A) 79 cm
- (B) 85 cm
- (C) 110 cm
- (D) 165 cm

3.

$\frac{2}{3}x + 1$ bir tam sayıdır.

Buna göre x ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi kesinlikle doğrudur?

- (A) x bir tek sayıdır
- (B) x bir çift sayıdır
- (C) x , 3'ten büyük bir sayıdır
- (D) x , 3 ile bölünebilen bir sayıdır

4.

Aşağıdaki her bir ifadenin doğru olması için kutulara $<$, $>$ ya da $=$ sembollerinden uygun olanını yerleştiriniz.

0,35 0,350

0,35 0,4

0,35 0,305

0,35 0,035

5.

Elinizde 2 yumurta ve 0,3 litre süt ile yapılan bir kek tarifi bulunmaktadır. Sizin 5 yumurtanız var ve yapabileceğiniz en büyük keki yapmak istiyorsunuz. Yapılabilecek en büyük keki hazırlamak için kaç litre süte ihtiyacınız vardır?

Yanıt: _____ litre

6.

$$\frac{a^2}{2} - 6a + 36$$

ifadesinin $a = 3$ için değeri kaçtır?

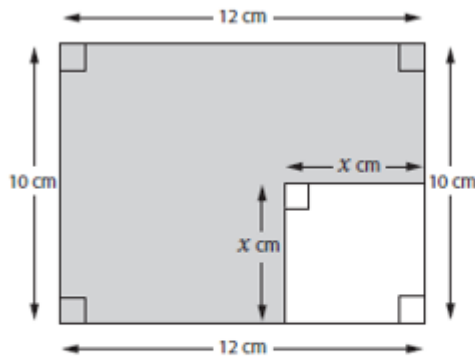
(A) 58,5

(B) 27

(C) 22,5

(D) 21

7.



Yukarıdaki şeklin **taralı** bölgesinin alanını x cinsinden yazınız.

Yanıt: _____ cm^2

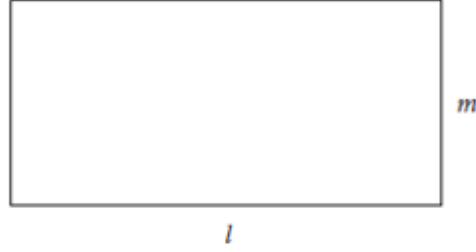
8.

$$y = \sqrt{x-9}$$

Yukarıdaki ifadede $x = 25$ iken y 'nin değeri kaçtır?

- (A) 3
- (B) 4
- (C) 8
- (D) 16

9.



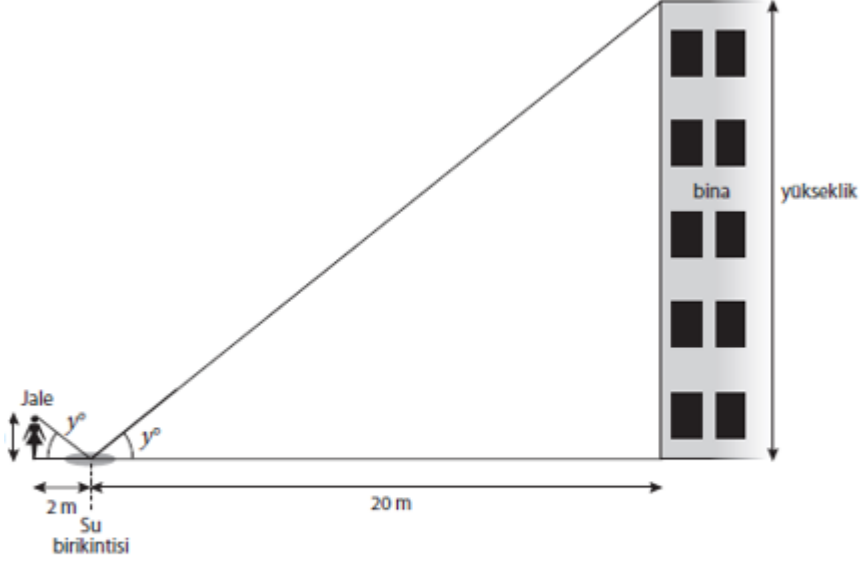
Yukarıdaki şekil uzun kenarı l , kısa kenarı m olan bir dikdörtgendir.

Eğer bu dikdörtgenin uzun kenarı iki katına çıkarılır ve kısa kenarı aynı kalırsa, yeni dikdörtgenin alanını (A) aşağıdaki formüllerden hangisi verir?

- (A) $A = 2l + 2m$
- (B) $A = 2l + 4m$
- (C) $A = 2lm$
- (D) $A = 4lm$

10.

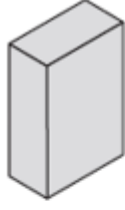
Jale bir su birikintisinin yanında duruyor. Bu su birikintisinde karşıdaki binanın tepe noktasının yansımasını görebiliyor. Jale'nin görüş çizgisi su birikintisi ile y° 'lik açı yapıyor ve su birikintisinden aynı açı ile yansıyor.



Uzaklıklar ve yükseklik yukarıdaki resimde gösteriliyor. Buna göre binanın yüksekliği ne kadardır?

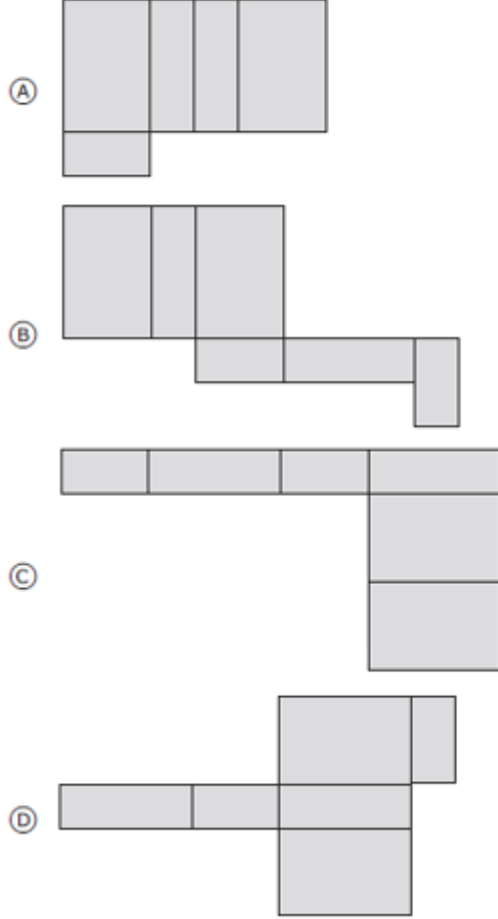
Yanıt: _____ m

11.

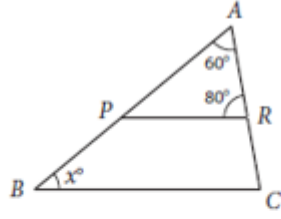


Yukarıda dikdörtgenler prizması şeklinde bir kutu verilmiştir.

Aşağıdaki şekillerden hangisi katlandığında yukarıdaki kutu elde edilir?



12.

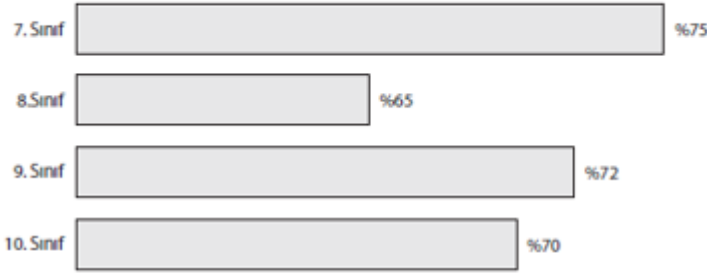


PR ve BC kenarları birbirine paraleldir.
Şekilde verilenlere göre x'in değeri nedir?

Yanıt: _____

13.

Okul Spor Araştırması — 7-10. Sınıflar
Futbolu en sevdiği spor olarak seçen öğrencilerin yüzdesi:



Batu'nun okulunda 7. sınıftan 10. sınıfa kadarki öğrencilere en sevdikleri spor sorulmuştur. Her bir sınıf seviyesinde 100 öğrenci bulunmaktadır. Yukarıdaki grafik, futbolu seçen öğrencilere ait sonuçları göstermektedir.

Batu, 7. ve 8. sınıflara ait sonuçları karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda 7. sınıftaki futbolu seçen öğrenci sayısının 8. sınıftaki futbolu seçen öğrenci sayısının iki katı kadar olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Grafik, Batu'nun bu hatayı yapmasına nasıl yol açmıştır, açıklayınız.

14.

Öğrencilerin Sevdği Televizyon Programları



Grafik, 240 öğrencinin en çok sevdiklerini söyledikleri televizyon program türlerini göstermektedir.

Aşağıdakilerden hangisi Tarih programlarını sevdiğini söyleyen öğrencilerin sayısıdır?

- (A) 20
- (B) 30
- (C) 40
- (D) 60

15.

Veri açıklığı en küçük VE ortalaması en büyük olan sayı listesi hangi seçenekte verilmiştir?

- (A) 6 8 12 23 46
- (B) 6 8 12 28 46
- (C) 6 8 12 23 51
- (D) 6 8 12 18 51

EK 4. ARAŞTIRMADA KULLANILAN MADDELERİN MTK PARAMETRELERİ

Madde ID	Ayır edicilik (a)	Güçlük (b)	Tahmin(c)
M042182	1,660 (0,105)	0,280 (0,035)	0,375 (0,015)
M042081	0,912 (0,030)	0,676 (0,026)	
M042049	1,177 (0,073)	0,108 (0,049)	0,308 (0,020)
M042052	1,809 (0,080)	-0,043 (0,023)	0,134 (0,013)
M042076	1,202 (0,071)	0,515 (0,036)	0,207 (0,015)
M042302A	0,951 (0,022)	0,381 (0,015)	
M042302B	0,937 (0,020)	0,477 (0,015)	
M042302C	0,527 (0,015)	1,639 (0,042)	
M042100	1,391 (0,079)	0,183 (0,037)	0,270 (0,017)
M042202	1,599 (0,095)	0,479 (0,030)	0,274 (0,013)
M042240	1,408 (0,066)	0,169 (0,028)	0,137 (0,014)
M042093	1,743 (0,062)	1,112 (0,020)	
M042271	1,143 (0,057)	0,256 (0,034)	0,122 (0,015)
M042268	1,530 (0,095)	1,037 (0,027)	0,151 (0,009)
M042159	0,474 (0,021)	-0,834 (0,049)	
M042164	1,393 (0,043)	0,507 (0,018)	
M042167	1,371 (0,045)	0,803 (0,020)	
M062208	1,027 (0,043)	-0,102 (0,029)	
M062153	0,927 (0,090)	0,551 (0,075)	0,209 (0,029)
M062111A	1,376 (0,056)	0,164 (0,023)	
M062111B	1,676 (0,072)	0,646 (0,022)	
M062237	1,731 (0,084)	1,050 (0,027)	
M062314	1,127 (0,056)	1,166 (0,039)	
M062074	1,112 (0,145)	1,248 (0,067)	0,295 (0,019)
M062183	0,955 (0,042)	0,259 (0,031)	
M062202	1,135 (0,087)	-0,035 (0,068)	0,189 (0,033)
M062246	2,166 (0,197)	1,105 (0,031)	0,172 (0,011)
M062286	1,083 (0,043)	1,354 (0,030)	
M062325	0,887 (0,134)	1,062 (0,097)	0,378 (0,028)
M062106	0,504 (0,051)	1,101 (0,101)	0,250 (0,000)
M062124	1,444 (0,104)	0,607 (0,037)	0,122 (0,016)
M042183	0,681 (0,044)	-0,105 (0,091)	0,143 (0,034)
M042060	1,333 (0,066)	0,112 (0,033)	0,169 (0,016)
M042019	0,765 (0,026)	0,488 (0,028)	
M042023	1,286 (0,038)	0,490 (0,019)	
M042197	1,084 (0,036)	0,928 (0,026)	
M042234	1,470 (0,074)	0,300 (0,029)	0,176 (0,014)
M042066	0,683 (0,024)	0,253 (0,029)	
M042243	1,926 (0,084)	0,358 (0,019)	0,095 (0,009)
M042248	1,508 (0,046)	0,682 (0,018)	
M042229Z	1,187 (0,028)	0,759 (0,014)	
M042080A	0,752 (0,026)	0,499 (0,028)	
M042080B	1,313 (0,048)	1,313 (0,028)	
M042120	1,075 (0,067)	0,023 (0,058)	0,295 (0,023)
M042203	1,512 (0,072)	0,123 (0,028)	0,154 (0,014)
M042264	0,837 (0,032)	1,281 (0,039)	
M042255	0,657 (0,041)	-0,367 (0,101)	0,134 (0,038)
M042224	0,915 (0,029)	-0,075 (0,023)	
M052017	1,238 (0,065)	0,126 (0,038)	0,187 (0,017)
M052217	1,368 (0,043)	0,777 (0,020)	
M052021	1,025 (0,023)	0,627 (0,015)	
M052095	1,636 (0,048)	0,442 (0,016)	
M052094	1,189 (0,041)	1,126 (0,027)	
M052131	1,256 (0,084)	0,829 (0,036)	0,241 (0,013)
M052090	1,276 (0,086)	0,881 (0,036)	0,227 (0,013)
M052121A	1,045 (0,052)	0,260 (0,036)	0,098 (0,016)
M052121B	1,890 (0,079)	1,472 (0,025)	
M052042	0,910 (0,029)	0,533 (0,025)	
M052047	1,136 (0,034)	0,342 (0,020)	
M052044	1,636 (0,151)	1,157 (0,039)	0,398 (0,011)
M052422A	0,825 (0,063)	0,054 (0,090)	0,318 (0,031)
M052422B	0,705 (0,048)	0,266 (0,076)	0,143 (0,028)
M052505	1,165 (0,065)	-0,831 (0,069)	0,242 (0,037)

EK 5. BİRİNCİ KİTAPÇIĞA AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI

----- Ox at 18:44:14 on 13-Oct-2017 -----
Ox Console version 7.01 (Windows/U) (C) J.A. Doornik, 1994-2013
This version may be used for academic research and teaching only

The use of this code is limited to
educational and noncommercial research purposes only.
(Last Updated: November 2011)

***** DINA MODEL OUTPUT *****

Iteration	Max. Change
010	0.009192
020	0.002865

Number of iterations: 27
Maximum Difference: 0.000795849
Elapsed Time: 1:45.67

**** Test-Level Fit Statistics ****

-2LL	5786.2178
AIC	14116.2178
BIC	27460.9057

**** Item-Level Fit Statistics ****

	Prop	Z(Corr)	Log(OR)
Mean Abs. Dev.	0.0058	0.0681	0.2176
Max. Abs. Dev.	0.0175	0.3476	0.1227
SE(Max Abs Dev)	0.0362	0.0747	2.3325

Parameter Estimates:

Item	Guess	SE(Guess)	Slip	SE(Slip)
001	0.4079	0.0444	0.1168	0.0429
002	0.0476	0.0192	0.4316	0.0666
003	0.4262	0.0464	0.0901	0.0351
004	0.1979	0.0443	0.0317	0.0213
005	0.2539	0.0459	0.2744	0.0508
006	0.0245	0.0140	0.4654	0.0648
007	0.0909	0.0261	0.3336	0.0613
008	0.0246	0.0140	0.7996	0.0518
009	0.3314	0.0439	0.0177	0.0175
010	0.0610	0.0373	0.1464	0.0413
011	0.4105	0.0446	0.0501	0.0282
012	0.0154	0.0108	0.5766	0.0689
013	0.1865	0.0411	0.2366	0.0509
014	0.2516	0.0384	0.0818	0.0406
015	0.5633	0.0503	0.2044	0.0446
016	0.0117	0.0241	0.0001	0.0441
017	0.3029	0.0398	0.0646	0.0439
018	0.8526	0.0364	0.0000	0.1070
019	0.3789	0.0498	0.0231	0.0161
020	0.5052	0.0513	0.0116	0.0115
021	0.6148	0.0473	0.7884	0.0115
022	0.0000	0.1001	0.0347	0.0197
023	0.3495	0.0445	0.0697	0.0327
024	0.1574	0.0329	0.1973	0.0535
025	0.0707	0.0235	0.1223	0.0447
026	0.0249	0.0142	0.2265	0.0564
027	0.0000	0.0817	0.3820	0.1108
028	0.2861	0.0386	0.3594	0.0942
029	0.0000	0.0359	0.0000	0.0645
030	0.4671	0.0514	0.0550	0.0268
031	0.1016	0.0302	0.1612	0.0510

032	0.0253	0.0156	0.6701	0.0620
033	0.4308	0.0451	0.0453	0.0381
034	0.2772	0.0419	0.1945	0.0497
035	0.1533	0.0341	0.0195	0.0221

Estimates of Attribute Prevalence:

1	0.4782
2	0.5469
3	0.4634
4	0.5417
5	0.5676
6	0.4850
7	0.4484
8	0.6080
9	0.3517
10	0.5607
11	0.4611
12	0.6275

EK 6. BEŞİNCİ KİTAPÇIĞA AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI

----- Ox at 19:15:34 on 10-Oct-2017 -----
Ox Console version 7.01 (Windows/U) (C) J.A. Doornik, 1994-2013
This version may be used for academic research and teaching only

The use of this code is limited to
educational and noncommercial research purposes only.
(Last Updated: November 2011)

***** DINA MODEL OUTPUT *****

Iteration	Max. Change
010	0.012550
020	0.001833
030	0.002837
040	0.000815

Number of iterations: 40
Maximum Difference: 0.000815357
Elapsed Time: 2:44.75

**** Test-Level Fit Statistics ****

-2LL	6650.1502
AIC	14976.1502
BIC	28890.2877

**** Item-Level Fit Statistics ****

	Prop	Z(Corr)	Log(OR)
Mean Abs. Dev.	0.0057	0.0806	0.1206
Max. Abs. Dev.	0.0335	0.7022	1.1312
SE(Max Abs Dev)	0.0344	0.0697	1.0066

Parameter Estimates:

Item	Guess	SE(Guess)	Slip	SE(Slip)
001	0.2919	0.0398	0.3184	0.0538
002	0.0649	0.0335	0.0192	0.0156
003	0.0998	0.0449	0.2513	0.0400
004	0.0574	0.0249	0.2618	0.0439
005	0.0781	0.0281	0.4091	0.0478
006	0.2577	0.0375	0.1771	0.0464
007	0.4211	0.0510	0.0000	0.0966
008	0.2216	0.0363	0.0432	0.0244
009	0.0859	0.0251	0.1073	0.0359
010	0.0389	0.0177	0.0139	0.0138
011	0.0000	0.0631	0.1295	0.0406
012	0.0000	0.0844	0.1197	0.0406
013	0.3042	0.0447	0.4227	0.0534
014	0.0000	0.0413	0.7529	0.0475
015	0.0000	0.0728	0.0227	0.0158
016	0.3876	0.0438	0.0157	0.0151
017	0.2370	0.0401	0.2538	0.0463
018	0.5177	0.0493	0.0666	0.0260
019	0.1868	0.0455	0.2666	0.0409
020	0.3961	0.0430	0.1284	0.0379
021	0.0514	0.0193	0.4223	0.0578
022	0.0152	0.0108	0.3610	0.0549
023	0.0000	0.0885	0.2219	0.0426
024	0.0533	0.0196	0.4792	0.0584
025	0.3137	0.0402	0.2283	0.0499
026	0.3144	0.0402	0.3666	0.0571
027	0.2420	0.0412	0.0788	0.0286
028	0.0000	0.0901	0.6780	0.0513
029	0.2608	0.0462	0.0000	0.0946

030	0.1905	0.0393	0.1644	0.0390
031	0.2769	0.0446	0.0000	0.0793
032	0.5252	0.0518	0.0126	0.0124
033	0.2328	0.0459	0.1936	0.0411
034	0.3705	0.0579	0.0000	0.0569

Estimates of Attribute Prevalence:

1	0.6353
2	0.4917
3	0.5559
4	0.5924
5	0.4454
6	0.6066
7	0.6267
8	0.6215
9	0.6797
10	0.5187
11	0.6125
12	0.5200

EK 7. BİRİNCİ KİTAPÇIK ÇOKTAN SEÇMELİ MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI

----- Ox at 20:38:42 on 15-Oct-2017 -----

Ox Console version 7.01 (Windows/U) (C) J.A. Doornik, 1994-2013
This version may be used for academic research and teaching only

The use of this code is limited to
educational and noncommercial research purposes only.
(Last Updated: November 2011)

***** DINA MODEL OUTPUT *****

Iteration	Max. Change
010	0.018330
020	0.004784
030	0.003647
040	0.003021
050	0.002605
060	0.002287
070	0.002062
080	0.001891
090	0.001743
100	0.001609
110	0.001479
120	0.001348
130	0.001209
140	0.001062

Number of iterations: 145
Maximum Difference: 0.000986438
Elapsed Time: 1:36.92

***** Test-Level Fit Statistics *****

-2LL	8280.0969
AIC	10406.0969
BIC	14557.4966

***** Item-Level Fit Statistics *****

	Prop	Z(Corr)	Log(OR)
Mean Abs. Dev.	0.0101	0.0459	0.2115
Max. Abs. Dev.	0.0531	0.1604	0.7453
SE(Max Abs Dev)	0.0254	0.0524	0.2290

Parameter Estimates:

Item	Guess	SE(Guess)	Slip	SE(Slip)
001	0.3953	0.0314	0.0000	0.0606
002	0.4857	0.0317	0.0653	0.0253
003	0.2201	0.0309	0.0080	0.0095
004	0.1954	0.0281	0.3029	0.0412
005	0.3379	0.0305	0.0280	0.0192
006	0.0001	0.0620	0.2973	0.0421
007	0.3003	0.0288	0.0257	0.0174
008	0.2176	0.0284	0.2159	0.0411
009	0.1991	0.0246	0.1299	0.0417
010	0.7903	0.0271	0.0000	0.0680
011	0.3829	0.0326	0.0211	0.0141
012	0.5720	0.0329	0.0000	0.0112
013	0.6110	0.0326	0.7833	0.0103

014	0.3972	0.0309	0.1065	0.0303
015	0.2838	0.0268	0.0426	0.2082
016	0.4153	0.0330	0.0864	0.0288
017	0.1342	0.0221	0.2658	0.0512
018	0.4402	0.0303	0.0000	0.0705
019	0.3102	0.0293	0.2410	0.0443
020	0.1734	0.0248	0.0404	0.0271

Estimates of Attribute Prevalence:

1	0.3634
2	0.5242
3	0.3926
4	0.4829
5	0.6281
6	0.4115
7	0.3422
8	0.5866
9	0.4861
10	0.5960

EK 8. BİRİNCİ KİTAPÇIK AÇIK UÇLU MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI

----- Ox at 17:28:38 on 14-Oct-2017 -----
 Ox Console version 7.01 (Windows/U) (C) J.A. Doornik, 1994-2013
 This version may be used for academic research and teaching only

The use of this code is limited to
 educational and noncommercial research purposes only.
 (Last Updated: November 2011)

***** DINA MODEL OUTPUT *****

Iteration	Max. Change
010	0.014303
020	0.008144
030	0.003798

Number of iterations: 36
 Maximum Difference: 0.000879567
 Elapsed Time: 22.49

***** Test-Level Fit Statistics *****

-2LL	2308.8058
AIC	6462.8058
BIC	13239.4133

***** Item-Level Fit Statistics *****

	Prop	Z(Corr)	Log(OR)
Mean Abs. Dev.	0.0062	0.0770	0.4935
Max. Abs. Dev.	0.0181	0.3019	2.6171
SE(Max Abs Dev)	0.0358	0.0725	0.5028

Parameter Estimates:

Item	Guess	SE(Guess)	Slip	SE(Slip)
001	0.0438	0.0199	0.4801	0.0614
002	0.0000	0.0254	0.4788	0.0627
003	0.0429	0.0198	0.3241	0.0581
004	0.0295	0.0158	0.8213	0.0467
005	0.0000	0.0153	0.6179	0.0644
006	0.5637	0.0485	0.1877	0.0438
007	0.0364	0.0344	0.0024	0.0453
008	0.2263	0.0381	0.0000	0.0968
009	0.0034	0.0543	0.1576	0.0428
010	0.1107	0.0308	0.2276	0.0524
011	0.0111	0.0237	0.0000	0.0803
012	0.0268	0.0153	0.3059	0.0592
013	0.0000	0.0787	0.0016	0.2240
014	0.0002	0.0404	0.0000	0.0919
015	0.0000	0.0155	0.0019	0.1725

Estimates of Attribute Prevalence:

1	0.5461
2	0.5360
3	0.5410
4	0.5747
5	0.6510
6	0.4247
7	0.4198
8	0.4198
9	0.3626
10	0.6201
11	0.4419

EK 9. BEŞİNCİ KİTAPÇIK ÇOKTAN SEÇMELİ MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI

----- Ox at 19:21:23 on 10-Oct-2017 -----

Ox Console version 7.01 (Windows/U) (C) J.A. Doornik, 1994-2013
This version may be used for academic research and teaching only

The use of this code is limited to
educational and noncommercial research purposes only.
(Last Updated: November 2011)

***** DINA MODEL OUTPUT *****

Iteration	Max. Change
010	0.009681
020	0.005073
030	0.001779
040	0.002018
050	0.002040
060	0.001434
070	0.001405

Number of iterations: 78
Maximum Difference: 0.00099408
Elapsed Time: 4:10.12

**** Test-Level Fit Statistics ****

-2LL	6752.2013
AIC	15002.2013
BIC	31373.1199

**** Item-Level Fit Statistics ****

	Prop	Z(Corr)	Log(OR)
Mean Abs. Dev.	0.0141	0.0547	0.2390
Max. Abs. Dev.	0.0432	0.1793	0.9017
SE(Max Abs Dev)	0.0253	0.0508	0.2614

Parameter Estimates:

Item	Guess	SE(Guess)	Slip	SE(Slip)
001	0.0004	0.0370	0.1733	0.0419
002	0.0000	0.0224	0.0000	0.0225
003	0.2437	0.0254	0.1888	0.0462
004	0.1547	0.0238	0.0001	0.0252
005	0.0000	0.0514	0.1263	0.0282
006	0.2872	0.0326	0.0000	0.0289
007	0.5459	0.0339	0.1434	0.0272
008	0.0000	0.0520	0.1783	0.0328
009	0.3045	0.0281	0.3753	0.0474
010	0.2441	0.0263	0.3264	0.0461
011	0.0864	0.0286	0.0000	0.0372
012	0.2784	0.0317	0.0000	0.0765
013	0.4510	0.0366	0.0326	0.0166
014	0.2335	0.0319	0.2280	0.0351
015	0.1498	0.0595	0.0000	0.0405

Estimates of Attribute Prevalence:

1	0.7455
2	0.6007
3	0.4936
4	0.6536
5	0.7446
6	0.4227
7	0.6351
8	0.6296
9	0.7083
10	0.4074
11	0.6966
12	0.4684

EK 10. BEŞİNCİ KİTAPÇIK AÇIK UÇLU MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI

----- Ox at 13:46:26 on 11-Oct-2017 -----

Ox Console version 7.01 (Windows/U) (C) J.A. Doornik, 1994-2013
This version may be used for academic research and teaching only

The use of this code is limited to
educational and noncommercial research purposes only.
(Last Updated: November 2011)

***** DINA MODEL OUTPUT *****

Iteration Max. Change
010 0.004309

Number of iterations: 19
Maximum Difference: 0.000891554
Elapsed Time: 13.11

**** Test-Level Fit Statistics ****

-2LL 3615.6642
AIC 5737.6642
BIC 9343.1148

**** Item-Level Fit Statistics ****

	Prop	Z(Corr)	Log(OR)
Mean Abs. Dev.	0.0061	0.0707	0.2390
Max. Abs. Dev.	0.0266	0.3198	2.7468
SE(Max Abs Dev)	0.0336	0.0677	1.7190

Parameter Estimates:

Item	Guess	SE(Guess)	Slip	SE(Slip)
001	0.1469	0.0472	0.2411	0.0409
002	0.0943	0.0289	0.1990	0.0437
003	0.0862	0.0285	0.3724	0.0488
004	0.4910	0.0488	0.0000	0.0870
005	0.1232	0.0287	0.0590	0.0286
006	0.0786	0.0232	0.0000	0.1162
007	0.0002	0.0108	0.0000	0.0465
008	0.0000	0.0798	0.0000	0.1250
009	0.3059	0.0427	0.4225	0.0538
010	0.0001	0.0187	0.7434	0.0478
011	0.1053	0.0342	0.0003	0.0599
012	0.0063	0.0733	0.0041	0.0572
013	0.0764	0.0218	0.3768	0.0618
014	0.0000	0.0291	0.3439	0.0550
015	0.0287	0.0197	0.1631	0.0424
016	0.0880	0.0230	0.4645	0.0631
017	0.0144	0.0101	0.6621	0.0536
018	0.2524	0.0457	0.0000	0.0491
019	0.2444	0.0390	0.1633	0.0407

Estimates of Attribute Prevalence:

1	0.5944
2	0.4243
3	0.6141
4	0.6800
5	0.4224
6	0.6252
7	0.5828
8	0.6199
9	0.5941
10	0.5287

EK 11. CEBİR ÖĞRENME ALANI İLE İLGİLİ MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI

----- Ox at 14:53:30 on 11-Oct-2017 -----

Ox Console version 7.01 (Windows/U) (C) J.A. Doornik, 1994-2013
This version may be used for academic research and teaching only

The use of this code is limited to
educational and noncommercial research purposes only.
(Last Updated: November 2011)

***** DINA MODEL OUTPUT *****

Iteration Max. Change
010 0.001510

Number of iterations: 14
Maximum Difference: 0.000983454
Elapsed Time: 2.28

**** Test-Level Fit Statistics ****

-2LL 2951.6881
AIC 3517.6881
BIC 4494.3320

**** Item-Level Fit Statistics ****

	Prop	Z(Corr)	Log(OR)
Mean Abs. Dev.	0.0103	0.0564	1.6591
Max. Abs. Dev.	0.0268	0.2623	1.2438
SE(Max Abs Dev)	0.0319	0.0659	0.8371

Parameter Estimates:

Item	Guess	SE(Guess)	Slip	SE(Slip)
001	0.1003	0.0324	0.3742	0.0530
002	0.1942	0.0335	0.0006	0.0674
003	0.5351	0.0481	0.0000	0.0940
004	0.1976	0.0339	0.0505	0.0267
005	0.0779	0.0253	0.0004	0.0537
006	0.1243	0.0254	0.0000	0.1250
007	0.0287	0.0138	0.0000	0.1245
008	0.0000	0.0672	0.0000	0.1252
009	0.2688	0.0443	0.4190	0.0531
010	0.0020	0.0158	0.7591	0.0450
011	0.3114	0.0385	0.2535	0.0494
012	0.2891	0.0378	0.3331	0.0530
013	0.2706	0.0404	0.0544	0.0280
014	0.0407	0.0151	0.6260	0.0620

Estimates of Attribute Prevalence:

1	0.6107
2	0.4575
3	0.6074

EK 12. SAYILAR ÖĞRENME ALANI İLE İLGİLİ MADDELERE AİT DINA MODEL ÇIKTI DOSYASI

----- Ox at 00:20:13 on 25-Sep-2017 -----

Ox Console version 7.01 (Windows/U) (C) J.A. Doornik, 1994-2013
This version may be used for academic research and teaching only

The use of this code is limited to
educational and noncommercial research purposes only.
(Last Updated: November 2011)

***** DINA MODEL OUTPUT *****

Iteration	Max. Change
010	0.004483
020	0.001901
030	0.001170

Number of iterations: 34
Maximum Difference: 0.000962814
Elapsed Time: 0.51

**** Test-Level Fit Statistics ****

-2LL	2882.1450
AIC	2936.1450
BIC	3035.3247

**** Item-Level Fit Statistics ****

	Prop	Z(Corr)	Log(OR)
Mean Abs. Dev.	0.0072	0.0442	1.0247
Max. Abs. Dev.	0.0148	0.1491	1.3483
SE(Max Abs Dev)	0.0226	0.0589	0.7535

Parameter Estimates:

Item	Guess	SE(Guess)	Slip	SE(Slip)
001	0.3974	0.0374	0.1611	0.0407
002	0.0543	0.0184	0.4485	0.0514
003	0.2403	0.0374	0.0212	0.0186
004	0.0725	0.0310	0.4232	0.0076
005	0.0822	0.0433	0.3761	0.0204
006	0.5720	0.0433	0.7151	0.0166
007	0.8208	0.0431	0.0001	0.0217
008	0.3713	0.0387	0.0495	0.0303
009	0.5786	0.0289	0.0223	0.0404
010	0.6258	0.0243	0.8128	0.0470
011	0.0008	0.0431	0.0321	0.0217
012	0.3713	0.0387	0.0795	0.0303
013	0.1486	0.0289	0.1403	0.0404
014	0.0958	0.0243	0.2268	0.0470

Estimates of Attribute Prevalence:

1	0.4728
2	0.3802
3	0.4465