

Öğrenme Eksiklerinin Belirlenmesinde Klasik Test Teorisine Dayalı Yöntemler ve DINA Modelin Karşılaştırılması

Tahsin Oğuz Başokçu *

Öz

Bu araştırmada, öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan iki yöntemin sonuçlarının uyumu incelenmiştir. DINA model (Deterministic Inputs Noisy And Gate) Bilişsel Tanı Modelleri arasında yer alan ve özellikle öğrenme eksiklerini belirlemek amacıyla geliştirilen çok boyutlu bir örtük sınıf analizidir. DINA model, öğrenme eksiklerini belirlerken geleneksel yöntemdeki gibi öğrencilere ilişkin test toplam puanlarını kullanmamaktadır. Bunun yerine modelle üretilen madde parametreleri aracılığıyla öğrencilerin belirlenen özelliklere sahip olup olmadıkları yönünde kategorik kararlar vermektedir. Araştırmada, öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi konusunda iki yöntemin hem konuların öğrenilme düzeyi hem de öğrencilerin bireysel olarak öğrenme eksiklikleri incelenmiştir. Bu bakımdan araştırmada öğretim ve öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi konusunda iki yöntemin verdikleri kararların bezerlikleri ve farklılıklarının ortaya koyulması amaçlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bilişsel Tanı Modelleri, DINA Model, Klasik Test Teorisi, Öğrenme eksikleri

¹ 05 Haziran 2012 tarihinde elektronik olarak yayımlanmıştır.

* Dr. Tahsin Oğuz Başokçu, Ege Üniversitesi Eğitim Bilimleri Bölümü, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı Öğretim Görevlisi, Tahsin.oguz.basokcu@ege.edu.tr

The Comparison of DINA Model and Classical Test Theory in Determining the Learning Gaps

Abstract

This study analyses the consistency of results of two methods used for determining the lacks of learning. DINA model (Deterministic Inputs Noisy And Gate) is a cognitive diagnostic model and a multidimensional latent class analysis which is developed especially to determine the lacks of learning. Unlike traditional models, DINA does not use the total score of students to determine the lacks of learning. Rather it makes categorical decisions, through item parameters generated by the model, as whether the students have determined qualifications. In this study, the extend to which topics are learned and the lacks of learning of individual students are examined in both methods. Thus, the study aims at revealing the similarities and differences between the decisions of two models in the context of determining the lacks of teaching and learning.

KeyWords: Cognitive Diagnostic Model, DINA Model, Classical Test Theory, Learning Gaps

Giriş

Bilişsel Tanı Modelleri (BTM), 2000’li yıllarda tekrar gündeme gelen, giderek yaygınlaşan ve temelinde örtük sınıf analizi olan yaklaşımlardır. Örtük sınıf analizi, çok değişkenli kategorik bir veri kullanarak ve birbiriyle ilişkili durumlardan yararlanarak alt gruplar belirleyen istatistiksel bir yöntemdir. BTM ise öğrencide belirli bir bilginin yapısını ya da bir becerinin gelişimini, öğrencinin bilişsel düzeydeki güçlü ve zayıf yönlerini dikkate alarak hesaplamak amacıyla geliştirilmiştir (Leighton ve Gierl, 2007).

Bilişsel tanı yaklaşımı 2001 yılında Amerika’da başlayan “No Child Left Behind” hareketinden sonra yaygınlık kazanmıştır. Bu yaklaşımın temel amacı öğrencilere, öğretmenlere ve ailelere bilişsel dönüt verebilmektir. Geleneksel olarak bir test, sonuç olarak sadece toplam puan düzeyinde ya da alt testlere ilişkin toplam puanlar düzeyinde bir geri bildirim sunmaktadır. BTM’de ise her bir öğrencinin profili, hangi özelliklere sahip olduğu ve hangi özellikler konusunda öğrenme eksikliklerinin bulunduğu yönünde bir dönüt vardır (Cheng, 2010).

DINA model, BTM içinde en yaygın kullanılan analiz yöntemlerinin başında gelmektedir. Haertel (1989) tarafından geliştirilen DINA model, ikili yetenek modellerine benzeyen bir örtük sınıf analizidir. DINA model madde özellik ilişkisini temel alır. Bu modellere göre öğrencilerin testteki maddelere verdikleri cevaplar öğrencilerin ait oldukları örtük sınıflarının bir vektörüdür. Modelin amacı temel olarak öğrencinin bir maddeyi cevaplamak için gerekli olan özelliklere sahip olup olmadığını belirlemektir. Bu nedenle DINA model analiziyle bütün grubun, sınıfların ve her bir bireyin özelliğe sahip olup olmadığına ilişkin bir bilgi elde edilmektedir. DINA modelde özellik konu alanı, beceri, alt görev ya da boyut olabilir.

DINA model kısaca şu şekilde tanımlanabilir; X_{ij} nin i cevaplayıcısının j maddesine verdiği yanıt olduğu farz edilirse, $i= 1, \dots, I$ ve $j= 1, \dots, J$ olur. Cevaplayıcının ikili özellik vektörü $\alpha_i = \{ \alpha_{ik} \}$ şeklinde gösterilirse, $k= 1, \dots, K$ için cevaplayıcının k inci elemanının 1 olduğu durum k özelliğine sahip olduğunu, 0 olduğu durum ise k özelliğine sahip olmadığını göstermektedir (de la Torre 2009a). Özellik olarak adlandırılan terim genel olarak nitelik, beceri, yetenek, bilginin sunumu, bilişsel süreç olarak tanımlanabilir (Tatsuoka, 1995a). Çoğu BTM cevaplama özelliğinin belirlendiği $J \times K$ şeklinde oluşturulan ve 1-0 şeklinde kodlanan bir Q matrisi üzerinden hesaplama yapar (Embretson, 1984; Tatsuoka, 1985). Q matrisinde sütunlar özellikleri ve satırlar maddeleri

gösterir. Matriste q_{jk} hücresi j maddesini doğru cevaplamak için k özelliğine sahip olunması gerekip gerekmediğini işaret eder.

Tablo 1
Örnek Q Matris

Maddeler	α_1	α_2	α_3
1	1	0	0
2	1	1	0
3	1	1	1
4	0	1	1

DINA model cevaplayıcıların sahip olduğu özellikleri belirlerken aynı zamanda tahmin (guess) g ve kaydırma (slip) s parametreleri olarak adlandırılan iki parametre daha hesaplamaktadır.

$$s_j = P \left[Y_{ij} = 0 \mid \eta_{ij} = 1 \right] \text{ ve}$$

$$g_j = P \left[Y_{ij} = 1 \mid \eta_{ij} = 0 \right],$$

s_j örtük özelliğe sahip bireyin j maddesine yanlış cevap verme olasılığını gösteren durumu (yanlış pozitif olasılık), ve g_j ise örtük sınıfa sahip olmayan bireyin doğru cevap verme olasılığı durumunu (doğru pozitif olasılık) ifade eder. s_j parametresi "slip = kaydırma" anlamına gelir ve bu parametre ne kadar düşük olursa aranan özelliklere sahip bireylerin doğru cevap verme olasılığı o kadar artar.

Bu çalışmada DINA modelin seçilmesinin önemli nedenlerinden biri modelin diğer BTM'ye göre daha basit yapıya sahip olmasıdır. Modelin basit yapısına rağmen diğer BTM'ne göre yorumlanmaya daha uygun bir formülasyonu vardır, aynı zamanda süreç içinde Doignon ve Falmagne (1999), Haertel (1989), Macready ve Dayton (1977) ve Tatsuoka (1995b) tarafından ortaya atılan ve tartışılan diğer modellerin temelini oluşturmaktadır. DINA model basitliğine rağmen yüksek model-data uyumuna olanak vermektedir. Buna ek olarak de la Torre ve Douglas (2008) çalışmalarında bazı modifikasyonlarla modelin farklı stratejilere kolaylıkla uyum sağladığını göstermiştir. DINA modelin öneminin ve gerekliliğinin bir diğer kanıtı da de la Torre'nin çalışmalarında ortaya koyulmuştur. De la Torre daha yeni ve daha karmaşık olan BTM'yle DINA model arasındaki uyumu ve bu modellerin

DINA modeli temel aldığı gösteren araştırmalar yapmıştır (de la Torre, 2008, 2009b; de la Torre ve Liu, 2008).

DINA model kullanılarak testi alan bireylerin test için gerekli özelliklere sahip olup olmadığı, bireylerin öğrenme eksiklikleri, madde güçlüğünün hangi özelliklerin eksikliğinden kaynaklandığı gibi bilgiler elde edilmektedir. Bununla birlikte DINA model kullanılarak madde yanlılığı, bireyselleştirilmiş testler için madde seçimi ve parametre kestirimi gibi uygulamalar da gerçekleştirilebilmektedir (Huebner, Wang ve Lee, 2009; Wenmin, 2006; Cheng, 2010).

Bu araştırma DINA modelin pratik kullanımı incelemeyi ve modelin alana ilişkin yeniliklerini geleneksel yöntemlerle farklılıklarını ortaya koyarak göstermeyi amaçlamaktadır. Araştırmada bu amaca ulaşmak için aşağıdaki soruya yanıt aranmıştır;

Öğrenme eksiklerini belirlemede DINA model ve Klasik yöntem arasında fark var mıdır?

Yöntem

Araştırma, geliştirilen bir testin BTM'ne uygunluk düzeyini belirleme bakımından var olan bir durumu ortaya çıkartmak amacı taşımaktadır. Betimsel araştırma çalışmalarında olayların daha önceki durumları dikkate alınarak, değişkenler arasındaki ilişkiler açıklanır ve anket, sınav ve gözlem formu gibi bir ölçme aracıyla veriler toplanmaktadır (Karasar, 1998; Brown ve arkadaşları, 1999). Bu nedenle bu araştırma betimsel bir araştırma olarak değerlendirilebilir. Bunu yanında öğrenme eksikliklerinin belirlenmesine ilişkin farklı teknikleri karşılaştırma olanağı da verdiğinden kuramsal bir araştırma olarak da ele alınabilir.

Araştırmanın evrenini Ege Üniversitesinde Ölçme Değerlendirme dersi alan 471 öğrenci oluşturmaktadır. Verilerin elde edilmesi amacıyla geliştirilen ölçme aracı 50 sorudan oluşmaktadır. Ölçme aracında bulunan sorular Ölçme Değerlendirme dersine ilişkin "Eğitimde Değerlendirme", "Ölçme Aracında Aranılan Nitelikler", "Eğitimde Kullanılan Ölçme Araçları" ve "Ölçme Sonuçları Üzerinde Yapılan İstatistiksel İşlemler" konularını kapsamaktadır.

Uzman görüşlerine başvurularak ölçme aracının hangi konuları kapsadığı belirlenmiş ve konu madde ilişkisini gösteren Q matrisi uzman uyumu gözetilerek oluşturulmuştur. Bu süreçte Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme

alanında doktora düzeyinde eğitimi olan üç öğretim üyesi uzman 50 madde için toplam 7 özellik belirlemiştir ve bu özellikleri maddelerle ilişkilendirmiştir. Tablo 2’de uzmanların belirlediği konu alanları ve ilişkilendirilen maddeler verilmiştir.

Tablo 2
Uzman Görüşlerine Göre Madde Özellik İlişkisi

Özellik no	Özellik	Madde	N
1	Geçerlik Bilgisi	1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13,	9
2	Güvenirlilik Bilgisi	2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 16,	9
3	İstatistiksel işlem becerisi	27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 41, 43	12
4	İstatistiksel Yorum Becerisi	5, 6, 7, 28, 32, 34, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50	18
5	Madde Analizi Bilgisi	16, 37, 39, 40, 44, 46, 47, 48, 49	9
6	Sınav türleri Bilgisi	4, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 24	11
7	Değerlendirme Bilgisi	17, 21, 22, 23, 24, 25, 26,	7

Uzman görüşleriyle belirlenen konu alanları ve madde özellik ilişkilerinden yararlanarak DINA model analizi yapabilmek için gerekli olan Q matrisi hazırlanmıştır. Ölçme aracı geliştirildikten sonra 10 farklı bölüm öğrencilerinin oluşturduğu 471 kişilik çalışma grubuna uygulanmıştır. Uygulama sonucu elde edilen testte ilişkin betimsel istatistikler Tablo 2.4’de verilmiştir.

Tablo 3
Ölçme Değerlendirme Testine Ait Betimsel İstatistikler

Madde Sayısı	50
Cevaplayıcı	471
Ortalama	32.12
Varyans	59.6
Standart sapma	7.72
Çarpıklık	-.87
Basıklık	1.20
Güvenirlik Alfa	.85
Standart Hata	2.96
P (ortalama p)	.64
r_{cift} (ortalama r_{cift})	.50

Uygulanan teste ilişkin betimsel istatistikler göz önüne alındığında dağılımın sola çarpık ve sivri olduğu belirlenmiştir. Madde güçlük indekslerin ortalaması testin orta güçlüğün üzerinde olduğunu göstermektedir. Ölçme aracının güvenilirlik katsayısı .85 düzeyindedir. Bu katsayı başarı testleri için yüksek düzeyde kabul edilmektedir (Murphy ve Davidsofer, 2001).

Araştırmada DINA model ve Klasik yöntem arasında öğrencilerin özelliklere sahip olup olmadıkları yönündeki kararların ne düzeyde farklılaştıklarının belirlenebilmesi için kullanılan ölçütler aşağıda verilmiştir.

Klasik Yöntem:

Klasik yöntemle öğrencilerin özelliklere sahip olma durumlarını, yani öğrencilerin bilişsel tanı profilini ortaya koyabilmek amacıyla kesme puanı tekniğini temel alan bir yaklaşım kullanılmıştır. Montero ve arkadaşları (2003), klasik yöntemle alt test puanları hesaplayarak, öğrencilerin özelliğe sahip olup olmama durumlarını belirlemek için, gözlenen madde doğru cevaplanma oranları ve alt test puanları için kullanılacak kesme puanla (sahip olan= .60) öğrencinin özelliğe ilişkin durumunun belirlenebileceği yöntemlerin kullanıldığını belirtmişlerdir. Araştırmada, klasik yöntemle sınıflara göre özelliklere sahip olma oranlarını belirlemek amacıyla, her bir özellik ile ilişkili maddeleri bir alt test kabul ederek, bu testlerde yer alan maddelerin %60'ını

doğru cevaplayan öğrencilerin özelliğe sahip olduğu, cevaplayamayanların ise özelliğe sahip olmadığı kararı verilmiştir.

DINA Model:

DINA model yapısı gereği öğrencinin testteki maddeleri doğru cevaplamak için gerekli olan özelliklere sahip olup olmadıklarını belirler. Bu anlamda hem her bir öğrencinin öğrenme eksiklerini hem de bir sınıf içinde her bir özelliğe sahip olan bireylerin sayılarını hesaplama imkanı sağlar. Bu şekilde DINA modelle bir sınıfın her bir özelliğın ne düzeyde kazandığı yani özelliğe sahip öğrencilerin sınıf mevcuduna oranları kolayca hesaplanabilmektedir.

DINA modelin temel amacı öğrencinin ait olduğu örtük sınıfı belirlemektir. Bu amaç için öğrencinin toplam doğru sayısını değil o özelliğe sahip olma olasılığını en çok arttıran maddeleri belirleme yöntemini kullanılmaktadır. DINA model de her bir öğrencinin sahip olduğu özellikler Madde Tepki Kuramı (MTK) temelli bireysel yetenek düzeyi (θ) kestirimi ve bireye ilişkin bilişsel tanıyı koyabilmek için belirlenen bireysel özellik vektörü (α) kestiriminin bir kombinasyonu ile belirlenir (McGlohen, 2004).

DINA modelin bir cevaplayıcının belirli bir özelliğe sahip olup olmadığını belirleme aşaması temel olarak öğrencinin özellik bakımından 0 sınıfında mı yoksa 1 sınıfında mı olacağına dair bir olasılık değeri belirleme sürecidir. Bu olasılık değeri için genel olarak .50 eşiğı kullanılır. Öğrencinin özelliğe sahip olma olasılığı .50 değerinin altında kalırsa 0 sınıfına, üstünde ya da aynı değeri alırsa 1 sınıfına dahil olur. DINA modelde öğrenciye ilişkin α kestirimi, özelliğı temsil eden maddelerin güçleriyle ilgilidir. Maddenin olasılık değerini belirleyen temel parametresi ise s dir. Bu anlamda DINA model ilk bölümde de aktarıldığı gibi öğrencinin özelliğe sahip olma olasılığının .50 üzerine çıkmasını öğrencinin özelliğe sahip olduğu kararı verilmesi için yeterli görmektedir. Bu olasılık değerinin belirlenmesindeki temel ölçüt ise analiz sırasında iterasyonlarla belirlenen DINA modele ilişkin s ve g parametreleridir.

Yukarıda değinilen ölçütler kullanılarak araştırmada hem öğretimin değerlendirilmesi hem de öğrenme eksikliklerin belirlenmesi amacıyla klasik yöntem ve DINA model arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Karşılaştırmalarda bütün grup için belirlenen konuların iki yönteme göre gruba ne ölçüde kazandırıldığı ve her bir öğrencinin özelliğe sahip olup olmama durumlarının iki yöntemde ne oranda değıştiğı belirlenmeye çalışılmıştır.

Bulgular ve Yorumlar

Bütün grup için iki yöntemle belirlenen özelliklere sahip olan öğrenci sayılarının karşılaştırılması:

Araştırmada DINA modelle belirlenen öğrencilerin özelliklere sahip olup olmama durumu ile özelliklerle ilişkilendirilen maddelerin madde güçlük indeksi ortalamaları ve mutlak ölçüt dikkate alınarak belirlenen öğrencilerin özelliklere sahip olup olmamaları durumları karşılaştırılmıştır.

Tablo 4, DINA model ve klasik yöntemle belirlenen, her bir özelliğe sahip olan öğrenci sayısını ve özelliklerle ilişkilendirilen maddelerin \bar{p}_i değerlerini göstermektedir.

Tablo 4

DINA Model ve Klasik Yönteme Göre Özelliklere Sahip Olan Öğrencileri Oranları

No	Özellik	Madd e sayısı	DINA Model		Klasik Yöntem		
			Frekans	%	Frekans	% (\bar{p}_i)	
1	Geçerlik Bilgisi	9	235	50	285	60	0.64
2	Güvenirlilik Bilgisi	9	350	74	237	50	0.59
3	İstatistiksel İşlem Becerisi	12	301	64	310	65	0.66
4	İstatistiksel Yorum Becerisi	18	259	55	303	64	0.63
5	Madde Analizi Bilgisi	9	444	94	276	58	0.64
6	Sınav türleri Bilgisi	11	310	66	337	71	0.66
7	Değerlendirme Bilgisi	7	311	66	227	48	0.60

İki yöntemle belirlenen özelliğe sahip öğrenci sayıları incelendiğinde yöntemlerin kararları arasında bazı uyumsuzluklar gözlenmektedir. Aşağıda Tablo 5’de belirlenen farklılıkların tek tek özellikler düzeyinde nedenlerine ilişkin bulgular özelliklerle ilişkilendirilen maddelere ait g ve s parametreleri ve madde güçlük indeksleri göz önüne alınarak değerlendirilecektir.

Araştırma kapsamında kullanılan ölçme aracında “geçerlik bilgisi” özelliği uzmanlar tarafından 9 madde ile ilişkilendirilmiştir. Bu 9 maddeye ait DINA model tarafından belirlenen g ve s parametreleri ile madde güçlük indeksleri Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5

Geçerlik Bilgisi Özelliği ile İlişkilendirilmiş Maddelerin g ve s Parametreleri ile p_i Değerleri

Madde	g	s	P_i
1	0,74	0,08	0,85
3	0,48	0,11	0,52
5	0,59	0,06	0,72
6	0,45	0,18	0,71
7	0,76	0,12	0,3
9	0,83	0,63	0,48
10	0,75	0,02	0,72
12	0,52	0,09	0,85
13	0,68	0,22	0,66
Ortalama	0,64	0,16	0,64

Geçerlik bilgisi özelliği DINA modele göre grubun % 50’si tarafından kazanılmışken klasik yöntemde bu oran % 60 olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi bu özellik için klasik yöntem DINA modele göre grubu daha başarılı olduğunu belirlemiştir. Maddelere ilişkin \bar{p}_i değeri de .64 hesaplanmıştır ve klasik yöntemle yapılan sınıflamalarla uyumlu görülmektedir. DINA modelin geçerlik bilgisi özelliği için özelliğe sahip öğrenci sayısını düşük hesaplamasının önemli bir nedeni özellikle ilişkilendirilen maddelere ait g parametrelerinin çok yüksek çıkmasıdır. Analizler sonucunda 7 özelliğe ilişkilendirilen maddelere ait g parametreleri arasında geçerlik bilgisi özelliği en yüksek değerlere sahiptir. Maddeye ilişkin yüksek g parametresi özelliğe sahip olmayan öğrenciler tarafından da büyük oranda doğru cevaplandığını göstermektedir. Bu bulgular DINA modelin madde güçlüğüne farklı yaklaşımının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Klasik yöntemde öğrenciler her bir madde üzerinden 1-0 olarak sınıflanırlar fakat DINA model grubun cevap örüntüsünü kullanarak, maddelere ilişkin kestirdiği s ve g parametreleriyle maddelerin özelliğe sahip olma olasılığını belirleme etkilerini farklı düzeylerde belirler. Bu nedenle DINA model öğrencinin kaç maddeyi doğru cevapladığıyla değil hangi maddeleri nasıl cevapladığıyla daha çok ilgilenir. Bununla birlikte DINA model öğrenciyi tek bir özellik düzeyinde

sınıflamaz, maddenin ilişkilendirildiği bütün özellikleri de birlikte değerlendirir. Tablo 5’de görüldüğü gibi 3. , 6. ve 12. maddeler düşük g ve s parametrelerine sahiptir. Özellikle 6. ve 12. maddelerin madde güçlük indekslerinin yüksek olması DINA modelin bu özelliğe sahip olan öğrenci sayısını düşük hesaplamasıyla çelişkili görülebilir. Fakat bu iki maddenin sadece geçerlik bilgisi özelliğiyle değil başka iki özellikle de ilişkilendirildiği göz önüne alındığında bu iki maddenin öğrencilerin özelliğe sahip olup olmama kararlarındaki etkisini değiştirmektedir. DINA model, maddeyi doğru cevaplayan öğrencinin o maddenin doğru cevaplanması için gerekli olan özelliklerin tamamına sahip olması gerektiğini söyler. Örneğin 6 maddeyi doğru cevaplamak için hem geçerlik hem de güvenilirlik bilgisi özelliklere sahip olmak gerekmektedir. Bu anlamda güvenilirlik bilgisi özelliğine sahip olmayan bir öğrencinin bu maddeyi doğru cevaplandırması geçerlik bilgisi özelliğine sahip olma olasılığını beklenen düzeyde arttırmaz. DINA model bu öğrencinin doğru cevabını maddenin g parametresini arttıran bir durum olarak hesaplamaktadır.

Tablo 6

Güvenirlik Bilgisi Özelliği ile İlişkilendirilmiş Maddelerin g ve s Parametreleri ile p_i Değerleri

Madde	g	s	P_i
2	0,14	0,64	0,4
5	0,59	0,06	0,72
6	0,45	0,18	0,71
7	0,76	0,12	0,3
8	0,26	0,55	0,42
10	0,75	0,02	0,72
11	0,49	0,27	0,62
15	0,47	0,34	0,84
16	0,43	0,03	0,65
Ortalama	0,48	0,24	0,59

Tablo 7’de “güvenirlik bilgisi” özelliğine sahip olunma oranı DINA model de .75 düzeyinde iken klasik yöntemde .50 seviyesinde kalmıştır. Aynı özelliğe ilişkin maddelere ait \bar{p}_i değeri .59 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlik bilgisi

özelliği testte 9 madde ile ilişkilendirilmiştir. Bu maddelerin %60'ını doğru cevaplamak için toplam 7 soruyu doğru cevaplamak gerekmektedir. Bu maddelere ilişkin madde güçlük indeks değerleri incelendiğinde en zor 3 maddenin sırasıyla .30, .40 ve .42 değerleri aldığı görülmektedir. Bu 3 madde 9 sorudan en az 7 tanesini doğru cevaplayan öğrenci sayısının % 50 oranında kalmasının nedenidir. DINA model ise klasik yöntemle göre çok daha fazla öğrencinin özelliğe sahip olduğunu belirlemiştir.

Tablo 7

İstatistiksel İşlem Becerisi Özelliği ile İlişkilendirilmiş Maddelerin g ve s Parametreleri ile p_i Değerleri

Madde	<i>g</i>	<i>s</i>	<i>P_i</i>	Madde	<i>g</i>	<i>s</i>	<i>P_i</i>
27	0,49	0,13	0,7	34	0,73	0,27	0,46
28	0,45	0,25	0,33	35	0,5	0,31	0,76
29	0,32	0,24	0,35	36	0,61	0,22	0,85
30	0,59	0,18	0,88	37	0,34	0,13	0,84
31	0,68	0,16	0,65	41	0,55	0,22	0,65
33	0,43	0,24	0,6	43	0,58	0,46	0,92
Ortalama					0,52	0,24	0,66

“İstatistiksel işlem becerisi” özelliği için DINA model öğrencilerin % 64'ünün özelliğe sahip olduğunu belirlerken klasik yöntem de bu oran % 65 olarak hesaplanmıştır. Bu özellik ölçme aracında 12 madde ile ilişkilendirilmiş ve \bar{p}_i değeri .66 olarak hesaplanmıştır. “İstatistiksel işlem becerisi” için DINA model, klasik yöntem ve \bar{p}_i değerleri arasında bir uyum gözlenmektedir. Fakat bu bulgular uyumun düzeyi konusunda kesin yorum yapma imkanı tanımamaktadır. İki yöntemle belirlenen özelliğe sahip öğrencilerin sayıları arasındaki uyumun düzeyi konusundaki bulgular her bir öğrenci için yöntemlerin karşılaştırılması kısmında aktarılacaktır.

Tablo 8

İstatistiksel Yorum Becerisi Özelliği ile İlişkilendirilmiş Maddelerin g ve s Parametreleri ile p_i Değerleri

Madde	g	s	P_i	Madde	g	s	P_i
5	0,59	0,06	0,72	40	0,62	0,33	0,48
6	0,45	0,18	0,71	42	0,8	0,26	0,73
7	0,76	0,12	0,3	43	0,58	0,46	0,92
28	0,45	0,25	0,33	44	0,81	0,41	0,48
32	0,31	0,11	0,76	45	0,8	0,33	0,57
34	0,73	0,27	0,46	46	0,67	0,18	0,76
37	0,34	0,13	0,84	48	0,84	0,33	0,54
38	0,32	0,24	0,73	49	0,29	0,26	0,6
39	0,42	0,42	0,74	50	0,3	0,17	0,77
Ortalama					0,56	0,25	0,63

“İstatistiksel yorum becerisi” özelliği DINA modele göre grubun % 55 tarafında kazanılmıştır, bu oran klasik yöntemde % 64 düzeyindedir. Özellik ölçme aracında 18 madde ile ilişkilendirilmiştir ve bu maddelere ilişkin \bar{p}_i değeri .63’tür. Klasik yöntemle belirlenen istatistiksel yorum becerisi özelliğine sahip öğrenci sayısı DINA modele göre daha fazladır. Özellikle ilişkilendirilen madde sayısının fazla olması \bar{p}_i değeriyle klasik yöntem sınıflamalarının uyumunun artmasının bir nedeni olarak gösterilebilir. Bununla birlikte klasik yöntemle DINA modelin grupta istatistiksel yorum becerisine sahip olan öğrencilerin oranlarını belirleme konusunda uyumsuz olduğu görülmektedir.

Tablo 9

Madde Analizi Özelliği ile İlişkilendirilmiş Maddelerin g ve s Parametreleri ile p_i Değerleri

Madde	g	s	P _i
16	0,43	0,03	0,65
37	0,34	0,13	0,84
39	0,42	0,42	0,74
40	0,62	0,33	0,48
44	0,81	0,41	0,48
46	0,67	0,18	0,76
47	0,99	0,49	0,72
48	0,84	0,33	0,54
49	0,29	0,26	0,6
Ortalama	0,60	0,28	0,64

DINA modele göre “madde analiz bilgisi” grubun büyük bölümü tarafından (% 94) kazanılmıştır, fakat klasik yöntemle özelliğe sahip öğrencilerin sayısı yaklaşık olarak grubun yarısı (% 58) düzeyindedir. Bununla birlikte aynı özelliğe ait \bar{p}_i değerinin de DINA model sınıflamalarıyla uyumsuz olduğu gözlenmektedir. Madde analizi özelliği ölçme aracında 9 madde ile ilişkilendirilmiştir. Bu maddelerin % 60'ından fazlasına doğru cevap veren öğrenci sayısı 276 (% 58) olarak hesaplanmıştır. Öğrencilerin bu maddelere doğru cevap verme ortalamaları ise .64 düzeyindedir. Gerek gruba bağlı bir ölçüt olan \bar{p}_i değeri gerekse mutlak ölçüt olarak kabul edilebilecek maddelerin % 60'ını doğru cevaplama durumu DINA model sınıflamalarıyla uyumsuzdur. İki yöntemde de öğrencilerini özelliğe sahip olma oranları orta düzeyde kalırken DINA model grubun neredeyse tamamının özelliğe sahip olduğunu belirlemiştir. İki yöntemin madde analizi özelliğine sahip olan öğrencileri belirleme konusundaki kararları arasında bir uyumsuzluk olduğu gözlenmektedir.

Tablo 10

Sınav Türleri Özelliği ile İlişkilendirilmiş Maddelerin g ve s Parametreleri ile pi Değerleri

Madde	g	s	P _i	Madde	g	s	P _i
4	0,5	0,23	0,8	18	0,51	0,18	0,89
12	0,52	0,09	0,85	19	0,4	0,24	0,33
13	0,68	0,22	0,66	20	0,4	0,36	0,33
14	0,32	0,49	0,9	21	0,43	0,24	0,84
15	0,47	0,34	0,84	22	0,52	0,14	0,2
				24	0,35	0,35	0,66
Ortalama					0,46	0,26	0,66

Klasik yöntemle “sınav türleri” özelliğinin gruptaki öğrencilerin % 71’i tarafından kazanıldığını hesaplanmıştır. DINA model ise grubun % 66’sının özelliğe sahip olduğunu belirlemiştir. Sınav türleri özelliği teste 11 madde ile ilişkilendirilmiştir ve bu maddelere ait \bar{p}_i değeri .66 hesaplanmıştır. Klasik yöntemde sınav türleri özelliğine sahip olan öğrencilerin sayısının yüksek olmasının nedeni toplam 6 maddenin madde güçlük indekslerinin .80’in üzerinde olmasıdır. Özellikle ilişkilendirilmiş 11 maddenin 6 tanesi çok kolay, 2 tanesi kolay 2 tanesi zor ve bir tanesi çok zor maddelerdir. Bu durum klasik yöntemle belirlenen yüksek orandaki (%71) özelliğe sahip öğrenci sayısını açıklamaktadır. Klasik yöntemle DINA modelin belirledikleri Sınav türleri özelliğine sahip öğrenci sayılarını arasında uyumsuzluk gözlenmektedir.

Tablo 11

Değerlendirme Bilgisi Özelliği ile İlişkilendirilmiş Maddelerin g ve s Parametreleri ile p_i Değerleri

Madde	g	s	P_i
17	0,24	0,15	0,6
21	0,43	0,24	0,84
22	0,52	0,14	0,2
23	0,38	0,03	0,82
24	0,35	0,35	0,66
25	0,71	0,3	0,68
26	0,4	0,27	0,44
ortalama	0,43	0,21	0,60

Değerlendirme bilgisi özelliği incelendiğinde DINA model özelliğe sahip öğrenci oranını % 66, klasik yöntem ise % 48 olarak hesaplamıştır. Özellik ölçme arcında 7 madde ile ilişkilendirilmiştir. Bu 7 maddeye ait \bar{p}_i değeri .60'dır. Klasik yöntemle belirlenen sayının düşük olmasının en önemli nedeni 22. maddenin çok zor olmasıdır. Bu maddeye ilişkin p_i değeri .20 dir. 7 maddeyle ilişkilendirilen değerlendirme bilgisi özelliğine sahip olan öğrencinin klasik yöntemle en az 5 maddeye doğru cevap vermesi gerekmektedir. Bu durum klasik yöntemle belirlenen özelliğe sahip olan öğrenci oranıyla \bar{p}_i değeri arasındaki farklılaşmanın önemli bir nedenidir. Klasik yöntemle DINA model arasında değerlendirme bilgisi özelliğine sahip olan öğrenci sayılarını belirleme bakımında uyumsuzluk görülmektedir.

Tablo 4, çalışma grubunun tamamı için iki yöntemin özelliklere sahip olan öğrenci sayılarını belirlemek konusundaki farklılıklarını göstermektedir. Fakat tek başına bu oranlar farklılaşmanın boyutunu belirlemek konusunda yeterli değildir. Grubun geneline ilişkin oranlarla bir yöntem tarafından özelliğe sahip olduğu belirlenen bir öğrencinin diğer yöntem tarafından ne şekilde sınıflandırıldığı anlaşılmamaktadır. Bu nedenle araştırmada iki yöntemin her bir öğrenci hakkında özelliğe sahip olup olmama konusundaki kararlarının uyumuna da bakılmıştır.

İki yöntemin öğrencilerin özelliğe sahip olma kararlarında oluşan farklılaşmalar:

Her bir öğrenci için belirlenen durumların iki yöntemde ne kadar farklılaştığını belirlemek amacıyla her bir özellik için iki yöntemin öğrenciler

hakkında verdiği kararlar karşılaştırılmıştır. Tablo 11 bu karşılaştırma sonuçlarını vermektedir. Tablo 11’de her bir özellik için DINA model ve Klasik yöntemin aynı ve farklı kararları verdiği öğrencilerin sayıları ve oranları karşılaştırılmıştır. Tabloda iki yöntemin uyuşma oranının verildiği bölümde iki yöntemde de özelliğe sahip olmadığı belirlenen (0-0) ve iki yöntemde de özelliğe sahip olduğu belirlenen (1-1) bireylerin sayısı ve oranı verilmiştir. Tabloda iki yöntem arasındaki uyumsuzluğu gösteren bölümde ise 6. ve 7. sütunlar DINA model tarafından özelliğe sahip olmadığı belirlenmesine rağmen klasik yöntemde göre özelliğe sahip olan (1-0) öğrencilerin sayı ve oranını göstermektedir. 8. ve 9. sütunlar ise DINA model tarafından özelliğe sahip olduğu belirlenmesine rağmen klasik yöntemde göre özelliğe sahip olmayan öğrencilerin sayı ve oranını vermektedir.

Tablo 12

DINA Model ve Klasik Yöntemle Belirlenen Öğrencilerin Özelliğe Sahip Olup Olmama Kararlarının Uyumunu

Özellik	DINA ve Klasik Yöntemle Göre Uyumlu sınıflamalar					DINA ve Klasik Yöntemle Göre Uyumsuz sınıflamalar				
	0-0		1-1		T op	0-1		1-0		To p.
	N	%	N	%	%	N	%	N	%	%
Geçerlik Bilgisi	9	21	14	31	52	13	29	87	18	47
Güvenirlilik Bilgisi	9	19	8	43	62	7	.1	14	30	37
İstatistiksel İşlem	0		6	.7	.8	31	6	4	.6	.2
İstatistiksel Yorum	1	24.	25	53	78	56	11	47	10	21
Madde Analizi Bilgisi	1	2	4	.9	.1	56	.9	47	10	.9
Sınav türleri Bilgisi	8	17.	17	36	53	13	27	87	18	46
Değerlendirme Bilgisi	1	2	2	.5	.7	1	.8	5	.5	.3
Ortalama	2	4.2	26	57	61	7	1.	17	37	38
	0		9	.1	.3	7	5	5	.2	.7
	8	18.	26	56	75	72	15	45	9.	24
	9	9	5	.3	.2	72	.3	45	6	.8
	1	22.	17	36	59	54	11	13	29	40
	0	5	3	.7	.2	54	.5	8	.3	.8
	6									
Ortalama					63					36
					.2					.7

Tablo 11 incelendiğinde iki yöntemin her bir bireyin özelliğe sahip olup olmadığı hakkında verdiği kararlar konusunda farklılıklar gözlenmektedir. Bütün özellikler için iki yöntem arasındaki ortalama uyum oranı %63.2 olarak hesaplanmıştır. Bu oran iki yöntemin yaklaşık olarak öğrencilerin özelliklere sahip olup olmama konusunda verdiği her 3 karardan 1 tanesinin uyumsuz olduğu anlamına gelmektedir. İki yöntemin belirlediği öğrencilerin özelliğe sahip olup olmadığına ilişkin kararlar arasındaki ilişkiye iki yöntemin ürettiği verilerin sınıflama düzeyinde ve 2x2'lik tablo olması nedeniyle Phi katsayısı istatistiğinden yararlanılarak bakılmıştır (Levin ve Fox, 1991).

“Geçerlik bilgisi” özelliğine iki yöntem arasındaki uyumuna bakıldığında Phi katsayısı .05 ($p = .274 > .05$) hesaplanmıştır. Bu değer DINA model sınıflamalarıyla klasik yöntem arasında düşük düzeyde ve istatistiksel olarak önemsiz bir ilişki olduğunu göstermektedir. Tablo 3.23’de iki yöntemin öğrenciler hakkında verdiği kararların uyumu %52.4 oranında olduğu görülmektedir. Özellikle DINA model tarafında özelliğe sahip olmadığı belirlenen 137 öğrenci için klasik yöntemde özelliğe sahip olduğu kararı verildiği gözlenmektedir.

“Güvenirlilik bilgisi” özelliği için iki yöntem arasında hesaplanan Phi katsayısı .29 ($p = .000 < .05$) olarak hesaplanmıştır. Bu değer iki yöntemin güvenirlilik bilgisi özelliği hakkındaki kararları arasında düşük düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Tablo 3.23’de iki yöntem arasındaki uyum %62.8 oranında hesaplanmıştır. DINA modele göre özelliğe sahip olmadığı belirlenen 144 öğrencinin klasik yöntemde göre özelliğe sahip olduğunun hesaplanması iki yöntem arasındaki uyumun düşmesinin bir nedeni olarak kabul edilebilir.

“İstatistiksel işlem becerisi” iki yöntem sınıflamaları arasındaki uyumun en yüksek olduğu özelliktir. İki yöntem arasında Phi katsayısı .521 ($p = .000 < .05$) olarak hesaplanmıştır. Bu değer iki yöntemin sınıflamaları arasında orta düzeyin üstünde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. İstatistiksel işlem becerisi özelliğinde iki yöntemin verdiği kararlar %78.1 oranında uyusmaktadır.

“İstatistiksel yorum becerisi” özelliğine bakıldığında iki yöntem arasında Phi katsayısı .048 ($p = .298 > .05$) olarak hesaplanmıştır. Bu değer DINA model sınıflamalarıyla klasik yöntem arasında düşük düzeyde ve istatistiksel olarak önemsiz bir ilişki olduğunu göstermektedir. İki yöntemin uyuma düzeyinin oranı %53.7 olarak hesaplanmıştır. Bu oran iki yöntem arasındaki uyumsuzluğun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Özellikle DINA model tarafından özelliğe sahip olmadığı belirlenen 131 öğrenci için klasik yöntemin özelliğe sahip olduğu yönünde karar vermesi iki modelin sınıflamalarının uyumsuzluğuna işaret etmektedir.

“Madde analizi bilgisi” özelliğine ait iki yöntem arasında Phi katsayısı .164 ($p = .000 < .05$) olarak hesaplanmıştır. Bu değer iki yöntem arasında düşük düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin göstergesidir. “Madde analizi” özelliği için iki yöntemin yaptığı sınıflamaların uyum oranı %61.3 olarak hesaplanmıştır. Yöntemler arasındaki ilişkinin düşük çıkmasının en

önemli nedeni DINA model tarafında özelliğe sahip olduğu belirlenen 175 öğrencinin klasik yöntemce özelliğe sahip olmadığı kararının verilmesi olduğu söylenebilir.

“Sınav türleri bilgisi” iki yöntem arasında uyumun yüksek olduğu özelliklerden biridir. Bu özelliğe ilişkin iki yöntem arasındaki Phi katsayısı .29 ($p = .000 < .05$) olarak hesaplanmıştır. Bu değer yöntemler arasındaki uyumun düşük düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Sınav türleri bilgisine ilişkin iki yöntem arasındaki uyum oranı %75.2 olarak hesaplanmıştır. Bu oranın iki yöntemin özelliğe sahip olan öğrencileri belirleme konusunda birbirine yakın kestirimlerde bulunduğu işaret ettiği söylenebilir.

“Değerlendirme bilgisi” özelliğine bakıldığında iki yöntem arasındaki Phi katsayısı .207 ($p = .000 < .05$) olarak hesaplanmıştır. Bu değer iki yöntem arasında düşük düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Değerlendirme bilgisi özelliğine ilişkin iki yöntem sınıflamaları arasındaki uyumun oranı %59.2 olarak hesaplanmıştır. DINA model tarafından özelliğe sahip olduğu belirlenen 138 öğrencinin klasik yöntem tarafından özelliğe sahip olmadığı kararı verildiği görülmektedir. Bu durum iki yöntem arasındaki uyumun düşük olmasının önemli nedenlerinden biridir.

Görüldüğü gibi klasik yöntemde teste farklı öğrenciler farklı sebeplerle aynı puanı alabilirler (Tatsuoka ve Tatsuoka, 1989). Bilişsel tanı modelleri bu farkları ortaya koymayı amaçlar ve bu konuda dönüt verir. Örnekte de görüldüğü gibi DINA model aynı ham puanı alan öğrencilerin aslında farklı özelliklere sahip olduklarını göstermektedir.

DINA modelin temel amacı öğrencinin ait olduğu örtük sınıfı belirlemektir. Bu amaç için öğrencinin toplam doğru sayısını değil o özelliğe sahip olma olasılığını en çok arttıran maddeleri belirleme yöntemini kullanılmaktadır. Bu nedenle DINA model ile belirlenen öğrencilerin örtük sınıflarıyla klasik yöntem arasında önemli düzeyde farklılıklar oluşmaktadır. Araştırma kapsamında ölçme aracının uygulandığı 471 gözlem içinden sadece 16 öğrenci DINA model ve klasik yöntemle aynı örtük sınıflara atanmışlardır. Bu oran iki yöntem arasında %3.3 gibi çok düşük bir düzeyde uyum olduğunu göstermektedir.

Bütün grup için iki yöntemle belirlenen özelliklere sahip olan öğrenci sayıları karşılaştırıldığında DINA model ve klasik yöntemle verilen karların farklılaştığı gözlenmiştir. Örneğin DINA model 471 kişiden 444'ünün (%94) “madde analizi” bilgisine sahip olduğunu belirlerken klasik yöntem aynı özelliğe sahip olan öğrenci sayısını 276 (%58) olarak hesaplamıştır. İki yöntem

sadece istatistiksel işlem beceri özelliği için birbirine yakın sayıda öğrenci için özelliğe sahip kararı vermiştir.

İki yöntemin aynı öğrenciler verdiği kararların ne oranda uyumlu olduğunu belirlemek amacıyla özellikler düzeyinde yöntemlerin verdikleri kararların uyumları incelenmiştir. Analiz sonuçlarında iki yöntemin büyük oranda aynı öğrenciler için orta düzeyde uyumlu kararlar verdiği gözlenmiştir. İki yöntemin kararları arasında en yüksek uyum “istatistiksel işlem becerisi” (%78) ve “sınav türleri bilgisi” (%75) özelliklerinde gözlenmiştir. Bu iki özellik için DINA model ve klasik yöntemle yapılan sınıflamaların arasında orta düzeyin üstünde ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki belirlenmiştir. Bununla birlikte iki özellik için ise iki yöntemle yapılan sınıflamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu durum DINA modelin ve klasik yöntemin öğrencilerin özelliğe sahip olup olmama kararları konusunda farklılıklar taşıdığına göstergesidir.

Araştırmada son olarak DINA model ve klasik yöntemin öğrenci düzeyindeki kararların farklılaşmasının nedenleri ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Çalışma grubundan seçilen örnekler incelendiğinde iki yöntemin öğrenme eksiklerini belirleme konusundaki yaklaşımlarının yarattığı farklılıklar görülmektedir. Klasik yöntemin madde düzeyinde ve toplam puan üzerinden belirlediği öğrenme eksikleri DINA model tarafından özellik düzeyinde ve çok boyutlu olarak hesaplanmaktadır. Bu nedenle DINA model doğrudan öğrencinin bilişsel profilini belirlemeye yöneldiğinden yetenek kestirimini toplam puandan kısmen bağımsız olarak öğrencinin doğru ya da yanlış cevapladığı maddelerin parametreleri üzerinden yaptığı görülmektedir. DINA model kestirimleri ile test toplam puanları arasında belli oranda bir ilişki olduğu ama bu ilişkinin klasik yöntemle test toplam arasındaki kadar yüksek ve doğrudan olmadığı araştırma bulguları içinde ortaya koyulmuştur.

Sonuç ve Tartışma

Araştırmada, öğrencilerin özelliklere sahip olup olmama durumlarının ve öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi konusunda DINA model ve klasik yöntemle verilen karar arasında nasıl farklılıklar olabileceği ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla tüm grupta DINA model ve klasik yöntemle belirlenen özelliklere sahip olan öğrenci sayıları, özellik düzeyinde iki yöntemle öğrenciler hakkında verilen kararların uyumu ve iki yöntemle verilen özelliğe sahip olup olmama kararlarının öğrenci düzeyinde karşılaştırılması yapılmıştır.

İki yöntem arasında öğrencilerin özelliğe sahip olma oranlarındaki farklılık, temel olarak DINA modelin yetenek kestirimi için kullandığı yöntemden kaynaklanmaktadır. DINA model diğer BTM'den farklı olarak, birden çok özelliğe ilişkilendirilmiş bir maddenin doğru cevaplanması için cevaplayıcının madde için gerekli bütün özelliklere sahip olmasını beklemektedir. Örneğin doğru cevaplanması için üç özelliğin gerekli olduğu bir maddeyi doğru cevaplayan bir öğrenci sadece gerekli özelliklerden ikisine sahipse bu o maddenin g parametresinin artmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak DINA modelde g parametresi diğer modellere göre daha yüksek değerler almaktadır. Maddenin g parametresinin yükselmesi, maddenin, cevaplayıcının özelliğe sahip olma olasılığını kestirmedeki etkisini azaltmaktadır. Klasik yöntemde test ya da alt test toplam puanları üzerinden karar verildiğinden özelliğe sahip olup olmama durumu doğrudan madde güçlüğünden etkilenmektedir. Sonuç olarak, zor maddelerden oluşan bir alt-teste ait özelliğe sahip olan birey sayısı da az olacaktır. Fakat DINA model madde güçlüğüünün sonucu değil nedeni üzerinden maddeyi değerlendirdiğinden aynı alt testte çok daha fazla birey için o özelliğin kazandırıldığı sonucuna varabilir. Bulgularda ortaya koyulduğu gibi yukarıda anlatılan nedenlerden dolayı bazı özelliklerde iki yöntemin sınıflamaları arasında önemli farklılıklar oluşmuştur.

Öğrenme eksiklerini belirlemek için kullanılan iki yöntemden hangisinin öğrenme eksikliğini daha doğru belirlediğini kanıtlamak eldeki verilerle istatistiksel olarak mümkün olmamakla birlikte DINA modelle belirlenen özelliklere sahip olan öğrenci oranlarıyla bölümlerin başarı oranlarının daha uyumlu olduğu söylenebilir. Bununla birlikte araştırma kapsamında incelenen şekilde iki yöntem arasında öğrenme eksiklerini belirleme bakımından farklılıklar olduğu görülmektedir. Aynı zamanda DINA modelin geleneksel yöntemle göre bölüm başarı oranları göz önüne alındığında öğrenme eksiklerini belirlemesi hakkında daha çok bilgi verdiği söylenebilir.

Kaynakça

- Brown, W.K., Cozby, C. P., Kee, D.W. ve Worden, P.E. (1999). *Research methods in human development*, (2nd ed.). USA: Mayfield Publishing Company
- Cheng, Y. (2010). Improving cognitive diagnostic computerized adaptive testing by balancing attribute coverage: The modified maximum global discrimination index method. *Educational and Psychological Measurement*, 70 (6), 902-913.
- de la Torre, J. (2008). An empirically-based method of Q-matrix validation for the DINA model: Development and applications. *Journal of educational measurement*, 45, 343-362.
- de la Torre, J. (2009a). DINA model and parameter estimation: A didactic. *Journal of educational and behavioral statistics*, 1 (34), 115-130.
- de la Torre, J. (2009b). DINA model and parameter estimation: A didactic. *Journal of educational and behavioral statistics*, 1 (34), 115-130.
- de la Torre, J. ve Douglas, J. (2008). Model evaluation and multiple strategies in cognitive diagnosis: An analysis of fraction subtraction data. *Psychometrika*, 3 (73), 595-624.
- de la Torre, J. ve Liu, Y. (2008). *A cognitive diagnosis model for continuous response*. National council on measurement in education New York, Mart'ta sözlü bildiri olarak sunulmuştur.
- Meeting of the National Council on Measurement in Education, Chicago, IL, 24 Nisan'da sözlü bildiri olarak sunulmuştur.
- Doignon, J. P. ve Falmagne, J. C. (1999). *Knowledge spaces*. New York, NY: Springer-Verlag
- Embretson, S. (1984). A general latent trait model for response processes. *Psychometrika*, 49, 175-186.
- Haertel, E.H. (1989). Using restricted latent class models to map the skill structure of achievement items. *Journal of Educational Measurement*, 26, 333-352.
- Huebner, A., Wang, B. ve Lee, S. (2009). *Practical issues concerning the application of the DINA model to CAT data*, D. J. Weiss (Ed.), Proceedings of the 2009 GMAC Conference on Computerized Adaptive Testing.

- Karasar, N. (1998). *Araştırmalarda rapor hazırlama yöntemi*. Ankara: Pars Matbaacılık Sanayi.
- Leighton, J. P. ve Gierl, M. J. (2007). Why cognitive diagnostic assessment? J. P. Leighton ve M. J. Gierl, (Ed.). *Cognitive Diagnostic Assessment for Education*. New York: Cambridge University Press.
- Levin, J., Fox, J.A., (1991). *Elementary Statistics*. New York: Harper Collins Publishers Inc.
- Macready, G.B., Dayton, C.M. (1977). The use of probabilistic models in the assessment of mastery. *Journal of Educational Statistics*, 2, 99-120.
- Mcglohen, M.K. (2004). *The application of a cognitive diagnosis model via an analysis of a large-scale assessment and a computerized adaptive testing administration*. Yayınlanmamış doktora tezi, The University of Texas Austin.
- Montero, D., Molfils, L., Wang, J., Yen, W., Julian, M. ve Moody, M. (2003). *Investigation of the application of cognitive diagnostic testing to an end-of-course- high school examination*, Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education, Chicago, IL, 24 Nisan'da sözlü bildiri olarak sunulmuştur.
- Murphy, K. R. ve Davidshofer, C. O. (2001). *Psychological testing*. (5th ed.). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Tatsuoka M. M. ve Tatsuoka, K. K. (1989). Rule space. *Encyclopedia of statistical sciences* içinde (217-220). New York: Wiley.
- Tatsuoka, K. (1985). A probabilistic model for diagnosing misconceptions in the pattern classification approach. *Journal of Educational Statistics*, 12, 55-73.
- Tatsuoka, K. (1995a). *Architecture of knowledge structures and cognitive diagnosis: A statistical pattern recognition and classification approach*. P.D. Nichols, S. F Chipman, R. L. Brennan (ed.), *Cognitively diagnostic assessment*, Routledge, New York: Taylor & Francis Group.
- Tatsuoka, K. (1995b). *Cognitive assessment an introduction to the rule space method*, Routledge, New York: Taylor & Francis Group.
- Wenmin, Z. (2006). *Detecting differential item functioning using the DINA model*. Yayınlanmamış doktora tezi, The University of North Carolina at Greensboro.