

# DINA Modele Göre Testin Psikometrik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bireysel Dönüt Verilmesi: TIMSS 2015

Mahmut Sami KOYUNCU<sup>1</sup>

Ayşenur ERDEMİR<sup>2</sup> Sinem ŞENFERAH<sup>3</sup>

## Öz

Çalışmanın amacı, testin psikometrik özelliklerinin belirlenmesinde ve öğrencilere bireysel dönüt verilmesinde DINA modelin nasıl kullanılacağını göstermektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada TIMSS 2015 Türkiye örnekleminde yer alan 8. sınıf Matematik testinin kitapçık-1'deki çoktan seçmeli madde yanıtları kullanılmıştır. Kitapçık-1'i alan 435 öğrenci vardır. DINA model parametreleri R Studio yazılımı kullanılarak kestirilmiş ve KTK ve MTK parametreleri ile karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır. Ayrıca, bireyselleştirilmiş geribildirim için hazırlanan tanılayıcı profil rapor örneği verilmiştir. Çalışma sonucunda, DINA modelin iyi düzeyde uyum gösterdiği belirlenmiştir (SRMSR, MADcor, MADQ3, MADaQ3 ve RMSEA < 0.05). DINA modele göre incelenen madde parametrelerinin KTK ve MTK parametreleri ile benzer olduğu bulunmuştur. DINA, KTK ve MTK ile elde edilen güvenilirlik değerleri sırasıyla (Pc)= 0.913, KR-20=0.80 ve marjinal güvenilirlik=0.70 şeklindedir. DINA modele göre elde edilen güvenilirlik değeri KTK ve MTK'den daha büyüktür. Bu sonuçlar doğrultusunda testin psikometrik özelliklerinin belirlenmesinde DINA modelin kullanılacağı önerilmektedir. Ayrıca KTK ve MTK'den farklı olarak ayrıntılı bireyselleştirilmiş geribildirim için BTM çerçevesinin kullanılması önerilmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Bireyselleştirilmiş Geribildirim, DINA, Güvenirlik, TIMSS 2015

## Abstract

The aim of the study is to show how to use DINA model in defining psychometric characteristics of a test and giving students individualized feedback. The data of the study is taken from multiple-choice items in booklet-1 of eighth graders' mathematics test of TIMSS 2015 Turkey sample. 435 students took booklet-1. The parameters of DINA model were estimated via R Studio and interpreted by comparing with CTT and IRT parameters. Additionally, diagnostic profile report example for individualized feedback was constructed. The result of the study shows that DINA model has a good fit (SRMSR, MADcor, MADQ3, MADaQ3, and RMSEA < 0.05). The parameters of DINA model are similar to those of CTT and IRT. The reliability values of DINA, CTT and IRT are (Pc)=0.913, KR-20=0.80 and marginal reliability=0.70, respectively. Thus, reliability of DINA model is bigger than the others' values. As a result, it is suggested that DINA model can be used to report psychometric characteristics of a test. In addition, it can be used to give detailed individualized feedback to students, which is different from CTT and IRT.

**Keywords:** Individualized feedback, DINA, reliability, TIMMS 2015

<sup>1</sup> Mahmut Sami KOYUNCU, Arş. Gör., Gazi Üniversitesi, ms\_koyuncu@hotmail.com

<sup>2</sup> Ayşenur ERDEMİR, Arş. Gör., Gazi Üniversitesi, erdemiraysenur@gmail.com

<sup>3</sup> Sinem ŞENFERAH, Arş. Gör., Kastamonu Üniversitesi, ssnrh@gmail.com

## Giriş

Ülkemizde eğitim sürecinde öğrenciler birçok kez sınava girmektedir. Ancak bu sınavlar sadece seçme ve yerleştirme için kullanılmakta, öğrencilere bireysel geri dönütler verilmemektedir. MEB tarafından süreç odaklı ölçme ve değerlendirme çalışmaları kapsamında yürütülen “Ölçme Değerlendirme Uygulamalarını İzleme, Araştırma ve Geliştirme” projesi öğrencilerin öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi ve öğrencilere bireysel geri bildirimler vererek eğitim öğretim faaliyetlerinin iyileştirilmesine verilen önemin arttığını göstermektedir (MEB, 2017). Bilişsel Tanı Modelleri (BTM), Klasik Test Kuramı (KTK) ve Madde Tepki Kuramı’ndan (MTK) farklı olarak toplam puan ve yetenek puanı yerine her bir beceriye ilişkin örtük özellik profili vermektedir. Böylece, BTM ile öğrencilere bireysel dönütler verilebilmekte, güvenilir sınıflandırmalar yapılabilmektedir.

Bilişsel Tanı Modellerinin sınıf içi öğretim ve öğrenme süreçleri ile daha fazla ilişkili olması ve daha tanılayıcı bilgi sağlaması, psikometrik bir araştırma konusu olarak daha fazla ele alınmasına neden olmuştur (de la Torre ve Douglas, 2004; de la Torre, 2011; Embretson, 1997; Junker ve Sijtsma, 2001; Rupp ve Templin, 2008; Tatsuoka, 1985). Tek boyutlu MTK modellerine bir alternatif olarak geliştirilen Bilişsel Tanı Modelleri, yanıtlayıcının testte yer alan maddelerinin doğru yanıtlanabilmesi için gereken çok bileşenli becerilere sahip olup olmadığını belirlenmesi amaçlanmaktadır (de la Torre, 2009). Bu nedenle, cevaplayıcının maddelere cevap verme durumunda tek bir yeterliliğin söz konusu olduğunu varsayan ve tek bir ölçek puanı sağlayan tek boyutlu MTK ve KTK modellerinden farklı olarak, BTM analizi testin ölçtüğü düşünülen bir ya da birden çok özelliğin hangilerinin cevaplayıcıda bulunduğunu ortaya koyan bir profil sağlamaktadır. Bu profillerin sağladığı bilgiler öğretimin düzenlenmesi ve öğrenmenin geliştirilmesi anlamında katkı sunacağı düşünülmektedir.

Bilişsel Tanı Modelleri, bir dizi çoklu veya iki kategorili beceri bakımından cevaplayıcıların yeterliklerini tanımlamaktadır (Ravand, 2015). Becerilerin cevaplayıcıda bulunup bulunmaması ikili örtük değişken vektörü ile temsil edilmektedir (de la Torre, 2009). Standart MTK modellerinden farklı olarak, BTM'deki örtük özellikler sürekli değil iki kategorilidir. Bu modellerde K nitelik kümesinin tanımlanmasıyla, her bir cevaplayıcı için K büyüklüğünde bir vektör, diğer bir ifadeyle örtük özellik profili üretilmektedir. Örtük özellik vektöründeki herhangi bir elementin 1 olması K'nci özelliğin cevaplayıcıda bulunduğunu, 0 olması ise bulunmadığını göstermektedir (Li ve Wang, 2015).

Bilişsel tanı yaklaşımları temelde iki amaca hizmet etmektedir; her bir cevaplayıcının her bir niteliğe sahip olup olmadığını belirlemek ve maddeler ile nitelikler arasındaki ilişkinin anlaşılmasını sağlamaktır (Zhang, 2006). BTM, gözlenen cevaplardan elde edilen ikili örtük özellik vektörüne dayalı olarak cevaplayıcıları sınıflandırmaktadır (Li ve Wang, 2015). Böylece, maddelere verilen cevaplardan yola çıkarak öğrencilerin örtük sınıflarını belirlemeyi amaçlamaktadır. BTM, sınırlandırılmış örtük sınıf modeli olarak adlandırılmaktadır çünkü bu modeller, cevaplayıcıları gözlenemeyen örtük sınıflar

içine sınıflandırmaktadır (Rupp ve Templin, 2008). Bu modellerde örtük sınıfların sayısı test maddelerini cevaplamak için gerekli olan nitelik sayısı ile sınırlandırılmaktadır. Test performansının altında yatan K tane nitelik için cevaplayıcılar  $2^K$  örtük sınıf içerisine sınıflandırılmaktadır (Ravand ve Robitzsch, 2015). Cevaplayıcıları çok bileşenli nitelik grupları içerisine sınıflamak yeni bir fikir olmasa da (KTK'deki ölçek alt puanları ya da çok boyutlu MTK benzer amaçlara hizmet etmektedir), bu tür bir sınıflama güvenilirlik açısından zayıf kalmaktadır. Buna karşılık aynı uzunluktaki testler için BTM'ye dayalı bir sınıflama, çok boyutlu MTK modellerinden çok daha güvenilir bulunmuştur (Templin ve Bradshaw, 2013).

Birçok bilişsel tanı modeli, cevaplama özelliğinin belirlendiği  $J \times K$  şeklinde oluşturulan ve 1-0 şeklinde kodlanan bir Q matrisi üzerinden hesaplama yapmaktadır (Embretson, 1984; Tatsuoka, 1985). Q matrisinde her bir sütun  $\alpha$  vektörü ile temsil edilen özellik ya da beceriyi, her bir satır ise bir maddeyi göstermektedir. Nitelikler tanımlanmış olan yöntem, strateji, beceri ya da diğer bilgi bileşenlerini içerebilir (Zhang, 2006). Matriste  $q_{jk}$  elemanı,  $j$  maddesini doğru cevaplamak için  $k$  özelliğine sahip olunması gerekip gerekmediğini işaret eder.  $q_{jk}$ ,  $k$  özeliği  $j$  maddesinde bulunuyorsa 1, bulunmuyorsa 0 değerini almaktadır.

BTM, cevaplayıcının örtük özellikleri ile maddeye ilişkin gözlenen puanı arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır (Li ve Wang, 2015). Çalışma kapsamında örnek bireysel geribildirimler ve testin psikometrik özelliklerinin belirlenmesinde bilişsel tanı modellerinden tamamlayıcı model olan DINA (Deterministic Inputs Noisy and Gate) model kullanılmıştır. DINA model, öğrencilerin bir maddeyi doğru olarak cevaplama için gerekli olan tüm niteliklere sahip olmasını gerektirir. Başka bir deyişle DINA modelde gerekli olan herhangi bir niteliğin eksikliği diğer niteliklerin varlığı ile telafi edilemez. Dolayısıyla DINA model cevaplayıcıları her bir madde için iki gizil gruba ayırır. 1. grup maddeyi çözmek için tüm niteliklere sahip öğrenciler ve 2. grup ise maddeyi çözmek için gerekli olan niteliklerden en az birinin eksik olduğu durumdur. Böylece bir nitelikten yoksun olan öğrenci tüm niteliklerden yoksun olan öğrencilerle aynı düşünülür (de la Torre ve Minchen, 2014).

DINA modelde, cevaplayıcının nitelik vektörü ile Q matrisi, örtük cevap vektörünü  $\eta_i = \{\eta_{ij}\}$  üretmektedir.

$$\eta_{ij} = \prod_k \alpha_{ik}^{q_{jk}}$$

Eğer  $i$ . cevaplayıcı  $j$ . madde için gerekli tüm niteliklere sahipse örtük cevap değişkenin değeri 1,  $i$ . cevaplayıcı  $j$ . madde için gerekli niteliklerden en az birine sahip değilse örtük cevap değişkenin değeri 0 olmaktadır. Sürecin tümüyle hatadan bağımsız olması halinde örtük cevap vektörü gözlenen cevap vektörü ile aynı olmaktadır (de la Torre, 2009). DINA model her bir madde için kaydırma (slip) ve tahmin (guessing) parametresi kestirmektedir. Kaydırma parametresi, madde için gerekli tüm

becerilere sahipken maddeyi doğru cevaplayamama olasılığını, tahmin parametresi ise madde için gerekli özelliklerden en az birine sahip değilken maddeye doğru cevap verme olasılığını göstermektedir. DINA modelde,  $j$ . madde için kaydırma ve tahmin parametreleri şu şekilde tanımlanmaktadır;

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

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

Bu nedenle,  $\alpha_i$  nitelik vektörüne sahip  $i$ . cevaplayıcının  $j$ . maddeyi doğru cevaplama olasılığı şu şekilde tanımlanmaktadır;

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

Bu eşitlikte belirtildiği gibi maddenin doğru cevaplanması, gerekli tüm becerilere sahip bir cevaplayıcının kaydırma yapmamasını ve gerekli becerilerden en az birine sahip olmayan cevaplayıcının ise maddeyi doğru olarak tahmin etmesini gerektirir. Tahmin ve kaydırmanın olmaması durumunda, maddeyi doğru cevaplama olasılığı 0 ya da 1 olmaktadır, yani cevap sadece  $\alpha$  ve  $q$  vektörünün etkileşimi tarafından tanımlanmaktadır (de la Torre, 2009).

Bu bağlamda çalışmanın amacı, testin psikometrik özelliklerinin belirlenmesinde ve öğrencilere bireysel dönüt verilmesinde DINA modelin nasıl kullanılacağını, TIMSS 2015 Türkiye örnekleminde yer alan 8. sınıf matematik testindeki kitapçık-1'de yer alan çoktan seçmeli maddeleri kullanarak göstermektir. Bu kapsamda çalışmanın problem cümlesi ve araştırma soruları şu şekildedir;

### **Problem Cümlesi**

DINA modele göre elde edilen testin psikometrik özellikleri ve uyum değerleri, KTK ve MTK'ye göre nasıl değişmektedir?

### **Araştırma Soruları**

1. DINA modele göre elde edilen madde parametreleri ve uyum değerleri nedir?
2. DINA modele göre elde edilen madde güçlükleri KTK ve MTK'ye göre nasıldır?
3. DINA modele göre elde edilen madde ayırt ediciliği KTK ve MTK'ye göre nasıldır?
4. DINA modele göre elde edilen güvenilirlik değeri KTK ve MTK'ye göre nasıldır?
5. Bilişsel Tanı Modellerinde bireyselleştirilmiş geri bildirim için tanılayıcı puanlama rapor örneği nasıldır?

### **Yöntem**

#### **Araştırma Modeli**

Çalışmada TIMSS 2015 Türkiye örnekleminde yer alan 8. sınıf matematik testindeki kitapçık-1'de yer alan çoktan seçmeli maddeleri kullanarak testin psikometrik özelliklerinin belirlenmesinde ve

öğrencilere bireysel dönüt verilmesinde DINA modelin nasıl kullanılacağını göstermek amaçlandığı için betimsel düzeyde bir araştırmadır.

### Çalışma Grubu

Araştırmada genelleme amacı olmadığı için araştırma çalışma grubu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacına uygun olarak Türkiye’de TIMSS 2015 sınavına katılan 8. sınıf düzeyinde kitapçık-1 matematik altı testini alan 435 öğrenci araştırmanın çalışma grubunu oluşturmaktadır.

### Verilerin Toplanması

Çalışmada TIMSS 2015 Türkiye örnekleminde 8. sınıf düzeyinde kitapçık-1 matematik alt testinde yer alan 16 çoktan seçmeli madde kullanılmıştır. Verilere TIMSS uluslararası veri tabanından ulaşılmış olup verilerin analizi R Studio ve SPSS yazılımında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacına bağlı olarak DINA model analizi için Q-matrisi oluşturulurken TIMSS matematik başarı testinde yer alan “Sayılar”, “Cebir”, “Geometri” ve “Veri ve olasılık” konu alanları nitelik olarak alınmıştır. Buna göre, çalışmada 4 nitelikten oluşan Q-matrisi tanımlanmıştır. Tablo 1’de TIMSS 2015 Türkiye örnekleminde yer alan 8. sınıf düzeyinde kitapçık-1 matematik alt testinde yer alan 16 çoktan seçmeli maddelerin niteliklere dağılımı yer almaktadır.

**Tablo 1.** Kitapçık-1 Matematik Alt Testi Maddelerinin Niteliklere Dağılımı

Nitelikler	Madde	N
Sayılar	M042182,M042052,M062153	3
Cebir	M042049,M042076,M042100,M042202,M042240,M062074	6
Geometri	M042271,M042268,M062202,M062246	4
Veri ve olasılık	M062325,M062106,M062124	3

Tablo 1 incelendiğinde Sayılar 3, Cebir 6, Geometri 4 ve Veri ve olasılık niteliği 3 madde ile ölçülmektedir. Hartz, Roussos ve Stout (2002) tanılayıcı şekilde güvenilir bilgi elde etmek için bir nitelik ile ilgili en az 3 maddenin olması gerektiğini belirtmektedir. Tablo 2’de TIMSS 2015 Türkiye örnekleminde 8. sınıf düzeyinde kitapçık-1 matematik alt testinde yer alan 16 çoktan seçmeli maddeye ilişkin oluşturulan Q-matrisi yer almaktadır.

**Tablo 2.** 8. Sınıf Kitapçık-1 Matematik Alt Testi Q-Matrisi

No	Madde	Nitelikler			Veri ve olasılık
		Sayılar	Cebir	Geometri	
1.	M042182	1	0	0	0
2.	M042049	0	1	0	0
3.	M042052	1	0	0	0
4.	M042076	0	1	0	0
5.	M042100	0	1	0	0
6.	M042202	0	1	0	0
7.	M042240	0	1	0	0
8.	M042271	0	0	1	0
9.	M042268	0	0	1	0
10.	M062153	1	0	0	0
11.	M062074	0	1	0	0
12.	M062202	0	0	1	0
13.	M062246	0	0	1	0
14.	M062325	0	0	0	1
15.	M062106	0	0	0	1
16.	M062124	0	0	0	1

Tablo 2 incelendiğinde Q-matrisinde maddenin doğru olarak cevaplanması için gereken nitelikler 1, gerekmeyen nitelikler ise 0 ile gösterilmektedir.

### İşlem

Araştırma kapsamında DINA model parametreleri ve model veri uyum değerleri elde edilmiş, DINA modele göre elde edilen parametreler KTK ve MTK parametreleri ile karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır. Bilişsel tanı modellerinde model uyumu, modelin veriye uyumunu test etmek için kullanılır. Bilişsel tanı modellerinde model uyumu çeşitli indeksler kullanılarak değerlendirilmektedir. DINA model veri uyumu mutlak uyum indeksleri olan MADcor, SRMSR, MADQ3, MADaQ3 indeksleri ile incelenmiştir. MADcor (DiBello, Roussos ve Stout, 2007) gözlenen ve kestirilen madde çiftleri korelasyonları arasındaki mutlak farkların ortalamasıdır. MADQ3 (Yen, 1984), madde artıklarına ilişkin ikili korelasyonları belirten Q3 istatistiklerinin mutlak değerlerinin ortalamasıdır. RMSEA, madde parametrelerine ilişkin RMSEA değerlerinin ortalamasıdır (Lei ve Li, 2016).

İncelenen uyum indekslerinin sıfıra yakın olması verinin iyi düzeyde modele uyum gösterdiği anlamına gelmektedir (Lei ve Li, 2016). Ayrıca Ravand (2016) 0.05'ten küçük MADQ3 ve RMSEA değerinin iyi uyum gösterdiğini belirtmiştir. DiBello, Roussos ve Stout (2007), çalışmalarında MADcor değerinin 0.049 olmasını bilişsel tanı modelinin veriye iyi uyum göstermesi biçimde ele almışlardır. DINA modelde kestirilen madde uyum değerleri Hu ve Bentler (1999)'e göre  $RMSEA \leq 0.05$  iyi uyum,  $0.05 < RMSEA < 0.08$  kabul edilebilir uyum,  $RMSEA \geq 0.08$  zayıf uyum kriterlerine göre incelenmiştir. Sıfıra yakın SRMSR değeri, daha iyi model veri uyumunu göstermektedir (De Ayala, 2009; Maydeu-Olivares, Cai, ve Hernández, 2011; Maydeu-Olivares ve Joe, 2014). Maydeu-Olivares (2013), modelin iyi düzeyde uyum göstermesi için SRMSR değerinin 0.05'ten küçük olması gerektiğini belirtmektedir.

Her bir madde için DINA model, KTK ve MTK kapsamında elde edilen madde güçlükleri, madde ayırt edicilik indeksleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. DINA model için George ve Robitzsch (2015) tarafından önerilen ve  $w_j=(g+(1-s))/2$  şeklinde hesaplanan madde güçlük indeksi ile de la Torre (2007) tarafından tanımlanan ve  $\delta_j=1-s_j-g_j$  şeklinde hesaplanan madde ayırt edicilik indeksi kullanılmıştır.

Klasik Test Kuramı kapsamında maddeyi doğru yanıtlayan kişi sayısının testi alan toplam kişi sayısına oranı şeklinde hesaplanan ( $p_j$ ) madde güçlük katsayısı ve madde puanları ile madde çıkarıldıktan sonra elde edilen test puanları arasındaki korelasyon katsayısı olarak elde edilen düzeltilmiş nokta çift serili korelasyon katsayısı ( $r_{jk}$ ) madde ayırt edicilik indeksi olarak kullanılmıştır. Madde güçlük katsayısı  $p_j$  0 ile 1 arasında değer almakta olup 0'a yakın değerler maddenin zor olduğunu, 1'e yakın değerler maddenin kolay olduğunu göstermektedir. Kehoe (1995) iyi bir testte madde güçlüğüne 0.30 ile 0.80 arasında olması gerektiğini ve bir maddeye doğru cevap veren öğrencilerin oranının maddenin ayırt edicilik gücünü etkilediğini belirtmiştir. KTK için hesaplanan madde ayırt edicilik indeksleri -1 ile +1 arasında değer almaktadır. Ebel ve Frisbie (2009) maddeleri, KTK madde analizi rehberinde ayırt edicilik indisine göre şu şekilde sınıflandırmıştır: eğer  $r_{jk} \geq 0.40$  ise madde çok iyi ayırt edici,  $0.30 \leq r_{jk} \leq 0.39$  ise madde iyi ayırt edici,  $0.20 \leq r_{jk} \leq 0.29$  ise madde düzeltilmeli ve eğer  $r_{jk} \leq 0.19$  ise madde testten çıkartılmalı ya da tamamen revize edilmelidir.

MTK için maddenin zorluk düzeyini belirten  $b$  parametresi madde güçlük indeksi, madde karakteristik eğrisinin eğimini gösteren  $a$  parametresi ise madde ayırt edicilik indeksi olarak ele alınmıştır. Madde güçlüğü olarak ifade edilen  $b$  parametresi genel olarak -2 ile +2 arasında değer alırken, büyük değerler maddelerin zor olduğunu küçük değerler ise maddelerin kolay olduğunu göstermektedir (Hambleton, Swaminathan ve Rogers, 1991). Teorik olarak madde ayırt edicilik parametresi ( $a$ )  $-\infty$ ,  $+\infty$  arasında değişse de bu parametre uygulamalarda sıklıkla 0.00 ile 2.00 arasında değer almaktadır.  $a$  parametre değeri 0'a yaklaşan maddelerin farklı yetenek düzeyindeki bireyleri ayırt etme gücü düşüktür.  $a$  parametresinin sayısal değeri yükseldikçe ayırt edicilik de yükselmektedir. MTK'deki yetenek parametresi madde örneğine, madde parametresi ise yanıtlayıcı örneğine bağlı değildir (Hambleton ve diğerleri, 1991). Dolayısıyla TIMSS 2015 uluslararası veri tabanında yer alan ve 3 parametrelili lojistik modele (3PLM) göre kestirildiği raporda belirtilen MTK madde parametreleri doğrudan çalışmaya dâhil edilmiştir (TIMSS, 2015).

DINA Model için sınıflama güvenilirliği katsayısı ( $P_c$ ), KTK için KR-20 güvenilirlik katsayısı ve MTK için marjinal güvenilirlik katsayısı karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Marjinal güvenilirlik katsayısının hesaplanmasında TIMSS 2015 uluslararası raporunda yer alan MTK parametreleri kullanılarak araştırmacılar tarafından kestirilmiştir. Ayrıca Bilişsel tanı modellerini KTK ve MTK'den ayıran her bir öğrenci için bireyselleştirmiş geri bildirim için örnek bir form Jang (2005) tarafından

oluşturulan puanlama raporundan yararlanılarak oluşturulmuştur. Sınıflama tutarlılığı ( $P_c$ ) cevaplayıcıların örtük sınıflar içerisine sınıflanmasına ilişkin güvenilirliği ifade etmektedir.  $P_c$ , aynı test ya da testin paralel formu uygulandığında cevaplayıcıların ne ölçüde aynı örtük sınıf içerisine tutarlı bir şekilde sınıflanacağına göstergesi olarak ele alınabilir (Ravand, 2015).

### Bulgular

#### Birinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Çalışmanın birinci araştırma sorusu olarak “DINA modele göre elde edilen madde parametreleri ve uyum değerleri nedir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Tablo 3’te TIMSS 2015 Türkiye örnekleminde 8. sınıf düzeyinde kitapçık-1 matematik alt testinde yer alan 16 çoktan seçmeli madde için DINA modele göre elde edilen madde parametreleri ve uyum değerleri yer almaktadır.

**Tablo 3.** DINA Model Madde Parametreleri ve Uyum Değerleri

Maddeler	Tahmin (g)	Kaydırma (s)	Madde uyumu (RMSEA)
M042182	0.387	0.295	0.056
M042049	0.471	0.095	0.046
M042052	0.238	0.022	0.013
M042076	0.241	0.283	0.058
M042100	0.352	0.056	0.042
M042202	0.326	0.308	0.051
M042240	0.326	0.107	0.064
M042271	0.232	0.266	0.05
M042268	0.158	0.265	0.058
M062153	0.346	0.142	0.028
M062074	0.266	0.643	0.049
M062202	0.433	0.122	0.043
M062246	0.134	0.413	0.084
M062325	0.418	0.289	0.042
M062106	0.257	0.279	0.041
M062124	0.125	0.104	0.016
<b>Ortalama</b>	<b>0.294</b>	<b>0.231</b>	<b>0.046</b>

Tablo 3 incelendiğinde DINA modele göre elde edilen  $g$  parametrelerinin 0.125 ile 0.471 arasında;  $s$  parametrelerinin 0.022 ile 0.643 arasında olduğu; madde uyum (RMSEA) değerlerinin 0.013 ile 0.084 arasında olduğu görülmektedir. Elde edilen  $g$  parametrelerinin ortalaması 0.294;  $s$  parametresinin ortalaması 0.231 olup ortalama RMSEA madde uyum değeri 0.046’dır. Tablo 3 incelendiğinde 10 madde iyi uyum, 5 madde kabul edilebilir uyum ve yalnızca 1 madde zayıf uyum sergilemektedir.



Bu çalışmada modelin veriye uyumunu kontrol etmek için mutlak uyum indeksleri olan MADcor, SRMSR, MADQ3, MADaQ3 indeksleri incelenmiştir. Tablo 4'te DINA model için kestirilen mutlak uyum değerleri yer almaktadır.

**Tablo 4.** DINA Model Mutlak Uyum Değerleri

DINA Model Uyum Değerleri	
MADcor	0.037
SRMSR	0.045
MADQ3	0.045
MADaQ3	0.045

Tablo 4 incelendiğinde tüm mutlak uyum değerlerinin 0,05'ten küçük olduğu ve DINA modelinin iyi düzeyde uyum gösterdiği görülmektedir.

### İkinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Çalışmanın ikinci araştırma sorusu olarak "DINA modele göre elde edilen madde güçlükleri KTK ve MTK'ye göre nasıldır?" Sorusuna yanıt aranmıştır. Araştırma sorusu kapsamında KTK kapsamında madde güçlük indeksi, MTK kapsamında maddenin zorluk düzeyini belirten  $b$  parametresi ve DINA model kapsamında  $g$  ve  $s$  parametrelerine bağlı olarak hesaplanan madde güçlük indeksleri hesaplanmıştır. Tablo 5'te DINA Model, KTK ve MTK'ye göre hesaplanan madde güçlükleri yer almaktadır.

**Tablo 5.** DINA Model, KTK ve MTK Madde Güçlükleri

Maddeler	DINA $((g+(1-s))/2)$	KTK $(p_j)$	MTK $(b \text{ parametresi})$
M062074	0.31	0.30	1.248
M062246	0.36	0.29	1.105
M042268	0.45	0.36	1.037
M042076	0.48	0.40	0.515
M042271	0.48	0.40	0.256
M062106	0.49	0.43	1.101
M062124	0.51	0.42	0.607
M042202	0.51	0.45	0.479
M042182	0.55	0.51	0.28
M062325	0.56	0.53	1.062
M062153	0.60	0.55	0.551
M042240	0.61	0.51	0.169
M042052	0.61	0.54	-0.043
M042100	0.65	0.55	0.183
M062202	0.66	0.59	-0.035
M042049	0.69	0.62	0.108
<b>Ortalama</b>	<b>0.53</b>	<b>0.47</b>	<b>0.54</b>

Tablo 5 incelendiğinde DINA model için hesaplanan madde güçlüğü'nün 0.31 ile 0.69 arasında; KTK için hesaplanan madde güçlük indeksinin 0.29 ile 0.62 arasında değiştiği görülmektedir. DINA model için ortalama madde güçlüğü 0.53, KTK için ise 0.47'dir. DINA model ve KTK madde güçlük indekslerinin birbirine paralel olduğu ve DINA model kapsamında elde edilen değerlerin tümünün KTK'ye göre elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. MTK kapsamında hesaplanan  $b$  parametresi ise -0.043 ile 1.248 arasında değişmektedir. MTK için elde edilen ortalama  $b$  parametre değeri ise 0.54'tür. DINA model ve KTK'ye göre en kolay madde (M042049) aynı iken MTK'de değişmektedir (M042052). Genel olarak bakıldığında ise maddelerin DINA Model, KTK ve MTK için elde edilen değerlere göre orta güçlükte olduğu görülmektedir.

### Üçüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Çalışmanın üçüncü araştırma sorusu olarak "DINA modele göre elde edilen madde ayırt ediciliği KTK ve MTK'ye göre nasıldır?" sorusuna yanıt aranmıştır. Araştırma sorusu kapsamında KTK kapsamında madde ayırt edicilik indeksi olarak nokta çift serili korelasyon katsayısı, MTK kapsamında  $a$  parametresi ve DINA model kapsamında de la Torre (2007) tarafından tanımlanan madde ayırt edicilik indeksi kullanılmıştır. Tablo 6'da DINA model, KTK ve MTK kapsamında kestirilen ayırt edicilik değerleri yer almaktadır.

**Tablo 6.** DINA Model, KTK ve MTK Madde Ayırt Edicilikleri

Maddeler	DINA IDI=(1-s <sub>j</sub> -g <sub>j</sub> )	KTK (r <sub>j</sub> )	MTK (a parametresi)
M062074	0.091	0.102	1.112
M062325	0.292	0.230	0.887
M042182	0.318	0.293	1.660
M042202	0.366	0.309	1.599
M042049	0.434	0.361	1.177
M062202	0.445	0.383	1.135
M062246	0.453	0.405	2.166
M062106	0.464	0.39	0.504
M042076	0.475	0.428	1.202
M042271	0.502	0.42	1.143
M062153	0.512	0.438	0.927
M042240	0.567	0.484	1.408
M042268	0.577	0.515	1.530
M042100	0.592	0.492	1.391
M042052	0.74	0.607	1.809
M062124	0.771	0.563	1.444
<b>Ortalama</b>	<b>0.475</b>	<b>0.401</b>	<b>1.318</b>

Tablo 6. incelendiğinde DINA model için hesaplanan madde ayırt edicilik değerlerinin 0.091 ile 0.771 arasında olduğu, KTK için hesaplanan madde ayırt edicilik değerlerinin 0.102 ile 0.607

arasında değiştiği görülmektedir. Bir madde dışında DINA model için hesaplanan tüm değerler KTK için hesaplanan madde ayırt edicilik değerlerinden yüksektir. MTK kapsamında hesaplanan  $a$  parametresi ise 0.504 ile 2.166 arasında değiştiği görülmektedir. DINA model için elde edilen ortalama madde ayırt edicilik değeri 0.475, KTK için 0.401 ve MTK için ise 1.318 olarak elde edilmiştir.

KTK kapsamında M062074 ve M062325 maddelerinin ayırt edicilik değerlerinin kabul edilebilir ayırt edicilik düzeyi olan 0.30'un altında olduğu tespit edilmiştir. DINA modele göre hesaplanan madde ayırt edicilik değerine göre ise M062074 maddesinin ayırt edicilik değeri 0.30'un altındadır. MTK'de ise ayırt ediciliği en düşük olan madde M062106'dir. DINA model ve KTK'de ise ayırt ediciliği en düşük olan madde aynı olup M062074'tür. Genel olarak incelendiğinde ise maddelerin DINA model ve KTK için elde edilen madde ayırt edicilik değerlerinin paralel olduğu görülmektedir. Tablo 6 incelendiğinde her üç kurama göre de madde ayırt edicilik değerlerinin genel olarak beklenen değer aralığında olduğu ifade edilebilir.

#### Dördüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Çalışmanın dördüncü araştırma sorusu kapsamında "DINA modele göre elde edilen güvenilirlik değeri KTK ve MTK'ye göre nasıldır?" sorusuna yanıt aranmıştır. Tablo 7'de DINA model, KTK ve MTK için elde edilen güvenilirlik değerleri yer almaktadır.

**Tablo 7.** DINA Model, KTK ve MTK Güvenirlik Değerleri

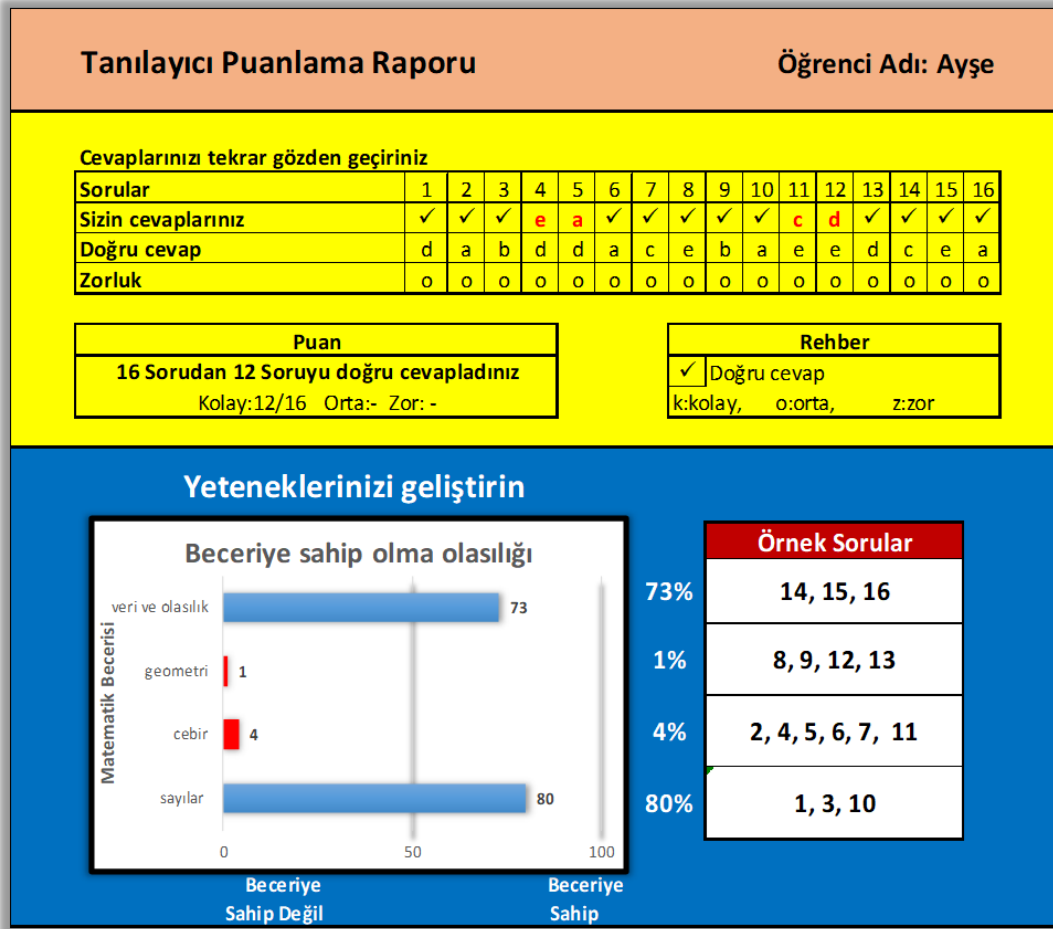
Güvenirlik		
<b>DINA</b>	Sınıflama Güvenirliği ( $P_c$ )	0.91
<b>KTK</b>	KR-20	0.80
<b>MTK</b>	Marjinal Güvenirlik	0.70

Tablo 7 İncelendiğinde elde edilen tüm güvenilirlik değerlerinin 0.70 ve üzerinde olduğu yani yüksek güvenilirliğe sahip olduğu görülmektedir. En yüksek güvenilirlik değeri DINA modelde elde edilen sınıflama güvenirliliği olup 0.91'dir. Ravand (2015),  $P_c$  değeri için kesin bir ölçüt olmasa da C.Ying'in (2013) kabul edilebilir sınıflama oranı olarak 0.70 değerini önerdiğini belirtmektedir. Bu bilgiler ışığında DINA modelin sınıflamaya ilişkin güvenirliliğin yüksek düzeyde olduğu söylenebilir. En düşük güvenilirlik değeri ise MTK'den elde edilen marjinal güvenilirlik katsayısı olup 0.70 değerine sahiptir.

#### Beşinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Çalışmanın beşinci araştırma sorusu olarak "Bilişsel Tanı Modellerinde bireyselleştirilmiş geri bildirim için tanılayıcı puanlama rapor örneği nasıldır?" sorusuna yanıt aranmıştır. Şekil 1'de bilişsel tanı modellerini diğer MTK ve KTK kuramlarından ayıran önemli özelliklerinden biri olan bireyselleştirilmiş geri bildirim için kullanılan öğrencinin becerilere sahip olma olasılıklarını ve örtük

özelliğinin yer aldığı araştırmacılar tarafından oluşturulan tanılayıcı puanlama rapor örneği yer almaktadır.



**Şekil 1.** Tanılayıcı Puanlama Rapor Örneği (Puanlama Raporu)

Şekil 1 Tanılayıcı puanlama rapor örneği veri setinde sıra numarası “313” olan “Ayşe” isimli bir öğrenciye aittir. Raporun ilk bölümünde öğrencinin soruya vermiş olduğu cevaplar, sorunun doğru cevabı ve sorunun zorluk düzeyini gösteren tablo yer almaktadır. Raporun ikinci bölümünde ise testte ölçülen niteliklere öğrencinin sahip olma olasılığını gösteren bir grafik yer almaktadır. Veri setinde 313 sıra numaralı öğrenciye ait tanılayıcı puanlama rapor örneği incelendiğinde öğrencinin “sayılar” becerisine sahip olma olasılığı %80; “veri ve olasılık” becerisine sahip olma olasılığı %73; “cebir” becerisine sahip olma olasılığı %0.4 ve “geometri” becerisine sahip olma olasılığı %0.1 olarak belirlenmiştir. Öğrencinin “geometri” ve “cebir” niteliklerine sahip olma olasılıkları 0.50’den daha küçüktür dolayısıyla öğrencinin bu niteliklerle ilgili eksikliklerini gidermesi önerilmektedir.

#### Tartışma

Bu çalışma TIMSS 2015 Türkiye örnekleme 8. sınıf düzeyinde kitapçık-1 matematik alt testinde yer alan 16 çoktan seçmeli maddeyi cevaplayan 435 öğrenci verisi üzerinden yürütülmüştür. Çalışmada DINA modele göre madde parametreleri ve uyum değerleri elde edilerek değerlendirilmiş,

DINA model parametrelerinden yararlanılarak hesaplanan madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri, KTK ve MTK madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleriyle karşılaştırılmıştır. DINA modele göre hesaplanan sınıflama güvenilirliği, KTK kapsamında elde edilen KR-20 ve MTK kapsamında elde edilen marjinal güvenilirlik katsayısıyla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Çalışmada DINA Model, KTK ve MTK için elde edilen madde güçlüklerinin genel olarak orta güçlükte olduğu, DINA model için kestirilen madde güçlüklerinin tümünün KTK'ye göre elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. DINA model ve KTK madde güçlük değerlerinin birbirine paralel olduğu ancak MTK madde güçlük değerleri için bu paralelliğin sağlanmadığı görülmüştür. Awopeju ve Afolabi (2016), KTK dayalı madde güçlük kestirimleri ve bir parametrelili MTK madde güçlük kestirimlerinin çok benzer sonuçlar verdiğini bulmuştur. KTK ve bir-parametreli MTK modellerinden her ikisinin de bağımsız olarak test madde güçlük parametreleri olarak kullanılabilmesini vurgulamıştır. Çalışmada DINA model, KTK ve MTK kapsamında elde edilen madde ayırt edicilik değerlerinin beklenen değer aralığında olduğu, DINA model ve KTK için elde edilen madde ayırt edicilik değerlerinin birbirine paralel olduğu belirlenmiştir. Ayrıca DINA model göre elde edilen madde ayırt edicilik indekslerinin bir madde dışında tüm maddelerde KTK'ye göre elde edilen madde ayırt edicilik indeksinden büyük olduğu bulunmuştur. Ancak Başokçu'nun (2012) gerçekleştirdiği çalışmada ise tam tersi bir durum söz konusu olup DINA model için elde edilen madde ayırt edicilik değerlerinin KTK'de elde edilen değerlerden nispeten küçük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. DINA model ve KTK madde ayırt edicilik değerlerindeki paralelliğin MTK kapsamında elde edilen madde ayırt edicilik değerleri için sağlanmadığı görülmüştür. Ancak Awopeju ve Afolabi (2016) üç parametrelili MTK ve KTK madde ayırt edicilik katsayıları arasında da yüksek korelasyonlar olduğunu belirtmiştir. Lee, de la Torre ve Park (2012) BTM, KTK ve MTK çerçeveleri kapsamında kullanılan madde istatistikleri arasındaki ilişkiyi geniş ölçekli bir matematik testi üzerinden incelemiş ve çalışma sonucunda DINA Model indeksleriyle KTK ve MTK indislerinin ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Çalışmada DINA model kapsamında elde edilen güvenilirlik değerinin KTK ve MTK kapsamında elde edilen güvenilirlik değerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Templin ve Bradshaw (2013) aynı uzunluktaki testler için Bilişsel Tanı Modellerinin MTK modellerine göre daha yüksek güvenilirlik sağladığı sonucunu ortaya koymuştur.

### Sonuç

Çalışmada, DINA modelin iyi düzeyde uyum gösterdiği belirlenmiştir. Madde güçlükleri incelendiğinde DINA model ve KTK'ye göre en kolay madde aynı iken MTK'de değişmekte olduğu; DINA model ve KTK madde güçlük değerlerinin birbirine paralel olduğu bulunmuştur. DINA Model, KTK ve MTK için elde edilen madde güçlüklerinin genel olarak orta güçlükte olduğu sonucuna

ulaşmıştır. Madde ayırt edicilik değerleri incelendiğinde DINA model ve KTK için elde edilen madde ayırt edicilik değerlerinin paralel olduğu ve her üç yönteme göre de madde ayırt edicilik değerlerinin beklenen değer aralığında olduğu belirlenmiştir. Üç yönteme göre elde edilen güvenilirlik değerleri incelendiğinde ise DINA modele göre elde edilen sınıflama güvenilirliği değerinin KTK kapsamında elde edilen KR-20 ve MTK kapsamında elde edilen marjinal güvenilirlik değerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilere tek bir toplam puan veren KTK ve sadece öğrencinin yetenek düzeyini gösteren MTK'den farklı olarak öğrencilerin becerilere sahip olup olmadığı hakkında tanısal bilgiler sağlayan, öğrenciler hakkında ayrıntılı bireyselleştirilmiş geribildirim için BTM çerçevesinde tanılayıcı puanlama (profil) raporlarının kullanılabilmesi ortaya konmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda testin psikometrik özelliklerinin belirlenmesinde KTK ve MTK'ye göre daha güvenilir sonuçlar sağlayan DINA modelin kullanılabilmesi önerilmektedir. Ayrıca öğrencilerin eksik olduğu becerilerin belirlenmesi için bireysel geri bildirim sağlayan tanılayıcı profil raporunun kullanılması araştırmacılara önerilmektedir. Böylece yapılan sınavlarda öğrencilere sadece geçti-kaldı çıktısının yanı sıra öğrencilerin eksik olduğu beceriler hakkında da bilgi sağlanmış olacaktır. Ayrıca yapılacak çalışmalarda DINA model dışındaki diğer bilişsel tanı modelleriyle de testin psikometrik özellikleri belirlenip KTK ve MTK kuramından elde edilen sonuçlarla karşılaştırılabilir.

### Kaynaklar

- Awopeju, O. A. ve Afolabi, E. R. I. (2016). Comparative analysis of classical test theory and item response theory based item parameter estimates of senior school certificate mathematics examination. *European Scientific Journal*, ESJ, 12(28).
- de Ayala, R. J. (2009). *Theory and practice of item response theory*. Guilford Publications.
- de la Torre, J. ve Douglas, J. (2004). Higher-order latent trait models for cognitive diagnosis. *Psychometrika*, 69 (3), 333-353.
- de la Torre, J. (2007). Evaluation of model fit in a large-scale assessment application of cognitive diagnosis. In *Presentation at the annual meeting of the national council on measurement in education, Chicago, IL*.
- de la Torre, J. (2009). DINA model and parameter estimation: A didactic. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 34, 115-130.
- de la Torre, J. (2011). The generalized DINA model framework. *Psychometrika*, 76(2), 179-199.
- de La Torre, J. ve Minchen, N. (2014). Cognitively diagnostic assessments and the cognitive diagnosis model framework. *Psicología Educativa*, 20(2), 89-97.
- DiBello, L. V., Roussos, L. A. ve Stout, W. F. (2007). Review of cognitively diagnostic assessment and a summary of psychometric models. In C. R. Rao ve S. Sinharay (Eds.), *Handbook of statistics*. Volume 26: Psychometrics (pp. 979-1030). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Ebel, R.L. ve Frisbie, D.A. (2009). *Essentials Of Educational Measurement* (5th ed.). New Delhi: Prentice-Hall Of India Pvt. Limited.

- Embretson, S. (1984). A general latent trait model for response processes. *Psychometrika*, 49(2), 175-186. doi: 10.1007/BF02294171
- Embretson, S.E. (1997). *Multicomponent response models*. In: van der Linden, W.J., Hambleton, R.L. (Eds.), *Handbook of Modern Item Response Theory*. New York: Springer, pp. 305-321.
- George, A. C. ve Robitzsch, A. (2015). Cognitive diagnosis models in R: A didactic. *The Quantitative Methods for Psychology*, 11(3), 189-205.
- Hambleton, R. K., Swaminathan, H. ve Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of item response theory*. London: Sage.
- Hartz, S., Roussos, L. ve Stout, W. (2002). Skills diagnosis: Theory and practice. *User Manual for Arpeggio software*. ETS.
- Hu, L. T. ve Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1-55.
- Jang, E. E. (2005). *A validity narrative: Effects of reading skills diagnosis on teaching and learning in the context of NG TOEFL* (Doctoral dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign).
- Junker, B.W. ve Sijtsma, K. (2001). Cognitive assessment models with few assumptions, and connections with nonparametric item response theory. *Applied Psychological Measurement*, 25, 258-272.
- Kehoe, J. (1995). Basic Item Analysis for Multiple-Choice Tests. ERIC/AE Digest.
- Lei, P. W. ve Li, H. (2016). Performance of Fit Indices in Choosing Correct Cognitive Diagnostic Models and Q-Matrices. *Applied Psychological Measurement*, 1-13. DOI: 10.1177/0146621616647954
- Li, X. ve Wang, W. C. (2015). Assessment of differential item functioning under cognitive diagnosis models: The DINA model example. *Journal of Educational Measurement*, 52(1), 28-54.
- Maydeu-Olivares, A., Cai, L., & Hernández, A. (2011). Comparing the Fit of Item Response Theory and Factor Analysis Models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 18(3), 333-356. doi:10.1080/10705511.2011.581993
- Maydeu-Olivares. (2013). Goodness-of-fit assessment of item response theory models. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 11, 71-137. doi:10.1080/15366367.2013.831680
- Maydeu-Olivares, A. ve Joe, H. (2014). Assessing Approximate Fit in Categorical Data Analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 49(4), 305-328. doi:10.1080/00273171.2014.911075
- MEB (2017). Eğitimde Öğrenci Gelişimini İzleme Değerlendirme Sistemi. 01 Kasım 2017 tarihinde <http://odsgm.meb.gov.tr/www/egitimde-ogrenci-gelisimini-izleme-degerlendirme-sistemi/icerik/257> sayfasında erişilmiştir.
- Ravand, H. (2015). Application of a cognitive diagnostic model to a high-stakes reading comprehension test. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 1-18.
- Ravand, H. ve Robitzsch, A. (2015). Cognitive Diagnostic Modeling Using R. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 20(11), 1-12.
- Rupp, A. A. ve Templin, J. L. (2008). Unique characteristics of diagnostic classification models: A comprehensive review of the current state of the art. *Measurement*, 6(4), 219-262.
- Tatsuoka, K. K. (1985). A probabilistic model for diagnosing misconceptions by the pattern classification approach. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 10, 55-73.

- Templin, J. ve Bradshaw, L. (2013). Measuring the reliability of diagnostic classification model examinee estimates. *Journal of Classification*, 30(2), 251-275.
- TIMSS. (2015). *TIMSS 2015 International Database*. Erişim adresi: 11.10.2018, <https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-database/>
- Yen, W. M. (1984). Effects of local item dependence on the fit and equating performance of the three-parameter logistic model. *Applied Psychological Measurement*, 8, 125-145. doi:10.1177/014662168400800201
- Zhang, W. (2006). *Detecting differential item functioning using the DINA model*. Unpublished doctoral dissertation, University of North Carolina at Greensboro.

#### ORCID

Mahmut Sami Koyuncu  <https://orcid.org/0000-0002-6651-4851>

Ayşenur Erdemir  <https://orcid.org/0000-0001-9656-0878>

Sinem Şenferah  <https://orcid.org/0000-0001-7932-7644>

#### Extended Summary

##### Psychometric Characteristics of a Test and Individualized Feedback via DINA Model: TIMSS 2015

In Turkey, students take many exams. These exams are used only for selection, but many times individualized feedback is not given to students. However, “Applied Measurement and Evaluation, Monitoring Progress, Research and Development Project” run by Ministry of National Education is a sign of increase in paying attention to giving feedback to students and identifying what they have learnt and haven’t (MEB, 2017). Cognitive Diagnostic Models (CDM) present latent trait profile of students for each attribute, which is different from CTT and IRT. Thus, individualized feedback can be given to students and reliable classifications can be done using CDM. For that reason, in this study, DINA model which is one of the CDMs was used in order to give students individualized feedback and to specify psychometric characteristics of the test.

DINA model requires that students must have all the attributes needed to be able to answer the question correctly. In other words, if one does not have one of the attributes, it cannot be compensated the other attributes available. DINA model composes two latent group from candidates for every item. First group consists of the students that have all of the attributes to answer the question correctly. Second group is the situation in which at least one attribute is deficient to answer the question correctly. Therefore, a student that lacks one attribute seems similar to those lacking all attributes (De La Torre and Minchen, 2014).

The aim of the study is to show how to use DINA model in defining psychometric characteristics of a test and giving students individualized feedback. The data of the study is taken from multiple-choice items in booklet-1 of eighth graders’ mathematics test of TIMSS 2015 Turkey sample. Within this framework, the purpose of this research is to define the psychometric characteristics of the test using DINA model and to compare them with those of CTT and IRT and to show an example of



diagnostic profile report for individualized feedback. In the light of these purposes, the research questions are

1. What are the parameters and model fit indexes obtained according to the DINA model?
2. What are the item difficulties according to DINA model compared to CTT and IRT?
3. What are the item discrimination values obtained according to DINA model compared to CTT and IRT?
4. What is the reliability value obtained according to the DINA model compared to CTT and IRT?
5. How is the diagnostic scoring report sample for individualized feedback in Cognitive Diagnostic Models?

DINA model, which is the most restrictive model of cognitive diagnostic models, is the core of this study. It was applied to the multiple-choice items of the mathematics test for 8th grades of TIMSS 2015 Turkey sample in order to present psychometric characteristics of the items. The data of the study is multiple-choice items in booklet-1 of eighth graders' mathematics test. 435 students took booklet-1. While constructing the Q-matrix that shows the importance of a skill for an item, learning areas, which are numbers, algebra, geometry, and data and chance, were used. First, absolute fit indices (MADcor, MADQ3, MADaQ3 and SMRSR) were estimated for the overall fit. MADcor, MADQ3 and RMSEA must be smaller than 0.05 in order to say good fit (Ravand, 2015; DiBello, Roussos and Stout, 2007). Then, item parameters of DINA model ( $\delta$ ,  $s$  and  $g$ ) were estimated and they were compared with those estimated via CTT and IRT. The reliability coefficients were also estimated for all of the models. Lastly, for each skill, the percentage of the students that have that skill was calculated. Additionally, diagnostic profile report example for individualized feedback was constructed. The statistical analyses of the study were done using R Studio and SPSS programs.

The result of the study shows that DINA model has a good fit (SRMSR, MADcor, MADQ3, MADaQ3, and RMSEA < 0.05). In line with the first purpose, the parameters of DINA model (item discrimination, item difficulty) are estimated and it is found that they are similar to those of CTT and IRT. The reliability values of DINA, CTT and IRT are (Pc)= 0.913, KR-20=0.80 and marginal reliability=0.70, respectively. Thus, reliability of DINA model is bigger than the others' values.

When it comes to the second purpose, for a few randomly selected students, the probabilities of having the attributes and diagnostic profile reports including latent trait profile were created, which will be used to give individualized feedback. For example, the sample student's probabilities of having "numbers", "algebra", "geometry" and "data and chance" attributes are 80%, 0.4%, 0.1% and 73%, respectively.

In the study, it was determined that the DINA model had a good fit with the data. According to the DINA model and CTT, the easiest item was the same and it is different in IRT. It was also found that item difficulty values in DINA model and CTT were in parallel with each other. It was concluded that the item difficulties obtained for DINA, CTT and IRT were of medium difficulty in general. When the item discrimination values were examined, it was determined that the item-discrimination values obtained for DINA model and CTT were in parallel and the item discrimination values were in the expected value range according to all three theories.

In general, the parameters of DINA model are similar to those of CTT and IRT. The classification reliability value of DINA model is bigger than the others. As a result, it is suggested that DINA model can be used to report psychometric characteristics of a test. In addition, it can be used to give detailed individualized feedback to students, which is different from CTT and IRT. In this way, students will be informed about the skills that students are missing, as well as the pass/fail decisions for the students. In other studies, psychometric properties of the test can be determined with other cognitive diagnostic models other than the DINA model and compared with the results obtained from the CTT and IRT.