

BİLİŞSEL TANI TESTİNDE ÇELDIRİCİLERDEN YARARLANMA DURUMUNUN ÖĞRENME EKSİKLİKLERİNİN BELİRLENMESİ AÇISINDAN İNCELENMESİ¹

AN INVESTIGATION OF THE USE OF DISTRACTORS IN COGNITIVE DIAGNOSTIC TEST IN TERMS OF IDENTIFYING LEARNING DEFICIENCIES

Esra İKİZ²

Selahattin GELBAL³

Başvuru Tarihi: 7.12.2023 Yayına Kabul Tarihi: 15.05.2024 DOI: 10.21764/maeuefd.1401817

(Araştırma makalesi)

Özet: Bu çalışmanın amacı, öğrenme eksikliklerini belirlemek için çoktan seçmeli testlerdeki çeldiricilerden yararlanan MC-DINA modele uygun bilişsel tanı testi geliştirme ve çeldiricilerden yararlanılma durumunun örtük sınıflarda yer alan bireylerin dağılımlarına etkisini DINA model ile karşılaştırmalı olarak incelemektir. Araştırma formunun 404 öğrenciye uygulanmasıyla elde edilen veriler DINA modele göre R Studio programında analiz edilerek RMSEA değeri 0,05'ten küçük ve ayırt edicilik indeksleri en yüksek ilk 15 madde ile nihai form oluşturulmuştur. Nihai formun 827 öğrenciye uygulanmasıyla elde edilen verilerin DINA modele uygunluğu (SRMSR, MADcor, RMSEA, MADQ3 ve MADaQ3 $\leq 0,05$) test edildikten sonra madde parametreleri hesaplanarak, DINA model ve MC-DINA modele göre Q matris ve örtük sınıf büyüklükleri karşılaştırılmıştır. Ardından MC-DINA modele göre her seçeneğin, örtük sınıflara ait seçim olasılık parametreleri hesaplanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, MC-DINA model analizlerinde örtük sınıflarda yer alan bireylerin hangi seçeneği seçme olasılığının en yüksek olduğunun belirlenmesi için seçim olasılık parametrelerinin hesaplanması, modelin DINA modele göre üstün özelliklerindedir. Ayrıca MC-DINA model analizlerinde DINA modele göre daha fazla örtük sınıf elde edilmesi sebebiyle MC-DINA modelin DINA modele göre örtük sınıfları daha iyi ayırttığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: *MC-DINA model, Bilişsel Tanı Modelleri, Test geliştirme, Öğrenme eksiklikleri*

Abstract: The purpose of this study is to develop a cognitive diagnostic test in accordance with the MC-DINA model that utilizes distractors in multiple-choice tests to identify learning deficits and to examine the effect of using distractors on the distribution of individuals in implicit classes in comparison with the DINA model. Within the scope of the research, the data obtained by applying the trial form consisting of 31 items to 404 students were analyzed in the R Studio program according to the DINA model, and the final form was created with the first 15 items with RMSEA values less than 0,05 and the highest discrimination indices. After the data obtained by applying the final form to 827 students were tested for compliance with the DINA model (SRMSR, MADcor, RMSEA, MADQ3 and MADaQ3 $\leq 0,05$), item parameters were calculated, and Q matrix and latent class sizes were compared according to the DINA model and MC-DINA model. Then, according to the MC-DINA model, selection probability parameters of latent classes for each option were calculated. According to the results of the study, the calculation of choice probability parameters to determine which option is most likely to be chosen by individuals in latent classes in MC-DINA model analyses is superior to the DINA model. In addition, since more latent classes were obtained in MC-DINA model analyses compared to DINA model, it was concluded that MC-DINA model separated latent classes better than DINA model.

Keywords: *MC-DINA model, Cognitive Diagnostic Models, Test development, Learning deficits*

¹ Bu çalışmada birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı doktora tezi verilerinden yararlanılmıştır.

² Doktora Öğrencisi/MEB Uzman Öğretmen, Hacettepe Üniversitesi, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Ana Bilim Dalı, e-posta: esracivanikiz@gmail.com ORCID: 0009-0000-4834-9189

³ Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Ana Bilim Dalı, e-posta: sgelbal@gmail.com.tr. ORCID:0000-0001-5181-7262

Giriş

Eğitim programında belirlenen hedeflere ulaşılmasında, eğitim-öğretim faaliyetleri esnasında öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi önemli bir yer teşkil eder. Öğretim sürecindeki herhangi bir konu alanındaki davranışlar birbirleriyle örüntüler oluşturur ve zincirin halkaları gibi öncelik sonralık ilişkisi içinde bulunurlar. Bu zincirin halkalarında kopmalar meydana gelmesi öğrenmeyi olumsuz etkiler. Öğrencilerin hangi davranışları kazanıp kazanmadığı belirlenip, var olan eksiklikler giderilebilirse daha etkili bir öğrenme süreci oluşur (Atılğan,2009). Bu da eğitimde ölçme değerlendirme sürecinin, öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi açısından etkin ve verimli kullanımıyla mümkündür.

Öğretim sürecinde zaman zaman öğrencilerin öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi, kazandırılması amaçlanan bilgi, beceri ya da davranışın ne ölçüde kazandırıldığına yönelik bilgi verir. Öğrencilerin öğretimi gerçekleştirilen konuya hâkim olup, öğrenme eksikliklerinin oluşmaması için konu yeterince örneklendirilmelidir diğer yandan konunun çok ayrıntıya girmesi ya da gereğinden uzun işlenmesi de motivasyon kayıplarına, zamanının etkili kullanılmamasına yol açabilir. Bu nedenle öğretim sırasında yapılan değerlendirmeler zamanın etkili kullanımı açısından da önemlidir (Semerci,2015). Eğitimde ölçme ve değerlendirme yapmak amacıyla geliştirilen çok sayıda değerlendirme aracı bulunmaktadır. Çoktan seçmeli testler, birçok eğitim kurumunda gerek ulusal gerek uluslararası geniş ölçekli sınavlarda sıklıkla kullanılan değerlendirme araçları arasında yer almaktadır. Çoktan seçmeli testlerin kolay puanlanması, kalabalık gruplara uygunluğu, test ve madde istatistiklerinin kolay hesaplanması yaygın olarak kullanılmasının nedenleri arasındadır (Doğan, 2020). Çoktan seçmeli test prosedüründe hazırlanan bilişsel tanı testleri aracılığıyla da öğrenme eksiklikleri tespit edilebilir. Bilişsel tanı modelleri aracılığıyla gerçekleştirilen bilişsel tanı analizlerinin öğrencilere verdiği geribildirim, öğrencilere sahip olduğu bilgi ve becerileri artırma imkânı sağlamaktadır. Bilişsel tanı raporları, testin hangi bilgi ve becerileri ölçtüğü ve öğrencilerin bu bilgi ve becerilere hâkim olma düzeyi hakkında bilgi vererek öğretmenlere, ebeveynlere, öğrencilere rehberlik eder. Öğrencilerin eksik öğrenmelerinin öğretmenler tarafından vurgulanması, eğitimin devamında gerekli uyarlamaların yapılmasına olanak tanımaktadır (Ye, 2005).

Sınıf içi uygulamalarda çoktan seçmeli testlerin puanlanmasında sıklıkla kullanılan yöntem 1-0 puanlamadır. (1,0) puanlama yönteminde doğru cevaba puan verilip soruyu yanlış yanıtlayan bireylerin kısmi bilgiye sahip olma ya da soru hakkında hiçbir bilgiye sahip olmama durumu arasındaki farkın dikkate alınmaması 1-0 puanlamanın yetersizliği olarak görülmektedir (Akkuş ve Baykul, 2001). Çoktan seçmeli testin öğrenme eksikliklerini belirlemeye yönelik ihtiyacı karşılayıp karşılayamadığına yönelik

tartışmaya konu olmasına neden olan sebeplerden birisi, çoktan seçmeli test ile yapılan ölçme değerlendirme uygulamalarında, maddenin gerektirdiği tüm niteliklerden hepsine sahip olmayıp birine/birkaçına sahip olması nedeniyle maddeyi yanlış yanıtlayan sınav katılımcıları ile soru hakkında hiçbir bilgiye sahip olmayan sınav katılımcıları arasında farkın olmamasıdır. Çoktan seçmeli testlerde 1-0 puanlamanın yapıldığı durumlarda sadece doğru yanıtı işaretleme durumunda ölçülmek istenilen özelliğin var olduğu varsayılmakta, çeldiricileri işaretleyen bireylerin hangi çeldiriciyi, neden işaretlediği incelenmemektedir. Bu durumda yanlış yanıtı seçen bireylerin, madde hakkında hiçbir fikir yürütemeyerek rasgele seçeneklerden birini işaretleme durumu, maddeyi anlayıp gerekli işlemleri yapmaya başladığı halde doğru cevabı işaretleyebilecek kazanıma sahip olmadığı için soruyu yarım bırakma durumu, yanlış öğrenmeler ya da öğrenme eksiklikleri nedeniyle maddeyi yanlış yanıtlama durumu arasında fark incelenmemektedir.

Yapılan bilişsel tanılamanın, etkin ve açıklayıcı olması için doğru araçlar kullanılması gerekir. Bilişsel tanı modelleri, geleneksel madde tepki kuram modellerine göre öğrencilerin zayıf ve üstün yönlerini tespit etmede daha etkin çalışmaktadır. Belirli becerilerin varlığını ve yokluğunu tespit ederek öğrencilerin profilini oluştururlar (De La Torre, Hong, & Deng, 2010). Bunlardan DINA model, maddeyi doğru yanıtlayan bireylerin, maddeyi yanıtlamak için gerekli tüm özelliklere sahip olduğunu, dolayısıyla maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli niteliklerden en az birine sahip olmayan bireylerin de maddeyi yanlış yanıtlayacağını varsayar. Yani DINA modelde α_i , i. öğrencinin nitelik vektörü olmak üzere, Q matrisinin j.'inci satırı olmak üzere gizil yanıtı gösteren η_{ij} , i. öğrencinin j. maddeyi yanıtlamak için gerekli niteliklere sahip olup olmadığını belirtir ve $\eta_{ij}=1$ ya da 0 değerini alabilir yani her madde için öğrenciler iki gruba ayrılır.

DINA modelde 's' parametresi, bireyin maddenin doğru yanıtını bildiği halde yanlış yapma olasılığını ifade eder. Yanlış pozitif olasılık olarak da adlandırılan 's' parametresinin düşük olması istenilen özelliklere sahip bireylerin maddeyi doğru yanıtlama olasılıklarının arttığını belirtir. Doğru pozitif olasılık olarak da tanımlanan 'g' parametresi ise bireyin istenilen özelliklere sahip olmamasına rağmen maddeyi doğru yanıtlama olasılığını ifade eder ve 'g' parametresinin yüksek olması maddeye doğru yanıtı vermek için gerekli niteliklere sahip olmayan bireylerin maddeyi yanıtlama olasılıklarının arttığını belirtir. 0-1 arasında değişen 's' ve 'g' parametrelerinin kabul edilebilir değerleri 0,30 civarında olup, bu parametrelerin uyumsuzluğu 1'e yaklaştıkça artar (Zhang, 2006).

DINA modelde her madde için gizil grup sayısı; gerekli tüm özneliklere sahip sınav katılımcıları için bir grup ve maddeyi doğru yanıtlamak için öngörülen özneliklerden en az birine sahip olmayanlar için bir grup olmak üzere 2 gruptur. De la Torre (2009), DINA model ile sınav katılımcılarının sadece iki gruba ayrılması durumundan farklı olarak, çeldiricilerden yararlanarak doğru yanıt için gerekli niteliklerden bazılarına sahip olanlar için de gizil gruplar oluşturulmasını sağlayan MC-DINA modeli oluşturmuştur. De la Torre (2009), MC-DINA model ile, maddeyi yanıtlayan bireylerin yalnızca ikiye ayrılmasından farklı olarak çeldiricileri işaretleyen bireylerden de bilgi edinilebileceğini göstermiştir. MC-DINA modelde çeldiriciler incelenerek, hangi niteliklere sahip bireylerin hangi çeldiriciyi seçme eğiliminde oldukları incelenir. De la Torre (2009), MC-DINA modeli, $2\frac{4}{12} - \frac{7}{12}$ maddesi ile örneklendirmiştir. Maddenin seçenekleri aşağıda gösterildiği gibidir:

- A) $2\frac{3}{12}$ B) $2\frac{1}{4}$ C) $1\frac{9}{12}$ D) $1\frac{3}{4}$

Maddenin yer aldığı testte belirlenen nitelikler, (1) tamsayıdan kesre ödünç verme, (2) kesirleri çıkarma, (3) sadeleştirme, (4) tam sayıyı kesirden ayırma, (5) tam sayıyı kesre dönüştürmedir. $2\frac{4}{12} - \frac{7}{12}$ maddesini yanıtlamak için 7'den 4'ü çıkarıp sonucu $2\frac{3}{12}$ olarak bulan birey, sadece kesirleri çıkarma niteliğine (2) sahip olup A çeldiricisini seçer. Sonucu $2\frac{3}{12}$ bulup sadeleştirme yapan birey, hem 2 hem 3 niteliklerine sahip olup B çeldiricisini seçer. C çeldiricisini seçen birey 1 ve 2 numaralı niteliklere sahip olup, maddenin doğru yanıtı olan D seçeneğini seçen bireyler hem 1 hem 2 hem de 3 numaralı niteliklere sahiptir. MC-DINA modelde çeldiricileri seçen bireylerin sahip olduğu nitelikler, maddeye doğru yanıt veren bireylerin sahip olduğu niteliklerin alt kümesidir.

MC-DINA modele göre madde geliştirirken çeldiricilerin yeterli ölçüğe yerleştirilerek, belirli gizil sınıflara denk gelecek biçimde oluşturulması, belirli yeterlilik düzeyindeki bireylerin, belirli seçenekleri seçme eğiliminin incelenmesini sağlar. Yani çeldiriciler, bir ya da daha fazla niteliğe sahip olmayan bireylerin verebileceği yanıtları yansıtmalıdır. Çeldiricileri işaretleyen bireylerin sahip olduğu niteliklerin durumu, doğru cevabı işaretleyen bireylerin sahip olduğu niteliklerin alt kümesinde olmalıdır. MC-DINA modeli için, incelenen kişinin j maddesine ait h seçeneğini seçme olasılığı şu şekilde verilir:

$$P_{jh}(\alpha_i) = P(X_{ij} = h | \alpha_i) = P(X_{ij} = h | g_{ij} = g) = P_j(h | g)$$

$P_j(h|g)$ $\{1,2,\dots,H_g\}$ 'nin alt kümesi ve 0 'ı da içeren, g grubundaki sınav katılımcısının j . maddenin h seçeneğini seçme olasılığını belirtir.

Bilişsel tanı analizlerinde Q matrisler oluşturularak, bireylerin hangi niteliklere sahip olduğu tespit edilip, her birey belirli bir örtük sınıfa atanır. Böylece sadece öğrenme çıktıları değil, öğretim süreci de değerlendirilmiş olur (Jang, 2008). Q matris, maddeyi doğru yanıtlamak için bireylerin hangi niteliklere sahip olduğunu bildiren bir özet niteliğindedir (Tatsuoka, 2009). Q matriste testteki her maddenin gerektirdiği nitelikler sütunlarda, maddeler ise satırlarda yer alır. Eğer maddeyi doğru yanıtlamak için ilgili nitelik gerekiyorsa 1, gerekmiyorsa 0 kodu atanır.

Okullarda gerçekleştirilen eğitim- öğretim faaliyetleri her ders için yıllık plan hazırlanır. Hazırlanan plan dahilinde hangi konu alanına ne zaman yer verileceği ve ne zaman ölçme değerlendirme yapılacağı belirlenerek ilerlenir. Planda yer verilen, not verme amacına yönelik ölçme değerlendirme faaliyetleri dışında, her konu sonunda öğrenme eksikliklerini belirlemeye yönelik ölçme değerlendirme yapılması, eksik öğrenmelerinin telafi edilmesini sağlayacaktır. Her öğrencinin her konu alanı sonunda öğrenme eksikliklerinin belirlenip, öğrencilere bireysel olarak geri bildirim verilmesi sürecinde, belirlenen planda aksaklık oluşmaması için zamanın etkili kullanımı önemlidir. Uygulama ve puanlamada zamanın verimli kullanımına hizmet edebilmesinden dolayı araştırmada geliştirilecek ölçme değerlendirme aracı 15 maddeden oluşan çoktan seçmeli test olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma, öğrenme eksikliklerinin belirlenmesinde çeldiricilerden yararlanan MC-DINA modele uygun bilişsel tanı testi geliştirmek ve geliştirilen testin psikometrik özelliklerini, çalışma grubunun taşıdığı özellikleri, DINA model ile karşılaştırmalı olarak incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda öncelikle MC-DINA modele uygun bilişsel tanı testi geliştirilmiştir. Geliştirilen bilişsel tanı testinin psikometrik özellikleri incelenmiş ve çeldiricilerden yararlanılma durumunun örtük sınıf büyüklükleri açısından karşılaştırması yapılmıştır. Ardından kodlanan her seçeneğin ilgili örtük sınıflarda yer alan bireyler tarafından seçilme olasılıklarını belirten seçim olasılık parametreleri hesaplanmıştır. Ülkemizde gerçekleştirilen bilişsel tanı testi geliştirmeye ilgili araştırmalarda MC-DINA modelin kullanılmadığı görülmektedir. Araştırmada geliştirilecek bilişsel tanı testi, öğrencilerin nitelik profillerinin belirlenmesinde sadece doğru yanıtları değil çeldiricilerden de yararlanılması nedeniyle literatüre katkı sağlayacaktır. Ayrıca farklı çeldiricileri seçen bireyler arasındaki farkın sorgulanmasının öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi alanında eğitimsel ölçmeye de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırmaya konu olan araştırma problemleri şu şekildedir:

- 1) DINA modele göre elde edilen madde parametreleri ve model-veri uyum indeksleri nasıldır?
- 2) DINA model ve MC-DINA modele göre hazırlanan Q matrisler nasıldır?
- 3) DINA model ve MC-DINA modele göre öğrencilerin yer aldığı örtük sınıflar nasıl değişmektedir?
- 4) Testte yer alan her seçeneğin maddenin ilişkili olduğu örtük sınıflara göre seçim olasılık parametreleri nasıldır?

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada temel amaç, bilişsel tanı testlerinde çeldiricilerden yararlanılma durumunun öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi açısından karşılaştırılmasıdır. Bu amaca yönelik öncelikli olarak DINA model ve MC-DINA modele uygun bilişsel tanı testi geliştirilmiş, sonra da çeldiricilerden yararlanan MC-DINA model aracılığıyla hesaplanan madde ve birey parametreleri ile çeldiricilerden yararlanmayarak sadece maddenin doğru yanıtlanıp yanıtlanmadığına dayanan DINA model aracılığıyla hesaplanan madde ve birey parametreleri karşılaştırılmıştır. Araştırma gerçek veri seti üzerinde yürütülmüş olup, var olan durumu betimsel istatistikler kullanarak betimlemeyi amaçlamaktadır. Betimsel tarama modelleri, bir konu hakkında tanımlama ve sınıflama analizlerinin gerçekleştirildiği araştırmalardır(Tutar ve Erdem, 2022). Bu sebeple araştırmanın modeli, nicel araştırma yöntemleri arasından betimsel tarama modelidir.

Çalışma Grubu

Çalışmanın amacı bilişsel tanı testlerinde çeldiricilerden yararlanılma durumunun öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi açısından karşılaştırılması olduğundan evrene genelleme amacı taşımamaktadır. Araştırmacının ulaşım kolaylığı nedeniyle çalışma grubu Çanakkale ili MEB'e bağlı ortaokullarda araştırmaya katılmaya gönüllü 5. ve 6. sınıf öğrencilerinden oluşturulmuştur. Deneme formu ve nihai formun uygulanmasında oluşturulan çalışma grupları birbirinden farklı öğrencilerden oluşup deneme formunun uygulanmasına 404, nihai formun uygulanmasına 827 öğrenci katılmıştır.

Veri Toplama Süreci

Araştırma, veriler toplanmadan önce Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan alınan 21/03/2023 tarih ve E-35853172-300-00002755481 sayılı etik izin onayı doğrultusunda, etik kurallara uyularak gerçekleştirilmiştir. 31 maddeden oluşan bilişsel tanı testi, öncelikle deneme uygulaması yapmak amacıyla 404 öğrenciden oluşan çalışma grubundaki 5. ve 6. sınıf öğrencilerine 08.05.2023 tarihinde uygulanmıştır. Test süresi 1 ders saatidir. Elde edilen veriler analiz edildikten sonra oluşturulan nihai form ise 827 öğrenciden oluşan, 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin yer aldığı çalışma grubuna 20.05.2023 tarihinde uygulanmıştır. Test uygulama süresi 20 dakikadır. Uygulamadan önce test yönergesi öğrencilere tekrar okunmuş hem deneme testi hem nihai testin güvenilirliğin artırılması için madde yerlerinin random şekilde değiştiği A ve B formu olarak iki farklı form uygulanmıştır.

Veri toplama araçları

Veri toplama amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen ondalık gösterimlerle toplama çıkarma işlemlerindeki öğrenme eksikliklerini belirleme amacı dahilinde 'Sayılar ve İşlemler' öğrenme alanı, 'Ondalık Gösterim' alt öğrenme alanına yönelik bilişsel tanı testi kullanılmıştır. Testte öğrenme eksikliklerinin belirlendiği kazanım, M.5.1.5.6. kodlu 'Ondalık gösterimleri verilen sayılarla toplama ve çıkarma işlemleri yapar' kazanımıdır.

Araştırma kapsamında bilişsel tanı testi geliştirmek amacıyla başvuru alan çalışma ekibi, en az 10 yıldır Millî Eğitim Bakanlığına bağlı ortaokullarda matematik öğretmenliği görevi yapan 5 öğretmen ve 2 ölçme değerlendirme uzmanından oluşmaktadır. Çalışma ekibinde öncelikle kazanımla ilişkilendirilen niteliklerin belirlenip madde yazımı gerçekleştirilmiş ardından Q matris oluşturulmuştur. Öğrenme eksikliklerinin belirleneceği kazanımla ilgili belirlenen üç nitelik şu şekildedir:

A1: Ondalık gösterimlerle toplama işlemi kurallarını uygulayabilme.

A2: Ondalık gösterimlerle çıkarma işlemi kurallarını uygulayabilme.

A3: Ondalık gösterimlerle işlem yaparken tam kısım ve ondalık kısmı ayırt edebilme.

K belirlenen nitelik sayısını göstermek üzere, 3 nitelik için 2^k-1 adet örtük sınıf oluşturulacağından $2^3-1=7$ örtük sınıfı temsil edecek 31 adet madde yazılmıştır. 000 örtük sınıfı, hiçbir niteliği yoklamayan madde olarak ilişkilendirilmesi olanaksız olduğundan, bu örtük sınıfa ithafen madde bulunmaz. Bilişsel tanı analizlerinde çeldiricilerden yararlanılacağı için çeldiricilerin yazımı bu hususta önem kazanır. Çeldiricileri seçen öğrencilerin sahip oldukları nitelikler, doğru yanıtı seçen öğrencilerin sahip oldukları

niteliklerin alt kümesinde olacak şekilde çeldiricilere nitelik kodlaması yapılmıştır. Nitelik kodlaması ve çeldiricilerin hazırlanması için 50 öğrenciden oluşan çalışma grubu oluşturulmuş ve öğrencilerin konu alanıyla ilgili sıklıkla yaptığı hatalardan faydalanılmıştır. Dört seçenek arasından üç seçeneğin de kodlandığı bir maddede, ilgili seçeneği seçen öğrencilerin sahip olduğu nitelik sayısı A_1 , A_2 ve A_3 kümeleriyle temsil edilirse, çeldiriciler $A_1 \subset A_2 \subset A_3$ şeklinde organize edilmiştir. Bu durumda hem hiyerarşik hem de doğrusal bir düzen oluşturulmuştur.

Deneme uygulaması için A ve B grubu olmak üzere maddelerin random olarak sıralandığı iki farklı test formu olarak hazırlanan ve her biri 4 seçenekli 31 maddeden oluşan test formlarının deneme uygulaması 404 öğrenciden oluşan çalışma grubuna 1 ders saatinde uygulanmıştır. Gerçekleştirilen deneme uygulaması sonucu DINA modele göre elde edilen madde parametreleri olarak ayırt edicilik, tahmin (g), kayma (s) parametreleri ve RMSEA değerleri tablo 1’de sunulmuştur:

Tablo 1

DINA Model Madde Parametreleri

Madde No	g	s	δ	RMSEA
1	0,322	0,181	0,497	0,066
2	0,141	0,341	0,518	0,073
3	0,123	0,173	0,705	0,045
4	0,347	0,286	0,367	0,095
5	0,111	0,238	0,651	0,035
6	0,489	0,068	0,443	0,016
7	0,11	0,202	0,688	0,023
8	0,616	0,213	0,17	0,163
9	0,425	0,387	0,188	0,081
10	0,191	0,276	0,533	0,081
11	0,593	0,078	0,328	0,12
12	0,426	0,122	0,452	0,054
13	0,233	0,207	0,56	0,066
14	0,099	0,09	0,811	0,011
15	0,273	0,261	0,466	0,045
16	0,11	0,108	0,782	0,031
17	0,111	0,343	0,546	0,041
18	0,09	0,212	0,698	0,03
19	0,153	0,244	0,604	0,036
20	0,084	0,055	0,861	0,013
21	0,067	0,047	0,887	0,042
22	0,462	0,116	0,422	0,039
23	0,011	0,142	0,847	0,017
24	0,491	0,41	0,098	0,121
25	0,353	0,135	0,512	0,088
26	0,204	0,123	0,673	0,076
27	0,178	0,155	0,667	0,073
28	0,136	0,192	0,672	0,034

29	0,277	0,112	0,611	0,127
30	0,111	0,146	0,743	0,044
31	0,067	0,15	0,783	0,009

NOT: g:tahmin parametresi, s:kayma parametresi, δ : ayırt edicilik parametresi, RMSEA: Yaklaşık hataların ortalama karekökü

Tablo 1’de tahmin parametresi, kayma parametresi ve ayırt edicilik parametrelerini gösteren g, s ve δ parametreleri ve RMSEA değerleri incelenerek, araştırmanın amacına uygun olarak, öğrenme eksikliklerinin tespit edilmesine yönelik 15 maddeden oluşan bilişsel tanı testi geliştirmek için, madde parametrelerinden istenilen kriterleri en iyi sağlayan ilk 15 madde seçilmiştir. Bunun için maddeler, ayırt edicilik indeksine göre büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. RMSEA değeri 0,05’ten yüksek maddeler (1, 2,4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 24, 25, 26, 27 ve 29) haricindeki ayırt edicilik indeksi en yüksek ilk 15 madde ile nihai form oluşturulmuştur. Oluşturulan yeni formun g parametrelerinin ortalaması 0,110; s parametrelerinin ortalaması 0,173, ayırt edicilik indekslerinin ortalaması 0,716 ve RMSEA değerlerinin ortalaması 0,030’dur. Parametrelerin en yüksek ve en düşük değerleri incelendiğinde, g parametrelerinin 0,011 ile 0,273 arasında, s parametrelerinin 0,047 ile 0,343 arasında, ayırt edicilik indeksinin 0,466 ile 0,887 arasında ve RMSEA değerlerinin 0,009 ile 0,045 arasında değiştiği görülmektedir.

Verilerin Analizi

Verilerin analizi için R Studio programı ‘cdm’ paketi kullanılmıştır. DINA modele göre madde ve birey parametrelerinin hesaplanması için veriler 0-1 kodlanmış olarak; MC-DINA modele göre analizlerde ise veriler 1-2-3-4 şeklinde kodlanmıştır. Veri setinin DINA modele göre oluşturulmasında 1 kodu, bireyin maddeyi doğru yanıtladığını; 0 kodu ise yanlış yanıtladığını belirtir. MC-DINA modele göre kodlanan verilerde 1 kodu bireyin A seçeneğini, 2 kodu B seçeneğini, 3 kodu C seçeneğini ve 4 kodu D seçeneğini seçtiğini gösterir. Q matrisin DINA modele göre oluşturulması aşamasında eğer madde, ilgili nitelikle alakalı ise 1 kodu; alakalı değilse 0 kodu verilmiştir. MC-DINA modele Q matrisin oluşturulmasında, kodlanan her seçenekte, o seçeneği seçen bireylerin sahip olması gereken nitelikler teker teker belirtilip, c ("madde numarası", "seçenek", "A1", "A2", "A3") şeklinde oluşturulur. Örnek olarak R Studio programında, doğru cevabı üç niteliği de gerektiren 15. madde için Q matris DINA modele göre (1,1,1) şeklinde iken MC-DINA modele göre (15,1,0,0,1), (15,3,0,1,1) ve (15,4,1,1,1) şeklindedir. Bireylerin 15. maddeyi doğru yanıtlanması için üç niteliğe de sahip olması gerektiğinden DINA model için (1,1,1) örtük sınıfıyla ilişkilendirilmiştir. MC-DINA modelde ise 15. maddenin A seçeneği (0,0,1), C seçeneği (0,1,1), D seçeneği ise (1,1,1) örtük sınıfıyla ilişkilendirilmiştir.

Bulgular

Birinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Oluşturulan nihai formun 827 öğrenci bulunan çalışma grubuna uygulanmasıyla DINA modele göre elde edilen model veri uyum indeksleri tablo 2’de gösterilmiştir:

Tablo 2

DINA Model Uyum İndeksleri

DINA Model Uyum Değerleri	
Mx^2	25,597 (p=4,417)
MADcor	0,029
SRMSR	0,038
MADQ3	0,047
MADaQ3	0,043
RMSEA	0,015
AIC	12150
BIC	12324

Tablo 2’de gösterildiği gibi AIC değeri 12150, BIC değeri 12324’tür. AIC ve BIC değerleri göreceli uyum indeksleri olduğundan tek başına kullanılmayıp modeller arasında karşılaştırma veya seçim yapılması amaçlandığında kullanılmaktadır. Mx^2 , tüm madde çiftleri üzerindeki ikili madde yanıt frekansları için bağımsızlığa ilişkin x^2 test istatistiklerinin ortalamasıdır (Chen ve Thissen, 1997). Farklı örneklem büyüklüklerinde, farklı mutlak uyum indekslerinin dağılımları incelendiğinde, Mx^2 dışında bu indekslerin her biri için ortak bir kesme değeri bulmak çok zordur. Mutlak uyum indeksleri arasından örneklem büyüklüğüne en az duyarlı olan değer, Mx^2 değeridir. Ayrıca Mx^2 değeri güç açısından en iyi performansı gösterir (Lei ve Li, 2016). Ravand ve Robitzsch (2018), büyük Mx^2 değerlerini maddeler arasında modellenmiş yerel bağımlılığın kanıtı olarak ele alıp çalışmalarında anlamlı olmayan Mx^2 değerlerinin modelin veriye iyi uyum sağladığını göstermiştir. Buna göre araştırmada Mx^2 değerinin 25,597 (p=4,417) bulunarak, p değerinin anlamlı olmaması DINA modelin veriye uyum sağladığını göstermektedir. DiBello, Roussos ve Stout (2007)’e göre MADCOR değeri gözlenen ve kestirilen madde çiftleri korelasyonları arasındaki mutlak farkların ortalamasıdır. Yen (1984)’e göre madde artıklarına ilişkin ikili korelasyonları belirten Q3 istatistiklerinin mutlak değerlerinin ortalaması olan MADQ3 değerinin 0,05’ten küçük olması modelin veriye iyi uyum sağladığını göstermektedir. Madde parametrelerine ilişkin RMSEA değerlerinin ortalaması olan RMSEA değerinde ise 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 olarak sınıflama gerçekleştirilmiştir. Referans alınan tüm değerlere göre tablo 2’de belirtilen değerler, araştırmada DINA modelin veriye uyum sağladığını göstermektedir.

Araştırmada nihai formun uygulanmasıyla elde edilen 827 bireyden oluşan verinin DINA model ile analiz edilmesi sonucu elde edilen madde parametreleri olarak ayırt edicilik (δ), tahmin (g), kayma (s) parametreleri ve RMSEA değerleri tablo 3’te sunulmuştur:

Tablo 3

Nihai Formun Madde Parametreleri

Madde No	g	s	δ	RMSEA
1	0,100	0,136	0,764	0,003
2	0,104	0,180	0,716	0,022
3	0,118	0,176	0,707	0,023
4	0,149	0,126	0,725	0,029
5	0,289	0,246	0,466	0,035
6	0,109	0,150	0,741	0,010
7	0,117	0,274	0,609	0,015
8	0,067	0,264	0,669	0,010
9	0,160	0,107	0,733	0,012
10	0,146	0,195	0,659	0,019
11	0,143	0,088	0,769	0,013
12	0,170	0,381	0,449	0,013
13	0,137	0,171	0,692	0,003
14	0,134	0,193	0,672	0,018
15	0,063	0,180	0,757	0,006
Ortalama	0,134	0,191	0,675	0,015

NOT: g:tahmin parametresi, s:kayma parametresi, δ : ayırt edicilik parametresi, RMSEA: Yaklaşık hataların ortalama karekökü

Tablo 3’te tahmin parametresi, kayma parametresi ve ayırt edicilik parametrelerini gösteren g, s ve δ parametreleri ve RMSEA değerleri incelendiğinde, nihai formdaki g parametrelerinin ortalamasının 0,134; s parametrelerinin ortalamasının 0,191, ayırt edicilik indekslerinin ortalamasının 0,675 ve RMSEA değerlerinin ortalamasının 0,015 olduğu görülmektedir. g parametreleri 0,063 ile 0,289 arasında, s parametreleri 0,088 ile 0,381 arasında, ayırt edicilik indeksi ise 0,449 ile 0,769 arasında ve RMSEA değerleri 0,003 ile 0,035 arasında değişmektedir. En nitelikli ve en niteliksiz madde seçiminde g, s ve δ parametrelerinin değerleri incelenmiştir. En yüksek g parametresine sahip 5. madde; en düşük g parametresine sahip 15. maddedir. En yüksek s parametresine sahip 12. madde; en düşük s parametresine sahip 11. maddedir. Ayırt edicilik indeksi en yüksek olan 11. madde ve en düşük olan 12. maddedir. Buna göre en nitelikli madde seçiminde 11. madde olarak s ve δ parametreleri aynı maddeyi belirlemiştirler. En niteliksiz madde seçiminde de 12. madde olarak s ve δ parametreleri aynı maddeyi belirlemiştirler.

İkinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

DINA model ve MC-DINA modele göre Q matris hazırlanmasında öncelikle tüm maddeler için madde seçeneklerinin ilişkili olduğu nitelikler tespit edilmiştir. Madde seçeneklerinin hangi niteliklerle ilişkili olduğu ayrıntılı olarak tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4

Madde Seçeneklerinin İlişkili Olduğu Nitelikler

No	Seçenek/Nitelikler	Doğru cevabın gerektirdiği nitelik sayısı
1	B*(A1, A3), C(A3)	2
2	A*(A1, A2, A3), D (A1, A3), B(A3)	3
3	C*(A1, A3), A(A3)	2
4	D*(A1, A2, A3), A (A2, A3), C(A3)	3
5	C*(A1, A2), A(A1)	2
6	A*(A1, A2, A3), B (A1, A3), C(A1)	3
7	A*(A1, A2, A3), B (A2, A3), C(A3)	3
8	B*(A1, A2, A3), C (A1, A3), D(A3)	3
9	B*(A1, A3), C (A3)	2
10	B*(A1, A2, A3), C (A1, A3), D(A1)	3
11	D*(A1, A3), C(A3)	2
12	D*(A1, A2, A3), A (A1, A3), B(A3)	3
13	A*(A1, A2, A3), D (A2, A3), B(A2)	3
14	C*(A1, A2, A3), B (A2, A3), A(A2)	3
15	D*(A1, A2, A3), C (A2, A3), A(A3)	3

*Maddenin doğru cevabını göstermektedir.

Tablo 4'te testte yer alan maddeler doğru cevabın gerektirdiği nitelik sayısına göre incelendiğinde, 5 tane iki nitelik gerektiren, on tane üç nitelik gerektiren madde bulunduğu görülmektedir. Doğru cevabın yer aldığı seçenekler, 4 tane A seçeneği, 4 tane B seçeneği, 3 tane C seçeneği ve 4 tane D seçeneğinde yer alması sebebiyle dengeli bir dağılım görülmektedir. Testteki tüm maddeler A1 niteliğiyle ilişkili, 11 madde A2 niteliğiyle ilişkili ve 14 madde A3 niteliğiyle ilişkilidir. Madde seçeneklerinin ilişkili olduğu niteliklerden yararlanılarak hazırlanan DINA model ve MC-DINA modele göre Q matrisler tablo 5'te sunulmaktadır:

Tablo 5

DINA Model ve MC-DINA Modele Göre Oluşturulan Q Matrisler

DINA model Q Matris			MC-DINA Model Q Matris				
Madde No	A1	A2	A3	Madde No	A1	A2	A3
1	1	0	1	1	1	0	2
2	1	1	1	2	2	1	3
3	1	0	1	3	1	0	2
4	1	1	1	4	1	2	3

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

Tablo 5'te gösterilen DINA model Q matrisinde, maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli niteliklerden hangilerine sahip olunması gerektiği belirtilmektedir. Eğer madde, ilgili niteliği gerektiriyorsa 1 kodu; gerektirmiyorsa 0 kodu verilmiştir. MC-DINA modelde ise sadece doğru yanıtın gerektirdiği nitelikler kodlanmamış, çeldiriciler de niteliklerle ilişkilendirilmiştir. Örneğin 15. maddenin doğru yanıtı olan D seçeneği hem A1 hem A2 hem de A3 niteliğiyle ilişkilendirilmiştir. C seçeneği A2 ve A3 niteliğine sahip olmayı gerektirirken A seçeneği sadece A3 niteliğine sahip olmayı gerektirir. B seçeneğinde ise nitelik kodlaması bulunmamaktadır. MC-DINA modele göre çeldiricilerin incelemesi yapılacağından, 15. maddenin seçenekleri bu kapsamda incelenirse, A1 niteliğinin ilişkilendirildiği 1 seçenek, A2 niteliğinin ilişkilendirildiği 2 seçenek, A3 niteliğinin ilişkilendirildiği 3 seçenek vardır; dolayısıyla 15. madde (1, 2, 3) kodu ile ifade edilir.

Üçüncü Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Bilişsel tanı modellerinin en önemli özelliklerinden biri, bireylerin bilişsel tanı profillerini oluşturmaktır. Gerçekleştirilen analizlerde MLE, MAP, EAP kestirim yöntemleri altında her bir örtük sınıfa düşen birey sayısı ve yüzdesi, DINA ve MC-DINA modele göre tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6

DINA Model ve MC-DINA Modele Göre MLE, EAP, MAP Kestirim Yöntemleri Altında Örtük Sınıf Büyüklükleri

Örtük Sınıflar	DINA Modelde Kestirim Yöntemlerine Göre Örtük Sınıf Büyüklükleri						MC-DINA Modelde Kestirim Yöntemlerine Göre Örtük Sınıf Büyüklükleri					
	MLE		MAP		EAP		MLE		MAP		EAP	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
0 0 0	221	%26,7	219	%26,5	219	%26,5	31	%3,7	3	%0,4	8	1,0
0 0 1	-	-	-	-	-	-	108	%13,1	128	%15,5	131	15,8
0 1 0	-	-	-	-	-	-	39	%4,7	37	4,5	35	4,2
0 1 1	-	-	-	-	-	-	90	%10,9	85	10,3	77	9,3
1 0 0	-	-	-	-	-	-	40	%4,8	54	6,5	51	6,2

1 0 1	73	%8,8	69	%8,3	69	%8,3	47	%5,7	46	5,6	47	5,7
1 1 0	101	%12,2	98	%11,9	98	%11,9	45	%5,4	39	4,7	43	5,2
1 1 1	432	%52,2	441	%53,3	441	%53,3	427	%51,6	435	52,6	435	52,6

Tablo 6 incelendiğinde hem DINA modele hem MC-DINA modele göre, en çok örtük sınıf büyüklüğüne (1,1,1) örtük sınıfının sahip olduğu görülmektedir. (1,1,1) örtük sınıfında yer alan öğrencilerin sayısı ve yüzde ile ifadesi sırasıyla MLE, MAP ve EAP kestirim yöntemleri altında DINA modele göre 432 (% 52, 2); 441 (%53,3) ve 441 (%53,3) şeklinde iken MC-DINA modele göre 427 (%51,6); 435 (%52,6) ve 435 (%52,6) şeklindedir. Hem DINA hem MC-DINA modele göre %51 - %53 arasında, çalışma grubundaki öğrenciler tüm niteliklere sahiptir. Fakat (0,0,0) örtük sınıfı incelendiğinde, sırasıyla MLE, MAP ve EAP kestirim yöntemleri altında DINA modele göre 221 (% 26, 7); 219 (%26,5) ve 219 (%26,5)'u hiçbir niteliğe sahip değilken MC-DINA modele göre 31 (%3,7); 3 (%0,4) ve 8 (%1,0)'inin hiçbir niteliğe sahip değildir. MC-DINA modelde (0,0,0) örtük sınıfında daha az birey bulunmaktadır. DINA modele göre tespit edilen dört farklı örtük sınıf bulunurken, MC-DINA modele göre 8 farklı örtük sınıf bulunmaktadır. MC-DINA model, DINA modelde yer almayan diğer örtük sınıfların da tespitini gerçekleştirmiştir. MC-DINA modelin, tüm kestirim yöntemlerinde, DINA modele göre örtük sınıfları daha iyi ayırttığı görülmektedir. Bu durum çeldiricileri seçen öğrencilerin de sahip olduğu nitelikleri analize dahil edebilme özelliğine sahip MC-DINA modelin, DINA modelden üstün yönünü göstermektedir.

Dördüncü Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

MC-DINA modelin, sadece doğru yanıtı nitelik kodlaması yapan diğer bilişsel tanı modellerinden üstün yönlerinden biri, kodlanan seçeneklerin, hangi örtük sınıfta yer alan bireyler tarafından daha çok tercih edildiğinin analizinin yapılabilmesidir. Testte yer alan her seçeneğin, maddenin ilişkili olduğu örtük sınıflara göre seçim olasılık parametreleri tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7

Her Seçeneğin Örtük Sınıflara Göre Seçim Olasılık Parametreleri

No	Seçenek	Örtük Sınıflara Göre Seçim Olasılık Parametreleri		No	Seçenek	Örtük Sınıflara Göre Seçim Olasılık Parametreleri	
		(1,0,1)	(0,0,1)			(1,0,1)	(0,0,1)
1	A	0,063	0,197	9	A	0,015	0,117
	B	0,874	0,152		B	0,904	0,204
	C	0,054	0,588		C	0,019	0,522

	D	0,009	0,062		D	0,062	0,157	
		(1,1,1)	(1,0,1)	(0,0,1)		(1,1,1)	(1,0,1)	(1,0,0)
2	A	0,822	0,000	0,129	10	A	0,015	0,141
	B	0,143	0,627	0,624		B	0,807	0,024
	C	0,026	0,302	0,137		C	0,125	0,463
	D	0,009	0,069	0,110		D	0,054	0,372
		(1,0,1)	(0,0,1)			(1,0,1)	(0,0,1)	
3	A	0,035	0,371		11	A	0,014	0,037
	B	0,020	0,187			B	0,007	0,059
	C	0,833	0,156			C	0,059	0,711
	D	0,110	0,284			D	0,920	0,193
		(1,1,1)	(0,1,1)	(0,0,1)		(1,1,1)	(1,0,1)	(0,0,1)
4	A	0,096	0,420	0,294	12	A	0,253	0,427
	B	0,009	0,000	0,072		B	0,055	0,365
	C	0,021	0,275	0,546		C	0,073	0,029
	D	0,874	0,304	0,087		D	0,619	0,179
		(1,1,0)	(1,0,0)			(1,1,1)	(0,1,1)	(0,1,0)
5	A	0,198	0,337		13	A	0,833	0,301
	B	0,025	0,227			B	0,026	0,157
	C	0,749	0,303			C	0,018	0,000
	D	0,028	0,133			D	0,123	0,542
		(1,1,1)	(1,0,1)	(1,0,0)		(1,1,1)	(0,1,1)	(0,1,0)
6	A	0,854	0,025	0,098	14	A	0,043	0,186
	B	0,043	0,473	0,053		B	0,126	0,435
	C	0,084	0,336	0,585		C	0,802	0,377
	D	0,019	0,166	0,265		D	0,028	0,000
		(1,1,1)	(0,1,1)	(0,0,1)		(1,1,1)	(0,1,1)	
7	A	0,723	0,359	0,048	15	A	0,018	0,202
	B	0,165	0,632	0,228		B	0,010	0,071
	C	0,079	0,003	0,519		C	0,149	0,601
	D	0,033	0,006	0,205		D	0,822	0,125
		(1,1,1)	(1,0,1)	(0,0,1)				
8	A	0,023	0,1639981	0,081				
	B	0,740	2,815	0,097				
	C	0,188	0,4987913	0,382				
	D	0,049	0,3372106	0,439				

*Maddenin doğru yanıtını göstermektedir.

Testte yer alan kodlanmış seçenekler için, örtük sınıflarda yer alan bireylere ait seçim olasılık parametreleri incelenirken, istenilen durum, örtük bireylerde yer alan bireylerin, sahip oldukları niteliklerle ilişkili seçeneği seçmiş olmalarıdır. Tablo7’de örtük sınıflara ilişkin seçim olasılık parametrelerinin en yüksek olduğu değerler kalın ve italik yazı tipiyle gösterilmiştir. Tablo7’de gösterilen örtük sınıflara ilişkin seçim olasılık parametrelerinin en yüksek olduğu değerler ile tablo 4’te gösterilen

madde yazımında seçeneklerin niteliklerle ilişkisi 1.maddede incelemeye alınması için şu adımlar izlenmiştir: Öncelikle tablodan koyu ve italik puntoyla yazılmış seçim olasılık parametreleri bulunur. 1. maddede (1,0,1) örtük sınıfında yer alan bireylerin seçme olasılığının en yüksek olduğu seçenek B seçeneği ve (0,0,1) örtük sınıfında yer alan bireylerin seçme olasılığının en yüksek olduğu seçenek C seçeneğidir. Bu seçeneklerin ilişkilendirildiği nitelikler Tablo 4'ten incelendiğinde, madde yazımında B seçeneğinin A1 ve A3 nitelikleriyle, C seçeneğinin sadece A3 niteliğiyle ilişkilendirildiği görülmektedir. Q matriste A1 ve A3 niteliğiyle ilişkilendirilen B seçeneğinin, (1,0,1) örtük sınıfında yer alan bireylerin seçim olasılık parametrelerinin en yüksek olduğu seçenek olması, C seçeneğinin nitelik analizi ve seçim olasılık parametreleri arasındaki uyumunu göstermektedir. Benzer uyum, Q matriste A3 niteliğiyle ilişkilendirilen B seçeneğine ilişkin, (0,0,1) örtük sınıfında yer alan bireylerin seçim olasılık parametrelerinin en yüksek olduğu seçeneğin B seçeneği olmasıyla da sağlanmıştır. Tüm değerler diğer maddeler için de tablo 4'te yer alan madde seçeneklerinin ilişkili olduğu niteliklerle karşılaştırıldığında sonuçların birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Bu durum da Q matrisin geçerliliğine yönelik kanıt oluşturur niteliktedir.

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırma kapsamında, öğrenme eksikliklerinin belirlenmesinde çeldiricilerden yararlanan MC-DINA modele uygun bilişsel tanı testi geliştirilmiş, ardından geliştirilen testin psikometrik özellikleri ve çalışma grubunun taşıdığı özellikler kullanılarak DINA model ve MC-DINA model karşılaştırılmıştır. Bu bölümde, araştırmadan elde edilen sonuçlar, literatürdeki diğer araştırmalarla tartışmalı olarak açıklanmıştır.

Araştırmanın ilk alt probleminde elde edilen sonuçlar, nihai test formunun oluşturulma biçimi ve madde parametrelerini konu almaktadır. Araştırmada nihai test formunu oluşturmak için hesaplanan tahmin, kayma ve ayırt edicilik parametrelerinden, ayırt edicilik parametresinin kullanımı tercih edilmiştir. Deneme formunda yer alan maddelerden ayırt edicilik indeksi en yüksek ve RMSEA değeri 0,05'ten küçük ilk 15 madde seçilerek testin nihai formu oluşturulmuştur. Nihai test formunun oluşturulması açısından literatürdeki araştırmalar karşılaştırıldığında, nihai formun oluşturulmasında (Demir ve Koç,2018), de la Torre (2008)'in madde kalitesini belirlemek için ortaya koyduğu ayırt edicilik parametresinin kullanılmasının daha iyi olduğunu belirtmiştir. s, g ve δ parametrelerine göre 25 maddelik farklı nihai formlar oluşturduğu araştırmasında, δ parametresine göre oluşturulan nihai formun madde parametrelerinin ve model veri uyum indekslerinin, oluşturulan diğer nihai formlardan daha iyi olduğunu

belirtmesi, araştırmanın nihai form oluşturma biçimini desteklemektedir. Nihai testin psikometrik özelliklerinin incelenmesiyle elde edilen sonuçlara göre, g parametrelerinin ortalaması 0,134; s parametrelerinin ortalaması 0,191 ve ayırt edicilik indekslerinin ortalaması 0,675'tir. Bu değerler Lee ve diğerleri (2011), Zhang (2006), Başokçu (2011), (Demir ve Koç,2018)'in yaptığı araştırmalardaki madde parametrelerinden daha iyi olduğu görülmektedir.

Araştırmanın ikinci alt probleminde DINA model ve MC-DINA modele göre Q matrislerin elde edilme sürecini karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır. DINA model Q matrisinde madde nitelikli ilişkiliyse 1, ilişkili değilse 0 kodu verilmiştir. MC- DINA model Q matrisinde ise 1,2,3 kodları yer almakta olup de la Torre(2009)'a benzer şekilde, her niteliğin madde seçeneklerinde toplam kaç kez kullanıldığını ifade etmektedir. Bu Q matris gösteriminde niteliklerin hangi madde seçenekle ilişkili olduğu ayırt edilemez. Araştırmada kullanılan Q matrislerden farklı olarak (Elbulok, 2021), hiyerarşik yapıya sahip kavram yanılgılarını ve alt becerileri ölçmek için, MC-DINA modelin performansını daha basit modellerle karşılaştırmaya yönelik, farklı örneklem büyüklükleri (500, 1000, 2.000, 5.000) ve test uzunlukları (15, 30, 60 madde) koşullarında gerçekleştirdiği simülasyon çalışmasında genişletilmiş Q matris kullanmıştır. Maddelerin yanı sıra seçeneklerin de yer aldığı Q matriste nitelik seçenekle ilişkili ise 1 kodu, değilse 0 kodu kullanmış, MC-DINA Q matrisinde 1,2,3 kodlarını kullanmamıştır.

Araştırmanın üçüncü alt probleminde MAP,EAP,MLE kestirim yöntemlerine göre DINA model ve MC-DINA model kullanılarak elde edilen örtük sınıf büyüklükleri karşılaştırılmış ve örtük sınıf büyüklüklerinde farklılıklar tespit edilmiştir. DINA ve MC-DINA modele göre (1,1,1) örtük sınıfındaki birey sayıları farklı kestirim yöntemleri altında birbirine yakın değerlerde (%51,6-%53,3 aralığında) iken (0,0,0) örtük sınıfında böyle olmadığı, DINA modele göre (0,0,0) örtük sınıfında farklı kestirim yöntemleri altındaki birey sayısı %26, 5-%26,7 iken MC-DINA modele göre %0,4- %3,7 aralığında olduğu görülmektedir. Farklı bir ifade ile MC-DINA modele göre (0,0,0) örtük sınıfında daha az birey bulunmaktadır Gu (2011), bilişsel tanı testlerindeki çoktan seçmeli maddelerin potansiyelini en üst düzeye çıkarmak konusuyla ilgili gerçekleştirdiği araştırmada MC-DINA model ile DINA modeli karşılaştırmıştır. Gerçek veri analizinin yanı sıra DINA ve MC-DINA modellerine göre doğru şekilde sınıflandırılan öğrencilerin ortalama yüzdesini araştırmak için gerçekleştirilen simülasyon çalışmasında üç farklı öğrenci dağılımı ve gerçek verilerin analizinden elde edilen madde parametreleri kullanılmıştır. Araştırmada MC-DINA model ile DINA modelin bireylerin yer aldığı örtük sınıfı belirlemede farklılıklar tespit etmiştir. Çeldirici odaklı değerlendirmeleri konu alan araştırmasında Fu (2018), çeldiricilerden yararlanan EGCA modeli ile RRUM modeli karşılaştırmıştır. İki model örtük sınıfların belirlenmesinde

%48 oranında uyum göstermiş ve EGCA'ya dayalı sınıflandırma, RRUM'a dayalı sınıflandırmaya göre daha gerçekçi sınıflandırma sağladığını belirtmiştir.

Araştırmanın üçüncü alt probleminde elde edilen diğer sonuç, MC-DINA modelin, DINA modele göre daha çok örtük sınıf tespit ederek, örtük sınıfları daha iyi ayrıştırmasıdır. DINA modele göre (0,0,1), (0,1,0), (0,1,1) ve (1,1,0) örtük sınıflarında öğrenci yer almazken, MC-DINA modelde bu örtük sınıflarda öğrenci tespit edilmiştir. DINA model 4 farklı örtük sınıfa ayrışım yaparken, MC-DINA model 8 farklı örtük sınıf tespit ettiğinden, tüm kestirim yöntemlerinde MC-DINA model, DINA modelde yer almayan diğer örtük sınıfların da tespitini gerçekleştirmiştir. (Elbulok, 2021), MC-DINA modelin performansı üzerine gerçekleştirdiği araştırmasında, MC-DINA-H olarak adlandırdığı metodolojinin, nitelikler tanısal değerlendirmedeki çoktan seçmeli seçeneklerde daha gerekli olduğunda, nitelikleri daha doğru sınıflandırdığını belirtmiştir.

Araştırmanın dördüncü alt probleminde madde seçeneklerinin ilişkili olduğu örtük sınıflardaki bireylerin tüm seçenekler için seçim olasılık parametreleri hesaplanmıştır. MC-DINA model kullanılarak madde seçeneklerinin örtük sınıflarla ilişkilendirilmesi, bireylerin seçtiği seçenek incelenerek öğrenme eksikliklerinin tespit edilmesini sağlamıştır. Hangi seçeneğin hangi niteliklerle ilişkili olduğu belirli olduğundan, MC-DINA model kullanımı öğrenme eksikliklerinin seçenekler vasıtasıyla tespit edilmesini sağlamıştır. Maddede yer alan kodlanmış seçeneklerin, hangi örtük sınıfta yer alan bireyler tarafından daha çok tercih edildiğinin analizinin yapılabilmesi MC-DINA modelin DINA modele göre tespit edilen üstün yönlerindedir. Gu (2011) de seçmeli maddelerin performansını en üst düzeye çıkarmak üzerine gerçekleştirdiği araştırmasında seçim olasılık parametrelerinin hesaplanmasının MC-DINA modelin DINA modele üstün yönü olarak ele alarak, MC-DINA model kullanarak seçim olasılık parametrelerini incelemiştir. Araştırmada, örtük sınıfların seçim olasılık parametrelerinin en yüksek olduğu değerlerin yer aldığı seçenekler ile madde yazımında seçeneklerinin ilişkilendirildiği niteliklerle uyumlu olması, bu durumun Q matrisin geçerliğine yönelik kanıt niteliğinde olduğunun sonucuna ulaşılmıştır.

Ülkemizde bilişsel tanı testi geliştirilmesiyle ilgili araştırmalar incelendiğinde, MC-DINA model kullanılarak geliştirilen bilişsel tanı testi olmadığı görülmektedir. Araştırma, bilişsel tanı testlerinde MC-DINA model kullanımının, çeldiricilerden yararlanılarak öğrenme eksikliklerinin belirlenmesini sağlayarak, farklı çeldiricileri seçen bireyler arasındaki farkın ortaya konulduğunu göstermektedir. Ayrıca seçeneklerin örtük sınıflarla ilişkilendirilmesi, çeldiricileri seçen öğrencilerin sahip olduğu

niteliklerle ilgili bilgi vererek çoktan seçmeli testlerin öğrenme eksikliklerini belirlemede kullanımına örnek teşkil etmektedir.

Literatürde MC-DINA model kullanılarak gerçekleştirilen çok kısıtlı sayıda araştırma bulunmaktadır. MC-DINA model kullanılarak farklı konu alanlarında araştırmalar gerçekleştirilmesi modelin kullanımında izlenecek yollar ve dikkat edilecek hususlar konusunda bilgi birikiminin artmasına katkı sunacaktır. Bu araştırma öğrenci profilini belirlemek için yanlış cevaplardan da bilgi toplanılmasını sağlayan MC-DINA modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde, çoktan seçmeli testlerde yanlış cevapların kullanıldığı başka bilişsel tanı analizi modelleriyle gerçekleştirilebilir. Ayrıca hesaplanan g , s , δ madde parametrelerinin yorumlanmasında kesin ölçütler bulunmadığı için farklı örneklem ve farklı konu alanlarında araştırmalar gerçekleştirilmesi parametrelerin yorumlanmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

Akkuş, O., Baykul, Y. (2001). Çoktan Seçmeli Test Maddelerini Puanlamada Seçenekleri Farklı Biçimlerde Ağırlıklandırmanın Madde ve Test İstatistiklerine Olan Etkisinin İncelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20 (20), 9-15.

Atılgan, H. (2009). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: Anı Yayıncılık

Başokçu, T. O. (2011). *Bağıl ve mutlak değerlendirme ile DINA modele göre yapılan sınıflamaların geçerliğinin karşılaştırılması*. (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.

Chen W., Thissen D. (1997). Local dependence indexes for item pairs using item response theory. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 22, 265-289.

de La Torre, J. (2008). An Empirically Based Method of Q-Matrix Validation for the DINA Model: Development and Applications. *Journal of educational*, 45(4), 343-362.

de La Torre, J. (2009). A cognitive diagnosis model for cognitively based multiple-choice options. *Applied Psychological Measurement*, 33(3), 163-183.

de La Torre, J., Hong, Y., Deng, W. (2010). Factors affecting the item parameter estimation and classification accuracy of the DINA model. *Journal of Educational Measurement*, 47(2), 227-249.

Demir, E. K. Ve Koç, N. (2018). DINA model ile geliştirilen bir testin psikometrik özelliklerinin belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 130-156.

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.

Doğan, N. (2020). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi.

- Elbulok, M. (2021). *A cognitively diagnostic modeling approach to diagnosing misconceptions and subskills* (Order No. 28314016). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2492657094). Retrieved from <https://www.proquest.com/dissertations-theses/cognitively-diagnostic-modeling-approach/docview/2492657094/se-2>
- Fay, R. H. (2018). *Application of the Fusion Model for Cognitive Diagnostic Assessment with Non-diagnostic Algebra-Geometry Readiness Test Data*. University of South Florida.
- Fu, Y. (2018). *Comparison of general diagnostic classification model for multiple-choice and dichotomous diagnostic classification model* (Order No. 10751705). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2063068556). Retrieved from <https://www.proquest.com/dissertations-theses/comparison-general-diagnostic-classification/docview/2063068556/se-2>
- Gu, Z. (2011). *Maximizing the potential of multiple-choice items for cognitive diagnostic assessment* (Order No. NR78204). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (925631907). Retrieved from <https://www.proquest.com/dissertations-theses/maximizing-potential-multiple-choice-items/docview/925631907/se-2>
- Hu, L. and 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. <https://doi.org/10.1080/1070551990954011>
- Jang, E. E. E. (2008). *A framework for cognitive diagnostic assessment*. In Towards adaptive CALL: Natural language processing for diagnostic language assessment, 117-131, Iowa State University, Toronto.
- Koyuncu, M. S., Erdemir, A., & Şenferah, S. (2019). DINA Modele Göre Testin Psikometrik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bireysel Dönüt Verilmesi: TIMSS 2015. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 17(1), 103-120.
- Lee, Y., Park, Y. ve 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: 144–177, 2011
- 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
- Ravand, H., & Robitzsch, A. (2018). Cognitive diagnostic model of best choice: A study of reading comprehension. *Educational Psychology*, 38(10), 1255-1277.
- Ozaki, K. (2015). DINA Models for Multiple-Choice Items With Few Parameters: Considering Incorrect Answers. *Applied Psychological Measurement*, 39(6), 431-447.
- Semerci, Ç. (2015). Ölçme ve Değerlendirme. E. Karip içinde, *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme* (s. 1-15). Ankara: Pegem Akademi.
- Tatsuoka, K. K. (2009). *Cognitive Assessment An Introduction to the Rule Space Method(1st ed.)* Newyork: London

Tutar, H., Erdem A.T.(2022). *Örnekleriyle Bilimsel Araştırma Yöntemleri ve SPSS Uygulamaları*. Ankara: Seçkin Yayıncılık

Ye, F. (2005). *Diagnostic Assessment of Urban Middle School Student Learning of Pre Algebra Patterns*. Unpublished Doctoral Dissertation. USA: The Ohio State University.

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* (Order No. 3242405). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (305281812). Retrieved from <https://www.proquest.com/dissertations-theses/detecting-differential-item-functioning-using/docview/305281812/se-2>

Extended Abstract

Purpose

In achieving the goals set in education programs, it is important to identify learning deficiencies during educational activities. In the process of determining the learning deficiencies of each student at the end of each subject area with the evaluations made during the teaching and giving feedback to the students individually, it is important to use time effectively to avoid disruptions in the determined plan. The assessment tool to be developed in the study was determined as a multiple-choice test consisting of 15 items because it can serve the efficient use of time in implementation and scoring. On the other hand, in cases where 1-0 scoring is made in multiple-choice tests, it is assumed that the feature to be measured exists only in the case of choosing the correct answer, and it is not examined which distractor and why the individuals who mark the distractors mark which distractor. For this reason, the MC-DINA model was used in the study to benefit from distractors in cognitive diagnostic analyses, allowing not only the correct answer but also the options to be examined in determining learning deficits. In this context, the aim of the study is to develop a cognitive diagnostic test in accordance with the MC-DINA model that utilizes distractors in multiple-choice tests to identify learning deficits and to examine the effect of the use of distractors on the distribution of individuals in implicit classes in comparison with the DINA model, in which analyzes are made only according to the correct/incorrect answers of the test participants. The research problems of the study are as follows:

1) How are the item parameters and model-data fit indices obtained according to the DINA model?

- 2)How are the Q matrices prepared according to the DINA model and MC-DINA model?
- 3) How do the latent classes of students change according to the DINA model and MC-DINA model?
- 4)What are the selection probability parameters of each option in the test according to the latent classes to which the item is related?

Method

To collect data, a cognitive diagnostic test developed by the researcher for the 'Numbers and Operations' learning domain, 'Decimal Notation' sub-learning domain was used to identify learning deficits in addition and subtraction operations with decimal notation. In the data collection process, the test instructions were re-read to the students before the application, and two different forms, form A and form B, in which the item locations were randomly changed to increase the reliability of both the trial test and the final test, were applied. In the data collection process, the cognitive diagnosis test consisting of 31 items was first applied to the 5th and 6th grade students in the study group consisting of 404 students to conduct a trial application. The data obtained were analyzed in the R Studio program according to the DINA model and the final form was created with the first 15 items with RMSEA values less than 0.05 and the highest discrimination indices. After the data obtained by applying the final form to another study group consisting of 827 students were tested for compliance with the DINA model (SRMSR, MADcor, RMSEA, MADQ3 and MADaQ3 ≤ 0.05), item parameters were calculated, Q matrix and latent class sizes were compared according to the DINA model and MC-DINA model. Then, according to the MC-DINA model, selection probability parameters of latent classes for each option were calculated.

Discussion and Conclusion

In the study, a test consisting of 15 items was developed to determine the learning deficiencies in the subject area of addition-subtraction with decimal notation in mathematics by using distractors. According to the DINA model, the final form of the test was formed with the first 15 items with the highest δ indices and RMSEA value less than 0.05 in item parameters. The average of the g parameters is 0.134; the average of the s parameters is 0.191; the average of the discrimination indices is 0.6875 and the average of the RMSEA values is 0.015.

The Mx^2 value used as DINA model data fit indices in the study was calculated as 25.597 ($p=4.417$), MADcor value as 0.029, SRMSR value as 0.038, MADQ3 value as 0.047, MADaQ3 value as 0.043 and

RMSEA value as 0.015. Since SRMSR, MADcor, RMSEA, MADQ3 and MADaQ3 values were less than 0.05, it was determined that the DINA model fit the data.

According to the DINA model and MC-DINA model, the number of individuals in the (1,1,1) latent class is close to each other (in the range of 51.6%-53.3%) under different estimation methods, while the number of individuals in the (0,0,0) latent class varies more. While there were no students in the (0,0,1), (0,1,0), (0,1,1), (0,1,1) and (1,1,0) latent classes according to the DINA model, the MC-DINA model identified students in these latent classes. Since the MC-DINA model detected 8 different latent classes while the DINA model discriminated 4 different latent classes, it was concluded that the MC-DINA model discriminated the latent classes better than the DINA model. In MC-DINA model analyses, choice probability parameters were calculated to determine which option is most likely to be chosen by individuals in latent classes. In this context, one of the advantages of the MC-DINA model over other cognitive diagnostic models that code attributes only for the correct response is the calculation of which options individuals in latent classes are more likely to prefer.

ETİK BEYAN: “Bilişsel Tanı Testinde Çeldiricilerden Yararlanma Durumunun Öğrenme Eksikliklerinin Belirlenmesi Açısından İncelenmesi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır ve veriler toplanmadan önce Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu’ndan 21/03/2023 tarih ve E-35853172-300-00002755481 sayılı etik izin alınmıştır. Karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde “Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Yayın Kurulunun” hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğunu taahhüt ederim. ”