

TÜRKİYE VE HONG KONG-ÇİN'DEKİ ÖĞRENCİLERİN MATEMATİK ÖĞRENME STRATEJİLERİ MODELİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: ÇOKLU GRUP YAPISAL EŞİTLİK MODELLERİ YAKLAŞIMI

Fatma NOYAN*

Gülhayat GÖLBAŞI ŞİMŞEK**

ÖZET

Yapısal eşitlik modelleri (YEM), doğrudan ölçülemeyen veya gözlenemeyen ancak gösterge değişkenleri aracılığıyla ölçülebilen gizil değişkenler veya kavramlar arasındaki ilişkileri inceleyen ve yol analizi, faktör analizi ve çoklu regresyon modellerinin bir modelde birleştirilip sentezlenmesinden doğmuş bir istatistiksel yöntemdir. Çoklu grup uygulamaları YEM çalışmalarında oldukça sık kullanılan bir analiz çeşididir. Bu tip uygulamalar, bir modelin ister ölçme modeli ister gizil değişkenlerle yol analizi olsun birden fazla grupta test edilmesine olanak sağlar. Gruplar arası karşılaştırma çalışmalarında, bir grupta geliştirilmiş olan bir ölçeğin faktör yapısının bir başka grup ya da gruplarda aynı olup olmadığı çoklu grup doğrulayıcı faktör analizinden yararlanılarak araştırılabilir. Uluslararası öğrenci değerlendirme programı 15 yaşındaki öğrencilerin (Programme for International Student Assessment, PISA), matematik, fen bilimleri ve okuma becerilerini değerlendirebilmek için üçer yıllık dönemler halinde gerçekleştirilen bir projedir. PISA 2003'e katılan 41 ülke arasında matematik alanında en yüksek başarı puanı Hong Kong-Çin'indir. Türkiye ise genel matematik başarısında yaklaşık 34. sırada gelmektedir. PISA 2003 projesinde, öğrencilerin matematikte öğrenme stratejileri modelinin (a) Ezberleme, tekrar stratejileri, (b) Bilgilerini geliştirme, zenginleştirme stratejileri ve (c) Denetim- kontrol stratejilerinden meydana gelen üç faktörlü bir ölçme modeli olduğu varsayılmaktadır. Bu çalışmada, PISA 2003 projesinden elde edilen veriler kullanılarak çoklu grup doğrulayıcı faktör analiziyle Türkiye ve Hong Kong-Çin'deki öğrencilerin matematik öğrenme stratejileri için ölçme modellerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Çoklu grup yapısal eşitlik modelleri, Ölçme değişmezliği, PISA.

1. GİRİŞ

Ölçme bir kavramın bir veya daha çok gizil (latent) değişkene, gizil değişkenlerin de gözlenen değişkenlere bağlandığı bir süreçtir (Carmines and Zeller, 1979). Bir kavram zeka, ekonomik gelişmişlik veya beklenti gibi oldukça soyut olabileceği gibi yaş, cinsiyet veya ırk gibi daha somut da olabilmektedir. Bir kavramın temsil edilmesi için bir veya daha çok gizil değişkene ihtiyaç duyulabilmektedir. Eğitim, sosyoloji, istatistik tıp, siyaset bilimleri ve ekonomi olmak üzere hemen her bilim alanında bu kavramların, tutum ve davranışların ölçülmesi için, genellikle sosyal bilimlerde ölçek olarak

*Yrd. Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Davutpaşa-İstanbul, e-posta: noyanf@gmail.com

**Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Davutpaşa-İstanbul, e-posta: gulhayatgolbasi@gmail.com

Makale, 28-30 Haziran 2010 tarihlerinde ODTÜ tarafından düzenlenmiş olan 7. İstatistik Günleri Sempozyumu'nda sunulmuş olup, herhangi bir yerde yayımlanmamıştır.

adlandırılan tutum anketleri hazırlanmaktadır. Bu anketlerden elde edilen veriler ise istatistik analizlere girdi oluşturmaktadır. Analizlerin veya tahminlerinin doğruluğu, oluşturulan ölçeklerin geçerli ve güvenilir olmasına bağlı olmaktadır (Vandenberg ve Lance, 2000). Geçerlilik en genel tanımıyla, ölçeğin istenilen kavramı diğerleriyle karıştırmadan ölçebilmesi, güvenilirlik ise ölçümlerin tutarlı olmasıdır.

Seçilen veya tasarlanan bir kavram için ölçme süreci dört adımdan oluşmaktadır (Bagozzi,1994):

- 1) Kavrama anlam verilmesi,
- 2) Kavramı temsil edecek boyutların ve gizil değişkenlerin tanımlanması,
- 3) Ölçülerin oluşturulması,
- 4) Ölçüler ve gizil değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Kuramsal tanım bir terime veya bu terimle beraber bir kavrama da anlam vermektedir. Bu tanımdan hareketle bir kavramın boyutları da bulunmuş olmaktadır. Her boyut sadece bir gizil değişken ile temsil edilmektedir. Kuramsal tanımın rehberliğinde gizil değişken başına iki veya daha fazla ölçü oluşturulmaktadır. Son olarak ölçme modellerinde gizil değişkenler ve göstergeler arasındaki yapısal ilişki formül ile ifade edilmektedir.

Güvenilirlik temellerini Psikoloji'deki klasik ölçme teorisinden almıştır. Ölçme teorisindeki klasik ölçe modeli (Lord ve Novick, 1968),

$$X_i = T_i + E_i \quad (i = 1, 2, \dots, k) \quad (1)$$

şeklinindedir. Burada gözlenen değişken X_i , ölçülmesi gereken doğru değere T_i (true) ve doğru skordan bağımsız olduğu ($Cov(T_i, E_i) = 0$) kabul edilen hata terimine (E_i) ayrıştırılmaktadır. Jöreskog (1971) tarafından, gözlenen skor X_i 'nin gizil faktör ξ ve hata terimi ε_i 'ye

$$X_i = \lambda_i \xi + \varepsilon_i \quad (2)$$

genel faktör modeli ile ayrıştırılabileceği ifade edilmiştir. Burada X_i ($i = 1, 2, \dots, k$)'nin tek ve aynı ξ özelliğini ölçen gözlenen değişkenler olduğu, ξ ile hata terimlerinin ve gözlenen değişkenlerin hata terimlerinin korelasyonsuz olduğu varsayılmaktadır.

$$Cov(\xi, \varepsilon_i) = 0 \text{ ve } Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad (3)$$

Eğitim Bilimleri, Psikoloji, Sosyoloji ve Yönetim ve Organizasyon gibi çeşitli alanlarda yapılan araştırmaların birçoğunda, belirli bir psikolojik yapının kültür, cinsiyet, sınıf düzeyi ve sosyoekonomik düzey v.b gruplara göre farklılıklar gösterip göstermediği incelenmektedir. Bu araştırmalarda ilgilenilen psikolojik yapılar açısından, söz konusu gruplar arasında farklılıkların gözlenip gözlenmediğinin incelenmesi ve gözleniyorsa bu farklılıkların nitelik ile niceliğine yönelik anlamlı çıkarımlarda bulunulması amaçlanmaktadır. Grup karşılaştırmaları çoğunlukla, ilgili psikolojik yapıya ilişkin ölçümlere (gözlenen puanlara) dayalı olarak yapılmaktadır. Bu tür araştırmalarda karşılaştırma grupları için psikolojik ölçme aracının benzer şekilde çalışacağı ve söz konusu ölçümlerin eşit/denk psikometrik niteliklere sahip olacağı varsayılmaktadır. Gruplar arasında farklılıklar bulunduğu araştırmacılar tarafından bu farklılığın kaynağı, ölçme aracının farklılaşan performansından çok, ilgili psikolojik yapı açısından gruplar arası gerçek değişim olarak kabul edilmektedir (Mark ve Wan, 2005).

Gruplar arası karşılaştırmaların yapılabilmesi için, ölçme değişmezliğinin incelenmesinin mantıksal bir ön koşul olduğunu belirtmektedir. Herdman (1998), ölçme değişmezliğini “bir psikolojik ölçme aracının psikometrik niteliklerinin, farklı gruplar için eşitliğinin formel olarak değerlendirilmesi” olarak tanımlamaktadır (Moraes ve Reichenheim, 2002). Gözlenen puanlar ve gizil yapılar arasındaki ilişkiler bağlamında ele alındığında ise ölçme değişmezliği, “farklı grupların üyeleri olan ancak belirli bir gizil yapıya ilişkin aynı puanlara sahip bireylerin madde ve alt ölçekler düzeyinde aynı gözlenen puanlara sahip olmaları durumu” şeklinde tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda ölçme değişmezliğinin temelinde, “ölçülen psikolojik yapı açısından belirli bir düzeyde bulunan bireylerin söz konusu araçtan alması beklenen puanların, grup üyeliğinden bağımsız olması” düşüncesinin yattığı belirtilmektedir (Wicherts, 2007). Ölçme değişmezliğinin sağlanması aynı zamanda ölçülen psikolojik değişkenin çeşitli gruplara genellenebilirliği açısından da önemlidir (Raykov ve Marcoulides, 2006). Örneğin bir psikiyatrik rahatsızlığın altında yatan psikolojik yapının farklı cinsiyetler, farklı ülkeler arasında aynı şekilde işlev gördüğünün kabul edilebilip edilemeyeceğine karar verirken ölçme değişmezliğinin sağlanmış olmasına dikkat edilir.

Uluslararası öğrenci değerlendirme programı (Programme for International Student Assessment, PISA), matematik, fen bilimleri ve okuma becerileri için üçer yıllık dönemler halinde planlan bir projedir. PISA 2003 ikinci dönem projesinde (2000-2003 yıllarını kapsayan) ağırlıklı olarak matematik becerisi üzerinde durulmuş ve bunun yanında öğrencilerin okuma, fen bilimleri ve problem çözme becerileri de ölçülmeye çalışılmıştır. Projeye, Türkiye dahil 41 ülke katılmıştır. Bu ülkelerden otuzu OECD üyesi, onbiri ise OECD üyesi olmayan ülkeleri kapsamaktadır. PISA 2003'e katılan ülkeler arasında matematik alanında en yüksek başarı puanı Hong Kong-Çin'indir. Başarı sıralamasında bu ülkeyi Finlandiya, Kore, Hollanda, Japonya, Kanada takip etmektedir. Brezilya ise en alt sırada bulunmaktadır. Türkiye ise genel matematik başarısında yaklaşık 34. sırada gelmektedir. PISA 2003 projesinde, öğrencilerin matematikte öğrenme stratejileri modelinin (a) Ezberleme, tekrar stratejileri, (b) Bilgilerini geliştirme, zenginleştirme stratejileri ve (c) Denetim-kontrol stratejilerinden meydana gelen üç faktörlü bir ölçme modeli olduğu varsayılmaktadır. Bu çalışmada, PISA 2003 projesinden elde edilen veriler kullanılarak çoklu grup doğrulayıcı faktör analiziyle Türkiye ve Hong Kong-Çin'deki öğrencilerin matematik öğrenme stratejileri için ölçme modellerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Böyle bir karşılaştırmanın yapılabilmesi için, öncelikle öğrenme stratejileri modelinin ölçme değişmezliğinin incelenmesi gerekmektedir. Ölçme değişmezliğinin incelenmesi için, bu çalışmada çoklu grup doğrulayıcı faktör analizinden yararlanılacaktır.

2. ÇOKLU GRUP DOĞRULAYICI FAKTÖR ANALİZİ

Çoklu grup yapısal eşitlik modelleri ölçek değişmezlik çalışmalarında oldukça sık kullanılan bir analiz çeşididir. Bu tip uygulamalar, bir modelin ister ölçme modeli ister gizil değişkenlerle yol analizi olsun birden fazla grupta test edilmesine olanak sağlar. Gruplar arası karşılaştırma çalışmalarında, bir grupta geliştirilmiş olan bir ölçeğin faktör yapısının bir başka grup ya da gruplarda aynı olup olmadığı, çoklu grup doğrulayıcı faktör analizinden yararlanılarak araştırılabilir (Tabacknick ve Fidell, 2001; French ve Finch, 2008). Çoklu grup doğrulayıcı faktör analizinde ölçme modeli g indisi grupları göstermek üzere;

$$X_i^g = \tau_i^g + \Lambda_i^g \xi_j^g + \delta_i^g \quad (4)$$

denklemleri ile ifade edilmektedir. Ölçme modelinde \mathbf{X}_i^g ($p \times 1$) gözlenen değişken vektörü, ξ_j^g ($m \times 1$) gizil değişken vektörü, $\boldsymbol{\tau}_i^g$ ($p \times 1$) sabitler vektörü, $\boldsymbol{\Lambda}_i^g$ ($p \times m$) \mathbf{x} 'in ξ üstündeki etkilerini gösteren katsayı matrisi ve $\boldsymbol{\delta}_i^g$ ($p \times 1$) \mathbf{X} için ölçme hatasını temsil etmektedir. Gözlenen değişkenlere ait ortalama vektörü ve kovaryans matrisi sırasıyla

$$\boldsymbol{\mu}^g = \boldsymbol{\tau}^g + \boldsymbol{\Lambda}^g \boldsymbol{\kappa}^g \quad (5)$$

$$\boldsymbol{\Sigma}^g = \boldsymbol{\Lambda}^g \boldsymbol{\Phi}^g \boldsymbol{\Lambda}^{g'} + \boldsymbol{\Theta}^g \quad (6)$$

denklemleri ile ifade edilmektedir. Denklemlerde $\boldsymbol{\mu}^g$ ($p \times 1$) gözlenen değişkenlere ait ortalama vektörü, $\boldsymbol{\Sigma}^g$ ($p \times p$) gözlenen değişkenlere ait kovaryans matrisi, $\boldsymbol{\kappa}^g$ ($m \times 1$) faktörlere ait ortalama vektörü, $\boldsymbol{\Phi}^g$ ($m \times m$) gizil değişkenlere ait varyans-kovaryans matrisi ve $\boldsymbol{\Theta}^g$ ($p \times p$) ise ölçme hatalarına ait kovaryans matrisidir (Meade ve Bauer, 2008). Çoklu grup doğrulayıcı faktör analizi ölçme değişmezlik (Measurement Invariance) özellikle de faktör değişmezliğini araştırmanın en popüler yöntemlerinden biridir (French ve Finch, 2007).

Vanderberg ve Lance (2000) ölçme değişmezliğinin araştırılması için beş aşamalı mantıksal bir süreç ve hipotez test etme yöntemlerinin izlenmesini önermektedirler. Bu aşamalardan her birinde, o düzeyde ölçme değişmezliği için oluşturulan bir hipotez sırayla test edilmektedir. Bu süreçte her aşamadaki model, bir önceki aşamadaki modele dayalı olarak oluşturulmaktadır. Dolayısıyla belirli bir aşamadaki ölçme değişmezliği, o aşamadaki model ile bir önceki aşamadaki modelin veriye uyum düzeylerinin karşılaştırılması yoluyla incelenmektedir. Her bir aşamadaki model bir önceki aşamadaki model içerisinde yuvalanmış yapıdadır. Kısıtlı ve kısıtsız ölçme modelleri serbestlik derecesi kısıtlanmış parametre sayısı olan olabilirlik oran testiyle karşılaştırılır. Araştırmacıların önerdiği bu aşamalar, aynı zamanda, ölçme değişmezliğinin türlerine de işaret etmektedir.

1) *Şekilsel değişmezlik (Configural invariance)*: Bu aşamada bir psikolojik ölçme aracının faktör yapısının gruplar arası eşit/değişmez olduğu şeklindeki bir hipotez test edilmektedir. Şekilsel değişmezliğe ilişkin kanıt elde edilmesi, ölçme aracının maddelerinin -gruplar arası- aynı psikolojik yapıyı temsil ettiği anlamına gelmektedir (Vanderberg ve Lance, 2000). Şekilsel değişmezlik sağlanıyorsa, grup ortalamaları yada yapısal ilişkiler için karşılaştırma yapmak uygun değildir (Steinmetz vd., 2009). Şekilsel değişmezlik, ölçme değişmezliği için gerekli fakat yeterli değildir.

2) *Metrik değişmezlik (Metric invariance)*: Bu aşamada, bir psikolojik ölçme aracını oluşturan maddelere ilişkin regresyon eğimlerinin yani faktör yüklerinin ($\boldsymbol{\Lambda}^A = \boldsymbol{\Lambda}^B = \dots = \boldsymbol{\Lambda}^G$) gruplar arası eşit/değişmez olduğu şeklindeki bir hipotez test edilmektedir. Karşılaştırma grupları için maddelere ilişkin faktör yükleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemesi, maddelerin bu gruplar için anlamlarının benzer/aynı olabileceğine işaret ederken, anlamlı düzeyde bir farklılığın ise madde yanlılığına işaret etmektedir (Salzberger, Sinkovics ve Schlegelmich, 1999; Bryne ve Watkins, 2003).

3) *Ölçek değişmezliği (Scalar invariance)*: Bu aşamada, psikolojik ölçme aracını oluşturan maddeler için oluşturulan regresyon denklemlerindeki sabit sayının ($\tau^A = \tau^B \dots = \tau^G$), gruplar arası eşit/değişmez olduğu şeklindeki bir hipotez test edilmektedir. Ölçek değişmezliği hem metrik değişmezliği hem de ölçme işleminde eşit orijinleri gerektirmektedir (Vandenberg ve Lance, 2000).

4) *Hata varyanslarının değişmezliği (Invariant error variances)*: Bu aşamada, ölçme aracını oluşturan maddelere ilişkin özgül varyansların karşılaştırma grupları arasında eşit/değişmez olduğu şeklindeki bir hipotez test edilmektedir ($\Theta^A = \Theta^B \dots = \Theta^G$). Ayrıca eğer faktör varyanslarının değişmezliğine ilişkin kanıtlar elde edilirse bu testin, göstergelerin güvenilirliğinin değişmezliği testi olarak da ele alındığı belirtilmektedir (Vandenberg ve Lance, 2000).

5) *Faktör varyanslarının değişmezliği (Invariant factor variances)*: Bu aşamada ise faktör varyanslarının karşılaştırma grupları arasında eşit/değişmez olduğu şeklindeki bir hipotez test edilmektedir ($\Phi^A = \Phi^B \dots = \Phi^G$) (Mark ve Wan, 2005).

3. BULGULAR

Bu çalışmada çoklu grup doğrulayıcı faktör analizi için LISREL 8.54 programı kullanılmıştır. Türkiye ve HongKong-Çin karşılaştırılması amaçlanan iki grubu oluşturmaktadır. Gizil değişkenler ve bu değişkenleri temsil ettiği varsayılan gösterge (gözlenen) değişkenler olan tutum soruları analizlerde kullanılan etiketleri ile beraber Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Gizil kavramlar ve gösterge değişkenleri

Gizil Kavramlar	Gösterge Değişken Etiketi	Gösterge değişken
Denetim - kontrol stratejileri DKS	S1	Matematik sınavına hazırlanırken bilinmesi gereken en can alıcı noktaların neler olduğunu öğrenmeye çalışırım
	S3	Matematik çalışırken daha önce öğrendiklerimi hatırlayıp hatırlamadığımı kontrol ederim
	S4	Matematik çalışırken tam olarak anlayamadığım kavramları belirlemeye çalışırım.
	S10	Matematikte bir şeyi anlamadığım zaman problemi belirginleştirmek için her zaman daha fazla bilgi bulmaya çalışırım.
	S12	Matematik çalışırken, önce öğrenmem gerekenleri belirlerim
Bilgilerini geliştirme, zenginleştirme stratejileri BZS	S2	Matematik problemlerini çözerken, yanıtı bulmak için genellikle yeni yollar düşünürüm
	S5	Matematikte öğrendiklerimi günlük hayatta nasıl kullanabileceğimi düşünürüm.
	S8	Matematikle ilgili yeni kavramları, önceden öğrendiğim şeylerle ilişkilendirerek anlamaya çalışırım.
	S11	Bir matematik sorusunu çözerken çoğu kez bulunan sonucun diğer ilginç sorulara nasıl uygulanacağını düşünürüm.
	S14	Matematikte öğrenirken her öğrendiğimi daha önce öğrendiklerimle ilişkilendirmeye çalışırım
Ezberleme, tekrar stratejileri ETS	S6	Bir matematik problemini o kadar çok tekrarlarım ki, kendimi sanki onu gözüm kapalı çözeceğim gibi hissederim.
	S9	Bir matematik sorusunun çözümü için gerekli yöntemleri anımsamak amacıyla örnekleri tekrar tekrar gözden geçiririm
	S13	Matematik öğrenmek için bir yöntemin tüm aşamalarını aklımda tutmaya çalışırım.

Tutum sorularının ölçülmesinde öğrencilerden 1 “Hiç katılmıyorum”dan 4 “Tümüyle katılıyorum”a kadar 4’lü Likert ölçek üzerinde bir sayı işaretlemeleri istenmiştir. Bu çalışmada, PISA 2003 projesinden elde edilen veriler kullanılarak çoklu grup yapısal eşitlik modelleri yaklaşımıyla Türkiye ve Hong Kong-Çin’deki öğrencilerin matematik öğrenme stratejileri için ölçme modellerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Türkiye’de 4244 öğrenci ve Hong Kong-Çin’de 4386 öğrenci olmak üzere toplamda bu iki ülke için 8630 birimlik bir örnekle çalışılmış ve 13 tutum sorusu için çoklu grup doğrulayıcı faktör analizi kurulmuştur. Öğrenme stratejileri için önerilen ölçme modelinin (a) Ezberleme, tekrar stratejileri, (b) Bilgilerini geliştirme, zenginleştirme stratejileri ve (c) Denetim- kontrol stratejilerinden meydana gelen üç faktörlü bir ölçme modeli olduğu varsayılmaktadır (OECD, 2005). Gizil değişkenlere ait ortalamaları tahmin etmek istediğimiz için ölçme modeline regresyon sabiti de dahil edilmiştir. Gizil değişkenleri ölçeklendirmek için her bir gizil değişkene ait ilk gösterge değişkenin faktör yükü 1’e sabitlenmiştir. Çoklu grup doğrulayıcı faktör analizinde ölçme değişmezliği için ilk adım şekilsel değişmezliktir. Bu model için (*faktör yapılarının değişmez olduğu model*) kabul edilebilir uyum elde edilmiştir. ($\chi^2_{(124)}=503.41$, RMSEA=0.067, CFI=0.96, GFI=0.96) İkinci adım ise tam metrik değişmezliğin araştırılmasıdır.

Tam metrik değişmezliğe bakıldığında ise kısıtsız ve kısıtlı modelin χ^2 farkının 10 serbestlik derecesi ile 111.86 olduğu ve tablo χ^2 ($\chi^2_{(10;0.05)}=18.3$) değerinden büyük olduğu görülmüştür. Bu değerlere göre öğrenme stratejileri modeli için metrik değişmezlik sağlanamamıştır. Bu durumda ölçme modeli için ölçme değişmezliği adımları sona ermektedir. Ölçeğin Türkiye ve HongKong-Çin için ölçme değişmezliği sağlanamamıştır ve bu iki ülkenin matematik öğrenme stratejilerine göre karşılaştırılmaları uygun değildir. Oysaki PISA 2003 raporunda bu iki ülke için çoklu grup karşılaştırmaları yapılmıştır. Fakat raporda tüm ülkeler için karşılaştırmalar yapıldıktan sonra, bazı ülkeler için öğrenme stratejileri modelinin geçerli olmadığı küçük bir not olarak yazılmıştır (OECD, 2005). Bu durumda öğrenme stratejileri modellerinin her iki ülke için ayrı ayrı geliştirilmesine ve gerçekten modellerin farklı olup olmadığının araştırılmasına karar verilmiştir.

İlk önce Türkiye için ölçme modeli kurulmuş ve üç faktörlü öğrenme stratejileri modelinin model uyum ölçütlerine göre veri tarafından doğrulanan kabul edilebilir bir model olduğu görülmüştür ($\chi^2_{(62)}=982.5$; RMSEA= 0.05; CFI=0.98, GFI=0.97). Hong Kong-Çin için ise üç faktörlü öğrenme stratejileri modelinin model uyum ölçütlerine göre kabul edilemez bir model olduğu görülmüştür ($\chi^2_{(62)}=1520.90$; RMSEA= 0.083; CFI=0.96, GFI=0.95). Tek değişkenin anlamlılığı için yapılan Wald testleri (t testleri) bütün gösterge katsayılarının 0.001 anlam seviyesinde istatistiki olarak anlamlı olduğunu göstermesine rağmen, ETS gizil değişkeninden S6, S9 ve S13'e giden yol (path) katsayılarının ve ilgili t değerlerinin diğer yol katsayılarına göre oldukça düşük olduğu dikkat çekmektedir. DKS ve ETS gizil değişkenlerinin arasındaki korelasyonun da bir olduğu görülmektedir. Bu durumda sözkonusu iki kavram gösterge değişkenleri ile ölçülebilmekte fakat bu iki kavram için ayrımsama (diskriminant) geçerliliği sağlanamamaktadır. Bu nedenle bu iki gizil kavramın göstergeleri olan değişkenlerin tümünün tek faktörde toplanmasına karar verilerek, bu faktör "Denetim- kontrol ve Ezberleme, tekrar stratejisi -DKETS" olarak adlandırılmıştır.

Sonuç olarak, Yol katsayıları, Modifikasyon indeksleri ve gizil değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları dikkate alınarak DKS ve ETS gizil değişkenlerinin tek bir faktör altında toplandığı ve Hong Kong-Çin için matematik öğrenme stratejileri modelinin "Denetim ezberleme tekrar stratejileri" ve "bilgiyi geliştirme ve zenginleştirme stratejilerinden" meydana gelen iki faktörlü model olduğu görülmüştür. İlgili model veriye iyi uyum sağlamıştır. Hong Kong-Çin için iki faktörlü öğrenme stratejileri modelinin model uyum ölçütlerine göre kabul edilebilir bir model olduğu görülmüştür. ($\chi^2_{(62)}=1167.73$; RMSEA= 0.053; CFI=0.97, GFI=0.96)

4. SONUÇ

PISA 2003 projesi kapsamında önerilen 3 faktörlü ölçme modelinin Türkiye ve Hong Kong-Çin için ölçme değişmezliğine sahip olup olmadığı çoklu-grup doğrulayıcı faktör analizinden yararlanılarak araştırılmıştır. Önerilen beş adım doğrultusunda, ilk adımda şekilsel değişmezlik sağlanmıştır. Bu durumda ikinci adıma geçilmiş fakat metrik değişmezlik elde edilemeyince algoritmaya devam edilememiştir. Ölçme değişmezliğinin sağlanamamasının nedenleri araştırılmış ve ülkeler için ayrı ayrı ölçme modelleri kurulmuştur. Türkiye için üç faktörlü öğrenme stratejileri modeli doğrulanırken Hong Kong-Çin için doğrulanamamıştır. Yapılan analiz sonucunda, Hong Kong-Çin için iki faktörlü modelin doğrulandığı görülmüştür. Bu durumda

aslında şekilsel değişmezliğin de olmadığına göstergesidir. Bu durum, ölçme değişmezliği araştırılmadan önce gruplar için ayrı ayrı ölçme modellerinin incelenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Matematik başarısında 34. sırada yer alan Türkiye’de Ezberleme, tekrar stratejileri kullanırken, birinci sırada yer alan Hong Kong-Çin de böyle bir matematik öğrenme stratejisi kullanılmamaktadır. Hong Kong-Çin’in denetim-kontrol ve bilgilerini geliştirme, zenginleştirme tabanlı bir öğretim stratejisi ile matematikte en yüksek başarı puanını elde ettiği görülmektedir. Tabii ki bu çalışma sadece öğrenme stratejilerini ele aldığı için kısıtlı bir çalışmadır, çünkü başarıyı etkileyen faktörler ve eğitim sistemi sadece öğrenme stratejileri ile sınırlandırılmaz. Diğer taraftan da öğrenme stratejilerinin matematik başarısı üzerindeki etkisi düşünüldüğünde çalışma sonuçlarının, Türk eğitim sisteminin gelişiminde önemli bir yer tutacağı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

Bagozzi, R. P. 1994. Structural Equation Models in Marketing Research: Basic Principles, in: Principles of Marketing Research, R. P. Bagozzi (ed.). Oxford: Blackwell, pp. 317--385.

Byrne, B., Watkins, D. 2003. The issue of measurement invariance revisited, Journal of Cross-cultural Psychology, 34, 155-175.

Carmines, E. G., Zeller, R. A. 1979. Reliability and validity assessment, Sage, Beverly Hills, California.

French, B. F., Finch, W. H. 2008. Multigroup confirmatory factor analysis: Locating the invariant referent sets, Structural Equation Modeling , 15,1, 96- 113.

Herdman, M., Fox-rushby, J., Badia, X. 1998. A model of equivalence in the cultural adaptation of HRQOL instruments: The universalist approach, Quality of Life Research, 7,4,323–335.

OECD, 2004. Learning for Tomorrow’s World – First Results from PISA 2003, OECD, Paris.

OECD, 2005, PISA 2003 Technical Report, Paris.

Lord F. M., Novick, R. 1968. Statistical theories of mental test scores. Reading MA: Addison-Wesley.

Mark, B. A., Wan, T. T. H. 2005. Testing measurement equivalence in a patient satisfaction instrument. Western Journal of Nursing Research, 27 (6), 772-787.

Meade, A. W., Bauer, D. J. 2007. Power and precision in confirmatory factor analytic tests of measurement invariance. Structural Equation Modeling, 14, 611-635.

Moraes, C. L., Reichenheim, M. E. 2002. Cross-cultural measurement equivalence of the revised conflict tactics scales (cts2) portuguese version used to identify violence within couples. *Cad. Saúde Pública*, 18 (3).

Raykov, T., Marcoulides, G. A. 2006. On Multilevel Model Reliability Estimation From the Perspective of Structural Equation Modeling. *Structural Equation Modeling*, 13, 130-141.

Salzberger, T., Sinkovics, R. R., Schlgelmich, B. B. 1999. Data equivalence in crosscultural research: A comparison of classical test theory and gizil trait theory based approaches. *Australasian Marketing Journal*, 7 (2), 23-38.

Steinmetz, H., Schmid, P., Tina-Booh, A., Wieczorek, S., Schwartz, S. H. 2009. Testing measurement invariance using multigroup CFA: Differences between educational groups in human values, *Quality & Quantity*, 43(4), 599-616.

Tabachnick, B. G., Fidell, L. S. 2001. *Using Multivariate Statistics* (4th ed.). Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.

Vandenberg, R. J., Lance, C. E. 2000. A review and synthesis of the measurement invariance literature: Suggestions, practices and recommendations for organizational research. *Organizational Research Methods*, 3, 4-69.

Wicherts, J. M., 2007. Group differences in intelligence test performance. Unpublished dissertation, University of Amsterdam.

COMPARISON OF MATHEMATICS LEARNING STRATEGIES MODELS ACROSS TURKEY AND HONG KONG-CHINA: MULTI-GROUP STRUCTURAL EQUATION MODELING APPROACH

ABSTRACT

Structural Equation Modeling (SEM) is a hybrid statistical technique that investigates the relationship between the immeasurable or unobservable variables that can only be measured through latent variables or concepts and it encompasses the aspects of confirmatory factor analysis, path analysis and regression. Multi-group applications are popular analysis in SEM studies. These type of applications provide multi-group comparisons for both of the measurement models and structural equation models with latent variables. In multi-group comparison studies, it can be investigated whether or not the factorial structure of a scale developed in one group is same as the other group/groups. The Program for International Student Assessment (PISA) is a system of international assessments that measures 15-year-olds' capabilities in mathematics, science and reading literacy every three years. HongKong-China has the best achievement while Turkey ranks 34th in mathematics among the 41 countries participating in PISA 2003. In PISA, three different factors are used to measure the learning strategies a)Memorization review strategies b)Elaboration and c)Control strategies. The purpose of this study is to investigate the measurement invariance of the mathematics learning strategies scale across the Hong Kong-China and Turkey using multi-group structural equation modeling.

Keywords: Multi-group structural equation modeling, Measurement invariance, PISA.